



Widya Teknik

Media Informasi Ilmu Pengetahuan dan Teknologi

ANALISIS KINERJA RUAS JALAN AKIBAT AKTIVITAS PASAR BADUNG
(Studi Kasus: Jalan Cokroaminoto, Denpasar)
Made Novia Indriani, Ida Ayu Putu Sri Mahapatni, Gede Ari Lesmana

PERBANDINGAN ANALISIS KONSTRUKSI BERTAHAP DENGAN ANALISIS KOVENSIONA
PADA GEDUNG BERTINGKAT DENGAN SOFT STORY
I Nyoman Suta Widnyana, Komang Anom Adi Putra

KENDALA PENGGUNAAN ASBUTON PADA
PROYEK JALAN DI INDONESIA
Ida Bagus Wirahaji, A A A Made Cahaya Wardani, Made Adi Widyatmika

ANALISIS KELAYAKAN FINANSIAL PADA PEMBANGUNAN VILLA
(Studi Kasus: Pembangunan The Mesare Villa Nusa Penida)
Made Novia Indriani, I Wayan Artana, Cokorda Putra, I Kadek Suprianta Janiadi

EVALUASI KINERJA DAN TINGKAT PELAYANAN SIMPANG BERSINYAL
(Studi Kasus: Simpang Kediri Kabupaten Tabanan)
A.A.A Made Cahaya Wardani, Made Novia Indriani, I Nengah Merta Saputra

STUDI PROPERTIS PASIR ERUPSI GUNUNG AGUNG DAN
PENGARUHNYA TERHADAP NILAI CBR AGREGAT KELAS A PADA LAPIS PONDASI ATAS
(Studi Kasus: Pasir Tukad Unda Di Klungkung)
I Putu Laintarawan, IB Wirahaji, Gede Agustama Adi

ANALISIS KONSTRUKSI BERTAHAP PADA PORTAL
BERTINGKAT SIMETRIS DENGAN PENAMABAHAN PERKUATAN SHEAR WALL
I Wayan Muka, I Putu Laintarawan, I Kadek Agus Parwata

ANALISA KELAYAKAN PEMBANGUNAN GEDUNG SENTRA PENGOLAHAN POS
(SPP) 80900 DENPASAR DI TINJAU DARI ASPEK TEKNIS DAN EKONOMI
I Made Harta Wijaya

ANALISIS KOMPOTENSI MANAJER PROYEK BERPENGARUH TERHADAP KINERJA
KONSTRUKSI DI KOTA DENPASAR DAN KABUPATEN BADUNG
I Putu Widyarsana, Naser Jawas

Diterbitkan Oleh :
Program Studi Teknik Sipil
Fakultas Teknik - Universitas Hindu Indonesia

Jurnal Widya Teknik	Volume 011	Nomor 02	Halaman 1 - 132	ISSN 1979-973X	Denpasar, Oktober 2018
------------------------------------	-----------------------	---------------------	----------------------------	---------------------------	---------------------------------------

Widya Teknik

Media Informasi Ilmu Pengetahuan dan Teknologi

Dewan Redaksi

Penanggung Jawab

I Komang Gede Santhyasa, ST, MT.
(Dekan Fakultas Teknik Universitas Hindu Indonesia)

Ketua

Ida Bagus Wirahaji, ST., S.Ag., M.Si., MT.

Sekretaris

A.A.A Cahaya Wardani, ST., MT.

Penyunting Ahli

Prof. Dr. Ir. I Made Alit Karyawan Salain, DEA.
Dewa Made Priyantha Wedagama, ST., MT., M.Sc., Ph.D.
Dr. Ir. Ida Bagus Adnyana, ST., MT.

Penyunting Pelaksana

Dr. Ir. I Wayan Muka, ST., MT.
IA. Putu Sri Mahapatni, ST., MT.
I Nyoman Suta Widnyana, ST., MT.
Made Novia Indriani, ST., MT.
I Wayan Artana, ST., MT.
I Putu Laintarawan, ST., MT.
Ir. Drs. I Gusti Qeidyana, MT.
Made Adi Widyatmika, ST., M.Si.
Ir. I Made Harta Wijaya, ST., MT
Cokorda Putra, ST., M.Si.

Pengelola/Sirkulasi

I Ketut Yadnya Astawa, SE.

JURNAL WIDYA TEKNIK diterbitkan oleh Fakultas Teknik Universitas Hindu Indonesia Denpasar sebagai media informasi ilmiah bidang Ilmu Pengetahuan dan Teknologi baik berupa hasil penelitian maupun kajian pustaka.

Redaksi menerima naskah dari dosen, peneliti, mahasiswa atau praktisi dengan ketentuan persyaratan tercantum pada halaman belakang majalah ini.

ALAMAT REDAKSI FAKULTAS TEKNIK UNHI DENPASAR, Jl. Sanggalangit, Penatih, Tembawu, Denpasar, Telp (0361) 464800 ext. 304, Email: teknik@unhi.ac.id, teknik.unhi@gmail.com



Widya Teknik

Media Informasi Ilmu Pengetahuan dan Teknologi

Vol. 011, No.02, Oktober 2018

Widya Teknik – ISSN: 1979-973X

Daftar Isi

	Hal
• ANALISIS KINERJA RUAS JALAN AKIBAT AKTIVITAS PASAR BADUNG (Studi Kasus: Jalan Cokroaminoto, Denpasar) Made Novia Indriani, Ida Ayu Putu Sri Mahapatni, Gede Ari Lesmana	1
• PERBANDINGAN ANALISIS KONSTRUKSI BERTAHAP DENGAN ANALISIS KONVENSIONAL PADA GEDUNG BERTINGKAT DENGAN SOFT STORY I Nyoman Suta Widnyana, Komang Anom Adi Putra	11
• KENDALA PENGGUNAAN ASBUTON PADA PROYEK JALAN DI INDONESIA Ida Bagus Wirahaji, A A A Made Cahaya Wardani, Made Adi Widyatmika	33
• ANALISIS KELAYAKAN FINANSIAL PADA PEMBANGUNAN VILLA (Studi Kasus: Pembangunan The Mesare Villa Nusa Penida) Made Novia Indriani, I Wayan Artana, Cokorda Putra, I Kadek Suprianta Janiadi	43
• EVALUASI KINERJA DAN TINGKAT PELAYANAN SIMPANG BERSINYAL (Studi Kasus: Simpang Kediri Kabupaten Tabanan) A.A.A Made Cahaya Wardani, Made Novia Indriani, I Nengah Merta Saputra	57
• STUDI PROPERTIS PASIR ERUPSI GUNUNG AGUNG DAN PENGARUHNYA TERHADAP NILAI CBR AGREGAT KELAS A PADA LAPIS PONDASI ATAS (Studi Kasus: Pasir Tukad Unda Di Klungkung) I Putu Laintarawan, IB Wirahaji, Gede Agustama Adi	69
• ANALISIS KONSTRUKSI BERTAHAP PADA PORTAL BERTINGKAT SIMETRIS DENGAN PENAMABAHAN PERKUATAN SHEAR WALL I Wayan Muka, I Putu Laintarawan, I Kadek Agus Parwata	83
• ANALISA KELAYAKAN PEMBANGUNAN GEDUNG SENTRA PENGOLAHAN POS (SPP) 80900 DENPASAR DITINJAU DARI ASPEK TEKNIS DAN EKONOMI I Made Harta Wijaya	109
• ANALISIS KOMPETENSI MANAJER PROYEK BERPENGARUH TERHADAP KINERJA KONSTRUKSI DI KOTA DENPASAR DAN KABUPATEN BADUNG I Putu Widyarsana, Naser Jawas	123

Diterbitkan oleh :

Program Studi Teknik Sipil

Fakultas Teknik Universitas Hindu Indonesia Denpasar

Jurnal Widya Teknik	Volume 011	Nomor 02	Halaman 1-132	ISSN 1979-973X	Denpasar Oktober 2018
---------------------------	---------------	-------------	------------------	-------------------	-----------------------------

Pengantar Redaksi

OM Swastyastu,

Atas *Asung Kertha Wara Nugraha* Hyang Widhi Wasa. Majalah Widya Teknik Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Univeristas Hindu Indonesia terbit kembali dengan menyajikan tulisan-tulisan ilmiah yang terkait dengan disiplin ilmu teknik sipil. Penerbitan ini terlaksana berkat kerjasama yang erat dari berbagai pihak khususnya di Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hindu Indonesia.

Jurnal Widya Teknik pada Edisi 011, Nomor 02, Oktober 2018 menyajikan berbagai topik, antara lain: Made Novia Indriani dkk menganalisis kinerja ruas jalan akibat aktivitas pasar badung (Studi Kasus: Jalan Cokroaminoto, Denpasar). Dari hasil survei dan analisis kinerja ruas jalan akibat aktivitas pasar badung di Jalan Cokroaminoto, Denpasar pada jam puncak diperoleh volume arus total (Q) tertinggi pada pukul 17.00 – 18.00 sebesar 3.063,50 smp/jam, memiliki nilai kecepatan setempat (V) sebesar 13,47 km/jam, kapasitas jalan (C) sebesar 2.387,64 smp/jam, dan derajat kejenuhan (DS) sebesar 1,28, yang dimana tingkat pelayanan jalan menunjukkan tingkat pelayanan (LoS) F. Hasil analisis alternatif solusi pada ruas jalan yang ditinjau yaitu dengan cara pengalihan arus (dengan parkir) diperoleh kecepatan arus bebas (FV) = 35,57 km/jam, kapasitas jalan (C) = 4.394,92 smp/jam, derajat kejenuhan (DS) = 0,69 dan tingkat pelayanan jalan di Los C, sedangkan dengan cara pengalihan arus (tanpa parkir) diperoleh kecepatan arus bebas (FV) = 41,04 km/jam, kapasitas jalan (C) = 7.738,84 smp/jam, derajat kejenuhan (DS) = 0,39 dan tingkat pelayanan jalan di (Los) B.

I Nyoman Suta Widnyana dkk, meneliti perbandingan analisis konstruksi bertahap dengan analisis konvensional pada gedung bertingkat dengan soft story. Dari analisis struktur yang dilakukan, didapat rasio momen balok analisis konstruksi bertahap terhadap analisis konvensional $M2/M1$ maksimum pada lantai 2 sebesar 1,126. Gaya geser balok dengan analisis konstruksi bertahap mencapai nilai maksimum pada lantai 2 dengan rasio $D2/D1$ sebesar 1,064. Ditinjau dari momen pada kolom, didapat bahwa momen pada kolom analisis konstruksi bertahap mencapai nilai maksimum pada lantai 1 sebesar 174,92 KNm dengan rasio terhadap momen kolom analisis konvensional $Mk2/Mk1$ sebesar 1,940.

IB Wirahaji, dkk menganalisis kendala penggunaan asbuton pada proyek jalan di Indonesia. Hasil penelitian menunjukkan Penggunaan asbuton pada proyek jalan menghadapi beberapa kendala, yaitu: sumber daya manusia (SDM) sangat kurang untuk memahami karakteristik asbuton; biaya ekstraksi atau pemurnian bitumen lebih mahal dari pendapatan; AMP yang ada sekarang harus dimodifikasi bila menggunakan asbuton; asbuton memiliki homogenitas yang rendah, sehingga menyulitkan dalam pembuatan *job mix formula* (JMF); kehandalan suplai asbuton yang sulit diprediksi; sulitnya mendapatkan suplai asbuton dengan kualitas standar; harga asbuton lebih mahal jika dibandingkan dengan harga aspal minyak; sulitnya metodologi pencampuran karena kondisi fisik asbuton butir yang mudah berubah.

Made Novia Indriani, I Wayan Artana meneliti analisis kelayakan finansial pada pembangunan villa (Studi Kasus: Pembangunan The Mesare Villa Nusa Penida). Dari hasil analisis finansial dengan suku bunga 12% dan biaya investasi sebesar Rp.10.297.255.000,00 ada 4 (empat) sumber pemasukan antara lain bidang akomodasi, spa, fasilitas yoga dan fasilitas-fasilitas lain, dimana analisis finansial menunjukkan nilai

NPV positif sebesar Rp. 3.069.536.483,92, nilai IRR 16% dimana angka tersebut lebih besar dari nilai MARR yaitu 12%, nilai BCR menunjukkan angka 1,79 dimana angka tersebut telah memenuhi syarat lebih dari satu, nilai AE positif sebesar Rp. 11.379.456.257,14, dan *Break Event Point* terjadi pada tahun 2036. Dari sisi uji sensitifitas menunjukkan nilai investasi sensitif pada angka Rp. 27.794.462.817,00, nilai *benefit* sensitif pada angka Rp. 4.992.839.448, dan nilai *cost* sensitif pada angka Rp. 6.145.999.356. Dari data-data tersebut maka pembangunan The Mesare Villa layak untuk dilaksanakan.

Made Cahaya Wardani, dkk meneliti mengenai evaluasi kinerja dan tingkat pelayanan simpang bersinyal (studi kasus: simpang kediri kabupaten tabanan). Berdasarkan hasil perhitungan data dapat diketahui bahwa kinerja dan tingkat pelayanan simpang bersinyal pada kondisi existing melebihi ketentuan MKJI 1997 dengan nilai derajat kejenuhan 2.46. Tundaan simpang rata – rata 1096.31 det/smp yang berarti bahwa simpang Kediri Kabupaten Tabanan termasuk dalam tingkat pelayanan F. Dari hasil alternatif perbaikan didapat 4 alternatif perbaikan. Alternatif Perbaikan 1 perubahan waktu hilang (LTI) 12 detik. Alternatif perubahan waktu hijau (g) pada pendekat Utara 8 detik, pendekat Timur 23 detik dan pendekat Barat 14 detik. Alternatif3 perubahan waktu siklus (c) 100 detik. Alternatif 4 perubahan waktu siklus (c) 100 detik dengan waktu hilang (LTI) 12 detik. Dari 4 alternatif dicobakan, maka alternatif 4 merupakan alterntif yang baik karena dapat menurunkan derajat kejenuhan, panjang antrian dan tingkat pelayanan simpang D.

I Putu Laintarawan, dkk meneliti mengenai studi propertis pasir erupsi gunung agung dan pengaruhnya terhadap nilai cbr agregat kelas a pada lapis pondasi atas (studi kasus: pasir tukad unda di klungkung). Hasil pengujian propertis untuk berat jenis bulk pasir Tukad Unda didapat sebesar 2,361, berat jenis ssd 2,427, berat jenis apparent 2,528 dan penyerapannya sebesar 2,796% sedangkan gradasinya sedikit lebih kasar dari agregat halus data sekunder dimana agregat yang lolos saringan no.200 sebesar 1,76 % jauh lebih kecil dari data sekunder sebesar 9,21 %. Data hasil pengujian CBR soaked menunjukkan bahwa untuk agregat A dengan substitusi pasir 10% dan 20% mendapatkan nilai CBR diatas batas minimum yang disyaratkan oleh spesifikasi umum 2010 revisi 3 yaitu sebesar 92,31% dan 90,18%.. Sedangkan untuk campuran agregat A dengan substitusi 30% dan 40% tidak memenuhi syarat karena nilai CBR yang didapat dibawah 90%.

I Wayan Muka, dkk menganalisis konstruksi bertahap pada portal bertingkat simetris dengan penamabahan perkuatan shear wall. Dari analisis struktur yang dilakukan pada struktur gedung 9 tingkat, didapatkan rasio momen balok portal tepi analisis konstruksi bertahap terhadap analisis konvensional M_2/M_1 pada tingkat 7 sebesar 1,030. Gaya geser balok pada portal tepi dengan analisis konstruksi bertahap mencapai nilai maksimum pada tingkat 8 sebesar 88,56 dengan rasio D_2/D_1 sebesar 1,059. Ditinjau dari momen maksimum kolom grid D, didapat bahwa momen maksimum kolom analisis konstruksi bertahap mencapai nilai maksimum pada tingkat 9 sebesar 49,246 KNm dengan rasio terhadap momen kolom analisis konvensional M_{k2}/M_{k1} sebesar 1,314. Sedangkan berdasarkan deformasi struktur dengan konstruksi bertahap lebih besar daripada konvensional dengan selisih perbedaan persentase simpangan sebesar 70,99 %, 69,50%, 67,92%, 67,08%, 66,28%, 65,18%, 63,36%, 60,14% dan 54,65%.

Harta Wijaya menganalisa kelayakan pembangunan gedung sentra pengolahan pos (spp) 80900 denpasar ditinjau dari aspek teknis dan ekonomi. Kesimpulan

berdasarkan analisa dari aspek teknis adalah layak karena kondisi lahan/tanah sangat mendukung untuk pembangunan gedung perkantoran dan aspek ekonomi adalah layak karena Net Present Value (NPV) positif.

I Putu Widyarsana dan Naser Jawas menganalisis kompetensi manajer proyek berpengaruh terhadap kinerja konstruksi di kota Denpasar dan kabupaten Badung. Hasil pengujian menunjukkan bahwa Human Relationship Skills, Problem Solving dan Decision Making, Leadership Skills, Communication Skills, Marketing, Contracting, dan Customer Relationship Skills, Negotiating Skills, Resources Management, Scheduling dan Time Management Skills, Budgeting dan Cost Skills, serta Experience dan Technical Construction berpengaruh terhadap Kinerja konstruksi sebesar 97,80 %, dan sisanya 2,20 % di luar penelitian ini. Kompetensi manajer proyek yang memiliki pengaruh paling kuat terhadap kinerja konstruksi adalah Leadership Skills dengan nilai Original Sample (O) 0,205 lebih besar dibandingkan dengan variabel lainnya. Maka dari itu, manajer proyek hendaknya dapat meningkatkan kompetensi leadership skills dalam mencapai kinerja konstruksi yang memadai.

OM Shanti Shanti Shanti OM

Denpasar, 2 Oktober 2018

Tim Redaksi

**ANALISIS KINERJA RUAS JALAN
AKIBAT AKTIVITAS PASAR BADUNG
(Studi Kasus: Jalan Cokroaminoto, Denpasar)**

Made Novia Indriani, Ida Ayu Putu Sri Mahapatni, Gede Ari Lesmana

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Hindu Indonesia
madenovia@gmail.com dayumaha71@yahoo.com

ABSTRAK

Kemacetan lalu lintas pada ruas jalan telah menjadi masalah, terutama di kota-kota besar seperti Kota Denpasar, khususnya di Jalan Cokroaminoto, Denpasar. Hal ini disebabkan oleh tingginya aktivitas pasar badung dan banyaknya hambatan samping yang dapat memperparah kinerja ruas jalan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kinerja ruas jalan pada jam puncak aktivitas pasar dan mengetahui alternatif solusi guna memperbaiki kinerja ruas jalan yang ditinjau.

Parameter yang digunakan untuk mengetahui kinerja lalu lintas antara lain volume lalu lintas, kapasitas jalan, derajat kejenuhan, kecepatan, dan tingkat pelayanan jalan. Data primer yang digunakan pada penelitian ini meliputi kondisi geometric jalan, jumlah hambatan samping, volume lalu lintas dan kecepatan kendaraan. Sedangkan data sekunder yang digunakan meliputi jumlah penduduk dan peta lokasi penelitian. Perhitungan selanjutnya dilakukan dengan menggunakan Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI, 1997) untuk jalan perkotaan.

Dari hasil survei dan analisis kinerja ruas jalan akibat aktivitas pasar badung di Jalan Cokroaminoto, Denpasar pada jam puncak diperoleh volume arus total (Q) tertinggi pada pukul 17.00 – 18.00 sebesar 3.063,50 smp/jam, memiliki nilai kecepatan setempat (V) sebesar 13,47 km/jam, kapasitas jalan (C) sebesar 2.387,64 smp/jam, dan derajat kejenuhan (DS) sebesar 1,28, yang dimana tingkat pelayanan jalan menunjukkan tingkat pelayanan (LoS) F. Hasil analisis alternatif solusi pada ruas jalan yang ditinjau yaitu dengan cara pengalihan arus (dengan parkir) diperoleh kecepatan arus bebas (FV) = 35,57 km/jam, kapasitas jalan (C) = 4.394,92 smp/jam, derajat kejenuhan (DS) = 0,69 dan tingkat pelayanan jalan di Los C, sedangkan dengan cara pengalihan arus (tanpa parkir) diperoleh kecepatan arus bebas (FV) = 41,04 km/jam, kapasitas jalan (C) = 7.738,84 smp/jam, derajat kejenuhan (DS) = 0,39 dan tingkat pelayanan jalan di (Los) B.

Kata kunci : Kinerja ruas jalan, Aktivitas pasar, MKJI 1997

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kemacetan lalu lintas pada ruas jalan telah menjadi masalah, terutama di Kota Denpasar telah menunjukkan gejala sebagai kota metropolitan yang menjadi pusat kegiatan, baik kegiatan sosial budaya, kegiatan pemerintahan,

kegiatan perdagangan, kegiatan pendidikan dan lain-lain. Terutama pada ruas Jalan Cokroaminoto yang ada di depan Pasar Badung tersebut sering mengalami penurunan kinerja lalu lintas akibat aktivitas pasar badung yang dapat menimbulkan tingginya arus lalu lintas sehingga berpotensi

terjadinya kemacetan lalu lintas yang cukup padat terutama pada saat jam sibuk seperti sore hari yang diakibatkan hambatan samping/parkir dipinggir jalan, khususnya penggunaan parkir kendaraan roda 2 (dua) maupun kendaraan roda 4 (empat) yang memakai badan jalan di Ruas Jalan Cokroaminoto Denpasar.

1.2 Tujuan Penelitian

1. Untuk mengetahui kinerja Ruas Jalan Cokroaminoto Denpasar pada jam puncak aktivitas pasar Badung.
2. Untuk mengetahui alternatif solusi ruas Jalan Cokroaminoto Denpasar akibat jam puncak aktivitas pasar Badung.

1.3 Batasan Penelitian

1. Sikap dan perilaku pengemudi kendaraan tidak dibahas dalam penelitian ini.
2. Ruas Jalan yang di tinjau hanya sepanjang 300 m dari keseluruhan ruas jalan Cokroaminoto Denpasar.
3. Waktu penelitian hanya dilakukan pada pagi hari dan sore hari.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kinerja Lalu Lintas Jalan

Kinerja lalu lintas adalah kemampuan lalu lintas jalan untuk melayani kebutuhan arus lalu lintas sesuai dengan fungsinya yang dapat diukur dan dibandingkan dengan standar tingkat pelayanan jalan. Nilai

tingkat pelayanan jalan yang dijadikan sebagai parameter kinerja lalu lintas.

Di bawah ini parameter-parameter yang digunakan untuk menentukan kinerja lalu lintas atau ruas jalan.

2.1.1. Volume Lalu Lintas

Volume lalu lintas adalah jumlah kendaraan yang melalui suatu titik pada suatu jalur gerak per satuan waktu, dan karena itu biasanya diukur dalam satuan kendaraan per satuan waktu, dinyatakan dalam Q_{kend} dan Q_{smp} (jam).

2.1.2. Kapasitas

Kapasitas adalah tingkat arus maksimum dimana kendaraan dapat diharapkan untuk melalui suatu potongan pada periode waktu tertentu untuk kondisi lajur, lalu lintas, pengendalian lalu lintas dan kondisi cuaca yang berlaku. Faktor yang mempengaruhi kapasitas jalan kota adalah lebar jalur atau lajur, ada tidaknya pemisah/median jalan, hambatan bahu/kerb jalan, dan ukuran kota.

Rumus yang dipakai untuk menghitung kapasitas jalan perkotaan, menurut MKJI (1997) adalah, sebagai berikut:

$$C = C_o \times FC_w \times FC_{sp} \times FC_{sf} \times FC_{cs} \dots \dots \dots (1)$$

Dimana:

C = Kapasitas Sesungguhnya (smp/jam)

C_o = Kapasitas Dasar (smp/jam)

FC_w = Faktor Penyesuaian Akibat Lebar Jalan

FC_{sp} = Faktor Penyesuaian Akibat Pemisah Arah

FCsf = Faktor Penyesuaian Akibat Hambatan Samping Dan Bahu Jalan/Kerb
 FCcs = Faktor Penyesuaian Akibat Ukuran Kota

2.1.3. Derajat Kejenuhan

Derajat kejenuhan (DS) merupakan rasio arus terhadap kapasitas yang digunakan sehingga factor utama dalam penentuan tingkat kinerja dan segmen jalan, nilai derajat kejenuhan juga menunjukkan apakah segmen jalan tersebut mempunyai masalah kapasitas atau tidak. Derajat kejenuhan pada jalan tertentu dihitung sebagai berikut:

$$DS = Q/C \dots\dots\dots(2)$$

Dimana:

Ds = Derajat kejenuhan
 Q = Arus lalu lintas (smp/jam)
 C = Kapasitas sesungguhnya (smp/jam)

2.1.4. Kecepatan

Waktu perjalanan bergerak dapat diperoleh dari metode kecepatan setempat. Metode kecepatan setempat dimaksudkan untuk pengukuran karakteristik kecepatan pada lokasi tertentu pada lalu-lintas dan kondisi lingkungan yang ada pada saat studi. Sejumlah kecepatan ini perlu diambil, agar dapat diperoleh hasil yang dapat diterima secara statistik. Lokasi pengamatan kecepatan setempat sebaiknya dipilih pada ruas jalan diantara persimpangan, sedangkan waktu pengamatan tergantung pada tujuan penggunaan hasil survei.

Untuk mendapatkan kecepatan setempat pada penggal jalan tertentu, rumus yang digunakan adalah:

$$V = (3,6 \times J) / W \dots\dots\dots(3)$$

Dimana:

V = Kecepatan setempat (km/jam)
 J = Panjang Jalan (m)
 W = Rata-rata waktu tempuh (detik)

2.1.5. Kecepatan Arus Bebas

Kecepatan arus bebas merupakan kecepatan pada tingkat arus nol, yaitu kecepatan yang akan dipilih pengemudi jika mengendarai kendaraan bermotor tanpa dipengaruhi kendaraan bermotor lain di jalan.

Persamaan untuk kecepatan arus bebas mempunyai bentuk umum sebagai berikut:

$$FV = (FV_O + FV_W) \times FV_{SF} \times FV_{CS} \dots\dots(4)$$

Dimana:

FV = kecepatan arus bebas kendaraan ringan sesungguhnya (km/jam).
 FV_O = kecepatan arus bebas dasar kendaraan ringan.
 FV_W = penyesuaian lebar jalur lalu lintas efektif (km/jam).
 FV_{SF} = faktor penyesuaian hambatan samping dan lebar bahu/jarak kerb ke penghalang.
 FV_{CS} = faktor penyesuaian ukuran kota.

2.1.6. Tingkat Pelayanan Jalan (LoS)

Level of Service merupakan pengukuran kualitatif yang menerangkan tentang kondisi operasional dalam suatu aliran lalu lintas, persepsi pemakai jalan. Umumnya dinyatakan dalam bentuk kecepatan perjalanan, kebebasan

mengadakan manuver, kemudahan dan keselamatan. Tingkat pelayanan kinerja ruas jalan dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Kondisi operasional untuk setiap tingkat pelayanan dinyatakan sebagai berikut (Tamin, 2008):

1. LoS A (0,00-0,20)
Menggambarkan arus lalu lintas yang bebas, kecepatan kendaraan dikendalikan oleh keinginan pengemudi.
2. LoS B (0,21-0,44)
Menunjukkan arus lalu lintas stabil, kecepatan operasi kendaraan, mulai terbatas akibat kendaraan lain.
3. LoS C (0,45-0,75)
Menunjukkan arus masih stabil, pengemudi sangat merasakan pengaruh kendaraan lain sehingga kebebasan menentukan kecepatan dipengaruhi oleh kendaraan lain, tingkat kenyamanan mulai berkurang.
4. LoS D (0,76-0,84)
Menunjukkan keadaan mendekati tidak stabil, kecepatan yang layak masih bisa dipertahankan tetapi keterbatasan pada arus lalu lintas mengakibatkan kecepatan menurun. Kebebasan bergerak agak kecil, sementara kenyamanan pengemudi relatif rendah.
5. LoS E (0,85-1,00)
Menunjukkan arus tidak stabil, keadaan mendekati atau pada kapasitas jalan. Penambahan kendaraan dapat mengakibatkan kemacetan, kebebasan bergerak tidak ada kecuali memaksa kendaraan lain untuk tidak bergerak atau pejalan kaki

memberi kesempatan berjalan pada kendaraan, hal ini membuat tingkat kenyamanan sangat buruk sehingga pengemudi sering tegang atau *stress*.

6. LoS F (>1,00)
Menggambarkan keadaan tidak stabil, pada keadaan ini terjadi antrian kendaraan yang keluar lebih sedikit dari pada kendaraan yang masuk pada ruas jalan tersebut sehingga terjadi *Stop and Go Waves*, yaitu kendaraan bergerak beberapa puluh meter dan ini terjadi berulang-ulang.

2.2. Jam Puncak Volume Lalu Lintas

Volume lalu lintas jam puncak merupakan volume kendaraan lalu lintas yang terjadi pada jam sibuk, dimana jam tersibuk ini dapat terjadi pada beberapa waktu yang berlainan seperti pada pagi hari, siang hari, maupun sore hari yang mengakibatkan tingginya aktivitas arus lalu lintas sehingga menyebabkan kemacetan atau antrian kendaraan yang cukup lama (MKJI, 1997).

2.3. Solusi Alternatif Permasalahan Lalu Lintas

Pada daerah perkotaan, penambahan jaringan jalan sudah bukan merupakan alternatif terbaik untuk menyelesaikan problem lalu lintas. Hal ini terjadi karena sudah padatnya lahan dalam kota sehingga pengembangan jaringan jalan baru merupakan alternatif yang memerlukan biaya sangat besar, maka dari itu

diperlukan alternatif penyelesaian yang lain seperti:

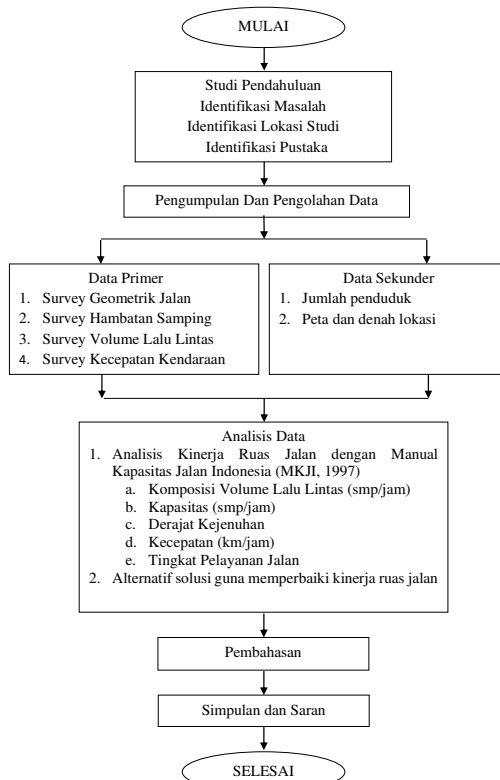
1. Analisis Tingkat Ruas
2. Analisis Tingkat Simpang
3. Analisis Tingkat Area

3. METODE PENELITIAN

3.1. Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian ini berada di Ruas Jalan Cokroaminoto Kota Denpasar. Titik awalnya (STA Awal) di sebelah utara, yaitu di simpang 3 Jl. Maruti. Titik akhirnya (STA Akhir) di selatan yaitu di simpang tiga Jl. Sutomo dan Jl. Setiabudi. Ruas jalan Cokroaminoto ini di teliti sepanjang 300 m.

3.2. Kerangka Penelitian



Gambar 3.2 Bagan Alir Penelitian

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Pengumpulan Dan Pengolahan Data

Data yang telah didapat, baik data primer yang berasal dari hasil survai di lapangan maupun data sekunder yang diperoleh dari Badan Pusat Statistik dan satelit/*maps* selanjutnya akan dikumpulkan. Data yang diperoleh masih merupakan data mentah yang selanjutnya akan disusun terlebih dahulu untuk kemudian dianalisis.

4.1.1 Data Geometrik Jalan

Data geometrik jalan adalah data tentang kondisi jalan itu sendiri secara nyata di lapangan. Adapun data geometrik jalan pada lokasi penelitian dapat dilihat pada Tabel 4.1

Tabel 4.1 Data Geometrik Jalan pada lokasi penelitian.

Nama Jalan	Jalan Cokroaminoto
Tipe jalan	2/2 UD
Jenis Perkerasan	Aspal Beton (AC-WC)
Kondisi Permukaan	Baik
Lebar Perkerasan Jalan	9 m
Lebar Jalur (Wj)	9 m
Lebar Lajur (Wi)	4,5m
Lebar Bahu (Ws)	Full Wide
Median Jalan	Tidak ada
Kemiringan	Landai

Sumber: Hasil Survei (2018)

4.1.2 Data Hambatan Sampang

Data survei hambatan sampang di Ruas Jalan Cokroaminoto, Denpasar diperoleh berdasarkan survei yang dilakukan pada hari rabu, 08 Agustus 2018 dengan waktu pengamatan selama 8 jam/hari yaitu pada pukul 06.00 – 10.00 Wita, dan pukul 15.00 – 19.00 Wita.

Hasil rekapitulasi pengamatan terhadap tipe kejadian hambatan samping di Ruas Jalan Cokroaminoto pada hari rabu saat jam puncak dapat dilihat pada Tabel 4.2 dibawah ini:

Tabel 4.2 Rekapitulasi hasil data hambatan samping selama jam puncak pk.06.00-07.00wita

No	Tipe Kejadian Hambatan Samping	Satuan	Frekuensi kejadian	Faktor	Bobot kejadian
				Berbobot	
1	Pejalan Kaki	Org/jam/200 m	336	0,5	168
2	Kendaraan Berhenti atau parkir	Kend/jam/200 m	552	1	552
3	Kendaraan masuk keluar	Kend/jam/200 m	559	0,7	391,3
4	Kendaraan lambat	Kend/jam/200 m	54	0,4	21,6
Total Bobot Hambatan Samping					1.132,90

Sumber: Hasil Survei (2018)

4.1.3 Data Volume Lalu Lintas

Dari hasil survei yang telah diperoleh kemudian dicari volume terpadatnya. Pengolahan data volume lalu lintas dilakukan dengan cara mengkonversi (mengalikan) setiap jenis kendaraan (kend/jam) dengan ekivalensi mobil penumpang (emp) berdasarkan MKJI 1997, yang sudah ditentukan.

Data volume kendaraan pada saat jam puncak dalam 4 hari penelitian di ruas Jalan Cokroaminoto, Denpasar dapat dilihat pada Tabel 4.3 dibawah ini:

Tabel 4.3 Data volume kendaraan dua arah pada jam puncak

Hari	Waktu/Jam Puncak	Volume Kendaraan dari arah selatan ke utara		Volume Kendaraan dari arah utara ke selatan		Total (Kend/jam)
		(Kend/15')	(Kend/jam)	(Kend/15')	(Kend/jam)	
Senin	17.00-17.15	882,0		694,0		
	17.15-17.30	886,0		582,0		
	17.30-17.45	1007,0		542,0		
	17.45-18.00	1105,0	3880,0	439,0	2257,0	6137,0
Rabu	17.00-17.15	897,0		668,0		
	17.15-17.30	932,0		556,0		
	17.30-17.45	992,0		516,0		
	17.45-18.00	1084,0	3905,0	413,0	2153,0	6058,0
Sabtu	17.15-17.30	859,0		538,0		
	17.30-17.45	927,0		498,0		
	17.45-18.00	1014,0		395,0		
	18.00-18.15	992,0	3792,0	368,0	1799,0	5591,0
Minggu	16.45-17.00	881,0		445,0		
	17.00-17.15	882,0		600,0		
	17.15-17.30	901,0		488,0		
	17.30-17.45	865,0	3529,0	448,0	1981,0	5510,0

4.1.4 Data Kecepatan

Untuk mendapatkan jumlah sampel yang diperlukan pada survei kecepatan, terlebih dahulu dilakukan pilot survei. Dimana survei ini dilakukan pada kendaraan ringan pada arah lalu lintas yang berbeda.

Waktu	Panjang Segmen(m)	Waktu tempuh (detik)							Waktu tempuh rata-rata (detik)
		Sampel.1	Sampel.2	Sampel.3	Sampel.4	Sampel.5	Sampel.6	Sampel.7	
17.00-17.15	50	6,64	9,67	13,95	7,41	33,02	26,2	21,49	16,91
17.15-17.30	50	8,52	8,54	7,59	16,39	22,68	14,12	16,57	13,49
17.30-17.45	50	9,44	17,16	11,9	11,07	9,57	15,88	21,76	13,83
17.45-18.00	50	9,43	9,14	9,6	15,94	20,53	15,98	25,44	15,15

keterangan:
 Sampel 1 s/d 4 menunjukkan jenis kendaraan MC = Sepeda Motor
 Sampel 5 s/d 7 menunjukkan jenis kendaraan ringan LV = Mobil penumpang

4.1.5 Data Jumlah Penduduk

Data Jumlah penduduk berasal dari data sekunder dimana diperoleh dari instansi terkait dalam hal ini adalah Badan Pusat Statistik Kota Denpasar.

No.	Tahun	Jumlah Penduduk (Jiwa)	Tingkat Laju Pertumbuhan (%)
1	2011	810900	2,83
2	2012	828900	2,22
3	2013	846200	2,09
4	2014	863600	2,06
5	2015	880600	1,97

4.2 Analisis Kinerja Ruas Jalan Akibat Aktivitas Pasar

4.2.1 Analisis Volume Lalu Lintas

Dari hasil analisis penelitian volume lalu lintas yang dilakukan pada hari Senin, 6 Agustus 2018, Rabu, 8 Agustus 2018, Sabtu, 11 Agustus 2018, dan Minggu, 12 Agustus 2018 diperoleh volume lalu lintas tertinggi pada jam puncak yaitu pada hari Senin, 6 Agustus 2018 dengan interval waktu pada pk.17.00 – 18.00 sebesar 3.063,5 smp/jam.

Dibawah ini pada Tabel 4.6 merupakan rekapitulasi jam puncak volume lalulintas kedua arah.

Hari/Tanggal	Jam puncak	Volume lalu lintas (kend/jam)						Total (kend/jam)	Tot (smp/jam)
		MC		LV		HV			
		Kend	emp	Kend	emp	Kend	emp		
Senin, 06 Agustus 2018	17.00 - 18.00	5144	0,4	369	1	43	1,3	6137,0	306,
Rabu, 08 Agustus 2018	17.00 - 18.00	5020	0,4	995	1	43	1,3	6058,0	305,
Sabtu, 11 Agustus 2018	17.15 - 18.15	4559	0,4	981	1	51	1,3	5591,0	287,
Minggu, 12 Agustus 2018	16.45 - 17.45	4704	0,4	768	1	38	1,3	5510,0	269,

4.2.2 Analisis Kapasitas Jalan

Perhitungan analisis kapasitas jalan berdasarkan MKJI 1997, ini dipengaruhi oleh 5 hal yaitu kapasitas dasar (C₀), faktor penyesuaian kapasitas untuk pengaruh lebar jalur (FC_w), faktor penyesuaian kapasitas untuk pemisah arah (FC_{sp}), faktor penyesuaian untuk hambatan samping (FC_{sf}), dan faktor penyesuaian ukuran kota (FC_{cs}).

Tabel 4.7 Kapasitas Ruas Jalan

Kapasitas Dasar (C ₀) Smp/jam	Faktor Lebar Lajur (FC _w)	Faktor Pemisah Arah (FC _{sp})	Faktor Hambatan Samping (FC _{sf})	Faktor Ukuran Kota (FC _{cs})	Kapasitas Ruas Jalan (C)
1	2	3	4	5	6
2900	1,25	0,91	0,77	0,94	2.387,64

4.2.3 Analisis Derajat Kejenuhan

Dari Volume dan Kapasitas yang telah diperoleh dapat dihitung seberapa besar derajat kejenuhannya dengan Rumus 2. Hasil analisis nilai derajat kejenuhan dapat dilihat pada Tabel 4.8 sebagai berikut:

Waktu	Volume	Kapasitas	Derajat kejenuhan $DS = \frac{Q \text{ smp/jam}}{C}$
	Q smp/jam	C	
Senin, 6 Agustus 2018	3.063,50	2.387,64	DS = 3,063,50 / 2,387,64
			DS = 1,28

4.2.4 Analisis Kecepatan

Hasil perhitungan kecepatan kendaraan ringan di segmen jalan Cokroaminoto, Denpasar pada masing-masing arah pergerakan pada jam puncak volume lalu lintas, dapat dilihat pada Tabel 4.9

Segmen Jalan	Waktu	Kecepatan				Kecepatan Rata-rata Total 2 arah
		Utara ke selatan		Selatan ke Utara		
		Rata-rata Kecepatan Per 15 menit (km/jam)	Rata-rata Kecepatan Per jam (km/jam)	Rata-rata Kecepatan Per 15 menit (km/jam)	Rata-rata Kecepatan Per jam (km/jam)	
Jalan Cokroaminoto	17.00-17.15	16,69		10,64		
	17.15-17.30	14,21		13,35		
Jalan Cokroaminoto	17.30-17.45	17,07	14,73	13,02	12,22	13,47
	17.45-18.00	10,95		11,88		

4.2.5 Tingkat Pelayanan Jalan

Tingkat pelayanan jalan diperoleh dari rasio volume lalulintas terhadap kapasitas jalan, berdasarkan

survei dan analisis yang telah dilakukan maka dapat di peroleh tingkat pelayanan jalan pada saat jam puncak yang paling tinggi dengan nilai rasio Q/C sebesar 1,28. Tingkat pelayanan jalan saat aktivitas pasar beroperasi pada jam puncak sore, tingkat pelayanan jalan terletak pada level F yang artinya $>1,00$, dimana pada tingkat pelayanan F ini volume lalu lintas dalam keadaan tidak stabil, dan arus lalu lintas sering terhenti sehingga menimbulkan antrian kendaraan yang panjang dan ini terjadi berulang-ulang.

4.3 Analisis Alternatif Solusi

Dari hasil analisis diketahui penurunan kapasitas jalan di ruas Jalan Cokroaminoto, Denpasar ditimbulkan oleh hambatan samping dan parkir badan jalan akibat aktivitas pasar. Permasalahan yang ditimbulkan oleh hambatan samping dapat dipecahkan apabila diketahui terlebih dahulu faktor hambatan samping apa yang berpengaruh terhadap kapasitas Jalan dan kecepatan arus bebas.

Maka dari itu, ada beberapa alternatif solusi terhadap permasalahan kinerja ruas jalan di jalan Cokroaminoto, Denpasar akibat aktivitas pasar yang menyebabkan tingginya hambatan samping yang dapat di lihat pada rekapan dibawah ini:

Tabel 4.10 Rekapitulasi setiap analisis alternatif

Parameter Kinerja Ruas Jalan	Alternatif Solusi	
	Pengalihan arus lalu lintas (dengan parkir)	Pengalihan arus lalu lintas (tanpa parkir)
Volume Lalu Lintas (Q) (smp/jam)	3.063,50	3.063,50
Kecepatan Arus Bebas (FV) (km/jam)	35,57	41,04
Kapasitas Jalan (C) (smp/jam)	4.394,92	7.738,84
Derajat Kejenuhan (DS)	0,69	0,39
Tingkat Pelayanan Jalan (Los)	LoS C	LoS B

5. SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Setelah dilakukan pengamatan dan hasil pembahasan pada analisis kinerja ruas Jalan Cokroaminoto Denpasar dengan memakai Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI 1997), maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan hasil survei dan analisis kinerja ruas Jalan Cokroaminoto, Denpasar pada kondisi jam puncak akibat aktivitas pasar badung diperoleh volume lalu lintas tertinggi (Q) = 3.063,50 smp/jam, kecepatan setempat (V) = 13,47 km/jam, kapasitas jalan (C) = 2.387,64 smp/jam, dan derajat kejenuhan (DS) = 1,28 yang menentukan tingkat pelayanan jalan ini berada di tingkat pelayanan (LoS) F.
2. Berdasarkan hasil analisis alternatif solusi pada ruas Jalan Cokroaminoto, Denpasar yaitu

dengan cara alternatif pengalihan arus menjadi satu arah dengan parkir di kedua sisi jalan diperoleh nilai kecepatan arus bebas (FV) = 35,57 km/jam, kapasitas jalan (C) = 4.394,92 smp/jam, dan derajat kejenuhan (DS) = 0.69 dimana tingkat pelayanan jalan (LoS) berada ditingkat pelayanan C, sedangkan dengan cara alternative pengalihan arus menjadi satu arah tanpa adanya parkir di kedua sisi jalan diperoleh nilai kecepatan arus bebas (FV) = 41,04 km/jam, kapasitas jalan (C) = 7.738,84 smp/jam, dan derajat kejenuhan (DS) = 0,39 dimana tingkat pelayanan jalan (Los) berada ditingkat pelayanan B yang artinya dengan cara alternatif ini kondisi jalan berada di arus lalu lintas stabil.

5.2 Saran

1. Bagi pemerintah Kota Denpasar perlunya dilakukan pengaturan manajemen lalu lintas untuk memperlancar pergerakan lalu lintas pada ruas jalan Cokroaminoto dengan bertindak tegas dalam menerapkan kebijakan-kebijakan dalam pengendalian parkir agar masyarakat lebih patuh terhadap kebijakan yang ada dan mengawasi para juru parkir yang memberi parkir di badan jalan sehingga bukan hanya pengguna parkir yang dikenai sanksi tetapi juga tukang parkir harus dikenai.
2. Merealisasikan alternatif yang ada yaitu meniadakan parkir di kedua

sisi jalan agar meningkatkan tingkat pelayanan dan kapasitas jalan sehingga arus lalu lintas pada ruas Jalan Cokroaminoto tepatnya depan pasar badung menjadi lebih lancar.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistik (BPS). 2017. *Denpasar Dalam Angka 2015*. Denpasar: Pemerintah Kota Denpasar.
- Departemen Perhubungan Republik Indonesia. 2011. *Peraturan Presiden (Perpres) No. 45 Tahun 2011 tentang Rencana Tata Ruang Kawasan Perkotaan Denpasar, Badung, Gianyar, dan Tabanan*.
- Direktorat Jendral Bina Marga (Dirjen BM). 1990. *Panduan Survei dan Perhitungan Waktu Perjalanan Lalu Lintas*. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum.
- Direktorat Jendral Bina Marga (Dirjen BM). 1997. *Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI)*. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum.
- Direktorat Jenderal Perhubungan (Dirjen Perhub). 1998. *Sistem Transportasi Kota*. Jakarta: Departemen Perhubungan.
- Direktorat Jenderal Perhubungan (Dirjen Perhub). 1999. *Pedoman Pengumpulan Data Lalu Lintas*. Jakarta: Departemen Perhubungan.
- Presiden RI. 2009. Undang-Undang No. 22 Tahun 2009 tentang *Lalu Lintas dan Angkutan*

- Jalan*. Jakarta: Sekretariat Negara.
- Putra, I Gede Mahendra Edy. 2017. *Analisis Kinerja Ruas Jalan Akibat Akitivitas Pasar Tradisional Baturiti Kabupaten Tabanan*. Tugas Akhir. Denpasar: Jurusan Teknik Sipil FT UNHI
- Tamin, Ofyar Z. 2008. *Perencanaan, Pemodelan, & Rekayasa Transportasi*. Bandung: ITB

PERBANDINGAN ANALISIS KONSTRUKSI BERTAHAP DENGAN ANALISIS KONVENSIONAL PADA GEDUNG BERTINGKAT DENGAN *SOFT STORY*

I Nyoman Suta Widnyana, Komang Anom Adi Putra

Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik
Universitas Hindu Indonesia

ABSTRAK

Pada umumnya struktur portal bertingkat dianalisis secara konvensional dengan asumsi bahwa beban bekerja pada struktur ketika struktur telah berdiri secara keseluruhan. Padahal dalam kenyataannya dilapangan, struktur dikerjakan secara bertahap mulai dari tingkat terbawah sampai tingkat teratas. Pada penyelesaian tiap tingkatnya, beban sudah langsung bekerja pada tingkat tersebut. Ketidakberaturan konfigurasi bangunan dalam perencanaan struktur tidak dapat dihindari, termasuk ketidakberaturan kekakuan tingkat lunak yang terjadi pada lantai pertama bangunan.

Dengan program analisis struktur yang ada saat ini, dimungkinkan untuk menganalisis struktur dengan memperhitungkan pengaruh pembangunan bertahap tersebut. Tulisan ini membandingkan hasil analisis antara metode konvensional dengan metode konstruksi bertahap pada kasus struktur portal bertingkat dengan *soft story* dalam pemodelan tiga dimensi. Hasil analisis yang ditinjau adalah gaya-gaya dalam dan deformasi struktur akibat beban gravitasi.

Dari analisis struktur yang dilakukan, didapat rasio momen balok analisis konstruksi bertahap terhadap analisis konvensional M_2/M_1 maksimum pada lantai 2 sebesar 1,126. Gaya geser balok dengan analisis konstruksi bertahap mencapai nilai maksimum pada lantai 2 dengan rasio D_2/D_1 sebesar 1,064. Ditinjau dari momen pada kolom, didapat bahwa momen pada kolom analisis konstruksi bertahap mencapai nilai maksimum pada lantai 1 sebesar 174,92 KNm dengan rasio terhadap momen kolom analisis konvensional M_{k2}/M_{k1} sebesar 1,940.

Kata kunci : Analisis Konstruksi Bertahap, *Soft Story* dan Gaya-gaya Dalam

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Konstruksi gedung bertingkat dianalisis dengan dua cara yaitu secara konvensional dan konstruksi bertahap, dimana beban diasumsikan bekerja pada struktur secara keseluruhan. Setiap elemen struktur menerima beban pada saat yang bersamaan, sehingga struktur akan mengalami deformasi. Ini berarti seluruh tingkat pada struktur portal memiliki kondisi awal yang sama dimana tegangan awal, gaya luar dan deformasi elemen struktur adalah nol.

Dalam analisis portal bertingkat dengan metode konstruksi bertahap, dengan model struktur portal beton bertulang tingkat 4 dan lebar bentang 6 meter dengan model struktur tiga dimensi, didapat lendutan maksimum balok dengan metode analisis konstruksi bertahap 1,16 kali dari analisis konvensional dan momen lapangan balok 1,11 kali dari analisis konvensional. Pada penelitian ini tidak dianalisis perbandingan antara analisis konvensional dengan analisis konstruksi bertahap pada ketidakaturan vertikal (Arman 2005).

Bagiarta (2009) melakukan

penelitian dengan judul Analisis Konstruksi Bertahap pada Portal Beton Bertulang dengan Variasi Panjang dan Jumlah Tingkat menunjukkan bahwa pada pembebanan vertikal, analisis konstruksi bertahap memberikan nilai lendutan dan gaya-gaya dalam yang lebih besar dari pada analisis konvensional, dengan rasio berkisar antara 1,069 sampai dengan 2,248 dan rasio ini dominan pada tahap awal pelaksanaan konstruksi. Akibat pembebanan gempa, rasio ini mendekati 1(satu) karena konstruksinya dianalisis dalam keadaan lengkap. Penambahan panjang bentang balok cenderung meningkatkan rasio nilai lendutan dan gaya-gaya dalam pada analisis konstruksi bertahap, sedangkan penambahan jumlah tingkat cenderung tidak berpengaruh terhadap rasio nilai lendutan dan gaya-gaya dalam struktur kecuali gaya aksial kolom.

Menurut Budiono dan Wicaksono (2016), penelitian dengan judul Perilaku Struktur Bangunan dengan Ketidakaturan Vertikal Tingkat Lunak Berlebihan dan Masa Terhadap Beban Gempa menunjukkan bahwa ketidakaturan kekakuan tingkat lunak yang terjadi pada lantai bawah memberikan respon yang paling menyimpang jika dibandingkan terhadap struktur bangunan dasar. Namun demikian perlu dicermati juga perilakunya apabila dianalisis dengan analisis konstruksi bertahap, apakah momen kolom dan balok sudah mencapai nilai maksimum.

Maka dari itu, dengan kemajuan teknologi komputer struktur perlu dianalisis secara bertahap agar didapat gaya-gaya

dalam maksimum beserta rasionya. Analisis konstruksi bertahap dapat dilakukan dengan menggunakan software SAP2000 (*Structure Analysis Program 2000*). Sebagai pembanding dibuat model struktur gedung beton bertulang dengan *soft story* dengan metode analisis konvensional. Berdasarkan SNI 1726-2012 dinyatakan bahwa untuk menentukan perioda fundamental pendekatan, dalam detik untuk struktur gedung dengan ketinggian tidak melebihi 12 tingkat, sehingga dalam penelitian ini menggunakan struktur bangunan gedung 10 tingkat.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang di atas, maka permasalahan yang dapat dirumuskan adalah:

1. Bagaimana perilaku struktur gedung dengan *soft story* menggunakan analisis konstruksi bertahap yang dibandingkan dengan analisis konvensional?
2. Bagaimana rasio gaya dalam yang terjadi pada gedung dengan *soft story* menggunakan analisis konvensional dengan analisis konstruksi bertahap?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui simpangan struktur gedung dengan *soft story* menggunakan analisis konstruksi bertahap.
2. Untuk mengetahui kekakuan dan kekuatan struktur gedung dengan *soft story*

- menggunakan analisis konstruksi bertahap.
3. Untuk mengetahui deformasi struktur gedung dengan *soft story* menggunakan analisis konstruksi bertahap.
 4. Untuk mengetahui rasio gaya dalam yang terjadi pada gedung dengan *soft story* menggunakan analisis konvensional dengan analisis konstruksi bertahap.

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penelitian ini adalah :

1. Untuk menambah wawasan mengenai perilaku dan rasio gaya dalam struktur gedung dengan *soft story* untuk gedung 10 lantai menggunakan analisis konstruksi bertahap.
2. Untuk bahan referensi dalam perencanaan dengan analisis konstruksi bertahap.
3. Sebagai acuan pelaksanaan struktur dilapangan

1.5 Batasan Masalah

Agar ruang lingkup permasalahan tidak terlalu luas, maka diambil beberapa batasan masalah sebagai berikut:

1. Analisis pondasi diabaikan.
2. Tidak melakukan perhitungan manual dimensi balok dan kolom.
3. Volume tulangan pelat tidak dihitung
4. Beban tembok diabaikan

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

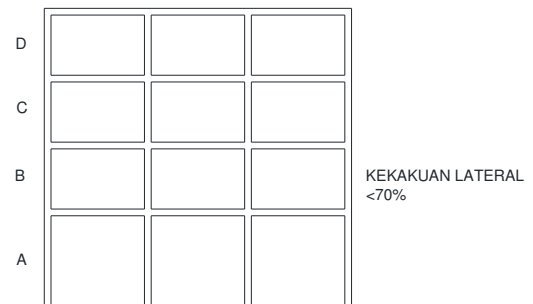
2.1 Umum

Konstruksi gedung bertingkat dianalisis dengan dua cara yaitu secara konvensional dan numerik, dimana beban diasumsikan bekerja pada struktur secara keseluruhan. Setiap

elemen struktur menerima beban pada saat yang bersamaan, sehingga struktur akan mengalami deformasi. Selain masalah deformasi tidak secara bersamaan ketidakteraturan pada struktur dan konfigurasi bangunan sering kali tidak dapat dihindari. Salah satu ketidakteraturan konfigurasi vertikal adalah *soft story*. Demikian juga gaya geser, aksial, serta lendutan yang terjadi akan sangat berbeda saat tahap pembangunan dibandingkan dengan analisis konvensional. Perbedaan tersebut akan berpengaruh pada rasio tulangan yang diperlukan oleh masing-masing komponen struktur.

2.2 Ketidakberaturan Vertikal Menurut SNI 1726-2012

Tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung non gedung SNI 1726-2012 struktur gedung yang mempunyai satu atau lebih tipe ketidakberaturan jika terdapat suatu tingkat dimana kekakuan lateralnya kurang dari 70% dari kekakuan lateral tingkat di atasnya atau kurang dari 80% kekakuan rata-rata tiga tingkat di atasnya. Salah satu contoh ketidakberaturan konfigurasi bangunan secara vertikal adalah *soft story*.



Gambar 2.1 Portal Struktur *soft story*
Sumber : SNI 2012

2.3 Pembebanan Struktur

Beban yang bekerja pada struktur ditimbulkan secara langsung

oleh gaya-gaya alamiah atau manusia dengan kata lain terdapat dua sumber dasar beban bangunan, geofisik dan buatan manusia. Gaya-gaya geofisik yang dihasilkan oleh perubahan-perubahan yang senantiasa berlangsung di alam dapat dibagi lagi menjadi gaya-gaya gravitasi, meteorologi dan seismologi. Karena gravitasi maka berat bangunan itu sendiri akan menghasilkan gaya struktur yang dinamakan beban mati dan beban ini akan tetap sepanjang tunduk pada efek gravitasi sehingga menghasilkan perbedaan pembebanan sepanjang waktu tertentu. Beban meteorologi berubah menurut waktu dan tempat serta tampil berwujud angin, suhu, kelembaban, hujan, salju dan es. Gaya-gaya seismologi dihasilkan oleh gerak tanah yang tak teratur (Schueller, 1989).

2.4 Kombinasi Pembebanan

Bangunan tinggi akan menghadapi berbagai beban sepanjang bangunan tersebut dan banyak diantaranya bekerja bersamaan. Efek beban harus digabung apabila bekerja pada garis keja yang sama dan harus dijumlahkan. Kemungkinan terjadinya beban kombinasi harus dievaluasi secara statistik dan diramalkan akibatnya. Kombinasi beban yang efektif disyaratkan dalam peraturan pembebanan. Peraturan membolehkan peningkatan ijin sebesar 33 persen apabila beban hidup secara penuh digunakan Bersama-sama dengan beban angin atau gempa (Schueller, 1989).

Untuk pemodelan rangka dengan pembebanan gempa berdasarkan SNI 03-1727-2013 adalah sebagai berikut:

$$1,4D$$

$$1,2D+1,6L+0,5(L_r \text{ atau } R)$$

$$1,2D+1,6(L_r \text{ atau } R)+(L \text{ atau } 0,5W)$$

$$1,2D+1,0W+L+0,5(L_r \text{ atau } R)$$

$$1,2D+1,0E+L$$

$$0,9D+1,0W$$

$$0,9D+1,0E$$

Keterangan:

D = Beban mati yang diakibatkan oleh berat konstruksi permanen, termasuk dinding, lantai, atap, plafon, partisi tetap, tangga, dan peralatan layan tetap.

L = Beban hidup yang ditimbulkan oleh penggunaan gedung, termasuk kejut, tetapi tidak termasuk beban lingkungan seperti angin, hujan, dan lain-lain.

L_r = Beban hidup di atap yang ditimbulkan selama perawatan oleh pekerja, peralatan, dan material, atau selama penggunaan biasa oleh orang dan benda bergerak.

R = Beban hujan, tidak termasuk yang diakibatkan genangan air.

W = Beban angin.

E = Beban gempa, yang ditentukan menurut SNI 1726-2012 dengan, $\gamma_L=0,5$ bila $L<5$ kPa dan $\gamma_L=1$ bila $L\geq 5$ kPa.

2.5 Metode Analisis Struktur

Menurut *Analysis Reference* SAP2000 (2002) metode analisis menjelaskan bagaimana beban dikerjakan pada struktur (statis atau dinamis), bagaimana respon struktur (linear atau nonlinear), dan bagaimana analisis diselesaikan baik modal atau integrasi langsung. Terdapat banyak perbedaan tipe analisis, namun kebanyakan analisis digolongkan menjadi analisis linear dan nonlinear.

a. Analisis linear

Menurut respon struktur terdapat pembebanan, analisis digolongkan ke dalam dua metode yaitu analisis linear dan analisis

nonlinear. Analisis struktur digolongkan ke dalam analisis linear jika:

- a) Karakteristik struktur (kekuatan, redaman dan sebagainya) konstan selama analisis.
- b) Analisis mulai dengan kondisi tegangan awal nol. Analisis tidak mengikutsertakan beban dari analisis sebelumnya, walaupun menggunakan kekuatan dari analisis nonlinear sebelumnya.
- c) Seluruh hasil analisis berupa lendutan, gaya dalam, reaksi dan sebagainya sebagian dengan beban yang bekerja. Hasil-hasil analisis linear yang berbeda dapat langsung disuperposisikan setelah semua analisis berakhir.

Jenis-jenis analisis linear yaitu:

- a) Analisis statis linear
- b) Analisis dinamis respon getar
- c) Analisis tekuk
- d) Analisis beban bergerak untuk beban hidup kendaraan pada jembatan
- e) Analisis respon spectrum untuk respon gempa

Analisis Nonlinear

Analisis struktur digolongkan ke dalam analisis nonlinear jika:

- a) Karakteristik struktur dapat berubah-ubah terhadap waktu, deformasi dan pembebanan
- b) Analisis merupakan lanjutan dari analisis nonlinear sebelumnya, dimana analisis mengintruksikan seluruh beban, deformasi dan tegangan dari analisis sebelumnya.
- c) Karena karakteristik struktur mungkin bervariasi dan karena adanya kemungkinan kondisi awal bukan nol respon spektrum mungkin

saja tidak berbanding linear dengan pembebanan. Seluruh beban yang bekerja pada struktur dikombinasikan secara langsung dalam proses analisis. Oleh karena itu hasil dari beberapa analisis nonlinear tidak selalu dapat disuperposisikan.

Analisis statis nonlinear dapat digunakan untuk beberapa tujuan yang meliputi:

- a) Analisis struktur berdasarkan material nonlinear dan geometri nonlinear.
- b) Analisis konstruksi bertahap
- c) Analisis struktur kabel
- d) Analisis statik *pushover*

Jenis-jenis analisis nonlinear yaitu:

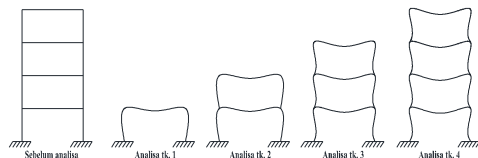
- a) Analisis statik nonlinear
- b) Analisis waktu getar nonlinear

2.6 Analisis Portal Bertingkat Metode Konstruksi Bertahap

Menurut *Analisisi Reference* SAP2000 (2002) pada metode konstruksi bertahap, urutan analisis memperhitungkan pengaruh kenonlinearan struktur akibat pelaksanaan bertahap di lapangan. Pelaksanaan bertahap yang dimaksud pada struktur portal bertingkat adalah pembangunan pertingkat yang bertahap. Seluruh tingkat pada portal tidak dibangun secara bersamaan, melainkan dimulai dari tingkat satu, tingkat dua, dan seterusnya sampai dengan tingkat teratas.

Langkah awal analisis konstruksi bertahap pada portal bertingkat adalah dengan mendefinisikan masing-masing tingkat ke dalam kelompok (group) yang

berbeda. Setiap elemen struktur baik itu balok, pelat, dan kolom, yang termasuk ke dalam tingkat yang sama, dikelompokkan menjadi satu kelompok. Semua kelompok yang ada dianalisis dengan urutan analisis sesuai dengan urutan pelaksanaan di lapangan.



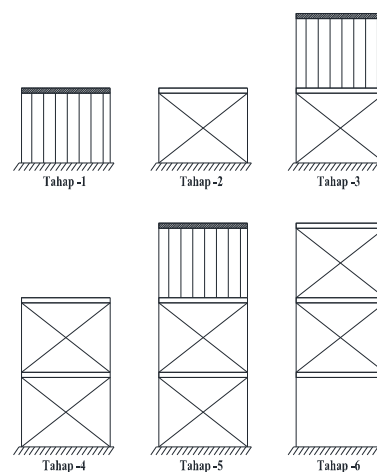
Gambar 2.2 Tahapan Analisis Metode Konstruksi Bertahap

Analisis dimulai dari kelompok tingkat terbawah yaitu tingkat satu. Seluruh hasil analisis tingkat satu (gaya dalam dan deformasi) merupakan kondisi awal bagi analisis tingkat selanjutnya. Demikian seterusnya sampai analisis tingkat teratas selesai. Ini berarti bahwa setiap tingkat dianalisis dengan kondisi awal yang berbeda. Tingkat pertama dianalisis dengan kondisi awal (tegangan dan deformasi) nol. Analisis tingkat selanjutnya dimulai dengan kondisi awal yang bukan nol, melainkan sudah terdapat tegangan dan deformasi struktur akibat analisis tingkat sebelumnya. Seluruh beban yang bekerja pada suatu tahap secara otomatis diikutsertakan pada analisis tahap selanjutnya. Untuk setiap analisis konstruksi bertahap, diijinkan untuk menggunakan berbagai kombinasi pembebanan. Namun pada umumnya, hanya beban gravitasi yang diperhitungkan.

2.7 Metode Pelaksanaan Shore and Reshore

ACI Committee 347 merekomendasikan metode *Shore and Reshore* sebagai metode pelaksanaan

struktur bertingkat banyak. Adapun tahapan metode *Shore and Reshore* tersebut (Gambar 2.3) adalah sebagai berikut, tahap 1, pelat lantai dicor, seluruh beban ditransfer ke tanah melalui begisting dan perancah (*shores*). Tahap 2, begisting dibuka sehingga pelat lantai 1 menahan berat sendiri dan penahan dipasang kembali (*reshore*) di bawah pelat lantai. Tahap 3, begisting pelat lantai 2 dipasang dan pelat lantai 2 dicor.



Gambar 2.3 Tahapan metode *shore and reshore*

Sumber: ACI Committee 347 (2005)

Pelat lantai 1 tidak dapat berdeformasi dan semua beban ditahan oleh penahan yang disalurkan ke tanah. Tahap 4, begisting lantai 2 dibuka sehingga pelat lantai 2 menahan berat sendiri saja dan penahan dipasang kembali (*reshore*) di bawah pelat lantai 2. Tahap 5, begisting pelat lantai 3 dipasang dan pelat lantai 3 dicor. Semua tambahan beban ditransfer ke tanah lewat penahan. Tahap 6, begisting lantai 3 dibuka sehingga pelat lantai 3 menahan berat sendiri saja dan penahan pelat lantai 1 dibuka dan dipasang kembali (*reshore*) di bawah

pelat lantai 3. Pemindahan dan penempatan kembali begisting dan penahan untuk mengerjakan pelat lantai yang baru di atas pelat lantai yang paling atas dilanjutkan dengan cara yang sama. Setelah tahap 6, siklus yang sama diulang sampai semua tingkat bangunan.

2.8 Simpangan Antar Lantai

Penentuan simpangan antar lantai tingkat desain (Δ) harus dihitung sebagai perbedaan defleksi pada pusat massa di tingkat teratas dan terbawah yang ditinjau. Apabila pusat massa tidak terletak segaris dalam arah vertikal, diijinkan untuk menghitung defleksi di dasar tingkat berdasarkan proyeksi vertikal dari pusat massa tingkat di atasnya. Jika desain tegangan ijin digunakan, Δ harus dihitung menggunakan gaya gempa tingkat kekakuan yang di tetapkan dalam pasal 7.8 tanpa reduksi untuk desain tegangan ijin. Simpangan antar lantai tingkat desain (Δ) seperti di tentukan dalam 7.8.6, 7.9.2 tidak boleh melebihi simpangan antar lantai tingkat ijin (Δa) seperti didapatkan dari tabel 16 untuk semua tingkat.

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah perencanaan yang bersifat fiktif. Pada penelitian ini dirancang gedung 10 tingkat yang berada pada kota Denpasar.

3.2 Pengumpulan Data

Sumber data yang digunakan dalam penelitian ini terbagi menjadi dua yaitu data primer dan data sekunder. Data primer adalah data yang diperoleh peneliti secara langsung (dari tangan pertama),

sementara data sekunder adalah data yang diperoleh peneliti dari sumber yang sudah ada.

1. Data Primer
 - a. Gambar Desain Gedung 10 Tingkat.
2. Sekunder
 - a. Literatur
 - b. Jurnal
 - c. Peraturan: SNI, ACI, PPIUG

3.2.1 Data-Data Model Struktur

Adapun data-data yang digunakan dalam perhitungan nantinya dapat dilihat pada tabel 3.1 adalah sebagai berikut:

Tabel 3.1 Propertis Material

No	Propertis Material	Model Struktur
1	Mutu Beton	30 Mpa
2	Mutu baja tulangan utama (fy)	390 Mpa
3	Mutu baja tulangan geser (fys)	240 Mpa
4	Modulus elastisitas beton (Ec)	25742,96 Mpa
5	Modulus elastisitas baja (Es)	199947,98 Mpa

Tabel 3.2 Data-data Model Struktur

No	Keterangan	Model Struktur
1	Fungsi Bangunan	Perkantoran
2	Wilayah Gempa	Denpasar
3	Luas setiap lantai (m)	24x24
4	Jumlah tingkat	10
5	Jarak Ground Floor ke L1 (m)	7
6	Jarak Lantai 1-Lantai 10 (m)	3,5
7	Tebal pelat lantai (mm)	150
8	Estimasi dimensi balok (mm)	500
9	Estimasi dimensi kolom (mm)	250

3.2.2 Pemodelan Struktur

Metode penelitian ini menggunakan metode analisis perencanaan yang difokuskan untuk mengetahui perilaku struktur gedung dengan *soft story* pada kasus struktur beton dalam portal 3D. Analisis yang digunakan didasarkan pada Tata Cara Ketahanan Gempa untuk Struktur Gedung menurut SNI 1726 2012.

3.2.3 Pemodelan Menggunakan SAP2000

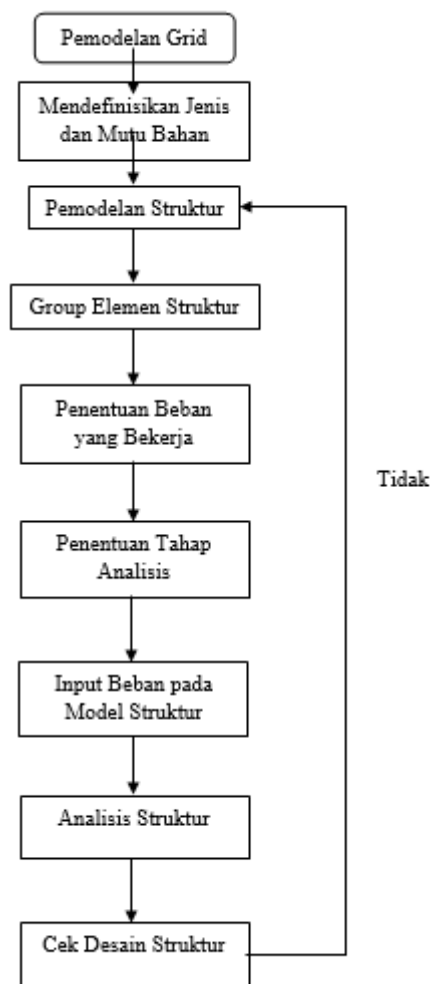
Pemodelan struktur dengan SAP 2000 secara umum sebagai berikut:

1. Langkah awal pemodelan yaitu menentukan satuan dan *grid* struktur.
2. Balok dan kolom dimodel dengan elemen *frame* sedangkan pelat dan dinding geser dimodel dengan *shell elemnt*.
3. Balok, kolom, dan pelat momen dua arah harus direduksi sesuai dengan SNI 2847-2013 yaitu untuk memperhitungkan kekakuan gaya-gaya dalam dan simpangan pada struktur harus didasarkan pada model struktur yang didasarkan pada penampang retak.
4. Dalam membuat model struktur, umumnya mengabaikan dimensi dari titik sambungan. Cara tersebut cukup memadai bagi sebagian struktur rangka. Namun, apabila yang terjadi ukuran sambungan yang cukup besar diabaikan, hal ini akan mengakibatkan kesalahan yang fatal. Sehingga, pada SAP2000 pendekatan pengaruh kekakuan sambungan dapat dimodelkan sebagai Rigid Zone Offset.
5. Perletakan struktur dimodel dengan asumsi terjepit.
6. Beban hidup dan beban gempa yang bekerja harus direduksi pada perintah *mass source*.
7. Untuk menjamin keamanan struktur maka perlu diperhatikan faktor reduksi kekuatan sesuai dengan SNI 2847-2013 pasal 9.3.2, selanjutnya dimodel pada SAP

2000 pada *Options > Preferences > Concrete Frame Design*.

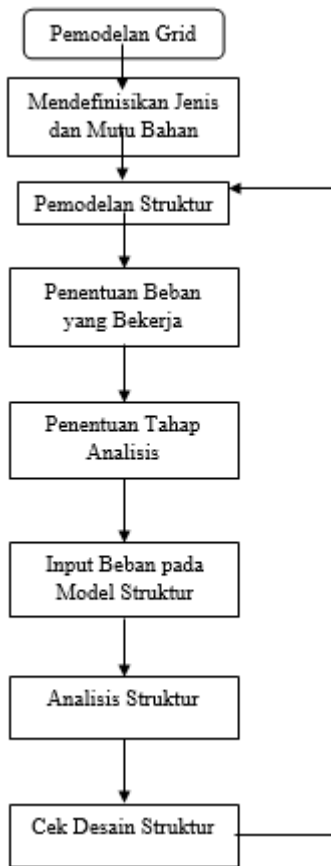
8. Fungsi beban gempa menggunakan Respon Spektrum dengan memperhitungkan massa dari dimensi struktur dan akibat beban yang bekerja pada *define mass > source*.

3.3 Langkah Pemodelan Analisis Konstruksi Bertahap



Gambar 3.1 Diagram alur analisis konstruksi bertahap

3.4 Langkah Pemodelan Analisis Konvensional



Gambar 3.2 Diagram alur analisis konvensional

BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN

4.1 Umum

Dalam penelitian ini, dibuat 2 model yaitu model 1 dianalisis dengan konstruksi bertahap dan model 2 dianalisis dengan analisis konvensional. Masing-masing model lantai 10 dengan ketinggian *typical* 3,5m dan tinggi dari *ground floor* ke lantai 1 7m. Model dianalisis sebagai model 3D dengan menyertakan model pelat, dimana balok dan kolom dimodel elemen *frame*, pelat dimodel sebagai elemen *shell*. Pembahasan dilakukan dengan membandingkan

analisis tersebut pada setiap model dengan tujuan untuk mengetahui perilaku dan tulangan struktur bangunan tersebut. Hal yang dibahas dalam bab ini adalah hasil-hasil analisis struktur dari kedua metode analisis yaitu analisis konvensional dan analisis konstruksi bertahap. Hasil analisis berupa gaya-gaya dalam dan deformasi dari kedua metode analisis dibandingkan untuk kemudian dibahas. Portal yang ditinjau untuk perbandingan adalah portal tengah dan portal tepi dalam satu arah memanfaatkan kesimetrisan geometri struktur.

4.2 Data-Data Struktur

4.2.1 Konfigurari Gedung

Tabel 4.1 Konfigurasi Gedung

No	Lantai	Tinggi lantai (m)	Tinggi bangunan (m)
1	Lantai 1	7	7
2	Lantai 2	3,5	10,5
3	Lantai 3	3,5	14
4	Lantai 4	3,5	17,5
5	Lantai 5	3,5	21
6	Lantai 6	3,5	24,5
7	Lantai 7	3,5	28
8	Lantai 8	3,5	31,5
9	Lantai 9	3,5	35
10	Lantai 10	3,5	38,5

4.2.2 Gambaran Umum Model Struktur

1. Fungsi Bangunan : Perkantoran
2. Model Struktur : 10 lantai tinggi keseluruhan 38,5m
3. Jenis Bangunan : Struktur Beton Bertulang

4.2.3 Propertis Material

1. Mutu Beton ($f'c$) : 30 MPa
2. Mutu baja tulangan Longitudinal (f_y) : 400 MPa
3. Mutu baja tulangan transversal (f_{ys}) : 240 MPa

4. Modulus elastisitas beton (E_c) :
 $4700\sqrt{f'c}=25742,9602$
 MPa
5. Modulus elastisitas baja (E_s) : 200000 MPa
6. Berat jenis beton bertulang : 2400 Kg/m³

4.2.4 Data Beban Struktur

1. Beban Mati (D)
 - a. Berat sendiri komponen struktur dihitung oleh SAP2000
 - b. Beban mati tambahan:
 - a) Berat beton basah lantai 10 : 549,48 Kg/m²
 - b) Berat beton basah lantai 2-9 : 513,37 Kg/m²
2. Beban Hidup (L)
 - a. Pada pelat atap : 100 Kg/m²
 - b. Pada pelat lantai : 250 Kg/m²
3. Beban Gempa (E)

Beban gempa menggunakan beban respon spektrum untuk wilayah gempa 5, kondisi tanah sedang. Beban gempa ditinjau 2 arah, yaitu arah sumbu x (E_x) dan beban gempa arah sumbu y (E_y). Sedangkan faktor keutamaan (I) adalah 1(perkantoran).

4.3 Estimasi Dimensi Komponen Struktur

4.3.1 Balok

Untuk balok induk tinggi penampang (h) diambil berdasarkan panjang bentangnya (L), yaitu $1/10L$ sampai $1/12L$. Persyaratan lainnya yang harus dipenuhi adalah dimensi minimum untuk lebar balok adalah 250mm dan perbandingan antara lebar (b) dengan tinggi (h) balok harus

memenuhi $b/h > 0,3$. Lebar balok tersebut tidak boleh lebih lebar dari ketentuan $b_{balok} \leq b_{kolom} + \frac{3}{4}h_{balok}$. Dengan demikian dimensi balok yang digunakan seperti pada Tabel 4.1.

Tabel 4.2 Dimensi Balok Induk

Jenis Balok	Panjang Bentang Maksimum (cm)	Tinggi Balok Minimum (cm)	Lebar Balok Minimum (cm)
Balok Induk	600	55	30
Balok Induk	600	50	25
Balok Induk	600	60	30
Balok Anak	600	40	20

4.3.2 Kolom

Untuk kolom, perbandingan b/h ketentuan $b_{kolom} \geq b_{balok}$ maka digunakan dimensi kolom dengan luas penampang 2500 cm² sampai 4900cm².

4.4 Simpangan Antar Lantai

Simpangan antarlantai berdasarkan SNI 1726-2012 pasal 7.8.6, dihitung sebagai defleksi pusat massa di tingkat teratas dan terbawah yang ditinjau. Defleksi pusat massa di tingkat x harus ditentukan dengan persamaan:

$$\delta_x = \frac{C_d \delta_{xe}}{I_e}$$

Nilai C_d merupakan faktor pembesaran defleksi, untuk rangka beton bertulang pemikul momen khusus adalah 5,5. Sedangkan nilai I_e merupakan faktor keutamaan gempa yaitu 1.

Untuk memenuhi syarat kinerja batas ultimit, simpangan antar lantai tidak boleh melebihi 0,02 kali tinggi tingkat. Berikut merupakan simpangan antar lantai berdasarkan SNI 03-1726-2012 dari program SAP 2000 V15:

1. Untuk menentukan Drift δ_{xe} antar lantai yaitu:

Story Drift lantai 2 – Story Drift lantai 1

$$15,3465 - 8,5571 = 5,84931 \text{ mm}$$

$$\delta_x = \frac{5,5 \times 9,49719}{1} = 52,234545 \text{ mm}$$

2. Untuk menentukan Drift δ_x antar lantai yaitu:

Drift antar lantai 2 – Drift antar lantai 1

$$52,234545 - 32,17 = 20,06 \text{ mm}$$

3. Untuk menentukan simpangan ijin berdasarkan SNI 1726-2012

$$0,02 \times 7000 = 140 \text{ mm}$$

Kontrol : $\delta_x < \Delta$ izin
 $52,234545 < 140 \dots\dots OK$

Jadi, simpangan antar lantai berdasarkan SNI 1726-2012 untuk analisis konstruksi bertahap dan analisis konvensional dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 4.3 Simpangan antar lantai analisis konstruksi bertahap berdasarkan SNI 1726-2012

Lantai	Story Drift δ_{xe} (mm)	Drift δ_{xe} antar lantai (mm)	δ_x (mm)	Drift δ_x antar lantai (mm)	Δ izin=0,02.hi (mm)	Cek
Lantai atap	44,5137	1,2839	7,06	4,10	70	OK
Lantai 9	43,2298	2,0297	11,16	4,32	70	OK
Lantai 8	41,2001	2,8143	15,48	4,01	70	OK
Lantai 7	38,3858	3,5431	19,49	3,52	70	OK
Lantai 6	34,8427	4,1822	23,00	2,87	70	OK
Lantai 5	30,6605	4,7034	25,87	2,34	70	OK
Lantai 4	25,9571	5,1291	28,21	1,94	70	OK
Lantai 3	20,828	5,482	30,15	2,22	70	OK
Lantai 2	15,346	5,8856	32,37	19,66	70	OK
Lantai 1	9,4604	9,4604	52,03	52,03	140	OK

Berdasarkan Tabel 4.3 analisis konstruksi bertahap memiliki nilai simpangan antar lantai sebesar 52,03 mm pada lantai 1 dengan tinggi lantai 7000 mm. Nilai simpangan tersebut lebih kecil atau sama dengan simpangan izin sebesar 140mm.

Tabel 4.4 Simpangan antar lantai analisis konvensional berdasarkan SNI 1726-2012

Lantai	Story Drift δ_{xe} (mm)	Drift δ_{xe} antar lantai (mm)	δ_x (mm)	Drift δ_x antar lantai (mm)	Δ izin=0,02.hi (mm)	Cek
Lantai atap	44,4802	1,2354	6,79	4,33	70	OK
Lantai 9	43,2448	2,0218	11,12	4,44	70	OK
Lantai 8	41,223	2,8297	15,56	3,99	70	OK
Lantai 7	38,3933	3,5555	19,56	3,44	70	OK
Lantai 6	34,8378	4,1814	23,00	2,87	70	OK
Lantai 5	30,6564	4,7032	25,87	2,34	70	OK
Lantai 4	25,9532	5,1286	28,21	1,92	70	OK
Lantai 3	20,8246	5,4781	30,13	2,04	70	OK
Lantai 2	15,3465	5,84931	32,17	20,06	70	OK
Lantai 1	9,49719	9,49719	52,23	52,23	140	OK

Berdasarkan Tabel 4.4 analisis konvensional memiliki nilai simpangan antar lantai sebesar 52,23 mm pada lantai 1 dengan tinggi lantai 7000 mm. Nilai simpangan tersebut lebih kecil atau sama dengan simpangan izin sebesar 140mm.

4.5 Soft Story Gedung

Untuk menentukan *Soft Story* gedung betingkat yaituterdapat suatu tingkat dimanakekakuan lateralnya kurang dari 70% dari kekakuan lateral tingkat di atasnya atau kurang dari 80% kekakuan rata-rata tiga tingkat di atasnya. Kekakuan struktur dapat diukur dari besarnya simpangan antar lantai (drift) bangunan. Dari Tabel 4.3 dapat dilihat kekakuan lantai dengan *soft sotry* mencapai nilai 62% dengan demikian gedung tersebut sudah mengalami *soft story*.

4.6 Momen Balok

Perbandingan antara nilai momen balok analisis konstruksi bertahap terhadap analisis konvensional ditunjukkan dengan nilai angka rasio M_2/M_1 , dimana M_1 adalah nilai momen analisis konvensional dan M_2 adalah momen maksimum analisis konstruksi bertahap. Rasio M_2/M_1 lebih besar dari 1 menunjukkan bahwa nilai momen balok analisis konstruksi bertahap lebih besar daripada analisis konvensional. Demikian sebaliknya,

rasio M_2/M_1 lebih kecil daripada 1 menunjukkan bahwa nilai momen analisis konstruksi bertahap lebih kecil daripada analisis konvensional.

4.6.1 Portal Tengah

Nilai momen maksimum balok pada portal tengah beserta rasio M_2/M_1 ditampilkan dalam Tabel 4.5.

Tabel 4.5 Perbandingan momen maksimum balok portal tengah (KNm)

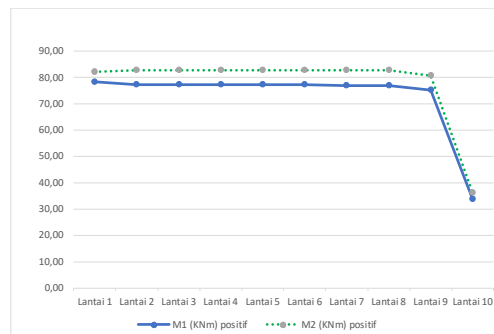
	M1 (KNm)		M2 (KNm)		M2/M1	
	positif	negatif	positif	negatif	positif	negatif
Lantai 1	78,12	125,88	81,96	136,45	1,049	1,084
Lantai 2	77,33	122,77	82,87	138,26	1,072	1,126
Lantai 3	77,35	123,48	82,90	138,12	1,072	1,119
Lantai 4	77,23	124,70	82,89	137,88	1,073	1,106
Lantai 5	77,16	125,64	82,88	137,64	1,074	1,096
Lantai 6	77,09	126,37	82,86	137,40	1,075	1,087
Lantai 7	76,82	126,66	82,85	137,17	1,079	1,083
Lantai 8	76,96	127,52	82,84	136,95	1,076	1,074
Lantai 9	75,27	123,25	80,63	133,09	1,071	1,080
Lantai 10	33,57	46,99	36,08	44,08	1,075	0,938

Catatan :

M_1 : analisis konvensional

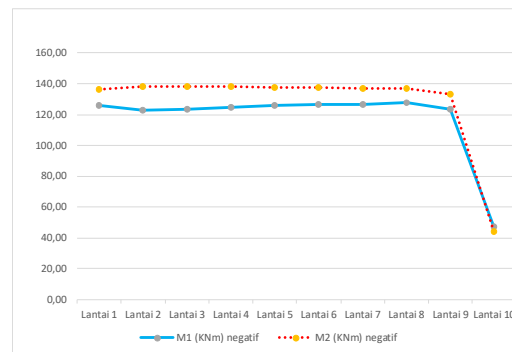
M_2 : analisis konstruksi bertahap

Dari Tabel 4.5 dapat dilihat bahwa momen positif maksimum balok pada portal tengah dengan analisis konstruksi bertahap (M_2 positif) mencapai nilai maksimum pada lantai 3 yaitu sebesar 82,90 KNm dengan rasio M_2/M_1 sebesar 1,072. Untuk momen negatif balok pada portal tengah dengan analisis konstruksi bertahap (M_2 negatif) mencapai nilai maksimum pada lantai 2 yaitu sebesar 138,26 KNm dengan rasio M_2/M_1 sebesar 1,126.



Gambar 4.1 Grafik momen positif maksimum balok portal tengah

Berdasarkan Gambar 4.1 bahwa momen positif maksimum balok portal tengah analisis konstruksi bertahap lebih besar dibandingkan dengan analisis konvensional. Sedangkan, terjadi penurunan nilai momen kedua analisis pada lantai 10, disebabkan pada lantai 10 tidak terdapat beban mati tambahan seperti yang terjadi pada lantai 1 sampai lantai 9.



Gambar 4.2 Grafik momen negatif maksimum balok portal tengah

Berdasarkan Gambar 4.2 bahwa momen negatif maksimum balok portal tengah berdasarkan analisis konstruksi bertahap lebih besar dibandingkan dengan analisis konvensional. Sedangkan, terjadi penurunan nilai momen analisis konstruksi bertahap dan analisis konvensional pada lantai 10 disebabkan pada lantai 10 tidak terdapat beban mati tambahan seperti yang terjadi pada lantai 1 sampai lantai 9.

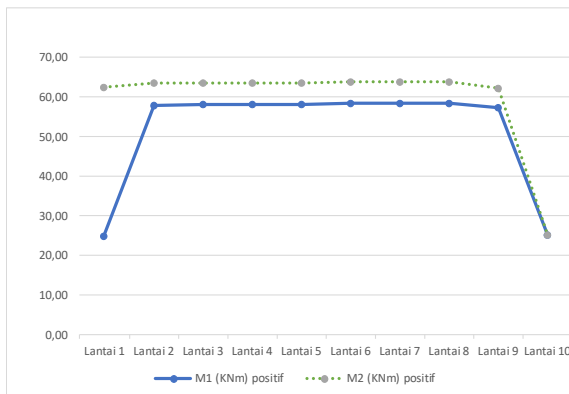
4.6.2 Portal Tepi

Nilai momen maksimum balok pada portal tepi beserta rasio M_2/M_1 ditampilkan dalam Tabel 4.6.

Tabel 4.6 Perbandingan momen maksimum balok portal tepi (KNm)

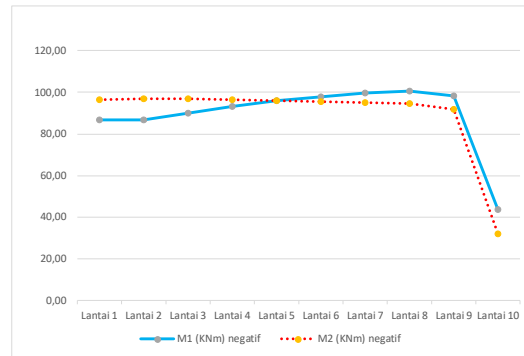
	M1 (KNm)		M2 (KNm)		M2/M1	
	positif	negatif	positif	negatif	positif	negatif
Lantai 1	25,00	86,82	62,44	96,42	2,498	1,111
Lantai 2	57,94	86,85	63,61	97,11	1,098	1,118
Lantai 3	58,20	90,12	63,70	96,72	1,095	1,073
Lantai 4	58,25	93,30	63,73	96,29	1,094	1,032
Lantai 5	58,33	95,88	63,75	95,87	1,093	1,000
Lantai 6	58,38	97,98	63,77	95,47	1,092	0,974
Lantai 7	58,47	99,57	63,79	95,09	1,091	0,955
Lantai 8	58,39	100,77	63,81	94,73	1,093	0,940
Lantai 9	57,41	98,51	62,23	92,06	1,084	0,935
Lantai 10	25,15	43,73	25,33	32,06	1,007	0,733

Dari Tabel 4.6 dapat dilihat bahwa momen positif balok pada portal tepi dengan analisis konstruksi bertahap (M_2 positif) mencapai nilai maksimum pada lantai 8 yaitu sebesar 63,81 KNm dengan rasio M_2/M_1 sebesar 1,093. Sedangkan, momen negatif balok pada portal tepi dengan analisis konstruksi bertahap M_2 negatif mencapai nilai maksimum pada lantai 2 yaitu sebesar 97,11 KNm dengan rasio sebesar 1,118.



Gambar 4.3 Grafik momen positif maksimum balok portal tepi

Berdasarkan Gambar 4.3 bahwa momen positif maksimum balok portal tepi analisis konstruksi bertahap lebih besar dibandingkan dengan analisis konvensional. Sedangkan, terjadi penurunan nilai momen analisis konstruksi bertahap dan analisis konvensional pada lantai 10, disebabkan pada lantai 10 tidak terdapat beban mati tambahan seperti yang terjadi pada lantai 1 sampai lantai 9.



Gambar 4.4 Grafik momen negatif maksimum balok portal tepi

Berdasarkan Gambar 4.4 bahwa momen negatif maksimum balok portal tepi analisis konstruksi bertahap lebih besar dibandingkan dengan analisis konvensional dari lantai 1 sampai lantai 5. Sedangkan, pada 5 sampai lantai 10 nilai momen pada analisis konvensional lebih besar dibandingkan analisis konstruksi bertahap. Pada lantai 10 terjadi penurunan nilai momen pada analisis konstruksi bertahap dan analisis konvensional disebabkan pada lantai 10 tidak terdapat beban mati tambahan seperti yang terjadi pada lantai 1 sampai lantai 9.

4.7 Gaya Geser Balok

Gaya geser ditinjau pada arah 2-2 yaitu gaya geser yang timbul akibat beban yang bekerja searah sumbu 2-2 penampang struktur. Perbandingan antara nilai gaya geser balok analisis konstruksi bertahap terhadap analisis konvensional ditunjukkan dengan angka rasio D_2/D_1 , dimana D_1 adalah nilai geser analisis konvensional dan D_2 adalah nilai gaya geser maksimum analisis konstruksi bertahap. Rasio D_2/D_1 lebih besar dari 1 menunjukkan bahwa nilai momen balok analisis konstruksi bertahap lebih besar dari pada analisis konvensional. Demikian sebaliknya,

rasio D_2/D_1 lebih kecil dari pada 1 menunjukkan bahwa nilai analisis konstruksi bertahap lebih kecil daripada analisis konvensional.

4.7.1 Portal Tengah

Nilai gaya geser balok maksimum pada portal tengah beserta rasio D_2/D_1 ditampilkan dalam Tabel 4.7.

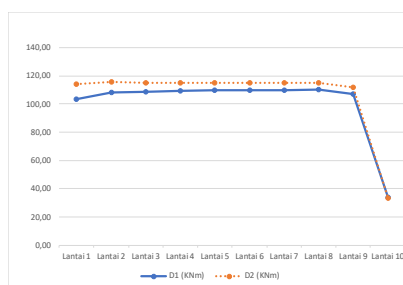
Tabel 4.7 Perbandingan gaya geser maksimum balok portal tengah (KN)

	D1 (KNm)	D2 (KNm)	D2/D1
Lantai 1	103,34	114,23	1,105
Lantai 2	108,39	115,34	1,064
Lantai 3	108,72	115,30	1,061
Lantai 4	109,15	115,19	1,055
Lantai 5	109,49	115,09	1,051
Lantai 6	109,74	114,98	1,048
Lantai 7	109,62	114,88	1,048
Lantai 8	110,15	114,78	1,042
Lantai 9	106,97	111,64	1,044
Lantai 10	33,56	33,34	0,994

Catatan: D_1 : analisis konvensional

D_2 : analisis konstruksi bertahap

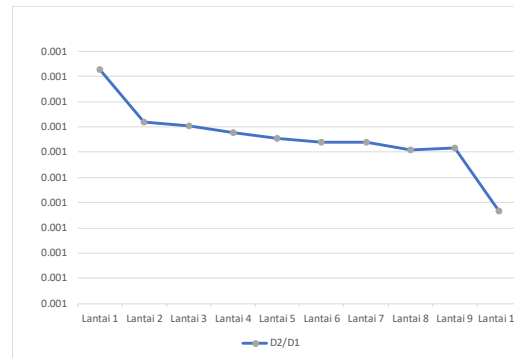
Dari Tabel 4.7 dapat dilihat bahwa gaya geser balok pada portal tengah dengan analisis konstruksi bertahap (D_2) mencapai nilai maksimum pada lantai 2 yaitu sebesar 115,34 KNm dengan rasio D_2/D_1 sebesar 1,064.



Gambar 4.5 Grafik gaya geser maksimum balok portal tengah

Berdasarkan Gambar 4.5 bahwa gaya geser maksimum balok portal tengah analisis konstruksi bertahap lebih besar dibandingkan dengan analisis konvensional.

Sedangkan, terjadi penurunan nilai gaya geser pada analisis konstruksi bertahap dari lantai 9 sampai lantai 10 pada kedua analisis, dikarenakan pada lantai 10 tidak terdapat beban mati tambahan seperti yang terjadi pada lantai 1 sampai lantai 9.



Gambar 4.6 Grafik rasio gaya geser balok portal tengah

Berdasarkan Gambar 4.6 bahwa rasio gaya geser maksimum balok portal tengah dengan analisis konstruksi bertahap dibandingkan analisis konvensional terjadi penurunan nilai rasio pada lantai 1 sampai lantai 10.

4.7.2 Portal Tepi

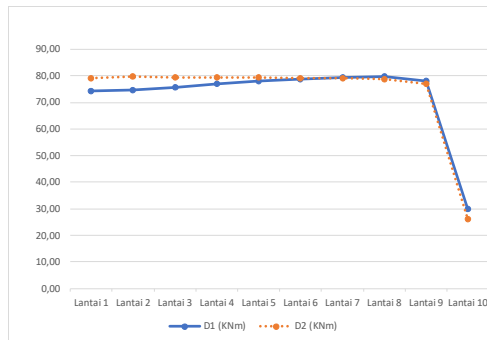
Nilai gaya geser balok maksimum pada portal tengah beserta rasio D_2/D_1 ditampilkan dalam Tabel 4.8.

Tabel 4.8 Perbandingan gaya geser maksimum balok portal tepi (KN)

	D1 (KNm)	D2 (KNm)	D2/D1
Lantai 1	74,40	79,02	1,062
Lantai 2	74,53	79,65	1,069
Lantai 3	75,82	79,55	1,049
Lantai 4	77,00	79,41	1,031
Lantai 5	77,98	79,27	1,017
Lantai 6	78,77	79,15	1,005
Lantai 7	79,38	79,02	0,995
Lantai 8	79,80	78,90	0,989
Lantai 9	78,14	76,90	0,984
Lantai 10	29,93	26,11	0,872

Catatan: D₁ : analisis konvensional
 D₂ : analisis konstruksi bertahap

Dari Tabel 4.8 dapat dilihat bahwa gaya geser balok pada portal tengah dengan analisis konstruksi bertahap (D₂) mencapai nilai maksimum pada lantai 2 yaitu sebesar 79,65 KNm dengan rasio D₂/D₁ sebesar 1,069.



Gambar 4.8 Grafik gaya geser maksimum balok portal tepi

Berdasarkan Gambar 4.8 bahwa gaya geser maksimum balok portal tepi analisis konstruksi bertahap lebih besar dibandingkan dengan analisis konvensional dari lantai 1 sampai 6. Pada lantai 7 sampai lantai 10 nilai gaya geser analisis konvensional lebih besar dengan analisis konstruksi bertahap. Sedangkan, terjadi penurunan nilai gaya geser pada lantai 9 ke lantai 10 pada kedua analisis, dikarenakan pada lantai 10 tidak terdapat beban mati tambahan seperti yang terjadi pada lantai 1 sampai lantai 9.

4.8 Momen Kolom

Perbandingan antara nilai momen kolom analisis konstruksi bertahap terhadap analisis konvensional ditunjukkan dengan angka rasio M_{k2}/M_{k1} , dimana M_{k1} adalah nilai momen kolom analisis konvensional dan M_{k2} adalah nilai

momen kolom maksimum analisis konstruksi bertahap. Rasio M_{k2}/M_{k1} lebih besar 1 menunjukkan bahwa nilai momen balok analisis konstruksi bertahap lebih besar dari pada analisis konvensional. Demikian sebaliknya, rasio M_{k2}/M_{k1} lebih kecil dari pada 1 menunjukkan bahwa nilai analisis konstruksi bertahap lebih kecil daripada analisis konvensional.

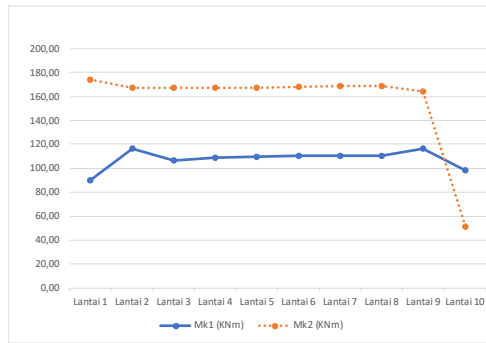
4.8.1 Kolom Tengah

Nilai momen maksimum pada kolom portal tengah beserta rasio M_{k2}/M_{k1} ditampilkan dalam Tabel 4.9. Tabel 4.9 Perbandingan momen maksimum kolom portal tengah (KNm)

	Mk1 (KNm)	Mk2 (KNm)	Mk2/Mk1
Lantai 1	89,71	174,03	1,940
Lantai 2	116,56	167,14	1,434
Lantai 3	106,90	167,08	1,563
Lantai 4	108,69	167,41	1,540
Lantai 5	109,48	167,74	1,532
Lantai 6	110,84	168,07	1,516
Lantai 7	110,49	168,89	1,529
Lantai 8	110,10	168,70	1,532
Lantai 9	116,87	164,51	1,408
Lantai 10	98,59	51,41	0,521

Catatan: Mk₁ : analisis konvensional
 Mk₂ : analisis konstruksi bertahap

Dari Tabel 4.9 dapat dilihat bahwa momen maksimum pada kolom portal tengah dengan analisis konstruksi bertahap (M_{k2}) mencapai nilai maksimum pada lantai 1 yaitu sebesar 174,92 KNm dengan rasio M_{k2}/M_{k1} sebesar 1,940. Momen pada M_{k2} disebabkan karena pengaruh *soft story* pada lantai tersebut sehingga lantai 1 memiliki nilai momen yang paling besar.



Gambar 4.9 Grafik momen maksimum kolom portal tengah

Berdasarkan Gambar 4.9 bahwa momen maksimum kolom portal tengah analisis konstruksi bertahap lebih besar dibandingkan dengan analisis konvensional dari lantai 1 sampai 9. Pada lantai 10 nilai momen analisis konvensional lebih besar dengan analisis konstruksi bertahap. Sedangkan, terjadi penurunan nilai momen kolom pada lantai 10 analisis konstruksi bertahap dan analisis konvensional disebabkan pada lantai 10 tidak terdapat beban mati tambahan seperti yang terjadi pada lantai 1 sampai lantai 9.

4.8.2 Kolom Tepi

Nilai momen maksimum pada kolom tepi beserta rasio M_{k2}/M_{k1} ditampilkan pada Tabel 4.10.

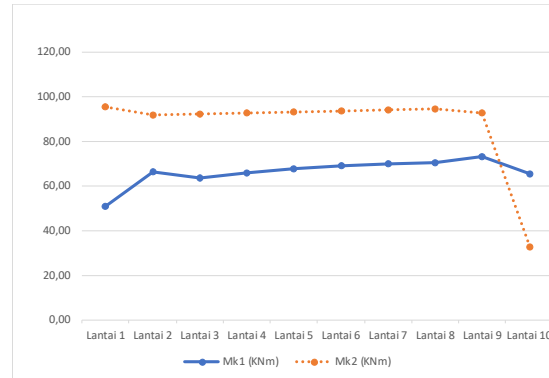
Tabel 4.10 Perbandingan momen maksimum kolom portal tepi (KNm)

	Mk1 (KNm)	Mk2 (KNm)	Mk2/Mk1
Lantai 1	50,91	95,38	1,874
Lantai 2	66,47	91,70	1,380
Lantai 3	63,70	92,03	1,445
Lantai 4	65,97	92,57	1,403
Lantai 5	67,58	93,09	1,378
Lantai 6	68,93	93,60	1,358
Lantai 7	70,10	94,09	1,342
Lantai 8	70,45	94,55	1,342
Lantai 9	73,28	92,61	1,264
Lantai 10	65,60	32,47	0,495

Catatan: M_{k1} : analisis konvensional

M_{k2} : analisis konstruksi bertahap

Dari Tabel 4.10 dapat dilihat bahwa momen maksimum pada kolom tepi dengan analisis konstruksi bertahap (M_{k2}) mencapai nilai maksimum pada lantai 1 yaitu sebesar 95,38 KNm dengan rasio M_{k2}/M_{k1} sebesar 1,874.



Gambar 4.10 Grafik momen maksimum kolom portal tepi

Berdasarkan Gambar 4.10 bahwa momen maksimum kolom portal tepi analisis konstruksi bertahap lebih besar dibandingkan dengan analisis konvensional dari lantai 1 sampai 9. Pada lantai 10 nilai momen analisis konvensional lebih besar dengan analisis konstruksi bertahap. Sedangkan, terjadi penurunan nilai momen pada lantai 10 analisis konstruksi bertahap dan analisis konvensional disebabkan pada lantai 10 tidak terdapat beban mati tambahan seperti yang terjadi pada lantai 1 sampai lantai 9.

4.9 Gaya Normal Kolom

Perbandingan antara nilai gaya normal kolom analisis konstruksi bertahap terhadap analisis konvensional ditunjukkan dengan rasio N_2/N_1 , dimana N_1 adalah nilai gaya normal kolom analisis konvensional dan N_2 adalah nilai gaya normal kolom maksimum analisis konstruksi bertahap. Rasio N_2/N_1 lebih besar dari

1 menunjukkan bahwa nilai momen balok analisis konstruksi bertahap lebih besar dari pada analisis konvensional. Demikian sebaliknya, rasio N_2/N_1 lebih kecil dari pada 1 menunjukkan bahwa nilai analisis konstruksi bertahap lebih kecil daripada analisis konvensional.

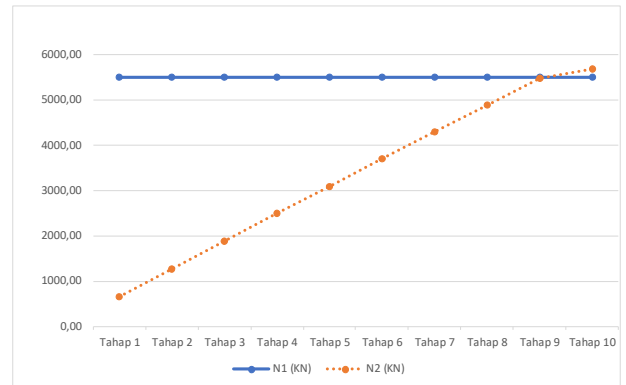
4.9.1 Portal Tengah

Nilai gaya normal maksimum pada kolom portal tengah beserta rasio N_2/N_1 ditampilkan pada Tabel 4.11. Tabel 4.11 Perbandingan gaya normal maksimum kolom portal tengah (KN)

	N1 (KN)	N2 (KN)	N2/N1
Lantai 1	5496,25	Tahap 1 655,25	0,119
	5496,25	Tahap 2 1266,63	0,230
	5496,25	Tahap 3 1877,10	0,342
	5496,25	Tahap 4 2485,25	0,452
	5496,25	Tahap 5 3090,94	0,562
	5496,25	Tahap 6 3693,84	0,672
	5496,25	Tahap 7 4293,70	0,781
	5496,25	Tahap 8 4890,30	0,890
	5496,25	Tahap 9 5468,69	0,995
	5496,25	Tahap 10 5683,72	1,034

Catatan: N_1 : analisis konvensional
 N_2 : analisis konstruksi bertahap

Dari Tabel 4.11 dapat dilihat bahwa gaya normal maksimum pada kolom tepi dengan analisis konstruksi bertahap (N_2) mencapai nilai maksimum pada tahap 10 yaitu sebesar 5683,72 KNm dengan rasio M_{k2}/M_{k1} sebesar 1,034. Perbedaan nilai gaya normal tersebut karena pada analisis konvensional tidak terjadi proses penambahan beban mati tambahan dan beban tersebut dianggap tetap bekerja pada bangunan tersebut.



Gambar 4.11 Grafik gaya normal maksimum kolom portal tengah

Berdasarkan Gambar 4.11 bahwa gaya normal maksimum kolom portal tengah analisis konvensional lebih besar dibandingkan dengan analisis konstruksi bertahap. Pada analisis konstruksi bertahap terjadi peningkatan nilai gaya normal pada tahap 10.

4.9.2 Portal Tepi

Nilai gaya normal maksimum pada kolom portal tepi beserta rasio N_2/N_1 ditampilkan pada Tabel 4.12.

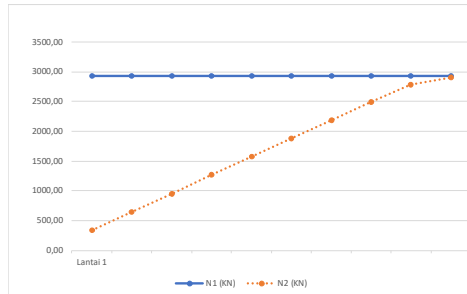
Tabel 4.12 Perbandingan gaya normal maksimum kolom portal tepi (KN)

	N1 (KN)	N2 (KN)	N2/N1
Lantai 1	2932,67	Tahap 1 344,54	0,117
	2932,67	Tahap 2 650,73	0,222
	2932,67	Tahap 3 956,81	0,326
	2932,67	Tahap 4 1262,81	0,431
	2932,67	Tahap 5 1568,69	0,535
	2932,67	Tahap 6 1874,42	0,639
	2932,67	Tahap 7 2180,01	0,743
	2932,67	Tahap 8 2485,45	0,848
	2932,67	Tahap 9 2783,67	0,949
	2932,67	Tahap 10 2908,04	0,992

Catatan: N_1 : analisis konvensional
 N_2 : analisis konstruksi bertahap

Dari Tabel 4.12 dapat dilihat bahwa gaya normal maksimum pada kolom tepi dengan analisis konstruksi bertahap (N_2) mencapai nilai maksimum pada tahap 10 yaitu sebesar 2908,04 KNm dengan rasio M_{k2}/M_{k1} sebesar 0,992. Perbedaan

nilai gaya normal tersebut karena pada analisis konvensional tidak terjadi proses penambahan beban mati tambahan dan beban tersebut dianggap tetap bekerja pada bangunan tersebut.



Gambar 4.12 Grafik gaya normal maksimum kolom portal tepi

Berdasarkan Gambar 4.12 bahwa gaya normal maksimum kolom portal tepi analisis konvensional lebih besar dibandingkan dengan analisis konstruksi bertahap.

4.10 Lentutan Absolut Balok

Perbandingan antara nilai lentutan absolut balok analisis konstruksi bertahap terhadap analisis konvensional ditunjukkan dengan angka rasio LA_2/LA_1 , dimana LA_1 adalah nilai lentutan absolut balok analisis konvensional dan LA_2 adalah nilai lentutan absolut balok maksimum analisis konstruksi bertahap.

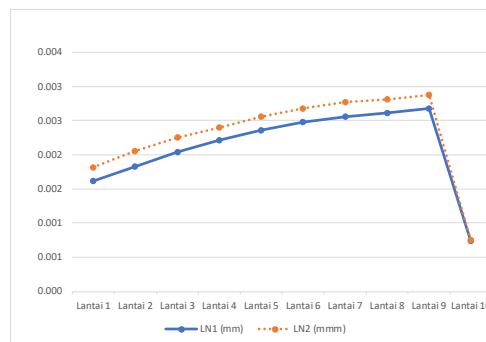
4.10.1 Portal Tengah

Nilai lentutan absolut balok maksimum pada portal tengah beserta rasio LA_2/LA_1 ditampilkan dalam Tabel 4.13.

Tabel 4.13 Perbandingan lentutan absolut balok portal tengah (mm)

	LN1 (mm)	LN2 (mmm)	LN2/LN1
Lantai 1	1,617	1,817	1,124
Lantai 2	1,831	2,051	1,120
Lantai 3	2,039	2,247	1,102
Lantai 4	2,213	2,404	1,086
Lantai 5	2,359	2,559	1,085
Lantai 6	2,475	2,675	1,081
Lantai 7	2,559	2,764	1,080
Lantai 8	2,614	2,815	1,077
Lantai 9	2,677	2,877	1,075
Lantai 10	0,740	0,750	1,014

Dari Tabel 4.13 dapat dilihat bahwa nilai lentutan absolut balok pada portal tengah dengan analisis konstruksi bertahap (LA_2) mencapai nilai maksimum pada lantai 9 yaitu sebesar 2,877mm dengan rasio LA_2/LA_1 sebesar 1.075.



Gambar 4.13 Grafik lentutan maksimum absolut balok portal tengah

Berdasarkan Gambar 4.13 bahwa lentutan maksimum absolut balok portal tengah analisis konstruksi bertahap lebih besar dibandingkan dengan analisis konvensional dari lantai 1 sampai lantai 10. Nilai lentutan pada lantai 9 sampai 10 mengalami penurunan karena pada lantai 10 tidak terjadi beban mati tambahan.

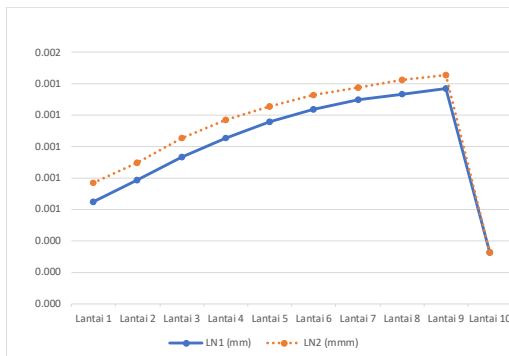
4.10.2 Portal Tepi

Nilai lendutan absolut balok maksimum pada portal tepi beserta rasio LA_2/LA_1 ditampilkan dalam Tabel 4.14.

Tabel 4.14 Perbandingan lendutan absolut balok portal tepi (mm)

	LN1 (mm)	LN2 (mmm)	LN2/LN1
Lantai 1	0,646	0,766	1,186
Lantai 2	0,787	0,897	1,140
Lantai 3	0,934	1,054	1,129
Lantai 4	1,054	1,172	1,112
Lantai 5	1,156	1,254	1,085
Lantai 6	1,236	1,327	1,073
Lantai 7	1,300	1,378	1,060
Lantai 8	1,335	1,426	1,068
Lantai 9	1,372	1,452	1,058
Lantai 10	0,323	0,328	1,014

Dari Tabel 4.14 dapat dilihat bahwa nilai lendutan absolut balok pada portal tepi dengan analisis konstruksi bertahap (LA_2) mencapai nilai maksimum pada lantai 9 yaitu sebesar 1.473 mm dengan rasio LA_2/LA_1 sebesar 1.074.



Gambar 4.14 Grafik lendutan absolut balok portal tepi

Berdasarkan Gambar 4.14 bahwa lendutan absolut balok portal tepi analisis konstruksi bertahap lebih besar dibandingkan dengan analisis konvensional dari lantai 1 sampai lantai 10.

4.11 Prosedur Gaya Lateral Ekuivalen Berdasarkan SNI 03-1726-2012

Berdasarkan SNI 03-1726-2012 pasal 7.8.2, periode fundamental struktur T dibatasi oleh batas maksimum dan batas maksimum, yaitu:

$$T_{a(\min)} = C_t h_n^x = 0,0465 \cdot 14 \cdot 4^{0,9} = 0,513 \text{ detik}$$

$$T_{a(\max)} = C_u T_{a(\min)} = 1,4 \cdot 0,513 = 0,718 \text{ detik}$$

Jadi nilai T yang digunakan adalah 0,513 detik

Sedangkan nilai koefisien respons seismik C_s ditentukan sebagai berikut:

1. C_s Maksimum

$$C_{s \text{ maksimum}} = \frac{S_{DS}}{\left(\frac{R}{I}\right)} = \frac{0,651}{\left(\frac{8}{1}\right)} = 0,081375$$

2. C_s Hitungan

$$C_{s \text{ hasil hitungan}} = \frac{S_{D1}}{T \left(\frac{R}{I}\right)} = \frac{0,240}{0,513 \left(\frac{8}{1}\right)} = 0,05847$$

3. C_s Minimum

$$C_{s(\min)} = 0,044 S_{DS} I = 0,044 \cdot 0,651 \cdot 1 = 0,0286$$

4. C_s minimum tambahan berdasarkan S_1 jika lebih besar dari 0,6g

$$C_{s \text{ min imum tambahan}} = \frac{0,5S_1}{\left(\frac{R}{I}\right)} = \frac{0,5 \cdot 0,2}{\left(\frac{8}{1}\right)} = 0,0125$$

Jadi, nilai C_s yang digunakan adalah adalah 0.081375 karena nilai $C_{s(\max)}$ terletak di interval antara $C_{s(\min)}$ dan $C_{s(\text{hitungan})}$. Kemudian dilakukan perhitungan gaya geser dasar nominal statik ekuivalen adalah:

$$V = C_s \cdot W_t = 0.081375 \cdot 3012042 = 245109,92 \text{ kg}$$

Distribusi vertikal gaya gempa ditentukan berdasarkan :

$$F_i = C_{vx}V = \frac{W_i h_i^k}{\sum_{i=1}^n W_i h_i^k} V$$

Distribusi vertikal gaya gempa ditentukan berdasarkan :

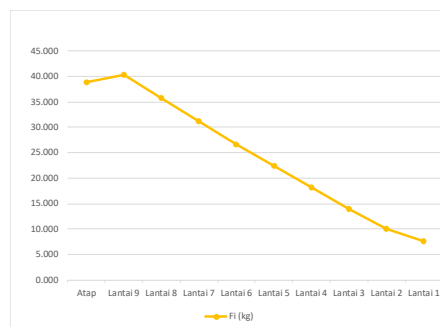
$$V_x = \sum_{i=1}^n F_i$$

Nilai k merupakan eksponen terkait dengan periode struktur. Untuk struktur yang mempunyai T = 0,5 detik atau kurang, k=1. Untuk struktur yang mempunyai T = 2,5 detik atau lebih, k=2. Sedangkan untuk struktur yang mempunyai T antara 0,5 – 2,5 detik, k harus diinterpolasi. Maka nilai k yang digunakan dengan T=0,81375 detik adalah:

$$\frac{(2 - 1)}{(k - 1)} = \frac{(2,5 - 0,5)}{(0,81375 - 0,5)} \rightarrow k = 1,181$$

Tabel 4.15 Perhitungan distribusi gaya geser berdasarkan SNI 1726-2012

Lantai	Wi (Kg)	hi (m)	Wihi ^k (kgm)	C _{vx}	Fi (kg)	Vi (kg)
Atap	257952	38,5	17608354,82	0,159	38935,977	38935,977
Lantai 9	298656	35	18258494,41	0,165	40373,579	79309,556
Lantai 8	298656	31,5	16163271,43	0,146	35740,577	115050,133
Lantai 7	298656	28	14104321,26	0,127	31187,782	146237,914
Lantai 6	298656	24,5	12085448,11	0,109	26723,605	172961,520
Lantai 5	298656	21	10111455,87	0,091	22358,671	195320,190
Lantai 4	298656	17,5	8188623,186	0,074	18106,861	213427,052
Lantai 3	298656	14	6325547,414	0,057	13987,188	227414,240
Lantai 2	298656	10,5	4534815,418	0,041	10027,482	237441,722
Lantai 1	364842	7	3465593,519	0,031	7663,196	245104,918
Total	3012042		110845925,44	1,000	245104,9178	



Gambar 4.25 Grafik Distribusi gaya geser berdasarkan statik ekivalen SNI 03-1726-2012

4.12 Lendutan Balok

Lendutan akibat beban yang dijelaskan pada subbab sebelumnya kemudian dicek apakah lendutan tersebut masih di dalam batas lendutan yang diatur oleh SNI-2847-2013. Lendutan maksimum yang diizinkan adalah sebesar $\frac{L}{360}$. Hasil analisis diperoleh dari program SAP 2000 yang kemudian di tabelkan dan dibandingkan dengan lendutan maksimum yang diijinkan. Di bawah ini merupakan tabel perbandingan lendutan maksimum dan batas lendutan.

Lendutan maksimum diizinkan

$$\frac{6000}{360} = 16,667 \text{ mm}$$

Kontrol : $\sigma \leq \bar{\sigma} = 2,877 \leq 16,667 \dots$
OK

Jadi, lendutan izin maksimum balok berdasarkan SNI 2847-2013 untuk analisis konstruksi bertahap dan analisis konvensional dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 4.16 Lendutan balok analisis konstruksi bertahap berdasarkan SNI 2847-2013

No	Lantai	Jenis Balok	Panjang Balok (mm)	Lendutan Analisis (mm)	Lendutan Ijin (mm)	Kesimpulan
1	1	Balok B2	6000	1,817	16,667	OK
2	2	Balok B2	6000	2,051	16,667	OK
3	3	Balok B2	6000	2,247	16,667	OK
4	4	Balok B2	6000	2,404	16,667	OK
5	5	Balok B2	6000	2,559	16,667	OK
6	6	Balok B2	6000	2,675	16,667	OK
7	7	Balok B2	6000	2,764	16,667	OK
8	8	Balok B2	6000	2,815	16,667	OK
9	9	Balok B2	6000	2,877	16,667	OK
10	10	Balok B2	6000	0,750	16,667	OK

Berdasarkan Tabel 4.16 analisis konstruksi bertahap memiliki nilai lendutan maksimum balok sebesar 2,877 mm pada lantai 9 dengan panjang bentang 6000 mm. Nilai lendutan maksimum tersebut lebih kecil atau sama dengan lendutan izin sebesar 16,667 mm.

Tabel 4.17 Lendutan balok analisis konvensional berdasarkan SNI 2847-2013

No	Lantai	Jenis Balok	Panjang Balok (mm)	Lendutan Analisis (mm)	Lendutan Ijin (mm)	Kesimpulan
1	1	Balok B2	6000	1,617	16,667	OK
2	2	Balok B2	6000	1,831	16,667	OK
3	3	Balok B2	6000	2,039	16,667	OK
4	4	Balok B2	6000	2,213	16,667	OK
5	5	Balok B2	6000	2,359	16,667	OK
6	6	Balok B2	6000	2,475	16,667	OK
7	7	Balok B2	6000	2,559	16,667	OK
8	8	Balok B2	6000	2,614	16,667	OK
9	9	Balok B2	6000	2,677	16,667	OK
10	10	Balok B2	6000	0,740	16,667	OK

Berdasarkan Tabel 4.17 analisis konstruksi bertahap memiliki nilai lendutan maksimum balok sebesar 2,677 mm pada lantai 9 dengan panjang bentang 6000 mm. Nilai lendutan maksimum tersebut lebih kecil atau sama dengan lendutan izin sebesar 16,667 mm.

BAB V SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil analisis pada struktur portal bertingkat yang ditinjau dari gaya-gaya dalam dan deformasinya, dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Momen positif balok dengan analisis konstruksi bertahap (M_2) mencapai nilai maksimum pada lantai 3 yaitu sebesar 82,90 KNm dengan rasio maksimum terhadap momen analisis konvensional M_2/M_1 sebesar 1,072. Momen negatif balok dengan analisis konstruksi bertahap mencapai nilai maksimum pada lantai 2 yaitu sebesar 138,26 KNm dengan rasio M_2/M_1 sebesar 1,126.
2. Gaya geser balok dengan analisis konstruksi bertahap (D_2) mencapai nilai maksimum pada lantai 2 yaitu sebesar 115,34 KNm dengan rasio maksimum

terhadap gaya geser analisis konvensional D_2/D_1 sebesar 1,064.

3. Momen pada kolom dengan analisis konstruksi bertahap (M_{k2}) mencapai nilai maksimum pada lantai 1 yaitu sebesar 174,92 KNm dengan rasio terhadap momen kolom analisis konvensional M_{k2}/M_{k1} sebesar 1,940.

5.2 Saran

1. Dengan adanya perbedaan hasil analisis antara kedua metode, maka disarankan untuk memperhatikan pengaruh akibat pembangunan bertahap dalam suatu analisis struktur.
2. Analisis konvensional mengansumsikan bahwa seluruh beban bekerja setelah struktur berdiri secara keseluruhan. Konsekuensinya, untuk mengurangi pengaruh pembangunan bertahap dalam pengerjaan struktur portal bertingkat, disarankan agar perancah penahan suatu tingkat tidak dilepas dahulu sampai pengerjaan tingkat di atasnya selesai.
3. Analisis konstruksi bertahap perlu digunakan untuk perencanaan struktur gedung dengan *soft story* karena hasil analisisnya jauh berbeda dengan analisis konvensional.

DAFTAR PUSTAKA

- American Concrete Institute. 2005. *Guide for Shoring/Reshoring of Concrete Multistory Buildings*. Washington, D.C: ACI Committee 347.

- Arman A. 2005. *Analisis Portal Bertingkat dengan Metode Konstruksi Bertahap* (Sekripsi). Badung: Universitas Udayana.
- Bagiarta Y. 2010. *Analisis Konstruksi Bertahap pada Portal Beton Bertulang dengan Variasi Panjang Bentang dan Jumlah Tingkat*(Jurnal). Denpasar: Universitas Warmadewa
- Budiono Wicaksono. 2016. *Perilaku Struktur Bangunan dengan Ketidakteraturan Vertikal Tingkat Lunak Berlebihan dan Massa Terhadap beban Gempa* (jurnal). Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Departemen Pekerjaan Umum
Direktorat Jendral Cipta Karya.
1983. *Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung*.
Yayasan Lembaga
Penyelidikan Masalah
Bangunan, Bandung.
- Departemen Pekerjaan Umum. (2013).
Tata Cara Perencanaan
Struktur Beton Untuk
Bangunan Gedung.
- Departemen Pekerjaan Umum. (2013).
Beban Minimum untuk
Perencanaan Bangunan
Gedung dan Struktur Lain.
- Departemen Pekerjaan Umum. (2013).
Tata Cara Perencanaan
Ketahanan Gempa untuk
Struktur Bangunan Gedung
dan Non Gedung.
- Dewobroto W. 2013. *Komputer Rekayasa Struktur dengan SAP2000*. Tangerang: Lumina Press.
- Mamesah H.Y. 2014. *Analisis Pushover pada Bangunan dengan Soft First Story*(Jurnal). Manado: Universitas Sam Ratulangi.
- Nasution A. 2009. *Analisis dan Desain Struktur Beton Bertulang*. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Nawy,E.G.2009.*Prestressed Concrete Fifth Edition Upgrade:ACI,AAS HTO,IBC2009 Codes Version..*
Pearson Education Inc.
- Schueller W. 1989. *Struktur Bangunan Bertingkat Tinggi*. Bandung: Pt Eresco.

KENDALA PENGGUNAAN ASBUTON PADA PROYEK JALAN DI INDONESIA

Ida Bagus Wirahaji, A A A Made Cahaya Wardani, Made Adi Widyatmika

Program Studi Teknik Sipil FT Unhi

Jl. Sangalangit Tembau, Penatih, Denpasar Timur

Telp. (0361) 464700/464800

ib.wirahaji@gmail.com dan agungmadecahaya@yahoo.com

ABSTRAK

Indonesia memiliki sumber daya alam asbuton yang sangat melimpah, namun pemanfaatannya sangat sedikit. Proyek-proyek jalan di Indonesia masih menggunakan aspal minyak yang diperoleh dengan mengimpor dari luar negeri. Presiden Joko Widodo menginstruksikan kementerian dan lembaga terkait untuk memberdayakan sumber daya alam asbuton dengan mengurangi impor aspal minyak yang sampai saat ini masih dominan digunakan.

Asbuton sebagai kekayaan alam nusantara semestinya dapat digunakan untuk pembangunan infrastruktur jalan di Indonesia, tetapi penggunaannya masih banyak menemui kendala. Studi ini terbatas pada kajian pustaka, untuk mencari faktor-faktor yang menjadi kendala dalam penggunaan asbuton pada proyek jalan di Indonesia. Dan, bagaimana persoalan teknis yang dihadapi bila menggunakan asbuton.

Penggunaan asbuton pada proyek jalan menghadapi beberapa kendala, yaitu: sumber daya manusia (SDM) sangat kurang untuk memahami karakteristik asbuton; biaya ekstraksi atau pemurnian bitumen lebih mahal dari pendapatan; AMP yang ada sekarang harus dimodifikasi bila menggunakan asbuton; asbuton memiliki homogenitas yang rendah, sehingga menyulitkan dalam pembuatan *job mix formula* (JMF); kehandalan suplai asbuton yang sulit diprediksi; sulitnya mendapatkan suplai asbuton dengan kualitas standar; harga asbuton lebih mahal jika dibandingkan dengan harga aspal minyak; sulitnya metodologi pencampuran karena kondisi fisik asbuton butir yang mudah berubah.

Kata Kunci: Asbuton, Pemanfaatan, dan Kendala penggunaan.

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Perkerasan lentur jalan raya membutuhkan bahan pengikat aspal. Aspal yang banyak dipakai pada proyek jalan di Indonesia adalah aspal minyak. Aspal minyak diperoleh dengan mengimpor dari luar negeri, yang berarti pengeluaran devisa negara. Sementara, Indonesia punya deposit aspal alam yang melimpah yang

terdapat di lokasi Pulau Buton, Indonesia Timur yang lebih dikenal dengan asbuton. Bila saja asbuton lebih banyak dimanfaatkan untuk proyek jalan, sudah tentu akan menghemat devisa. Namun, pemanfaatan asbuton sangat sedikit, itupun digunakan sebagai substitusi terhadap aspal minyak.

Pemanfaatan asbuton untuk penanganan jalan nasional yang

panjangnya mencapai 38.569 km, hingga saat ini baru sekitar 50.000 ton. Sisanya masih menggunakan aspal minyak, yang sebagian besar masih diimpor. Untuk itu, Presiden Joko Widodo mengintruksikan kepada kementerian dan lembaga terkait, untuk memberdayakan sumber daya alam asbuton, dengan mengurangi impor aspal minyak yang selama ini digunakan untuk memenuhi kebutuhan aspal di dalam negeri. Selanjutnya, mulai tahun 2016 pasokan aspal dalam negeri, sebagian akan mulai disubstitusikan dengan asbuton (Bulletin, 2015).

Penggunaan sumber tambang di dalam negeri dapat menekan impor aspal sebesar 1 juta ton per tahun sehingga dapat tercipta swasembada aspal nasional. Namun, kandungan aspal dalam asbuton melimpah ini, sejak tahun 1970-an, penambangan mulai ditinggalkan karena tingginya biaya operasi yang tidak lagi sebandingnya dengan pendapatannya. Penerapan teknik ekstraksi atau pemurnian konvensional tidak efisien (Ikawati, 2011).

Berdasarkan data dari Puslitbang Jalan dan Jembatan, Balitbang Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (PUPR), aspal alam yang terkandung di Pulau Buton, mempunyai cadangan atau deposit yang sangat besar, yakni sekitar 662 juta ton dengan kadar aspal yang bervariasi antara 10-50 persen, tersebar di berbagai lokasi mulai dari Teluk Sampolawa hingga Teluk Lawele sepanjang 75 km dengan lebar 27 km. Belum termasuk di Enreke, yang masuk di wilayah Kabupaten Muna. Deposit aspal alam yang sangat besar tersebut, sebetulnya dapat dengan mudah dieksplorasi untuk pembangunan infrastruktur jalan, serta menjadi sumber penghasilan utama bagi daerah

Buton. Namun sayangnya, hingga kini sumber daya alam potensial tersebut hanya teronggok dan terkubur di perut bumi belum dimanfaatkan (Bulletin, 2015).

Rumusan Permasalahan

Dari uraian latar belakang di atas, maka dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut:

1. Apa saja yang menjadi kendala dalam penggunaan asbuton sebagai bahan pengikat aspal pada proyek jalan di Indonesia?.
2. Bagaimanakah persoalan teknis dalam produksi campuran aspal panas bila menggunakan asbuton?

TINJAUAN PUSTAKA

Aspal Sebagai Bahan Pengikat

Aspal merupakan salah satu bahan pengikat perkerasan yang paling banyak dipakai. Aspal alam banyak tersedia di Indonesia, yang diperoleh dari pengolahan minyak mentah yang mengandung aspal. Aspal merupakan bahan yang termoplastis, yaitu suatu sifat viskositas/kekentalan yang sangat dipengaruhi oleh temperatur. Pada saat temperatur rendah atau dingin aspal akan bersifat keras, dan sebaliknya pada saat temperatur tinggi atau panas aspal akan bersifat lunak, dan lebih bersifat plastis. Kepekaan terhadap temperatur dari tiap hasil produksi aspal berbeda-beda tergantung dari asalnya, walaupun aspal tersebut diambil dari jenis yang sama (Muliawan, 2011).

Aspal pada temperatur ruang berbentuk padat sampai agak padat. Aspal akan mencair bila dipanaskan, sampai temperatur tertentu, dan kembali membeku jika temperatur turun. Bersama dengan agregat, aspal merupakan pembentuk campuran perkerasan jalan. Banyaknya aspal dalam campuran perkerasan berkisar

antara 4-10% berdasarkan berat campuran (Sukirman, 2003).

Fungsi dari aspal itu sendiri selain sebagai bahan pengikat campuran, juga sebagai bahan pengisi (*filler*) rongga pada agregat. Daya tahannya (*durability*) berupa kemampuan aspal akibat pengaruh cuaca dan tergantung pada sifat campuran. Sedangkan sifat adhesi dan kohesi adalah kemampuan aspal mempertahankan ikatan yang baik. Sifat kepekaan terhadap temperturnya aspal adalah material termoplastis yang bersifat kental atau lebih keras apabila temperatur berkurang dan akan bersifat lunak/cair apabila temperatur bertambah (Suryadarma dan Benidiktus, 2008).

Klasifikasi Aspal

Berdasarkan tempat diperolehnya, aspal dibedakan atas aspal alam dan aspal minyak.

Aspal Alam. Aspal Alam, yaitu aspal yang didapat di suatu tempat di alam, dan dapat digunakan sebagaimana diperolehnya atau dengan sedikit pengolahan (Sukirman, 2003). Aspal alam hanya ditemukan di dua tempat di dunia ini, yaitu Trinidad dan di Pulau Buton, Sulawesi Tenggara (Ikawati, 2011). Aspal alam ada yang diperoleh di gunung-gunung, seperti aspal di Pulau Buton, dan ada pula yang diperoleh di danau, seperti di Trinidad berupa aspal danau (*Trinidad Lake Asphalt*).

Indonesia memiliki aspal alam yaitu di Pulau Buton, yang berupa aspal gunung, terkenal dengan nama Asbuton (Aspal Batu buton). Asbuton erukan batu yang mengandung aspal. Deposit Asbuton membentang dari Kecamatan Lawele sampai Sampolawa. Cadangan deposit berkisar 200 juta ton dengan kadar aspal bervariasi antara 10-35% aspal.

Aspal Minyak. Aspal minyak adalah aspal hasil residu minyak bumi. Setiap minyak bumi dapat menghasilkan residu jenis (Sukirman, 2003):

- a. *Asphaltic base crude oil*, yang banyak mengandung aspal.
- b. *Parafin base crude oil*, yang mengandung parafin.
- c. *Mixed base crude oil*, yang mengandung campuran antara parafin dan aspal.

Jika dilihat bentuknya pada temperatur ruang, maka aspal dibedakan atas aspal padat, aspal cair, dan aspal emulsi.

Aspal Padat/Keras. Aspal padat adalah aspal yang berbentuk padat atau semi padat pada suhu ruang dan menjadi cair jika dipanaskan. Aspal padat dikenal dengan nama semen aspal atau *asphalt cement* (AC). Oleh karena itu semen aspal harus dipanaskan terlebih dahulu sebelum digunakan sebagai bahan pengikat agregat.

Aspal ini berbentuk pampat pada temperatur ruang 25⁰-30⁰ C. Di Indonesia AC dibedakan menjadi (Suryadarma dan Benidiktus, 2008):

- a. AC 40/50 : AC dengan penetrasi 40-50.
- b. AC 60/70 : AC dengan penetrasi 60-70.
- c. AC 85/100 : AC dengan penetrasi 85-100.
- d. AC 120/150 : AC dengan penetrasi 120-150.
- e. AC 200/300 : AC dengan penetrasi 200-300.

AC dengan penetrasi rendah dipakai pada daerah yang memiliki cuaca panas atau volume lalu lintasnya tinggi, sedangkan AC dengan penetrasi tinggi digunakan untuk daerah dingin dan untuk volume lalu lintas yang rendah. Di Indonesia umumnya dipakai

penetrasi 60/70 atau 80/100. Syarat umum AC adalah berasal dari saringan minyak bumi, harus mempunyai sifat yang sejenis, kandungan kadar parafinnya tidak lebih dari 2% dan tidak mengandung air/berbusa pada temperatur 175⁰C.

Aspal Cair. Aspal cair (*cutback asphalt*) yaitu aspal yang berbentuk cair pada suhu ruang. Aspal cair merupakan semen aspal yang dicairkan dengan bahan pencair dari hasil penyulingan minyak bumi, seperti minyak tanah (kerosene), bensin, atau solar. Bahan pencair membedakan aspal cair menjadi, sebagai berikut:

- a. *Rapid curing cut back asphalt* (RC), yaitu aspal dengan bahan pencair bensin. RC merupakan aspal cair yang paling cepat menguap.
- b. *Medium curing cut back asphalt* (MC), yaitu aspal dengan bahan pencair minyak tanah (*kerosene*).
- c. *Slow curing cut back asphalt* (SC), yaitu aspal dengan bahan pencair solar (minyak diesel). SC merupakan aspal cair yang paling lambat menguap.

Aspal Emulsi. Aspal Emulsi adalah suatu campuran aspal dengan air dan bahan pengemulsi, yang dilakukan di pabrik pencampur. Aspal emulsi ini lebih cair daripada aspal cair. Di dalam aspal emulsi, butir-butir aspal larut dalam air. Untuk menghindari butiran aspal saling tarik menarik membentuk butir-butir yang lebih besar, maka butiran tersebut diberi muatan listrik.

Berdasarkan muatan listrik yang dikandung, aspal emulsi dapat dibedakan atas (Thanaya, 2008):

- a. Aspal Kationik, disebut juga aspal emulsi asam, merupakan aspal emulsi yang butiran aspalnya bermuatan arus listrik positif.

- b. Aspal Anionik, disebut juga aspal emulsi alkali, merupakan aspal emulsi yang butiran aspalnya bermuatan negatif.
- c. Nonionik, merupakan aspal emulsi yang tidak mengalami ionisasi, berarti tidak mengantar listrik.

Berdasarkan kecepatan mengerasnya, aspal emulsi dapat dibedakan sebagai berikut:

- a. *Rapid Setting* (RS), yaitu aspal yang sedikit mengandung bahan pengemulsi, sehingga pengikatan yang terjadi cepat, dan aspal cepat menjadi padat atau keras kembali.
- b. *Medium Setting* (MC).
- c. *Slow Setting* (SS), jenis aspal emulsi yang paling lambat mengeras.

Aspal Alam Pulau Buton

Asbuton singkatan dari 'Aspal Buton', merupakan hasil endapan minyak bumi yang mengalami proses destilasi lama dan kontinu sehingga kadar asphaltenya jauh lebih tinggi dari kadar maltenya, tetapi lebih rendah dibandingkan dengan aspal buatan. Bagian-bagian yang ringan dari minyak bumi telah menguap, residu yang berupa bitumen terdesak mengisi lapisan batuan yang ada di sekitarnya melalui patahan dan rekahan (Qomar, 1996).

Asbuton merupakan aspal alam yang depositnya terdapat di Pulau Buton Provinsi Sulawesi Tenggara. Pulau Buton panjangnya sekitar 130 km dan lebar 50 km. Asbuton pertama kali ditemukan oleh seorang warga negara Belanda bernama Hetzel pada tahun 1920 dan mulai diproduksi pada tahun 1926 oleh Pemerintah Hindia-Belanda (Sabara, 2012).

Homogenitas dan sifat asbuton adalah parameter utama yang banyak menentukan keberhasilan penggunaan

asbuton baik sebagai bahan adiktif maupun sebagai substitusi aspal minyak, Walaupun asbuton yang digunakan saat ini adalah merupakan hasil olahan atau pabrikasi namun homogenitas dan sifat asbuton yang ada di lapangan masih sangat bervariasi bahkan tidak masuk dalam rentang sifat yang disyaratkan dalam spesifikasi (Sabara, 2012).

Cadangan aspal Buton yang terukur diperkirakan mencapai 650 juta ton dari sejumlah 2 miliar ton hasil survei Direktorat Energi dan Sumber Daya Mineral, Bandung. Semenjak ditambang hingga saat ini, aspal Buton yang telah dieksploitasi baru 3,4 juta ton. Potensi penggunaan asbuton dalam pembangunan dan pemeliharaan jalan seyogianya dipertimbangkan dengan seksama (Soeroso, 2006).

Secara umum asbuton dapat dibedakan atas 2 (dua) wilayah besar, yaitu Affandi (2008):

1. Kabungka, sifatnya keras karena bitumen yang dikandungnya mempunyai nilai penetrasi yang lebih keras, yaitu lebih kecil dari 10 dmm.
2. Lawele, sifatnya lunak karena mengandung bitumen yang memiliki nilai penetrasi yang dapat mencapai 30 dmm bahkan lebih.

Sebagai produk yang dihasilkan langsung dari alam, asbuton dapat berfungsi sebagai produk pengganti (substitusi) sekaligus produk pelengkap (komplementer) dari produk aspal minyak. Sebagai produk pengganti, asbuton dapat menggantikan pemakaian produk aspal minyak yang digunakan untuk pembangunan jalan arteri, jalan kolektor, jalan lokal, dan jalan lingkungan di tingkat kabupaten dan kota. Sedangkan sebagai produk pelengkap, asbuton dapat digunakan sebagai bahan tambahan (modifier)

untuk campuran perkerasan jalan berkualitas tinggi untuk berbagai kelas jalan (Soeroso, 2006).

Dalam perkembangan pemanfaatan asbuton hingga saat ini dapat dikelompokkan menjadi 4 (empat) jenis, yaitu (Bulletin, 2015):

1. Asbuton butir BGA (*buton granular asphalt*)
 - Dibagi menjadi 4 tipe, yaitu: tipe 5/20, 15/20, 15/25, dan tipe 20/25. Tipe 5/20 artinya nilai penetrasinya 5 mm, dan kadar bitumen 20%.
 - Ukuran BGA lebih kecil dari 1,18 mm.
 - BGA dapat difungsikan untuk memodifikasi aspal dan sebagai substitusi aspal minyak.
2. Asbuton butir LGA (*lawele granular asphalt*)
 - Diklarifikasikan sebagai Asbuton butir tipe 50/25.
 - Ukuran butir lebih kecil dari 9,5 mm.
 - Difungsikan untuk mensubstitusi aspal minyak dengan teknologi *cold paving hot mix Asbuton* (CPHMA).
 - Dapat dimanfaatkan pada campuran aspal panas (HLGA) untuk meningkatkan kinerja dan substitusi aspal minyak hingga 30%.
 - Hanya terbatas untuk lalu lintas rendah.
3. Asbuton semi ekstraksi
 - Asbuton diekstraksi hingga kemurnian 50% atau lebih.
 - Tidak dapat langsung digunakan sebagai bahan perkerasan, karena aspal bersifat keras dan mengandung mineral.
 - Agar dapat digunakan harus ditambah aspal minyak dengan

proporsi asbuton semi ekstraksi berbanding aspal minyak adalah 20 : 80.

- Fungsi utama untuk memodifikasi aspal minyak, sehingga lebih tahan terhadap temperatur tinggi dan lalu lintas berat.
4. Asbuton ekstraksi sepenuhnya
- Merupakan teknologi untuk ekstraksi sampai dengan kemurnian 100 persen.
 - Hingga saat ini masih dalam taraf penelitian, terutama dari segi efisiensi produksi.

Karakteristik Asbuton

Kadar bitumen dalam asbuton bervariasi dari 10% sampai 40%. Pada beberapa lokasi ada pula asbuton dengan kandungan bitumen 90%. Asbuton terdiri dari bitumen dan mineral. Mineral asbuton didominasi oleh *globigerines limestone*, yaitu batu kapur yang sangat halus yang terbentuk dari jasad renik binatang purba foraminifera mikro yang mempunyai sifat sangat halus, relatif keras, berkadar kalsium karbonat tinggi dan baik sebagai filler pada beton aspal (Suarjana, 2008).

Adapun sifat-sifat asbuton adalah sebagai berikut (Affandi, 2008, Suarjana, 2008 dan Hermadi, 2010):

1. Asbuton tidak dapat dicairkan dan dipompa untuk dimasukkan ke dalam pug mill.
2. Asbuton mudah menggumpal terutama yang memiliki bitumen dengan penetrasi yang tinggi.
3. Asbuton sangat sulit diangkut oleh belt conveyor.
4. Sulit tercampur dengan homogen (homogenitasnya rendah)
5. Kadar air yang tinggi sebagai akibat pengiriman dalam bentuk curah.

6. Berat jenis yang berbeda antara asbuton butir dan agregat menyebabkan gradasi campuran berubah secara drastis.
7. Bitumen dari asbuton butir sangat sulit terpisah dari mineralnya.
8. Bitumen asbuton memiliki penetrasi yang rendah dan getas.
9. Campuran aspal yang dihasilkan kurang tahan terhadap *fatigue* akibat beban berulang.

PEMBAHASAN

Regulasi Penggunaan Asbuton

Pada Tanggal 30 Januari 1984, dikeluarkan Peraturan Pemerintah (PP) No. 3 Tahun 1984 tentang Pengalihan Bentuk Perusahaan Aspal Negara menjadi Perusahaan Perseroan, yakni PT. Sarana Karya (Persero). Di bawah perusahaan perseroan ini, produksi awal Asbuton pada tahun 1985 berjumlah 350.634 ton. Produksi tersebut, kemudian dimanfaatkan untuk campuran beraspal dengan nama 'Lapis Aspal Buton Agregat (Lasbutag)'. Pada era tersebut, pemerintah juga terus mendorong pemanfaatan Asbuton di berbagai proyek. Namun, karena terjadi banyak kegagalan konstruksi sehingga memberikan reputasi yang buruk terhadap Asbuton. Baru, mulai tahun 1980-an dengan dikembangkannya Asbuton yang telah diolah, sehingga mempunyai karakteristik yang relatif seragam. Yakni, berupa butiran-butiran (granular) dan terus berkembang hingga saat ini, dengan berbagai produk Asbuton yang diproduksi secara semi ekstraksi dan full ekstraksi (Bulletin 2015).

Dalam rapat kerja Menteri Pekerjaan Umum dengan DPR RI pada tanggal 15 Maret 2005, meminta Menteri PU untuk memanfaatkan

penggunaan aspal alam ini. Langkah tersebut, disusul dengan terbitnya Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 35/PRT/M/2006 tentang Peningkatan Pemanfaatan Aspal Buton Untuk Pemeliharaan dan Pembangunan Jalan, dimana dalam Permen tersebut, tersurat pemanfaatan Asbuton direkomendasikan dalam bentuk butir, pracampur dan Asbuton murni hasil ekstraksi (Bulletin, 2015).

Dengan terbitnya peraturan menteri PU ini mendorong peningkatan produksi dan pemanfaatan asbuton, industri pertambangan asbuton ini pun kembali bergairah. Namun permasalahan timbul karena di lapangan sendiri ternyata belum sepenuhnya dapat menerima penggunaan asbuton ini. Keluhan keluhan yang muncul antara lain kehandalan suplai asbuton yang sulit diprediksi, keluhan terkait suplai asbuton yang tidak tersedia di pasaran, sulitnya mendapatkan suplai asbuton dengan kualitas standar yang dijanjikan oleh produsen, harga asbuton yang jauh lebih mahal jika dibandingkan dengan harga aspal minyak, sulitnya metodologi pencampuran karena kondisi fisik asbuton butir yang mudah berubah dan kapasitas penyedia jasa konstruksi yang tidak memadai untuk menggunakan asbuton (Sabara, 2012).

Persoalan Teknis Penggunaan Asbuton

Secara teknis pemanfaatan Asbuton masih sangat sensitif terhadap kemampuan SDM dalam memahami karakteristik Asbuton. Sampai saat ini penggunaan Asbuton di Indonesia hanya sebatas bahan substitusi aspal minyak. Dalam penentuan kadar aspal

optimum dalam campuran keterbatasan pengetahuan dalam tata cara perencanaan *job mix formula* (JMF) serta tata cara pengambilan dan kecukupan sampel akan sangat berpengaruh besar terhadap kegagalan konstruksi dalam penggunaan Asbuton. Hal ini dapat terjadi mengingat sifat asbuton tidak seragam (homegenitas rendah).

Asbuton dapat digunakan baik pada campuran panas (*hotmix*), dingin (*coldmix*) maupun hangat (*warmix*), jenis campuran yang digunakan biasanya ditentukan oleh jumlah lalu lintas yang akan melewatinya, jalan dengan tingkat lalu lintas yang cukup tinggi maka jenis campurannya biasanya adalah campuran panas (*hotmix*), namun walaupun dalam lalu lintas yang rendah kinerja Asbuton campuran dingin di lapangan juga menunjukkan beberapa jenis kerusakan disebabkan sulit atau tidak cocoknya bahan peremaja yang digunakan.

Untuk pencampuran panas dalam memasukkan aspal ke dalam *Asphalt mixing Plant* (AMP) baik dengan jalan melalui elevator filler maupun memasukkannya langsung ke pugmill cara apapun yang digunakan asbuton tersebut tidak mengalami proses pemanasan yang sempurna sehingga besarnya temperatur dan penurunan temperatur di lapangan menjadi masalah utama dalam penggunaan asbuton untuk hotmix, hal ini ditunjukkan dengan tingginya rongga dalam campuran (VIM) dan rendahnya kadar aspal.

Tingginya nilai VIM serta rendahnya kadar aspal menunjukkan campuran asbuton di lapangan bersifat porous atau kurang awet, penurunan

karakteristik campuran tersebut disebabkan oleh karena tingginya kandungan air dalam campuran, semakin banyak asbuton yang digunakan dalam campuran semakin tinggi kadar air dalam campuran, semakin kaku campuran dan semakin cepat turunnya temperatur campuran tersebut.

Di lapangan seringkali ditemui campuran lasbutag pada awal penghamparan cukup baik, namun terjadi *bleeding* setelah masa pelayanan tertentu. Hal ini dapat disebabkan oleh mineral asbuton, yang pada awalnya berupa butiran besar, kasar, dan porous, menyerap bahan peremaja tetapi kemudian setelah masa pelayanan tersebut berubah menjadi butiran-butiran halus dengan melepas bahan peremaja yang diserapnya dan campuran menjadi lebih padat, sehingga aspal tersedak keluar (Suarjana, 2008).

Beberapa kendala khusus yang dihadapi di lapangan berkaitan dengan penggunaan asbuton dalam campuran aspal panas adalah sebagai berikut (Suarjana, 2008):

1. Pemasukan asbuton butir secara manual ke elvator filler akan meningkatkan risiko terjadinya kesalahan manusia karena kelelahan.
2. Asbuton butir yang menggumpal tidak dapat dihindarkan selama proses pengangkutan, untuk itu perlu diperhatikan dengan baik fungsi dari ulir (screw) pada pemasok filler dan bila perlu dapat ditambahkan saringan pada corong tempat pemasukan asbuton butir.
3. Temperatur asbuton campuran aspal panas relatif cepat turun

dibandingkan dengan campuran beraspal biasa. Untuk itu perlu dipertimbangkan jarak angkut dan jumlah pematat yang harus tersedia di lapangan. Penurunan temperatur paling banyak terjadi pada selang waktu antara penghamparan dan pemadatan awal.

Hasil eksperimen Cantabrian dalam (Affandi, 2008), menunjukkan bahwa campuran dengan asbuton mempunyai ketahanan terhadap keawetan yang lebih rendah dibandingkan campuran beraspal dengan aspal minyak. Hal ini disebabkan, karena bitumen pada asbuton belum bisa bekerja seperti aspal minyak.

Jadi persoalan utamanya adalah bagaimana menghasilkan produk asbuton sehingga bitumen dan mineralnya menjadi terpisah, dan bitumen asbuton ini dapat dimanfaatkan sebagai bahan pengikat campuran beraspal.

PENUTUP

Simpulan

Dari pembahasan di atas, maka dapat ditarik beberapa simpulan sebagai berikut:

1. Pemanfaatan asbuton masih terkandala dengan sumber daya manusia (SDM) yang dapat mengetahui karakteristik dari asbuton.
2. Instalasi pencampur aspal (AMP) yang terdapat di Indonesia umumnya untuk memproduksi campuran aspal panas menggunakan bahan pengikat aspal minyak. Untuk dapat

digunakan memproduksi aspal panas dengan bahan pengikat asbuton perusahaan jasa konstruksi harus memodifikasi AMP-nya. Hal ini membutuhkan biaya yang tidak sedikit.

3. Butir-butir asbuton memiliki sifat-sifat atau karakteristik yang bervariasi atau tingkat keseragamannya rendah, hal ini menyulitkan dalam membuat *job mix formula* (JMF). JMF yang dibuat belum tentu dapat dipakai sebagai pedoman dalam memproduksi campuran aspal panas.
4. Pemerintah memberi perhatian untuk mendorong penggunaan asbuton melalui regulasi, yaitu dengan dikeluarkannya: Peraturan Pemerintah (PP) No. 3 Tahun 1984 tentang Pengalihan Bentuk Perusahaan Aspal Negara menjadi Perusahaan Perseroan, yakni PT. Sarana Karya (Persero) dan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 35/PRT/M/2006 tentang Peningkatan Pemanfaatan Aspal Buton Untuk Pemeliharaan dan Pembangunan Jalan.

Saran

Dari simpulan di atas, maka dapat diberikan saran-saran atau rekomendasi sebagai berikut:

1. Penelitian terhadap asbuton terutama dari kalangan akademisi terus menerus dilakukan tanpa henti hingga ditemukan teknologi tepat guna untuk menjadikan asbuton sebagai bahan pengikat campuran aspal yang berkualitas, tidak kalah dengan kualitas aspal minyak.
2. Pihak pengusaha jasa konstruksi (kontraktor) agar bersedia mengeluarkan investasi untuk memodifikasi instalasi pencampur aspalnya (AMP), sehingga asbuton dapat dimanfaatkan pada proyek-proyek jalan di Indonesia.
3. Aspek regulasi agar diperketat, agar penggunaan asbuton segera dapat terealisasi. Pihak kontraktor diwajibkan agar memodifikasi AMP-nya, dan pihak pengusaha importir aspal minyak beralih ke pemanfaatan asbuton.

DAFTAR PUSTAKA

Sumber Buku:

- Affandi, Furqon. 2008. *Karakteristik Bitumen Asbuton Butir Untuk Campuran Beraspal Panas*. Jurnal Pusat Litbang Jalan dan Jembatan, Edisi Nopember 2008. Jakarta: Pusat Litbang Jalan dan Jembatan.
- Hermadi, Madi. 2010. *Peluang dan Tantangan dalam Penggunaan Asbuton Sebagai Bahan Pengikat Pada Perkerasan Jalan*. Jakarta: Puslitbang Jalan dan Jembatan.
- Muliawan, I Wayan. 2011. *Analisis Karakteristik dan Peningkatan Campuran Aspal Emulsi Dingin (CAED)*. Tesis. Denpasar: Program Studi Magister, Program Studi Teknik Sipil, Program Pasca Sarjana, Universitas Udayana.
- Qomar, Samsyul. 1996. *Penambangan dan Pengolahan Asbuton*. Prosiding Vol, 1 Ujung Pandang. 26 September 1996. Ujung Pandang: -
- Soeroso, Bambang. 2006. *Membandingkan Aspal Buton VS Aspal Minyak*. Artikel

- majalah Bisnis Indoneisa. Edisi 8 Agustus 2006.
- Suaryana, Nyoman. 2008. Penelitian Pemanfaatan Asbuton Butir di Kolaka Sulawesi Tenggara. Jurnal Pusat Litbang Jalan dan Jembatan, Edisi Nopember 2008. Jakarta: Pusat Litbang Jalan dan Jembatan.
- Sukirman, Silvia. 2003. *Beton Aspal – Campuran Panas*. Edisi Pertama. Jakarta: Granit.
- Suryadarma, H dan Benidiktus, S. 2008. *Rekayasa Jalan Raya*. Yogyakarta: Universitas Atmajaya.
- Thanaya, I Nym A. 2008. *Perkerasan Jalan*. Buku Ajar. Denpasar: Universitas Udayana Denpasar.

Sumber Internet

- Bulletin. 2015. *Laporan Utama*. Bulletin Aspal Beton Edisi 40, Desember 2015. Tersedia: http://www.aabi.or.id/detail_bulletin.php?artid=10104. [20 September 2016].
- Ikawati, Yuni. 2011. *Menguak Hebatnya Aspal Buton*. Tersedia: <http://regional.kompas.com/read/2011/01/04/04341385/menguak.hebatnya.aspal.buton>. [20 September 2016].
- Sabara. 2012 Tahun. *Aspal Buton dan Problematikanya*. Tersedia: <http://sultrasmart.forums1.net/t17-aspal-buton-dan-problematikanya>. [26 September 2016].

ANALISIS KELAYAKAN FINANSIAL PADA PEMBANGUNAN VILLA (Studi Kasus: Pembangunan The Mesare Villa Nusa Penida)

Made Novia Indriani, I Wayan Artana, Cokorda Putra, I Kadek Suprianta Janiadi

Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hindu Indonesia

ABSTRAK

Kecamatan Nusa Penida merupakan salah satu tujuan wisata di Bali yang terus mengalami perkembangan, ini ditunjukkan dengan meningkatnya jumlah kunjungan wisatawan setiap tahun baik wisatawan lokal maupun wisatawan mancanegara. Seiring meningkatnya jumlah kunjungan wisatawan juga berdampak tingginya akan kebutuhan akomodasi serta pembangunan yang semakin meningkat. Hal inilah yang menjadi dasar dibangunnya The Mesare Villa

Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif kuantitatif untuk mengolah data yang diperoleh dari lokasi penelitian, data tersebut berupa data primer dan data sekunder. Data primer diantaranya kondisi lokasi penelitian, perhitungan anggaran biaya kolam renang, biaya operasional dan pendapatan villa sedangkan data sekunder terdiri dari jumlah kunjungan wisatawan lima tahun terakhir, suku bunga bank, harga bahan bangunan, gambar rencana dan tingkat inflasi. Dari data tersebut kemudian dilakukan analisis finansial pembangunan The Mesare Villa untuk mengetahui apakah pembangunan tersebut layak atau tidak dari segi aspek finansial dengan menggunakan perhitungan *Net Present Value* (NPV), *Benefit Cost Ratio* (BCR), *Internal Rate of Return* (IRR), *Annual Equivalent* (AE), *Payback Period* dan analisis sensitifitas.

Dari hasil analisis finansial dengan suku bunga 12% dan biaya investasi sebesar Rp. 10.297.255.000,00 ada 4 (empat) sumber pemasukan antara lain bidang akomodasi, spa, fasilitas yoga dan fasilitas-fasilitas lain, dimana analisis finansial menunjukkan nilai NPV positif sebesar Rp. 3.069.536.483,92, nilai IRR 16% dimana angka tersebut lebih besar dari nilai MARR yaitu 12%, nilai BCR menunjukkan angka 1,79 dimana angka tersebut telah memenuhi syarat lebih dari satu, nilai AE positif sebesar Rp. 11.379.456.257,14, dan *Break Event Point* terjadi pada tahun 2036. Dari sisi uji sensitifitas menunjukkan nilai investasi sensitif pada angka Rp. 27.794.462.817,00, nilai *benefit* sensitif pada angka Rp. 4.992.839.448, dan nilai *cost* sensitif pada angka Rp. 6.145.999.356. Dari data-data tersebut maka pembangunan The Mesare Villa layak untuk dilaksanakan.

Kata kunci: Analisis Finansial, NPV, IRR, *Payback Period*, Sensitifitas,

PENDAHULUAN

Perkembangan wisata Bali semakin berkembang dengan dukungan dari segala aspek potensial yang dioptimalkan. Budaya dan keunikan adat istiadat Bali serta alamnya yang asri dengan berbagai keindahan pada masing-masing potensi yang dikelola dengan berbagai

kemasan membuat pariwisata bali semakin berkembang.

Untuk menunjang kegiatan pariwisata tentu diperlukan pembangunan, pembangunan diartikan sebagai proses perubahan sistem yang di rencanakan kearah perbaikan yang orientasinya pada modernis

pembangunan dan kemajuan sosial ekonomis.

Pembangunan suatu proyek dikatakan layak jika telah melewati beberapa tahap analisis, salah satu diantaranya adalah analisis ekonomi maupun analisis finansial yang di gunakan dalam evaluasi proyek. Analisis finansial merupakan cara penilaian investasi modal dalam suatu proyek yang dilaksanakan, untuk mengetahui apakah proyek tersebut menguntungkan apabila diukur dalam bentuk uang, yaitu berdasarkan perbandingan seluruh arus penerimaan dan arus pengeluaran selama umur proyek (masa pembangunan dan umur ekonomis) dilihat dari sudut kepentingan pemilik modal (investor) (Dadjim dan Herlina, 2013).

Penelitian ini menganalisis kelayakan finansial pada salah satu villa yaitu rencana pembangunan The Mesare Villa yang berlokasi di Kecamatan Nusa Penida, Kabupaten Klungkung, Bali. Dimana Nusa Penida sendiri merupakan daerah pariwisata yang terus mengalami perkembangan, ini ditunjukkan dengan meningkatnya jumlah kunjungan wisatawan setiap tahun baik wisatawan lokal maupun wisatawan mancanegara. Seiring meningkatnya jumlah kunjungan wisatawan juga berdampak tingginya akan kebutuhan akomodasi serta pembangunan yang semakin meningkat.

Pembangunan The Mesare Villa merupakan proyek investasi, dimana proyek ini dibangun untuk

memenuhi tingginya kebutuhan akan akomodasi serta diharapkan memberikan manfaat dan keuntungan dimasa mendatang. Analisis kelayakan finansial ini dimaksudkan untuk mengetahui apakah pembangunan The Mesare Villa akan memberikan manfaat yang lebih besar dibandingkan dengan resiko yang akan ditanggung, selain itu analisis kelayakan ini juga dimaksudkan untuk menghindari kesalahan pengambilan keputusan dalam berinvestasi serta untuk mengetahui apakah pembangunan tersebut dipandang layak atau tidak dari aspek finansial.

Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut diatas, maka rumusan masalah yang akan dikaji dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimanakah kelayakan finansial pada pembangunan “The Mesare Villa”?
2. Bagaimanakah analisis sensitifitas pada pembangunan “The Mesare Villa”?

Tujuan Penelitian

Adapun yang menjadi tujuan penelitian ini adalah untuk mendapatkan kajian kelayakan finansial pada pembangunan The Mesare Villa dengan menggunakan perhitungan *Net Present Value* (NPV), *Internal Rate of Return* (IRR), *Benefit Cost Ratio* (BCR), *Annual Equivalent*

(AE), *Payback Period* (PBP), Analisis Sensitifitas.

Manfaat Penelitian

Dalam penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Dari sisi akademis hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan pemahaman tentang prosedur dan cara perhitungan analisis kelayakan finansial.
2. Bagi investor, hasil penelitian ini diharapkan memberikan gambaran mengenai kelayakan finansial pada pembangunan The Mesare Villa.

Batasan Penelitian

Dalam penelitian ini permasalahan dibatasi sebagai berikut:

1. Perhitungan Analisis Sensitifitas hanya dilakukan pada sentifitas investasi, *Benefit* dan *Cost*.
2. Dalam analisis aspek finansial ini juga memperhitungkan biaya pembuangan limbah pada masa konstruksi.
3. Kondisi ekonomi dalam keadaan stabil, artinya tidak terjadi krisis ekonomi yang menyebabkan ketidakstabilan pasar.
4. Asumsi suku bunga diambil berdasarkan rata-rata suku bunga dasar kredit pada Bank Rakyat Indonesia per Januari 2018 sebesar 12%.

TINJAUAN PUSTAKA

Pengertian Pembangunan

Pada umumnya pembangunan diartikan sebagai upaya meningkatkan kapasitas produksi untuk mencapai total output yang lebih besar dari kesejahteraan yang lebih tinggi bagi seluruh rakyat. Pembangunan merupakan tuntutan bagi masyarakat untuk mencapai kemajuan, karena penduduk makin bertambah besar jumlahnya, jenisnya, dan kualitasnya, seiring dengan perkembangan peradaban manusia, ilmu pengetahuan dan teknologi (Adisasmita, 2010)

Pengertian Studi Kelayakan (*Feasibility Study*)

Studi kelayakan adalah pengkajian yang bersifat menyeluruh dan mencoba menyoroiti segala aspek kelayakan proyek atau investasi (Soeharto, 1997). Studi kelayakan proyek juga bisa diartikan sebagai penelitian tentang dapat tidaknya suatu proyek (biasanya merupakan proyek investasi) dilaksanakan dengan berhasil. (Husnan dan Muhammad, 2000). Studi kelayakan merupakan bahan pertimbangan dalam mengambil suatu keputusan, apakah menerima atau menolak suatu gagasan usaha yang direncanakan. Pengertian layak dalam penilaian ini adalah kemungkinan dari gagasan suatu usaha yang akan dilaksanakan memberikan manfaat, baik dalam hal *financial benefit* maupun *social benefit* (Ibrahim, 2003).

Arus Kas (*Cash Flow*)

Menurut Kasmir dan Jakfar (2012) cash flow merupakan arus kas atau aliran kas yang ada diperusahaan dalam suatu periode tertentu. *Cash flow* menggambar berapa uang yang masuk (*cash in*) ke perusahaan dan jenis-jenis pemasukan tersebut. *Cash flow* juga menggambarkan berapa uang yang keluar (*cash out*) serta jenis-jenis biaya yang dikeluarkan.

Uang masuk dapat berupa pinjaman dari lembaga keuangan atau hibah dari pihak tertentu. Uang masuk juga dapat diperoleh dari penghasilan atau pendapatan yang diperoleh dari yang berhubungan langsung dengan usaha yang sedang dijalankan seperti penjualan. Disamping itu, uang masuk bisa pula berasal dari pendapatan lainnya yang bukan dari usaha utama.

Uang keluar merupakan sejumlah uang yang dikeluarkan suatu perusahaan dalam suatu periode, baik yang langsung berhubungan dengan usaha yang dijalankan, maupun yang tidak ada hubungannya sama sekali dengan usaha utama. Uang keluar ini merupakan biaya-biaya yang harus dikeluarkan perusahaan untuk berbagai keperluan yang berkaitan dengan kegiatan usaha, seperti pembayaran cicilann utang dan bunga pinjaman, biaya produksi, biaya tenaga kerja dan biaya pemasaran. Dalam *Cash Flow* semua data pendapatan yang akan diterima dan biaya yang akan dikeluarkan baik jenis maupun jumlahnya diestimasi sedemikian rupa, sehingga

menggambarkan kondisi pemasukan dan pengeluaran di masa yang akan datang.

Analisis Kelayakan Finansial

Analisis finansial atau keuangan adalah suatu cara penilaian investasi modal dalam suatu proyek yang dilaksanakan, untuk mengetahui apakah proyek tersebut menguntungkan diukur dalam bentuk uang, yaitu berdasarkan perbandingan seluruh arus penerimaan dan arus pengeluaran selama umur proyek (masa pembangunan dan umur ekonomis) dilihat dari sudut kepentingan pemilik modal (investor) (Dadjim dan Herlina, 2013).

Analisis kelayakan finansial pada dasarnya di gunakan untuk mengetahui apakah proyek tersebut menguntungkan di ukur dalam bentuk uang. Secara umum metode yang sering di gunakan antara lain:

1. Metode *Net Present Value* (NPV)
2. Metode *Internal Rate of Return* (IRR)
3. Metode *Benefit Cost Ratio* (BCR)
4. Metode *Annual Equivalent* (AE)
5. Metode *Payback Period* (PBP)

Metode *Net Present Value* (NPV)

Menurut Riyanto (1995) dalam metode NPV dari sisi investor pertama-tama menghitung nilai sekarang dari arus kas yang diharapkan atas dasar *discount rate* tertentu, kemudian jumlah nilai sekarang dari jumlah investasi (*initial outlay*). Selisih nilai sekarang dari

keseluruhan arus kas dengan nilai sekarang dari pengeluaran untuk investasi (*initial outlay*) dinamakan nilai bersih sekarang (*Net Present Value*). Secara matematis dapat ditulis sebagai berikut;

$$NPV = \sum_{t=0}^n \frac{At}{(1+i)^t} - IO \dots \dots \dots (2.1)$$

Dengan:

i = *Discount rate* yang digunakan

At = Arus kas tahunan setelah pajak dalam periode tahunan t

t = Jumlah tahun analisa

IO = Jumlah investasi (*Initial Outlay*)

n = Periode yang terakhir dari arus kas yang diharapkan

Untuk mengetahui apakah rencana suatu investasi tersebut layak atau tidak, diperlukan suatu ukuran / kriteria tertentu dalam metode NPV, yaitu:

$NPV > 0$ Artinya investasi akan menguntungkan / layak

$NPV < 0$ Artinya investasi tidak menguntungkan / tidak layak

Metode *Internal Rate of Return* (IRR)

Menurut (Soeharto, 1997) IRR atau *Internal Rate of Return* atau arus pengembalian internal adalah arus pengembalian yang menghasilkan NPV aliran kas masuk = NPV aliran kas keluar. Pada metode IRR yang akan dicari adalah suku bunganya disaat NPV sama dengan nol. Untuk mendapatkan IRR dilakukan dengan mencari besarnya NPV dengan memberikan nilai i variabel (berubah-ubah) sedemikian rupa sehingga

diperoleh suatu nilai i saat NPV mendekati nol yaitu NPV(+) dan nilai NPV(-), dengan cara coba-coba (*trial and error*). Jika telah diperoleh nilai NPV(+), NPV(-) tersebut diasumsikan nilai diantaranya sebagai garis lurus, selanjutnya dilakukan interpolasi untuk mendapatkan IRR. Secara matematis dirumuskan sebagai berikut:

$$IRR = iNPV_+ + \frac{NPV_+}{(NPV_+ - NPV_-)} (iNPV_- - iNPV_+) \dots \dots \dots (2.2)$$

Dimana:

IRR = *Internal Rate of Return* yang akan dicari

$iNPV_-$ = suku bunga negatif

$iNPV_+$ = suku bunga positif

NPV- = *Net Present Value* dengan hasil negatif

NPV+ = *Net Present Value* dengan hasil positif

Untuk mengetahui apakah suatu rencana investasi layak atau tidak setelah melalui metode ini adalah :

$IRR \geq MARR$, investasi layak

$IRR < MARR$, investasi tidak layak

Dimana MARR adalah *Minimum Attractive Rate of Return*

Metode *Benefit Cost Ratio* (BCR)

Metode *Benefit Cost Ratio* (BCR) adalah salah satu metode yang sering digunakan dalam tahap-tahap evaluasi awal perencanaan investasi atau sebagai analisis tambahan dalam rangka memvalidasi hasil evaluasi yang telah dilakukan dengan metode lainnya. Disamping itu, metode ini sangat baik dilakukan dalam rangka

mengevaluasi proyek-proyek pemerintah yang berdampak langsung pada masyarakat banyak, dampak yang dimaksud baik yang bersifat positif maupun yang negatif. Metode BCR ini memberikan penekanan terhadap nilai perbandingan antara aspek manfaat (*benefit*) yang akan diperoleh dengan aspek biaya dan kerugian yang akan ditanggung (*cost*) dengan adanya investasi tersebut. (Giatman, 2006)

Adapun rumus yang digunakan adalah:

$$BCR = \frac{PWB}{PWC} \dots \dots \dots (2.3)$$

Dimana:

BCR= Perbandingan manfaat terhadap biaya (*benefit cost rasio*)

PWB= *Present Worth of Benefit* atau nilai sekarang *benefit*

PWC= *Present Worth of Cost*

Untuk mengetahui apakah suatu rencana investasi layak ekonomis atau tidak setelah melalui metode ini adalah :

- BCR ≥ 1, investasi layak
- BCR < 1, investasi tidak layak

Metode Annual Equivalent (AE)

Metode *Annual Equivalent* (AE) konsepnya merupakan kebalikan dari metode NPV. Jika pada metode NPV merupakan aliran kas ditarik pada posisi *present*, sebaliknya jika metode AE ini aliran *cash* justru di distribusikan secara merata pada setiap periode waktu sepanjang umur investasi, baik *cash-in* maupun *cash-out*. Hasil pendistribusian secara merata dari *cash-in* menghasilkan rata-

rata pendapatan pertahun dan disebut dengan *Equivalent Uniform Annual of Benefit* (EUAB). Sedangkan pendistribusian *cash-out* secara merata disebut dengan *Equivalent Uniform Annual of cost* (EUAC).

Berdasarkan konsep tersebut diperoleh persamaan umum (formula) sebagai berikut:

$$EUAB = \sum_{t=0}^n Cb_t (FBA)_t$$

$$EUAC = \sum_{t=0}^n Cc_t (FBA)_t$$

$$AE = \sum_{t=0}^n Cf_t (FBA)_t = EUAB - EUAC \dots \dots \dots (2.4)$$

Dengan:

- Cb = *cash flow benefit*
- Cc = *cash flow cost*
- Cf = *cash flow* utuh (*benefit + cost*)
- FBA = faktor bunga *annual*
- t = periode waktu
- n = umur investasi

Untuk mengetahui apakah rencana suatu investasi tersebut layak secara ekonomis atau tidak, diperlukan suatu ukuran/ kriteria tertentu dalam metode AE, yaitu:

1. Jika AE > 0, artinya investasi akan menguntungkan/layak.
2. Jika AE < 0, artinya investasi tidak menguntungkan/ tidak layak

Metode Payback Period (PBP)

Menurut (Giatman, 2007) analisis *Payback Period* dasarnya bertujuan untuk mengetahui seberapa lama (periode) investasi akan dapat dikembalikan saata terjadinya kondisi pulang pokok (*break even point*).

Lamanya periode pengembalian (k) saat kondisi BEP adalah:

$$k_{(PBP)} = \sum_{t=0}^k CF_t \geq 0 \dots \dots \dots (2.5)$$

Dimana:

k = periode pengembalian

CF_t = *Cash Flow* periode ke t

Analisis Sensitivitas

Analisis sensitivitas dilakukan dengan mengubah nilai suatu parameter pada suatu saat, untuk selanjutnya dilihat bagaimana pengaruhnya terhadap akseptabilitas suatu alternatif investasi. Parameter yang biasanya berubah dan perubahannya bisa memengaruhi keputusan investasi dan kelayakan finansial adalah biaya investasi, nilai manfaat, suku bunga, dan sebagainya. Perhitungan sensitivitas dihitung dengan menggunakan rumus (Giatman, 2006):

$$NPV = -I + Ab(P/A. i. n) + S(P/F. i. n) - Ac(P/A. i. n) \dots \dots (2.6)$$

Keterangan:

- I = Investasi
- Ab = *Annual Benefit*
- Ac = *Annual Cost*
- S = Nilai Sisa
- n = Umur Investasi
- I = Suku bunga

METODE PENELITIAN

Jenis Penelitian

Pada penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif kuantitatif untuk mengolah data yang diperoleh dari lokasi penelitian. Sebagaimana yang dikemukakan oleh Nana Sudjana dan Ibrahim (1989: 64),

penelitian deskriptif merupakan penelitian yang berusaha mendeskripsikan suatu gejala, peristiwa dan kejadian yang terjadi pada saat sekarang dimana peneliti berusaha memotret peristiwa dan kejadian menjadi pusat perhatian untuk kemudian digambarkan sebagaimana adanya.

Sedangkan yang dimaksud dengan pendekatan kuantitatif adalah pendekatan yang digunakan dalam penelitian dengan cara mengukur indikator-indikator variabel penelitian sehingga diperoleh gambaran diantara variabel-variabel tersebut. Tujuan dari pendekatan kuantitatif menurut Winarto Surakhmad (1998:139) adalah untuk mengukur dimensi yang hendak diteliti.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Kelayakan Finansial

Berdasarkan pengolahan dan penentuan tabel total pendapatan dan tabel biaya pembangunan serta tabel biaya operasional dan pemeliharaan dengan kenaikan inflasi 5,33% maka ditentukan NPV, IRR, AE, dan BCR dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Menentukan Nilai NPV
 - a. Mencari total biaya, yaitu dengan mengurangi total pendapatan dengan total biaya pengeluaran setiap tahunnya
 - b. Mencari *chasflow* dengan menjumlahkan total pendapatan dan pengeluaran setiap tahunnya, misal pada periode

- pertama *cashflow* yang dihasilkan sebesar - 697.723.729,79
- c. Menghitung penghasilan kena pajak (PKP) dengan mengurangi *cashflow* tiap tahunnya dengan nilai depresiasi, pada periode pertama PKP menjadi: - 697.723.729,79 - 339.241.833,33.
PKP= -1.040.965.563,12
- d. Menghitung besaran pajak yang harus dibayar setiap tahunnya (PKP x 15%), karena PKP bernilai minus (-) artinya pengeluaran lebih besar dari pendapatan maka besaran pajaknya sama dengan 0.
- e. Menghitung *cashflow* setelah pajak dengan mengurangi *cashflow* dengan besaran pajak tiap tahunnya dan menghasilkan nilai *cashflow* sebesar - 697.723.729,79
- f. Menghitung nilai NPV dengan rumus (2.1) dimana nilai *discount rate* yang digunakan adalah 12%
- g. Perhitungan nilai NPV adalah sebagai berikut
Mengalikan net *cash flow* dengan $\frac{1}{1+i^n}$ sebagai faktor present value
Misal tahun 2019 sebagai periode 1, -697.723.729,79 x $\frac{1}{(1+0,12)^1}$
-697.723.729,79 x 0,892857143 = -622.967.616.

Perhitungan ini dilakukan sampai periode 30, kemudian dikurangi nilai investasi dan menghasilkan NPV sebesar Rp. 3.069.536.483,92

2. Menentukan nilai IRR
- a. Mencari total biaya, yaitu dengan mengurangi total pendapatan dengan total biaya pengeluaran setiap tahunnya
- b. Mencari *cashflow* dengan menjumlahkan total pendapatan dan pengeluaran setiap tahunnya, nilai *cashflow* diambil pada periode pertama dengan nilai -697.723.729,79
- c. Menghitung penghasilan kena pajak (PKP) dengan mengurangi *cashflow* setiap tahunnya dengan nilai depresiasi, nilai PKP diambil pada periode pertama dengan nilai -697.723.729,79 - 339.241.833,33, PKP= - 1.040.965.563,12
- d. Menghitung besaran pajak yang harus dibayar tiap tahunnya (PKP x 15%) dan besaran pajak yang harus dibayarkan pada periode pertama ini sebesar 0
- e. Menghitung *cashflow* setelah pajak dengan mengurangi *cashflow* dengan besaran pajak tiap tahunnya, besaran *cashflow* setelah pajak adalah - 697.723.729,79
- f. Menghitung nilai NPV dengan rumus (2.1) dimana nilai *discount rate* yang digunakan adalah 15% dan 10% dimana

perhitungan nilai NPV ini sama seperti perhitungan NPV sebelumnya dan nilai NPV yang dihasilkan sebesar Rp. 822.777.960 dan Rp. 5.732.178.204

- g. Menghitung nilai IRR dengan rumus (2.2) dengan menggunakan NPV *discount rate* 15% dan 10%
- h. Perhitungan nilai IRR adalah sebagai berikut

IRR

$$= iNPV_+ + \frac{NPV_+}{(NPV_+ - NPV_-)} (iNPV_- - iNPV_+)$$

IRR

$$= 10\% + \frac{5.732.178.204}{(5.732.178.204 - 822.777.960)} (15\% - 10\%)$$

$$IRR = 16\%$$

3. Menentukan Nilai AE

- a. Mencari total pendapatan dan total pengeluaran setiap tahunnya, pada periode pertama dengan pendapatan sebesar 1.341.688.305 dan pengeluaran sebesar 1.919.412.034,66
- b. Mengalikan masing-masing pendapatan (EUAB) dan pengeluaran (EUAC) setiap tahunnya dengan faktor bunga 12% dan menghasilkan EUAB sebesar 161.002.597 dan EUAC sebesar 230.329.444,16 perhitungan ini dilakukan selama 30 tahun masa operasi

c. Mengurangi total EUAB dan EUAC selama masa operasi 30 tahun

d. Perhitungan nilai AE adalah sebagai berikut

$$EUAB = \text{Rp. } 22.739.637.977,00$$

$$EUAC = \text{Rp. } 14.360.181.179,84$$

$$AE = EUAB - EUAC$$

$$AE = \text{Rp. } 22.739.637.977,00 -$$

$$\text{Rp. } 14.360.181.179,84$$

$$AE = \text{Rp. } 11.379.456.257,14$$

4. Menentukan nilai BCR

a. Mencari total pendapatan dan total pengeluaran setiap tahunnya, misal pada periode pertama dengan pendapatan sebesar 1.341.688.305 dan pengeluaran sebesar 1.919.412.034,66

b. Menjumlahkan masing-masing total pendapatan dengan total biaya, dengan nilai sebesar Rp. 25.739.637.977,00 dan Rp. 14.360.181.179,84

c. Membagi total pendapatan dengan total pengeluaran

BCR

$$= \text{Rp. } 25.739.637.977,00$$

$$/ \text{Rp. } 14.360.181.179,84$$

$$BCR = 1,79$$

Dari hasil perhitungan analisis finansial dengan investasi sebesar Rp. 10.297.255.000,00, pendapatan sebesar Rp. 214.496.983.141 dan biaya operasional sebesar Rp. 119.668.180.999 selama 30 tahun dengan tingkat suku bunga 12% per tahun menghasilkan NPV = 3.069.536.483,92, BCR = 1,79, AE =

11.379.456.257,14 dan IRR=16%. Pada situasi dan kondisi tertentu tidak menutup kemungkinan terjadinya perubahan pada setiap nilai pendapatan atau pengeluaran dikarenakan turunnya pendapatan dan meningkatnya biaya operasional. Penurunan pendapatan disebabkan karena tingkat hunian kamar yang berkurang, hal ini bisa saja terjadi karena kedatangan wisatawan yang berkunjung ke Nusa Penida akan selalu berubah-ubah seiring dengan musim liburan yang ada. Pada bulan-bulan tertentu akan sepi pengunjung namun pada saat liburan seperti bulan Juli sampai September atau bulan Desember sampai Januari tingkat hunian akan meningkat, ini akan mempengaruhi tingkat hunian kamar selama setahun. Peningkatan biaya operasional bisa saja terjadi karena beberapa hal seperti meningkatnya biaya perawatan seiring dengan umur investasi atau meningkatnya jumlah karyawan untuk dapat memberikan pelayanan yang optimal kepada tamu. Dalam kasus ini investasi tergolong dalam katagori layak karena memenuhi syarat $NPV > 0$, $IRR > MARR$, $AE > 0$ dan $BCR > 1$.

Analisis Payback Period

Berdasarkan *Payback Period* pada pembangunan The Mesare Villa digunakan dengan mengacu pada asumsi bahwa komponen manfaat dan komponen biaya yang dihasilkan dari suatu analisis kuantitatif pada dasarnya mempresentasikan 'Cash

flow'. Dengan cara grafis lebih menggambarkan secara sederhana dari kondisi *Cash flow* yang dapat dibandingkan dengan cara analisis. *Payback Period* dilakukan setelah analisis NPV, BCR, AE dan IRR dilakukan dan menghasilkan nilai yang layak. Diketahui *Payback Period* terjadi pada tahun 2036 dimana pada tahun tersebut telah terjadi *Break Event Point* disaat nilai komulatif pendapatan telah melampaui nilai komulatif biaya.

Analisis Sensitifitas

Analisis sensitifitas pembangunan The Mesare Villa dilakukan untuk mengetahui sejauh mana dampak parameter-parameter investasi. Dari tabel *cash flow* didapat data sebagai berikut:

Investasi = 10.297.255.000,00

Annual Benefit = 7.149.899.438

Annual Cost = 3.988.939.367

Nilai Sisa Umur Investasi = 80.978.161.710,95

Umur Investasi = 32 Tahun

Suku Bunga = 12%

Rumus sensitifitasnya:

$$NPV = -I + Ab (P/A, i, n) + S (P/F, i, n) - Ac (P/A, i, n)$$

Analisis sensitifitas investasinya :

$$NPV = -I + Ab (P/A, i, n) + S (P/F, i, n) - Ac (P/A, i, n)$$

$$= -I + Rp. 7.149.899.438 (8,1116) + Rp. 80.978.161.710,95 (0,0266) - Rp. 3.988.939.367 (8,1116)$$

$$0 = -I + Rp. 27.794.462.817$$

$$I = Rp. 27.794.462.817$$

Artinya investasi akan sensitif pada nilai Rp. 27.794.462.817,00 dimana jika biaya investasi meningkat dari Rp. 10.297.255.000,00 sampai Rp. 27.794.462.817,00 investasi masih tetap layak, namun jika kenaikan telah melampaui angka Rp. 27.794.462.817,00, maka investasi yang dimaksud tidak layak lagi.

Analisa sensitifitas benefitnya :

$$\begin{aligned} NPV &= -I + Ab (P/A,i,n) + S \\ &(P/F,i,n) - Ac (P/A,I,n) \\ &= -Rp. 10.297.255.000 + Ab (8,1116) \\ &+ Rp. 80.978.161.710,95 (0,0266) - \\ &Rp. 3.988.939.367 (8,1116) \\ 0 &= Ab (8,1116) - Rp. \\ &40.499.916.464,78 \end{aligned}$$

$$Ab = Rp. 4.992.839.448$$

Artinya *annual benefit* akan sensitif pada angka Rp. 4.992.839.448 jika realisasi benefit lebih kecil dari angka tersebut, maka investasi menjadi tidak layak lagi. Jadi, penurunan benefit hanya dibenarkan sampai angka Rp. 4.992.839.448.

Analisis sensitifitas costnya :

$$\begin{aligned} NPV &= -I + Ab (P/A,i,n) + S (P/F,i,n) \\ &- Ac (P/A,I,n) \\ &= -Rp. 10.297.255.000 + Rp. \\ &7.149.899.438 (8,1116) + \\ &Rp. 80.978.161.710,95 \\ &(0,0266) - Ac (8,1116) \end{aligned}$$

$$0 = Rp. 49.853.888.383 - Ac (8,1116)$$

$$Ac = Rp. 6.145.999.356$$

Artinya *operation cost* akan sensitif pada nilai Rp. 6.145.999.356 apabila peningkatan biaya operasional melebihi angka diatas, investasi dikatakan tidak layak.

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Analisis kelayakan finansial pada dasarnya dikembangkan dalam usaha mencari suatu ukuran yang menyeluruh yang dapat menggambarkan tingkat kelayakan proyek. Berdasarkan perhitungan analisis finansial yang telah dilakukan pada proyek The Mesare Villa maka didapatkan hasil sebagai berikut:

1. The Mesare Villa direncanakan beroperasi tahun 2019, dengan empat jenis pemasukan yaitu bidang akomodasi, fasilitas spa, fasilitas yoga dan fasilitas *Pool bar* dimana masing-masing besaran tarif sebesar Rp.500.000,00 *per pax* untuk bidang spa, Rp.120.000,00 untuk pool bar, Rp.200.000,00 untuk Fasilitas Yoga dan Rp 1.300.000,00 untuk bidang akomodasi, dimana angka tersebut didapat dari harga *low season* bidang akomodasi. Dengan tingkat suku bunga 12%, analisis finansial menunjukkan:

- 1) Nilai *Net Present Value* (NPV) = Rp. 3.069.536.483,92 (NPV>0) Dengan mengacu kriteria metode Net Present Value (NPV), maka investasi dikatakan layak jika NPV > 0, sedangkan jika NPV < 0 maka investasi dikatakan tidak layak. Dari kriteria diatas maka pembangunan The Mesare Villa layak untuk dilaksanakan.

2) Nilai *Benefit Cost Ratio* (BCR) = 1,79 (BCR>1) dengan mengacu kriteria metode *Benefit Cost Ratio* (BCR) suatu investasi dikatakan layak bila $BCR \geq 1$. Sebaliknya bila $BCR < 1$ maka investasi dikatakan tidak layak. Dari kriteria diatas maka pembangunan The Mesare Villa layak untuk dilaksanakan.

3) Nilai *Intenal Rate of Return* (IRR) = 16% nilai IRR pembangunan The Mesare Villa lebih besar dari tingkat suku bunga MARR sebesar 12% maka pembangunan The Mesare Villa layak untuk dilaksanakan.

4) Nilai *Annual Equivalent* (AE) = Rp. 11.379.456.257,14 (AE > 0) dengan mengacu kriteria metode *Annual Equivalent* (AE), maka investasi dikatakan layak jika $AE > 0$, sedangkan jika $AE < 0$ maka investasi dikatakan tidak layak. Dari kriteria diatas maka pembangunan The Mesare Villa layak untuk dilaksanakan

2. Sensitifitas The Mesare Villa

Karena nilai-nilai parameter dalam studi kelayakan biasanya diestimasikan besarnya, maka jelas nilai-nilai tersebut tidak bisa lepas dari faktor kesalahan. Artinya, nilai-nilai parameter tersebut mungkin lebih besar atau lebih kecil dari hasil estimasi yang diperoleh, atau berubah pada saat-

saat tertentu. Perubahan-perubahan yang terjadi pada nilai-nilai parameter tentunya akan mengakibatkan perubahan-perubahan pula pada tingkat output atau hasil yang ditunjukkan oleh suatu alternatif investasi.

Berdasarkan perhitungan analisis sensitifitas yang telah dilakukan pada pembangunan The Mesare Villa maka didapatkan hasil sebagai berikut:

1) Analisis sensitifitas investasi akan sensitif pada nilai Rp. 27.794.462.817,00 dimana jika biaya investasi meningkat dari Rp. 10.297.255.000,00 sampai Rp. 27.794.462.817,00 investasi masih tetap layak, namun jika kenaikan telah melampaui angka Rp. 27.794.462.817,00, maka investasi yang dimaksud tidak layak lagi.

2) Analisis sensitifitas *benefit* akan sensitif pada angka Rp. 4.992.839.448 jika realisasi benefit lebih kecil dari angka tersebut, maka investasi menjadi tidak layak lagi. Jadi, penurunan benefit hanya dibenarkan sampai angka Rp. 4.992.839.448.

3) Analisis sensitifitas *Cost* menghasilkan *Ac* (*Annual Cost*) senilai Rp. 6.145.999.356 artinya *operation cost* akan sensitif pada nilai Rp. 6.145.999.356 apabila peningkatan biaya

operasional melebihi angka diatas, maka investasi dikatakan tidak layak.

Saran

Saran yang dapat diberikan berdasarkan hasil penelitian mengenai Analisis Kelayakan Finansial Pada Pembangunan Villa (Studi Kasus: Pembangunan The Mesare Villa Nusa Penida) adalah sebagai berikut :

1. Pada penelitian selanjutnya, pada analisis sensitifitas diharapkan menganalisis tingkat suku bunga untuk mengetahui seberapa sensitif investasi tersebut jika terjadi kenaikan suku bunga yang tinggi.
2. Dari hasil analisis finansial sebaiknya pihak pengelola mempertimbangkan untuk menekan biaya operasional dan perawatan guna meningkatkan benefit dan mempercepat *break event point*.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdul, Halim. 2005. *Analisis Investasi Edisi Kedua*. Salemba Empat, Jakarta.
- Adisasmita, H.R. 2010. *Pembangunan dan Tata Ruang*. Graha ilmu, Yogyakarta.
- Badan Pusat Statistik, 2017. *Kabupaten Klungkung Dalam Angka 2017*. Kabupaten Klungkung
- Fitriani, Heni. 2010. *Analisa Kelayakan finansial Pasar Tradisional Modern Plaju Palembang*, : Jurnal Rekayasa Sriwijaya No 1 Volume 19. Program Teknik Sipil. Universitas Sriwijaya.
- Giatman, M. 2007. *Ekonomi Teknik* Raja Gravindo Persada, Jakarta.
- Hadi, Sutrisno. 1982. *Metodologo Reseach*, Fakultas Psikologi UGM, Bandung.
- Husnan,S dan Muhammad, S. 2000. *Studi Kelayakan Proyek*, UUP STIM YKPN. Yogyakarta.
- Jumingan. 2014. *Studi Kelayakan Bisnis*. Bumi Aksara, Jakarta.
- Kasmir dan jakfar. 2012. *Study Kelayakan Bisnis Edisi Revisi*. Kencana Pramedia Group, Jakarta.
- Margi, Ketut. 2005. *Pariwisata Dan Kebudayaan*, Singaraja: IKIP Negeri Singaraja.
- Marlina, Endy. 2008. *Panduan Perencanaan Bangunan Komersial*. Endi, Yogyakarta.
- Messah, Yunita A. 2015. *Studi Kelayakan Finansial Investasi Perumahan Ume Malinan Permai Kabupaten Kupang* : Jurnal Teknik Sipil Volume IV, No 2. Binus University.2014. *Landasan Teori Investasi*.
- Mulyadi. 2001. *Akutansi Manajemnt*. STIE YKPN, Yogyakarta.
- Mulyadi. 2003. *Akutansi Manajemen: Konsep, Manfaat dan Rekayasa*. Edisi Tiga, Salemba Empat, Jakarta.

- Pitana, I Geede. 2003. Dalam Makalah *Reinvention Of Bali: Menata Bali Pasca Tragedi Menuju Pariwisata Berkualitas dan Berkelanjutan*. Universitas Udayana, Denpasar.
- Pujawan, I Nyoman. 2008. *Ekonomi Teknik Edisi Ke dua*. Guna Widya, Surabaya.
- Riyanto, Bambang. 2004. *Dasar-Dasar Pembelajaran Perusahaan*, BPFCEdisi Ke 4, Yogyakarta.
- Soemarwoto, Otto. 2004. *Ekologi, Lingkungan Hidup Dan Pembangunan*. Djambatan, Jakarta.
- Sudjana, Nana dan Ibrahim. 1989. *Penelitian dan Penilaian Pendidikan*, Sinar Baru, Bandung.
- Supriyono, R.A. 2001. *Akutansi Biaya (Perencanaan dan Pengendalian Biaya Serta Pembuatan Keputusan) Edisi Ke Dua*. BPFCE, Yogyakarta.
- Suratman. 2001. *Studi Kelayakan Proyek :Teknik dan Prosedur Penyusunan Laporan* , Edisi Pertama, J & J Learning, Yogyakarta.
- Utomo, Crhistiono. 2014. *Analisa Investasi Hotel Pesonna Makasar*: Jurnal Teknik Pomits Volume 3 no 2. Program Teknik Sipil. Institut Teknologi Sepuluh November.

EVALUASI KINERJA DAN TINGKAT PELAYANAN SIMPANG BERSINYAL (Studi Kasus: Simpang Kediri Kabupaten Tabanan)

A.A.A Made Cahaya Wardani, Made Novia Indriani, I Nengah Merta Saputra

Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik
Universitas Hindu Indonesia
Jl. Sangalangit, Tembawu, Penatih, Denpasar (0361) 464700
agungmadecahaya@yahoo.com madenovia@gmail.com
mertamerta9@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini dilakukan di Simpang Kediri Kabupaten Tabanan karena tingginya aktifitas masyarakat yang menggunakan kendaraan bermotor. Sehingga perlu dilakukan penelitian khususnya pada simpang bersinyal, Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi apakah penggunaan sinyal (*Traffic Light*) pada simpang masih mempunyai kinerja yang baik.

Perhitungan evaluasi dan alternatif yang diterapkan dalam penelitian ini berpedoman pada metode MKJI 1997. Data primer yang diambil dalam penelitian berupa geometrik simpang, data arus lalu lintas, data sinyal, dan hambatan samping. Sedangkan data sekunder yang dibutuhkan adalah tipe lingkungan jalan, jumlah penduduk Kabupaten Tabanan. Penelitian ini diharapkan bermanfaat bagi Dinas Pekerjaan Umum dan Dinas Perhubungan, dan dapat dijadikan pertimbangan perencanaan di masa yang akan datang

Berdasarkan hasil perhitungan data dapat diketahui bahwa kinerja dan tingkat pelayanan simpang bersinyal pada kondisi exsisting melebihi ketentuan MKJI 1997 dengan nilai derajat kejenuhan 2.46. Tundaan simpang rata – rata 1096.31 det/smp yang berarti bahwa simpang Kediri Kabupaten Tabanan termasuk dalam tingkat pelayanan F. Dari hasil alternatif perbaikan didapat 4 alternatif perbaikan. Alternatif Perbaikan 1 perubahan waktu hilang (LTI) 12 detik. Alternatif perubahan waktu hijau (g) pada pendekat Utara 8 detik, pendekat Timur 23 detik dan pendekat Barat 14 detik. Alternatif 3 perubahan waktu siklus (c) 100 detik. Alternatif 4 perubahan waktu siklus (c) 100 detik dengan waktu hilang (LTI) 12 detik. Dari 4 alternatif dicobakan , maka alternatif 4 merupakan alterntif yang baik karena dapat menurunkan derajat kejenuhan, panjang antrian dan tingkat pelayanan simpang D.

Kata kunci : Simpang Bersinyal, kinerja simpang, tingkat pelayanan, MKJI 1997

I PENDAHULUAN

Simpang adalah Simpul pada jaringan jalan dimana jalan – jalan bertemu dan lintasan kendaraan berpotongan lalu lintas pada masing–masing kaki persimpangan

menggunakan ruang jalan pada persimpangan secara bersama – sama dengan lalu lintas lainnya. Persimpangan merupakan faktor penting dalam menentukan kapasitas dan waktu perjalanan pada suatu jaringan jalan, khususnya daerah

perkotaan. Salah satu titik ruas jalan yang mempunyai peranan besar di Kabupaten Tabanan adalah Simpang Kediri. Simpang Kediri merupakan simpang yang terletak di Kecamatan Kediri Kabupaten Tabanan yang mempunyai empat lengan simpang bersinyal dan memiliki tiga fase dimana ditengah – tengah simpang terdapat bundaran yang harus dilewati oleh kendaraan bermotor. Pada simpang Kediri merupakan pertemuan dari empat arah yaitu lengan sebelah utara Jalan Ngurah Rai, lengan sebelah timur Jalan Ahmad Yani, lengan sebelah selatan Jalan MH Thamrin, lengan sebelah barat Jalan Dr. Ir. Soekarno. Dari hasil pengamatan dilapangan kemacetan pada simpang diperkirakan oleh pengturan waktu lampu lalu lintas kurang optimal. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kinerja dan tingkat pelayanan simpang ekisisting dan mencari alternatif perbaikan pada simpang Kediri Kabupaten Tabanan.

II TINJAUAN PUSTAKA

Simpang bersinyal adalah simpang yang dikendalikan oleh sinyal lalu lintas, sinyal lalu lintas adalah semua peralatan pengatur lalu lintas yang menggunakan tenaga listrik, rambu dan marka jalan. Untuk mengarahkan atau memperingatkan pengemudi kendaraan bermotor, pengendara sepeda, atau pejalan kaki (Oglesby dan Hick,1982).

Persimpangan ini termasuk simpang bersinyal yang memiliki tiga

fase sinyal dan empat lengan persimpangan, pada Gambar 1.



Gambar 1 Lokasi Penelitian
Sumber: Google maps (2018)

Arus jenuh nyata (S)

Yang dimaksud dengan arus jenuh nyata adalah hasil perkalian dari arus jenuh dasar (So) untuk keadaan standar, dengan faktor penyesuaian (F). Dinyatakan dengan rumus:

$$S = SO \times FCS \times FSF \times FG \times FP \times FRT \times FLT \dots \dots \dots (1)$$

Keterangan:

- SO = arus jenuh dasar
- FCS = faktor koreksi ukuran kota
- FSF = faktor koreksi hambatan samping
- FG = faktor koreksi kelandaian
- FP = faktor koreksi parkir
- FRT = faktor koreksi belok kanan
- FLT = faktor koreksi belok kiri

Faktor Ukuran Kota (FCS)

Yaitu ukuran besarnya jumlah penduduk yang tinggal dalam suatu daerah perkotaan (MKJI 1997). Untuk menentukan nilai faktor ukuran kota digunakan Tabel 1

Tabel 1 Faktor koreksi ukuran kota (FCS) untuk simpang

Jumlah Penduduk (dalam juta)	Faktor penyesuaian ukuran kota (Fcs)
>3,0	1,05
1,0 – 3,0	1,00
0,5 – 1,0	0,94
0,1 – 0,5	0,83
< 0,1	0,82

Sumber: MKJI (1997)

Faktor Hambatan Samping (FSF)

Yaitu interaksi antara arus lalu lintas dan kegiatan samping jalan yang menyebabkan pengurangan terhadap arus jenuh didalam pendekat (MKJI 1997). Dari jenis lingkungan jalan, tingkat hambatan samping dan rasio kendaraan tak bermotor didapat faktor penyesuaian hambatan samping. Faktor Penyesuaian untuk Pengaruh Parkir Faktor penyesuaian untuk pengaruh parkir dapat disesuaikan dengan rumus sebagai berikut:

$$F_p = [L_p/3 - (W_a - 2) \times (L_p/3 - g)/W_a] \dots \dots \dots (2)$$

Keterangan

- F_p = faktor Penyesuaian untuk pengaruh parkir dan lajur belok kiri yang pendek
- W_a = lebar pendekat (m)
- G = waktu hijau (detik)
- L_p = jarak antara garis henti dan kendaraan parker pertama (m)

Faktor Belok Kanan (FRT)

Faktor koreksi terhadap arus belok kanan pada pendekat yang ditinjau, dapat dihitung dengan rumus:

$$FR = 1 + PRT \times 0,26 \dots \dots \dots (3)$$

Keterangan

PRT= rasio arus belok kanan pada pendekat

Faktor Belok Kiri (FLT)

Pengaruh arus belok kiri dihitung dengan rumus:

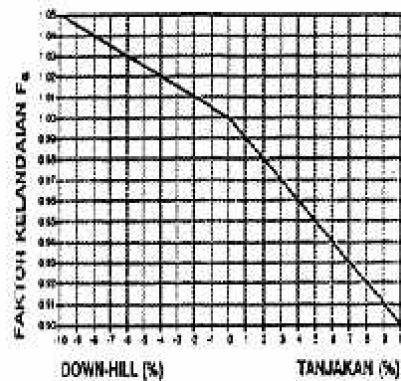
$$FLT = 1 - PLT \times 0,16 \dots \dots \dots (4)$$

Keterangan

PLT = rasio arus belok kiri pada pendekat

Faktor Kelandaian (FG)

Pada pendekat dengan gradien positif (naik), maka arus jenuh berkurang. Sebaliknya pada persimpangan yang menurun, maka arus jenuh meningkat. Faktor penyesuaian kelandaian pendekat atau gradien ditentukan dengan menggunakan Gambar 2.



Gambar 2 Grafik Faktor Penyesuaian untuk kelandaian

Sumber: MKJI (1997)

Rasio Arus (FR)

Rasio arus (FR) merupakan rasio arus lalu lintas terhadap arus jenuh masing

– masing pendekat (MKJI 1997). Rasio arus (FR) dihitung dengan rumus:

$$FR = Q/S.....(5)$$

Keterangan

FR = rasio arus

Q = arus lalu lintas (smp/jam)

S = arus jenuh (smp/jam)

Untuk arus kritis dihitung dengan rumus:

$$PR = FR_{crit} / IFR.....(6)$$

Keterangan

IFR = perbandingan arus simpang

$\Sigma(FR_{crit})$

PR = rasio fase

FR_{erit} = nilai FR tertinggi dari semua pendekat yang berangkat pada suatu fase sinyal

Waktu Siklus Sebelum

Penyesuaian (cuaca)

Waktu siklus adalah waktu untuk urutan lengkap dan indikasi sinyal waktu siklus yang telah disesuaikan (c) berdasarkan (MKJI 1997). Waktu siklus sebelum penyesuaian (Cua) untuk pengendalian waktu tetap dapat dihitung menggunakan rumus:

$$Cua = (1,5 \times LTI + 5) / (1 - IFR).....(7)$$

Keterangan

cua = waktu siklus pra penyesuaian sinyal (detik)

LTI = total waktu hilang per siklus (detik)

FR_{crit} = Nilai FR tertinggi dari semua pendekat yang berangkat pada suatu fase sinyal

IFR = $\Sigma(FR_{crit})$ = Rasio arus simpang = Jumlah FR_{crit} dari seluruh fase pada siklus tersebut.

Waktu siklus yang didapat kemudian disesuaikan dengan waktu siklus

yang direkomendasikan seperti pada Tabel 2

Tabel 2 Waktu siklus yang layak untuk simpang

Tipe Pengaturan	Waktu Siklus (det)
2 Fase	40 – 80
3 Fase	50 – 100
4 Fase	60 - 130

Sumber: MKJI (1997)

Waktu Hijau (g)

Waktu hijau adalah waktu nyala hijau dalam suatu pendekat (MKJI, 1997). Perhitungan waktu hijau untuk setiap fase dapat dihitung dengan rumus:

$$g_i = (cua - LTI) \times PR_i.....(8)$$

keterangan

g_i = waktu hijau dalam fase-i (detik)

LTI = total waktu hilang per siklus (detik)

Cua = waktu siklus pra penyesuaian sinyal (detik)

PR_i = perbandingan fase FR_{kritis} / $\Sigma(FR_{kritis})$

Waktu Siklus yang Disesuaikan (c)

Waktu siklus yang disesuaikan (c) dihitung pada waktu hijau yang diperoleh dan telah dibulatkan dengan waktu hilang. Dinyatakan dengan rumus sebagai berikut:

$$(MKJI 1997)c = \Sigma g + LTI(9)$$

Keterangan

c = Waktu siklus (detik)

Σg = Jumlah waktu hijau (detik)

LTI = Waktu hilang total (detik)

Kapasitas Persimpangan (C)

Kapasitas adalah arus lalu lintas maksimum yang dapat dipertahankan.

Kapasitas simpang dinyatakan dengan rumus:

$$C = S \times g/c \dots\dots\dots(10)$$

Keterangan:

- C = kapasitas (smp/jam)
- S = arus jenuh (smp/jam)
- g = waktu hijau (detik)
- c = waktu siklus (detik)

Derajat Kejenuhan (DS)

Derajat kejenuhan (DS) didefinisikan sebagai rasio volume (Q) terhadap kapasitas (C) (MKJI 1997) Rumus untuk menghitung derajat kejenuhan adalah:

$$DS = Q / C \dots\dots\dots(11)$$

Keterangan

- Q = arus lalu lintas (smp/jam)
- C = kapasitas (smp/jam)

Panjang Antrian (QL)

Yang dimaksud dengan Panjang antrian adalah banyaknya kendaraan yang berada pada persimpangan tiap jalur saat nyala lampu merah (MKJI 1997). Rumus untuk menentukan rata – rata panjang antrian adalah: Untuk derajat kejenuhan (DS) > 0,5, maka:

$$NQ = 0,25 \times C \left\{ (DS-1) + \sqrt{(DS-1)^2 + \frac{8(DS-0,5)}{C}} \right\} \dots\dots\dots 12$$

Untuk derajat kejenuhan (DS) < 0,5, maka: NQ1 = 0

Keterangan

- NQ1 = jumlah smp yang tertinggal dari fase hijau sebelumnya
- C = kapasitas (smp/jam)
- DS = derajat kejenuhan
- Jumlah antrian satuan mobil penumpang yang datang selama fase merah (NQ2) dengan formula:

$$NQ 2 = cx \frac{1-GR}{1-GRxDS} \times \frac{Q}{3600} \dots\dots\dots 13$$

Keterangan

- NQ2 = jumlah antrian smp yang datang selama fase merah
- DS = derajat kejenuhan
- Q = volume lalu lintas (smp/jam)
- c = waktu siklus (detik)

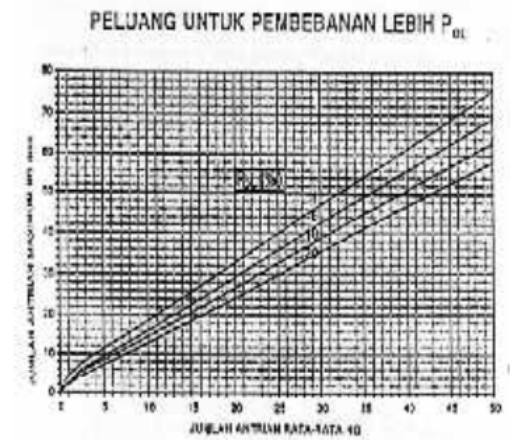
$$GR = gi/c$$

Jumlah kendaraan antrian total menjadi

$$NQ = NQ1 + NQ \dots\dots\dots(14)$$

Maka panjang antrian kendaraan adalah dengan mengalikan NQmax dengan luas rata-rata yang diperlukan per smp (10m2) kemudian dibagi dengan lebar masuknya. NQmax didapat dengan menyesuaikan nilai NQ dalam hal peluang yang diinginkan untuk terjadinya pembebanan lebih POL (%) dengan menggunakan Gambar 2 untuk perencanaan dan perancangan disarankan POL < 5%, untuk operasi suatu nilai POL = 5 – 10% mungkin dapat diterima:

$$QL = (NQ_{max} \times 20) / W_{masuk} \dots\dots\dots(15)$$



Gambar 3. perhitungan jumlah antrian (NQmax) dalam smp
Sumber: MKJI (1997)

Tundaan (Delay)

Tundaan adalah rata-rata waktu tunggu tiap kendaraan yang masuk dalam pendekat. Tundaan pada persimpangan terdiri dari 2 yaitu tundaan lalu lintas (DT) dan tundaan geometrik (DG):

$$D = DT + DG \dots \dots \dots (16)$$

Keterangan

D = Tundaan rata-rata tiap pendekat

DT = rata-rata tundaan lalu lintas tiap pendekat (detik/smp)

DG = rata-rata tundaan geometrik tiap pendekat (detik/smp)

Tingkat Pelayanan Persimpangan
Tingkat pelayanan persimpangan adalah ukuran kuantitatif yang memberikan gambaran dari pengguna jalan mengenai kondisi lalu lintas, aspek dari tingkat pelayanan dapat berupa kapasitas, tundaan kenyamanan, keamanan, dan lain – lain (MKJI 1997). Hubungan tundaan dengan tingkat pelayanan sebagai acuan penelian persimpangan, seperti Tabel 3.

Tabel 3 Hubungan tundaan dengan tingkat pelayanan

Tingkat Pelayanan	Tundaan (detik/smp)
A (sangat lancar)	< 5
B (lancar)	5,10 – 15,0
C (cukup lancar)	15,1 – 25,0
D (agak macet)	25,1 – 40,0
E (macet)	40,1 – 60,0
F (macet sekali)	> 60,0

Sumber: Permenhub Nomor 14 Tahun 2006

III METODE PENELITIAN

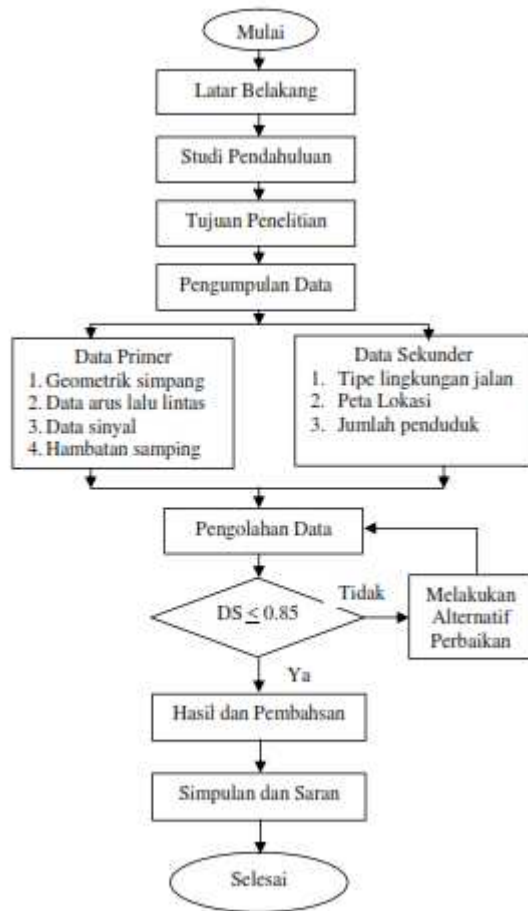
Penelitian yang digunakan dalam penelitian ini mengacu pada penelitian deskriptif kuantitatif. Metode penelitian deskriptif kuantitatif ini dengan spesifikasi sistematis, terencana dan terstruktur. Penelitian ini banyak memerlukan penggunaan angka, mulai dari pengumpulan data, penafsiran terhadap data tersebut, serta penampilan dari hasilnya. Data berupa angka-angka diperoleh dari hasil survei di lapangan sebagai data primer.

Waktu pelaksanaan penelitian Waktu penelitian dilakukan pada masing-masing lengan persimpangan jalan terdiri dari beberapa orang pengamat untuk mengamati kendaraan belok kiri, lurus, dan belok kanan. Waktu penelitian di ambil selama 40 jam (MKJI 1997) yaitu:

- a. Pagi hari antara pukul 06.00 sampai dengan 09.00 WITA dimana waktu tersebut di anggap sebagai waktu awal melakukan beraktifitas
- b. Siang hari antara pukul 11.00 sampai dengan 14.00 WITA dimana waktu tersebut di anggap sebagai waktu istirahat setelah melakukan aktifitas
- c. Sore hari antara pukul 16.00 sampai dengan 19.00 WITA dimana waktu tersebut di anggap sebagai waktu keputangan setelah melakukan aktifitas.

Survei volume arus lalu lintas dilaksanakan selama 5 hari yaitu hari senin, selasa, rabu mewakili hari kerja

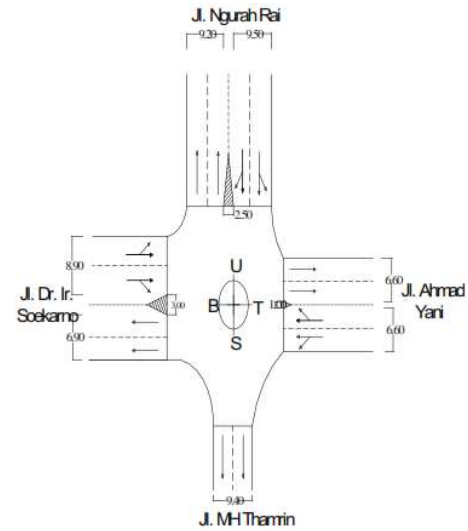
dan hari Sabtu dan minggu mewakili hari libur.



Gambar 4 Diagram alir penelitian

IV HASIL DAN PEMBAHASAN Data Geometrik

Data geometrik simpang meliputi pengukuran lebar setiap ruas jalan dan lebar pendekat pada simpang bersinyal. Dari hasil penelitian pada Simpang Kediri Kabupaten Tabanan diperoleh data geometrik pada Gambar 5.



Gambar 5 Geometrik Simpang
Sumber: Hasil survei (2018)

Tabel. 4 Data geometrik simpang

Pende kat	Tipe Pend ekat	Lebar Pendekat (m)		
		W _A	W _{ma suk}	W _{kel uar}
Utara	P	9.5	9.5	9.4
Timur	P	6.6	6.6	6.9
Barat	P	8.9	8.9	6.6

Sumber: Hasil survei (2018)

Data Lampu Lalu Lintas

Survei pada Simpang Kediri Kabupaten Tabanan meliputi pencatatan lama nyala waktu hijau, kuning dan merah untuk setiap sinyal lampu lalu lintas (traffic Light). Data hasil penelitian dapat dilihat pada Tabel 5.

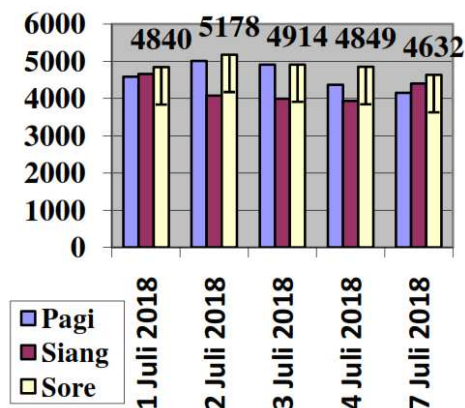
Tabel 5 Hasil penelitian waktu sinyal (Kondisi ekisting)

Pendekat	Hijau (detik)	Kuning (detik)	Merah (detik)	All Red (detik)
Utara	23	3	190	18
Timur	112	3	101	18
Barat	18	3	195	18

Sumber: Hasil survei (2018)

Data Arus Lalu Lintas

Volume arus lalu lintas pada jam puncak terdapat pada sore hari pada tanggal 2 Juli 2018 sebesar 5178 kend/jam. Ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 6 Diagram Survei kendaraan bermotor
 Sumber: Hasil survei (2018)

Dari hasil diagram survei kendaraan bermotor volume arus lalu lintas. Ditunjukkan pada Tabel 6

Pendekat	Jl. Ngruh Rai (Utara)	Jl. Ahmad Yani (Timur)	Jl. Dr. Ir. Soekarno (Barat)
	Kend/Jam	Kend/Jam	Kend/Jam
RT	523	597	481
ST	449	856	716
LT	465	598	493
Jumlah	1437	2051	1690

Sumber: Hasil survei (2018)

Arus lalu lintas untuk setiap gerakan belok kiri (QLT), belok kanan (QRT) dan lurus (QST) di konversi per jam menjadi satuan mobil penumpang (smp) per jam dengan menggunakan ekivalen mobil penumpang (emp) untuk masing masing pendekat terlindung dan terlawan.

Tabel 7 Hasil perhitungan arus lalu lintas

Pendekat	Utara	Timur	Barat
Q_{LV} (smp/jam)	295	468	491
Q_{HV} (smp/jam)	16.9	236.6	127.4
Q_{MC} (smp/jam)	225.8	280.2	220.2
Total	538	985	839

Sumber: Hasil analisis (2018)

Nilai Kinerja dan Tingkat Pelayanan Simpang Bersinyal dengan menggunakan Metode MKJI 1997 Kinerja Simpang Eksisting

Dengan menggunakan metode MKJI 1997 kinerja simpang eksisting pada Simpang Kediri Kabupaten Tabanan dapat dilihat pada Tabel 8 dengan tingkat pelayanan simpang dihasilkan F.

Tabel 8 Kinerja simpang bersinyal kondisi eksisting

Pendekat	Utara	Timur	Barat
S	4479	3029	4086
C	447	1571	341
DS	1.13	0.63	2.46
NQ	67	42	311
QL	168	176	180
D	196830. 1	42530. 2	2349139 .7
TP	F	F	F

Sumber: Hasil analisis (2018)

Keterangan

S = Arus Jenuh (smp/jam)

C = Kapasitas (smp/jam)

DS = Derajat kejenuhan

NQ= Jumlah antrian (smp)

QL = Panjang antrian (m)

D = Tundaan (detik/smp)

TP = Tingkat Pelayanan

Dari tabel kinerja simpang eksisting dengan metode MKJI 1997 didapat derajat kejenuhan pada semua pendekat yaitu pendekat utara sebesar 1.13, pendekat timur 0.63 dan pendekat barat 2.46, panjang antrian pendekat utara 168 m, pendekat timur 176 m dan pendekat barat 180 m. Panjang antrian ini terjadi

karena jalan Dr. Ir. Soekarno (Barat) dan Jl. Ahmad Yani (Timur) merupakan jalan penghubung dari satu Kabupaten Ke Kabupaten Lainnya. Hal ini dapat dilihat dari nilai derajat kejenuhan pada pendekat barat melebihi batas standar ketentuan MKJI 1997 dimana $DS > 0.85$. Dari hasil nilai tundaan simpang rata-rata 1096.31 detik/smp maka tingkat pelayanan simpang katagori F.

Alternatif Perbaikan Simpang Bersinyal Alternatif I

Alternatif I

Alternatif I dirancang dengan merubah waktu hilang (LTI) sebesar 12 detik

Alternatif II

Alternatif II dirancang dengan merubah waktu hijau (g) pada masing – masing pendekat yaitu pada pendekat utara sebesar 8 detik, pendekat timur sebesar 23 detik dan pendekat barat 14 detik.

Alternatif III

Alternatif III dirancang dengan merubah waktu siklus (c) maksimal untuk tiga fase yaitu 100 detik

Alternatif IV

Alternatif IV dirancang dengan merubah waktu siklus (c) sebesar 100 detik dan waktu hilang (LTI) sebesar 12 detik

Rekapitulasi Hasil Kinerja Simpang dengan Alternatif Perbaikan

Tabel 9 Rekapitulasi Hasil Kinerja Simpang dengan Alternatif Perbaikan

Pendekat		Utara	Timur	Barat
Alternatif I	C	624	2056	446
	DS	0.86	0.48	1.88
	QL	80	91	180
	D	48061	17223	1426742
	TP	F		
Alternatif II	C	348	637	543
	DS	1.54	1.54	1.54
	QL	168	242	180
Alternatif III	D	569987	10334	885013
	TP	F		
	C	448	454	490
	DS	1.20	2.17	1.71
	QL	168	242	180
Alternatif IV	D	236265	21417	1135980
	TP	F		
	C	717	1363	1103
	DS	0.75	0.72	0.76
	QL	51	103	72
	D	27203	29606	34603
	TP	D		

Sumber: Hasil analisis (2018)

Keterangan

C = Kapasitas (smp/jam)

DS = Derajat kejenuhan

QL = Panjang antrian (m)

D = Tundaan (detik/smp)

TP = Tingkat Pelayanan

Dari Tabel 6 rekapitulasi hasil kinerja simpang dengan alternatif perbaikan didapat alternatif IV menunjukkan kinerja yang lebih baik dari kondisi eksisting dimana derajat kejenuhan

(DS) untuk semua pendekat dan panjang antrian (QL) untuk masing – masing pendekat turun dari kondisi eksisting dan tundaan rata – rata simpang (D) 38.72 detik/smp yang masuk dalam katagori tingkat pelayanan simpang D (agak macet).

V SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Berdasarkan hasil evaluasi pada Simpang Kediri Kabupaten Tabanan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Kinerja simpang bersinyal pada kondisi eksisting menunjukkan bahwa nilai derajat kejenuhan pada pendekat Jl. Dr. Ir. Soekarno sebesar 2.46 melebihi ketentuan MKJI 1997 sebesar 0.85. Panjang antrian tertinggi pada simpang diperoleh sebesar 180 m. Tundaan rata – rata simpang yang dihasilkan sebesar 1096.31 detik/smp dan masuk dalam tingkat pelayanan simpang F sesuai dengan Permenhub No. 14 Tahun 2006.
2. Alternatif yang optimal untuk pemecahan masalah kemacetan lalu lintas pada simpang tersebut adalah alternatif 4 yaitu dengan merubah waktu siklus dengan 100 detik dengan waktu hilang 12 detik, maka kinerja simpang bersinyal diperoleh derajat kejenuhan tertinggi pada pendekat utara sebesar 0,75, pendekat timur sebesar 0.71 dan pendekat barat sebesar 0.73. Panjang antrian tertinggi 103 m. Tundaan rata – rata simpang

didapat sebesar 38.38 detik/smp dan tingkat pelayanan simpang D sesuai dengan Permenhub No. 14 Tahun 2006.

Saran

Berdasarkan penelitian yang dilakukan dapat diberikan saran sebagai berikut:

1. Sesuai hasil alternatif penelitian ini dapat menjadi usulan agar simpang tersebut mempunyai kinerja yang maksimal dan dapat menambah kenyamanan dalam berkendara bagi pengguna jalan.
2. Perlu dilakukan penelitian selanjutnya guna mengetahui ada tidaknya pengaruh hambatan samping akibat aktivitas menaik atau menurunkan penumpang oleh angkutan umum pada lokasi yang diamati.
3. Displin pengemudi dalam mentaati peraturan lalu lintas perlu lebih ditingkatkan karena banyak pelanggaran yang dilakukan terutama di daerah persimpangan

DAFTAR PUSTAKA

- Abubakar et al, 1995. Sistem Transportasi Kota, Direktorat Jendral Perhubungan Darat, Departemen Perhubungan, Jakarta
- Badan Pusat Statistik, 2018. Tabanan Dalam Angka Tahun 2017, Kantor Statistik Tabanan
- Departemen Pekerjaan Umum, 1997. Manual Kapasitas Jalan Indonesia, Ditjen Bina Marga, Jakarta
- Direktorat Bina Sistem Lalu Lintas Angkutan Kota, 1999. Rekayasa Lalu Lintas, Ditjen Perhubungan Darat, Jakarta
- Khisty, C.J. 2003 Dasar – Dasar Rekayasa Transportasi, `Jilid I, Erlangga, Jakarta
- Morlok Edward. K, 1991. Penghantar Teknik dan Perencanaan Transpotasi, Erlangga, Jakarta
- Mubarak, H. 2016. Analisis Kapasitas dan Tingkat Kinerja Simpang Bersinyal Lampu Lalu Lintas Pada Persimpangan Jalan Pasir Putih Jalan Kaharuddin Nasution Kota Pekanbaru, Jurnal Teknik Sipil, Vol.1, No. 1, Juli
- Munawar, Ahmad. 2004. Manajemen Lalu Lintas Perkotaan, Beta Offset, Yogyakarta
- Oglesby, C.H. dan Hicks, R. G. 1982. Highway Engineering, Fourth Edition, John Wiley & Sons, Terjemahan Purwo Setianto, 1996, Teknik Jalan Raya, Edisi 4, Erlangga, Jakarta.
- Peraturan Menteri Perhubungan. 2006. Nomor 14 Tahun 2006 Tentang Mananjemen dan Rekayasa Lalu Lintas di Jalan. Kementrian Perhubungan . Jakarta
- Surbakti, M. 2011. Evaluasi Kinerja Simpang Bersinyal, Jurnal Teknik Sipil, Universitas Sumatera Utara
- Wikrama, J. 2011, Analisis Kinerja Simpang Bersinyal, Jurnal Teknik Sipil, Vol. 15, No. 1, Januari
- Winarta, E. 2016. Analisis Simpang Bersinyal. Tugas Akhir, Program Studi Teknik Sipil Fakultas Universitas Udayana, Denpasar

Online <http://goggle.maps>. Provinsi
Bali/Komputer diakses tanggal
8 maret 2018

**STUDI PROPERTIS PASIR ERUPSI GUNUNG AGUNG DAN
PENGARUHNYA TERHADAP NILAI CBR AGREGAT KELAS A PADA
LAPIS PONDASI ATAS**

(Studi Kasus: Pasir Tukad Unda Di Klungkung)

I Putu Laintarawan, IB Wirahaji, Gede Agustama Adi

Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hindu Indonesia.

ABSTRAK

Agregat Kelas A yang berfungsi untuk Lapis Pondasi Atas, merupakan bahan lapis perkerasan berbutir (*granular*) yang sangat penting dalam struktur perkerasan lentur jalan karena berfungsi untuk meneruskan dan menyebarkan beban lalu lintas ke lapisan tanah dasar (*subgrade*). Dirjen Bina Marga meningkatkan persyaratan nilai minimum CBR sebagai indikator kekuatan perkerasan berbutir dari 50% pada spesifikasi umum 2006 menjadi minimum 90% pada spesifikasi umum 2010. Hal ini tentu menuntut bahan material yang lebih selektif. Penelitian ini bertujuan untuk mencari nilai propertis pasir alam hasil erupsi gunung agung yang terjadi pada akhir tahun 2017. Kemudian diteliti lebih lanjut untuk mengetahui pengaruhnya terhadap nilai CBR dalam campuran agregat kelas A sebagai Lapis Pondasi Atas (LPA).

Penelitian ini menggunakan data primer dan data sekunder. Data primer dalam penelitian ini diperoleh dengan melakukan eksperimen laboratorium yang dikerjakan di laboratorium teknik jalan dan jembatan milik BBPJK VIII di Samsam Tabanan. Pemeriksaan propertis meliputi pemeriksaan berat jenis (*bulk*, *ssd* dan *apparent*) dan penyerapan (*absorpsi*). Selanjutnya dilakukan pengujian proktor modifild dan pengujian CBR. Benda uji dibuat dengan 4 (empat) varian yaitu dengan substitusi agregat halus pada campuran agregat kelas A data sekunder dengan pasir Tukad Unda dari hasil erupsi Gunung Agung sebesar 10%, 20%, 30% dan 40% (mengganti total 40% agregat halusnya).

Hasil pengujian propertis untuk berat jenis *bulk* pasir Tukad Unda didapat sebesar 2,361, berat jenis *ssd* 2,427, berat jenis *apparent* 2,528 dan penyerapannya sebesar 2,796% sedangkan gradasinya sedikit lebih kasar dari agregat halus data sekunder dimana agregat yang lolos saringan no.200 sebesar 1,76 % jauh lebih kecil dari data sekunder sebesar 9,21 %. Data hasil pengujian CBR *soaked* menunjukkan bahwa untuk agregat A dengan substitusi pasir 10% dan 20% mendapatkan nilai CBR diatas batas minimum yang disyaratkan oleh spesifikasi umum 2010 revisi 3 yaitu sebesar 92,31% dan 90,18%.. Sedangkan untuk campuran agregat A dengan substitusi 30% dan 40% tidak memenuhi syarat karena nilai CBR yang didapat dibawah 90%.

Kata kunci: Propertis pasir, Lapis Pondasi Atas, Nilai CBR.

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Lapis perkerasan berbutir (*granular*) memegang peranan penting dalam struktur perkerasan lentur jalan. Lapisan ini secara umum berfungsi meneruskan dan menyebarkan beban

lalu lintas ke lapisan tanah dasar (*subgrade*). Lapis pondasi bawah (LPB) berfungsi sebagai bantalan lapis pondasi atas (LPA) dan untuk menghemat ketebalan LPA. Sedangkan, lapis pondasi atas (LPA) berfungsi sebagai bantalan lapis

perkerasan beraspal, misalnya Laston yang terdiri dari AC-Base, AC-BC, dan AC-WC (Hardiyatmo, 2009).

Spesifikasi Umum 2006 dan 2010 yang dikeluarkan oleh Direktorat Jenderal Bina Marga memiliki persyaratan yang berbeda. Spesifikasi Umum mengalami perubahan dalam persyaratan nilai CBR minimum untuk lapisan perkerasan berbutir ini. Baik agregat Kelas A maupun agregat Kelas B, dimana perubahan persyaratan nilai CBR minimum mengalami peningkatan. Hal ini disebabkan, mengingat pentingnya fungsi dari lapisan berbutir ini dalam mendukung lapisan perkerasan beraspal di atasnya. Spesifikasi Umum 2006 memberi persyaratan nilai CBR minimum agregat Kelas A untuk LPA sebesar 50%, dan agregat Kelas B untuk LPB sebesar 35%. Sedangkan, Spesifikasi Umum 2010 mengalami perubahan, meningkat menjadi nilai CBR minimum agregat Kelas A sebesar 90% dan agregat Kelas B sebesar 60% (Dirjen BM, 2006 dan Dirjen BM, 2010).

Peningkatan batas minimum persyaratan nilai CBR ini dengan sendiri menuntut pemilihan material pembentuk agregat A ataupun agregat B yang lebih selektif. Dimana dalam campuran agregat A atau agregat B, fraksi dominan adalah agregat halus/*fine aggregate* (FA). Agregat halus/*fine aggregate* (FA) produksi mesin pemecah batu (*stone crusher*) akan lebih baik digunakan daripada pasir alam. Karena, properties agregat

halus lebih baik daripada pasir alam, terutama masalah kebersihan dan gradasi. Sedangkan, produksi agregat halus lebih mahal dan sering mengalami kelangkaan dalam persediaan pada saat proyek sedang berlangsung. Sehingga, kontraktor menggunakan pasir alam sebagai agregat halus demi keberlanjutan pekerjaannya.

Erupsi Gunung Agung yang terjadi pada akhir tahun 2017, tepatnya mulai terdeteksi pada tanggal 10 Agustus dan mencapai puncaknya dengan erupsi yang cukup besar pada tanggal 27 November 2017 berdampak dimana Gunung Agung mengeluarkan material baru, salah satunya pasir yang kemudian mengalir dibawa air melalui sungai-sungai di sekitar lereng Gunung Agung seperti terjadi di desa Yeh Sah, Tukad Unda, Menanga, dan lain sebagainya di daerah Karangasem (Wikipedia, 2018). Sampai saat ini belum dilakukan penelitian atau studi terhadap properties pasir alam hasil erupsi Gunung Agung yang terjadi pada akhir tahun 2017 ini. Penelitian ini, selain meneliti properties pasir alam hasil erupsi Gunung Agung, juga meneliti pengaruhnya terhadap nilai CBR pada Agregat Kelas A sebagai bahan lapis Pondasi Atas (LPA).

Rumusan Masalah

Dari uraian latar belakang diatas, maka dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut:

1. Bagaimanakah propertis pasir alam hasil erupsi Gunung Agung yang terjadi di akhir tahun 2017?
2. Bagaimanakah pengaruhnya terhadap nilai CBR dalam campuran agregat kelas A sebagai lapis pondasi atas (LPA)?

Tujuan penelitian

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Untuk mengetahui propertis pasir alam hasil erupsi Gunung Agung yang terjadi di akhir tahun 2017.
2. Untuk mengetahui pengaruhnya terhadap nilai CBR dalam campuran agregat kelas A sebagai lapis pondasi atas (LPA)

Manfaat Penelitian

Dalarn penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Mahasiswa dapat menerapkan teori-teori yang diperoleh selama proses belajar mengajar, pada kegiatan eksperimen di Laboratorium.
2. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi terbaru tentang propertis pasir alam erupsi Gunung Agung yang terjadi di akhir tahun 2017.

Batasan Masalah

Untuk mencegah pembahasan yang tidak ada kaitannya dengan tujuan penelitian ini, maka ditetapkan beberapa hal yang akan menjadi batasan objek penelitian, yaitu:

1. Pasir hasil erupsi Gunung Agung yang diuji hanya berasal dari daerah aliran sungai Tukad Unda.
2. Nilai propertis pasir yang diteliti adalah berat jenis, penyerapan dan gradasi.
3. Pengujian benda uji meliputi: kadar air optimum (W_{opt}), berat volume kering (ρ_d), dan nilai CBR laboratorium (*soaked*).
4. Pengaruh Nilai CBR hanya untuk campuran agregat A pada lapis Pondasi Atas.
5. Job Mix Formula (JMF) yang digunakan adalah Paket Proyek Preservasi dan Rehabilitasi Jalan Bts. Kota Amlapura-Klungkung-Ulundanu-Sakah-Ubud-Istana Presiden Tahun Anggaran 2017 sebagai job mix acuan dan pembanding.

TINJAUAN PUSTAKA

Perkerasan Lentur

Perkerasan Lentur adalah perkerasan yang menggunakan aspal atau bitumen sebagai bahan pengikat campuran. Pada umumnya perkerasan lentur lebih baik digunakan untuk melayani beban lalu lintas dari ringan sampai sedang. Sedangkan untuk beban lalu lintas berat lebih baik digunakan konstruksi perkerasan kaku beton semen, dimana semen sebagai bahan pengikatnya. Lalu lintas ringan sampai sedang, seperti jalan perkotaan, jalan dengan sistem utilitas terletak di bawah perkerasan jalan, perkerasan bahu jalan, atau perkerasan

dengan konstruksi bertahap (Sukirman, 2003):

Struktur perkerasan lentur terdiri dari beberapa lapis. Tiap lapis memiliki karakteristik campuran yang berbeda-beda. Lapis perkerasan lentur, dari atas sampai ke tanah dasar, yaitu (Sukirman, 2003):

1. Lapis Permukaan (*Surface Course*)
2. Lapis Pondasi Atas (*Base Course*)
3. Lapis Pondasi Bawah (*Subbase Course*)
4. Lapis Tanah Dasar (*Subgrade*)

Lapis Pondasi Atas

Lapisan perkerasan yang terletak diantara lapis pondasi bawah dan lapis permukaan dinamakan lapis pondasi atas (*base course*). Karena terletak tepat di bawah permukaan perkerasan, maka lapisan ini menerima pembebanan yang berat dan paling menderita akibat muatan, oleh karena itu material yang digunakan harus berkualitas sangat tinggi dan pelaksanaan konstruksi harus dilakukan dengan cermat. Fungsi *base course* antara lain (Sukirman, 1995):

1. Sebagai bantalan terhadap lapisan permukaan (*surface course*).
2. Lapis perkerasan yang menerima gaya geser dari beban roda dan menyebarkannya ke lapisan di bawahnya.
3. Sebagai lapisan peresap, untuk mencegah air masuk ke lapis pondasi bawah (*subbase course*).

Tabel 2. 1 Gradasi Lapis Pondasi Agregat Kelas A

Ukuran Ayakan		Persen Berat Yang Lolos
ASTM	(mm)	
1½ “	37,50	100
1”	25,40	79 – 85
¾”	9,50	44 – 58
No. 4	4,75	29 – 44
No. 10	2,00	17 – 30
No. 40	0,425	7 – 17
No. 200	0,0075	2 - 8

Sumber: Spesifikasi Umum Revisi 3 (2010)

Tabel 2. 2 Sifat-sifat Lapis Pondasi Agregat Kelas A

Sifat - sifat	Kelas A
Abrasi dari Agregat kasar (SNI 2417:2008)	0 – 40%
Indeks Plastisitas (SNI 1966:2008)	0 – 6
Hasil kali Indeks Plastisitas dgn % lolos No. 200	Maks 25
Batas Cair (SNI 1967:2008)	0 - 25
Bagian Yang Lunak (SNI 03-4141-1996)	0 – 5%
CBR rendaman (SNI 03-1744-2012)	Min 90%

Sumber: Spesifikasi Umum Revisi 3 (2010)

Gradasi LPA Kelas A juga diatur dalam Spesifikasi Umum 2010 Revisi 3 seperti ditunjukkan pada Tabel 2.1. Ukuran terbesar partikel adalah sebesar 1½“ (37,50 mm), mempunyai Indeks Plastisitas sebesar 0 – 6, dengan nilai CBR minimum

sebesar 90%, seperti ditunjukkan pada Tabel 2.2.

Material Perkerasan Lapis Pondasi Atas

Material Lapis Pondasi bahan utamanya terdiri atas agregat atau batu atau granular. Material agregat adalah material berbutir yang keras dan kompak. Agregat mencakup antara lain batu bulat, batu pecah, abu batu, pasir. Disamping untuk lapis pondasi agregat mempunyai peranan yang sangat penting dalam prasarana transportasi, khususnya dalam hal ini pada perkerasan jalan. Daya dukung perkerasan jalan ditentukan sebagian besar oleh karakteristik agregat yang digunakan.

Pemilihan agregat yang tepat dan memenuhi persyaratan akan sangat menentukan dalam keberhasilan pembangunan atau pemeliharaan jalan. Agregat berpengaruh terhadap kemampuan perkerasan jalan dalam memikul beban lalu lintas dan daya tahan terhadap cuaca. Sifat agregat yang merupakan kualitas sebagai material perkerasan jalan adalah:

1. Ukuran dan susunan butiran (*gradasi*)
2. Kebersihan agregat terhadap material lain yang tidak menguntungkan
3. Kekerasan agregat
4. Keawetan dan ketahanan agregat
5. Bentuk butir, tekstur permukaan dan porositas

6. Kelekatan terhadap aspal (Sukirman, 2003).

Pasir

Pasir merupakan material lepas – lepas sehingga diantara material tersebut tidak memiliki gaya ikat satu dengan lainnya, serta memiliki ukuran 0,0625 mm – 2 mm. Apabila pasir tersebut terkompaksi, maka pasir akan berubah menjadi batupasir.

Pasir banyak ditemukan di daerah sungai dan pesisir. Pasir juga bisa ditemukan pada gumuk dan laut dangkal dalam jumlah sedikit. Pasir aluvial mencakup pasir yang ditemukan pada kipas aluvial, alur sungai, dataran banjir, delta danau, dan delta laut. Sebagian besar pasir sungai berasosiasi dengan alur sungai, meskipun sebagian diantaranya dapat keluar dari alur dan membentuk endapan banjir pada dataran banjir. Pasir pesisir tidak hanya mencakup pinggiran pantai, namun juga gosong lepas pantai, dan delta.

Propertis Pasir

Propertis pasir berarti sifat yang melekat pada pasir tersebut. Ketentuan agregat halus dan pasir sebagai persyaratan bahan agregat kelas A terdapat pada spesifikasi umum 2010 revisi 3 diantaranya adalah:

1. Agregat halus dari sumber manapun, harus terdiri dari pasir atau hasil pengayakan batu pecah dan terdiri dari bahan yang lolos ayakan no 4 (4,75 mm).

2. Fraksi agregat halus pecah mesin dan pasir harus dipisahkan dari agregat kasar.
3. Agregat pecah halus dan pasir harus ditumpuk terpisah dan harus dipasok ke instalasi pencampur aspal dengan menggunakan pemasok pencampur dingin (*cool bin feeds*) yang terpisah sedemikian rupa sehingga rasio agregat pecah halus dan pasir dapat terkontrol dengan baik.
4. Pasir alam dapat digunakan dalam campuran AC sampai suatu batas yang tidak melampaui 15% terhadap berat total campuran.
5. Agregat halus harus memenuhi ketentuan sebagaimana ditunjukkan pada tabel 2.3

Tabel 2. 3 Ketentuan Agregat Halus

Pengujian	Standar	Nilai
Nilai setara pasir	SNI 03-4428-1997	Min 60%
Anguralitas dengan Uji kadar rongga	SNI 03-6877-2002	Min45
Gumpalan lempung dan butir-butir mudah pecah dalam agregat	SNI 03-4141-1996	Maks 1%
Agregat lolos ayakan no.200	SNI ASTM C117:2012	Maks 10%

Sumber: Spesifikasi Umum Revisi 3 (2010)

Erupsi Gunung Agung

Pada bulan September 2017, peningkatan aktivitas gemuruh dan seismik di sekitar gunung berapi menaikkan status normal menjadi waspada dan sekitar 122.500 orang dievakuasi dari rumah mereka di sekitar gunung berapi. Badan Nasional Penanggulangan Bencana menetapkan zona eksklusi sepanjang 12 kilometer di sekitar gunung berapi tersebut pada tanggal 24 September.

Pada tanggal 18 September 2017, status Gunung Agung dinaikkan dari Waspada menjadi Siaga. Pada tanggal 22 September 2017, status Gunung Agung dinaikkan dari Siaga menjadi Awas. Daerah tersebut mengalami 844 gempa vulkanik pada tanggal 25 September, dan 300 sampai 400 gempa bumi pada tengah hari pada tanggal 26 September.

Pada akhir Oktober 2017, status diturunkan dari Awas menjadi Siaga. Ada letusan freatik kecil yang dilaporkan pada tanggal 21 November 2017, pukul 17.05 WITA dengan kolom abu vulkanik mencapai 3.842 meter (12.605 ft) di atas permukaan laut. Kemudian sebuah erupsi magmatik mulai lagi pada hari Sabtu, 25 November 2017. Letusan dahsyat yang dihasilkan dilaporkan meningkat sekitar 1,5-4 km di atas kawah puncak, melayang ke arah selatan dan membersihkan daerah sekitar dengan lapisan gelap abu tipis. Tingkat bahaya resmi tetap di 3, dengan penduduk disarankan untuk tinggal 7,5 km jauhnya dari kawah. Pada tanggal 26

November 2017, pukul 23:37 WITA, sebuah letusan kedua terjadi. Ini adalah letusan kedua yang meletus dalam waktu kurang dari seminggu (Wikipedia,2018).

METODELOGI PENELITIAN

Penelitian ini adalah jenis penelitian eksperimen yang dilaksanakan di laboratorium. Serangkaian kegiatan pemeriksaan atau pengujian akan dilakukan sesuai dengan waktu dan prosedur yang sudah ditetapkan. Hasil-hasil pemeriksaan dan pengujian di laboratorium disusun dan disajikan sebagai data primer yang akan dianalisis.

Penelitian ini menggunakan data primer dan sekunder. Data primer diperoleh dari penelitian langsung di Laboratorium untuk mendapat nilai propertis pasir sebagai benda uji yaitu pasir Tukad Unda. Hal-hal yang perlu diketahui yaitu gradasi pasir dengan saringan, berat Jenis pasir dan penyerapan. Untuk bahan campuran yaitu agregat A dicari melalui uji kepadatan atau proctor untuk mengetahui berat isi kering dan kadar air optimum serta pengujian CBR untuk mengetahui nilai CBR nya.

Data Sekunder diperoleh dari Job Mix Agregat A PT. Aditya Sinar Pratama pada paket Preservasi dan Rehabilitasi Jalan Bts. Kota Klungkung- Amlapura-Sakah-Ubud-Istana Presiden Tahun Anggaran 2017. Nilai-nilai popertis bahan campuran agregat A milik PT Aditya Sinar

Pratama juga akan dijadikan pembanding dan juga sebagai patokan dalam pencampuran agregat dari pasir Tukad Unda hasilerupsi Gunung Agung.

Perencanaan Proporsi Agregat Kelas A

Perencanaan proporsi sampel campuran agregat kelas A merujuk pada Job Mix PT. Aditya Sinar Pratama pada Proyek Preservasi dan Rehabilitasi Jalan Batas Kota Amlapura-Klungkung-Ulundanu-Sakah-Ubud-Istana Presiden Tahun Anggaran 2017 sesuai dengan Tabel 3.1

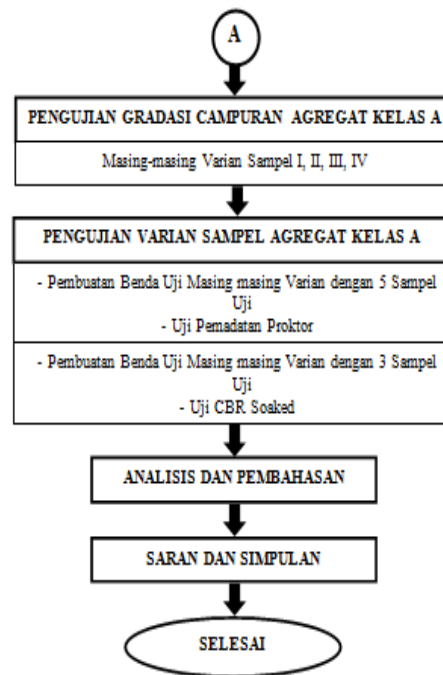
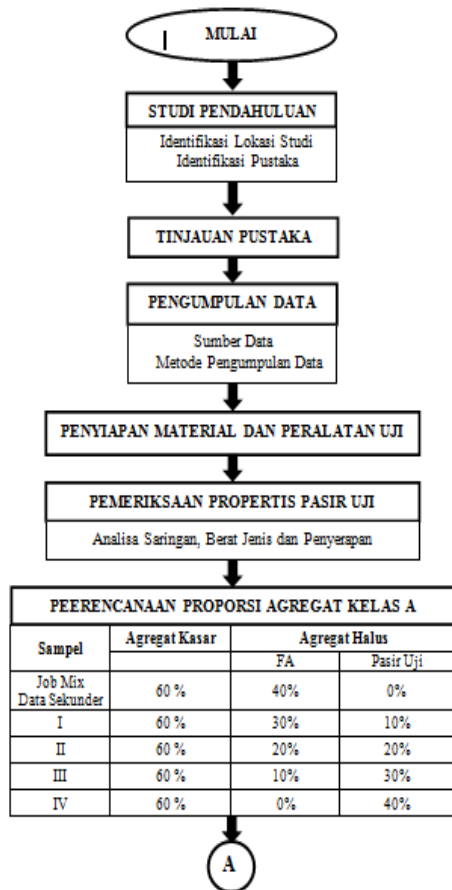
Masing masing sampel akan dibuatkan benda uji untuk mengetahui berat volume Kering, Kadar Air Optimum dan nilai CBRnya.

Tabel 3.1 Perencanaan Proporsi Sampel Campuran Agregat Kelas A

Varian Sampel	Agregat Kasar	Agregat Halus	
		FA	Pasir T. Unda
Job Mix (Data Sekunder)	60 %	40%	0%
I	60 %	30%	10%
II	60 %	20%	20%
III	60 %	10%	30%
IV	60 %	0%	40%

Sumber: PT. Aditya Sinar Pratama (2017), Rujukan Penelitian Azwar dkk (2012) dan Penelitian Suardi dkk (2016)

Kegiatan penelitian dilakukan secara bertahap seperti yang ditampilkan flowcart Gambar 3.1 mulai dari penyiapan bahan sampai pengolahan data hasil benda uji.



Gambar.3.1 Tahapan Kerangka Penelitian

ANALISIS DAN PEMBAHASAN Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan

Pengujian berat jenis dan penyerapan pasir Tukad Unda hasil erupsi Gunung Agung dibuatkan dua sampel benda uji. Masing masing sampel di uji kemudian hasilnya dirata-ratakan. Rangkuman hasil pengujian berat jenis dan penyerapan dapat dilihat pada Tabel 4.1 dimana tabel hasil uji memperlihatkan nilai berat jenis *bulk* untuk pasir Tukad Unda hasil erupsi Gunung Agung sebesar 2,361 untuk berat jenis kering permukaanya (ssd) sebesar 2,427 kemudian berat jenis semu (*apparent*) sebesar 2,528 serta peneyerapannya sebesar 2,794 %.

Dari data tersebut kemudian dibandingkan dengan data berat jenis

dan penyerapan agregat halus dari data sekunder seperti yang terlihat pada Tabel 4.2 dimana untuk pasir Tukad Unda hasil erupsi Gunung Agung berat jenis (*bulk*) nilainya 3,361 lebih kecil dari agregat halus data sekunder sebesar 2,449 demikian juga untuk berat jenis kering permukaan (*ssd*) untuk pasir Tukad Unda sebesar 2,427 nilainya lebih kecil juga dari agregat halus data sekunder sebesar 2,513. Untuk berat jenis semu (*apparent*) pasir Tukad Unda sebesar 2,528 lebih kecil dari agregat halus dengan nilai 2,618 tapi untuk penyerapan pasir Tukad Unda lebih besar dari agregat halus dengan perbandingan 2,794 untuk pasir Tukad Unda dan 2,638 untuk agregat halus.

Tabel 4.1 Hasil Uji Berat Jenis dan Penyerapan Pasir Tukad Unda

BERAT JENIS DAN PENYERAPAN PASIR TUKAD UNDA			
URAIAN	I	II	Sarana
Berat benda uji jenis kering permukaan (Bj)	500	500	gram
Berat piknometer + air (Ba)	667,6	664,74	gram
Berat piknometer + air + benda uji (Bt)	990,13	990,19	gram
Berat benda uji kering oven (Bk)	486,42	486,40	gram
URAIAN	I	II	Rata-rata
Berat jenis (<i>bulk</i>) $\frac{Bj}{Bk}$	2,345	2,378	2,361
Berat jenis (<i>ssd</i>) $\frac{Bj}{Bt-Bk}$	2,410	2,444	2,427
Berat jenis (<i>apparent</i>) $\frac{Bj}{Bt-Ba}$	2,509	2,547	2,528
Penyerapan $\frac{Bt-Bk}{Bk} \times 100\%$	2,792	2,796	2,794

Sumber: Pengujian Laboratorium (2018).

Tabel 4.2 Perbandingan Nilai Berat Jenis dan Penyerapan

URAIAN	PASIR TUKAD UNDA	AGREGAT HALUS DATA SEKUNDER
Berat Jenis (<i>bulk</i>)	2.361	2.449
Berat Jenis (<i>ssd</i>)	2.427	2.513
Berat Jenis (<i>Apparent</i>)	2.528	2.618
Penyerapan	2.794	2.638

Sumber: Hasil Analisis (2018)

Pengujian Gradasi (Analisa Saringan)

Hasil pengujian gradasi pasir Tukad Unda dibandingkan dengan gradasi agregat halus dari data sekunder yang dapat dilihat pada Tabel 4.3, dimana pasir Tukad Unda dan agregat halus dari data sekunder memperlihatkan gradasi pada saringan 1 1/2" dan 1" sama sama lolos 100% kemudian di saringan 3/8" ada perbedaan sedikit dimana pasir tukad unda lolos 98,70% sedangkan agregat halus dari data sekunder mencapai 99,09%. Disaringan no.4 ada perbedaan yang mencapai 5% dimana pasir Tukad Unda lolos 90,85 % dan Agregat halus data sekunder 85,80% lolos. Untuk saringan no.10 pasir Tukad Unda lolos mencapai 67,90% sedangkan agregat halus data sekunder 60,90% lolos. Saringan no.40 hanya sedikit perbedaan dimana pasir Tukad Unda lolos 31,21% dan Agregat halus data sekunder lolos 30,76%.

Perbedaan yang cukup besar ada di saringan no.200, untuk pasir Tukad Unda ada sekitar 1,76% lolos sedangkan agregat halus mencapai 9,21 % lolos. Dari perbandingan data tersebut memperlihatkan bahwa pasir Tukad Unda hasil erupsi Gunung Agung cenderung kasar dibandingkan agregat halus data sekunder.

Tabel 4.3 Perbandingan Gradasi Pasir Tukad Unda dan Agregat Halus

SIEVE SIZE		Pasir Tukad Unda	Agregat Halus
		Lolos (%)	Lolos (%)
1 1/2 "	37.50	100	100
1"	25.00	100	100
3/8"	9.50	98.70	99.09
# 4	4.75	90.85	85.80
# 10	2.00	67.90	60.90
# 40	0.43	31.29	30.76
# 200	0.075	1.76	9.21

Sumber: Hasil Analisis (2018)

Pengujian Proktor

Pengujian proctor berfungsi untuk mengetahui kadar air optimum dan berat volume kering maksimumnya. Ada empat varian yang akan diuji yaitu varian 1 campuran agregat A dengan substitusi 10% pasir Tukad Unda hasil erupsi Gunung Agung, varian 2 campuran Agregat A substitusi 20% pasir, varian 3 dengan substitusi 30% pasir dan terakhir varian 4 dengan substitusi 40% pasir atau dengan penggantian total agregat halusnya.

Masing-masing varian dibuatkan 5 (lima) sampel uji dengan dengan penambahan air mulai dari 2% dinaikan sebesar 4%, 6%, 8% dan terakhir 10%. Penambahan kadar air yang bertahap dimaksudkan untuk mencari dipenambahan air yang seberapa kadar air optimum dan berat volume kering maksimumnya tercapai. Untuk rangkuman hasil pengujian proctor dapat dilihat pada Tabel 4.4 Tabel 4.4 Kadar Air Optimum dan Berat Volume Kering Maksimum Data Sekunder serta Varian Sampel

	Job Mix Data Sekunder	Varian 1 (Substitusi 10%)	Varian 2 (Substitusi 20%)	Varian 3 (Substitusi 30%)	Varian 4 (Substitusi 40%)
Kadar Air Opt	9,23 %	9,32 %	9,41 %	9,59 %	9,67 %
gd Max	1,913 gr/cm ³	1,906 gr/cm ³	1,898 gr/cm ³	1,872 gr/cm ³	1,864 gr/cm ³

Sumber: Hasil Analisis (2018)

Data pada Tabel 4.4 menunjukkan pada Job Mix data sekunder kadar air optimum yang dicapai sebesar 9,23% dan berat volume keringnya 1,913 gr/cm³. Kadar air mengalami kenaikan ketika diberikan perlakuan substitusi pasir sebesar 10% dimana kadar air optimum menjadi 9,32% sedangkan berat volume keringnya turun sebesar 1,906 gr/cm³. Pada substitusi pasir Tukad Unda sebesar 20% kadar air optimumnya juga mengalami kenaikan sebesar 9,41% sedangkan berat volume keringnya juga turun sebesar 1,898 gr/cm³. Kenaikan untuk kadar air optimum dan penurunan berat

volume kering berlanjut ketika substitusi ditambah menjadi 30% dan 40%. Pada substitusi 30% kadar air optimum naik pada angka 9,59% dan berat volume keringnya pada angka 1,872 gr/cm³. Demikian juga pada substitusi 40%, kadar air optimum menjadi 9,67% dan berat volume keringnya sebesar 1,864 gr/cm³.

Pengujian CBR

Pengujian CBR dilakukan setelah Uji Proktor dimana kadar air Optimun dan berat volume keringnya sudah diketahui. Kadar air optimum dipakai untuk acuan dalam pencampuran varian agregat kelas A dimana setiap varian sudah tercapai berat volume keringnya. Selanjutnya penelitian CBR dilakukan setelah masing masing benda uji direndam selama 4 hari (96 jam).

Hasil Pengujian dapat dilihat pada Tabel 4.5 hasil uji CBR memperlihatkan penurunan nilai CBR ketika campuran agregat A dari data sekunder dilakukan perlakuan pada agregat halusnya dengan substitusi pasir Tukad Unda dari hasil erupsi Gunung Agung sebanyak 10%, 20%, 30% dan 40%. Nilai CBR Job Mix data sekunder sebesar 93,40% menurun ketika disubstitusikan pasir Tukad Unda sebanyak 10% dengan nilai CBR sebesar 92,31% kemudian menurun lagi ketika disubstitusikan pasir Tukad Unda sebesar 20% menjadi 90,18%. Pada varian ketiga dengan substitusi sebesar 30% nilai CBR kembali menurun menjadi

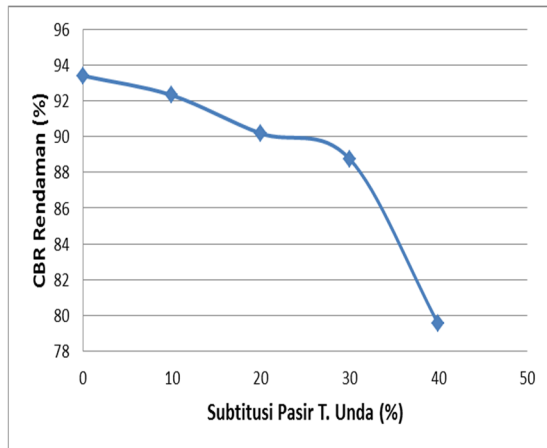
88,76% dan pada substitusi 40% nilai CBR menurun menjadi 79,53%. Hubungan nilai CBR terhadap penambahan substitusi pasir Tukad Unda dapat dilihat pada Gambar 4.1.

Data tersebut menunjukkan bahwa nilai CBR dengan substitusi pasir sebanyak 10% dan 20% masih diatas syarat minimal yang dipersyaratkan pada spesifikasi umum 2010 revisi 3 sebesar 90%. Tetapi untuk substitusi pasir sebesar 30% dan 40%, nilai CBR minimal yang dipersyaratkan tidak tercapai sehingga dalam hal ini campuran agrgat A dengan substitusi pasir Tukad Unda hasil erupsi Gunung Agung sebesar 30% dan 40% tidak layak untuk dipakai sebagai bahan lapis pondasi atas pada perkerasan berbutir.

Tabel 4.5 Perbandingan nilai CBR Varian Sampel

	Job Mix	Varian 1	Varian 2	Varian 3	Varian 4
	Data Sekunder	(Substitusi 10%)	(Substitusi 20%)	(Substitusi 30%)	(Substitusi 40%)
CBR Rendaman (4 x 24 jam)	93,40%	92,31%	90,18%	88,76%	79,53%

Sumber: Hasil Analisis (2018)



Gambar 4.1 Grafik Pengaruh Nilai CBR terhadap Substitusi Pasir Tukad Unda pada Agregat Kelas A
Sumber: Hasil Analisis (2018)

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan analisa yang dilakukan terhadap data hasil pengujian laboratorium, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Pada uji propertis pasir Tukad Unda hasil erupsi Gunung menghasilkan data dimana untuk berat jenis (*bulk*, *ssd* dan *apperant*) nilainya lebih kecil dari agregat halus data sekunder sedangkan penyerapannya lebih besar. Dari segi gradasi pasir Tukad Unda sedikit lebih kasar dari agregat halus data sekunder. Hasil data dapat diuraikan sebagai berikut:
 - 1) Berat jenis *bulk* pasir Tukad Unda sebesar 2,361 sedangkan agregat halus data sekunder sebesar 2,449.
 - 2) Berat jenis *ssd* (kering permukaan) pasir Tukad Unda

sebesar 2,427 dan agregat halus data sekunder sebesar 2,513.

- 3) Berat jenis *apparent* (berat jenis semu) pasir Tukad Unda sebesar 2,528 sedangkan agregat halus data sekunder sebesar 2,618
 - 4) Untuk penyerapan pasir Tukad Unda sebesar 2,794% sedangkan agregat halus data sekunder sebesar 2,638%.
 - 5) Gradasi pasir Tukad Unda hasil erupsi Gunung Agung cenderung lebih lebih kasar dibandingkan agregat halus data sekunder, dimana agregat yang lolos saringan no.200 pada pasir Tukad Unda sebesar 1,76% jauh lebih kecil dari agregat halus data sekunder sebesar 9,21%.
2. Pengujian untuk mencari pengaruh nilai CBR pada campuran agregat kelas A dilakukan setelah perendaman 4 x 24 jam dengan hasil sebagai berikut:
 - 1) Substitusi pasir Tukad Unda sebanyak 10% didapat nilai CBR sebesar 92,31%.
 - 2) Substitusi 20% pasir Tukad Unda, CBR yang di dapat sebesar 90,18%.
 - 3) Substitusi 30% pasir Tukad Unda nilai CBRnya sebesar 88,76%.
 - 4) Substitusi 40% pasir Tukad Unda nilai CBR yang didapat 79,53%.

Dari data tersebut menunjukkan ada penurunan nilai CBR ketika ada perlakuan substitusi agregat halus dengan pasir Tukad Unda hasil erupsi Gunung Agung dibandingkan tanpa perlakuan substitusi dimana pada data sekunder nilai CBR yang didapat sebesar 93,40%. Data hasil pengujian CBR ini juga menunjukkan bahwa untuk agregat A dengan substitusi pasir 10% dan 20% mendapatkan nilai CBR diatas batas minimum yang disyaratkan oleh spesifikasi umum 2010 revisi 3 yaitu sebesar 90%. Sedangkan untuk substitusi 30% dan 40% tidak tercapai.

Saran

Dari simpulan di atas, maka dapat diberikan saran-saran sebagai berikut:

1. Pengujian dapat dilanjutkan dengan pengujian sifat-sifat lainnya seperti Batas cair, Indeks plastisitas, Gumpalan lempung dan Butiran-butiran mudah pecah.
2. Pengujian propertis material pasir hasil erupsi gunung agung ini hanya menggunakan satu tempat asal material yaitu di daerah aliran sungai Tukad Unda. Penelitian bisa dikembangkan lebih lanjut untuk mengetahui perbedaan propertis material pasir di daerah aliran sungai yang lain di sekitar lereng Gunung Agung.
3. Pengaruh Nilai CBR yang diuji pada penelitian ini hanya pada

agregat A untuk Lapis Pondasi Atas. Penelitian dapat dikembangkan untuk mengetahui pengaruh nilai CBR pada jenis perkerasan berbutir yang lain seperti agregat kelas B untuk Lapis Pondasi Bawah dan agregat kelas S untuk bahan perkerasan tanpa penutup aspal.

DAFTAR PUSTAKA

- Achmad, Fadly, Fakhri Husnan, dan Ririn K. Abudi. 2013. *Kajian Penggunaan Pasir Gunung Donggala sebagai Agregat Halus Pada lapis Pondasi Bawah jalan Raya*. Makalah dalam The 16th FSTPT International Symposium UMS Sukarkarta. Surakarta: UMS.
- Achmad, Fadly dan Nospitati Sunardi. 2014. *Penggunaan Sirtu Malango sebagai Bahan lapis pondasi bawah Ditinjau Dari Spesifikasi Umum 2007 dan 2010*. Gorontalo: Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Gorontalo.
- Azwar, Yudit Agus Pranowo, dan Reza Maulana. 2012. *Kajian Peningkatan Nilai CBR Material Lapisan Pondasi Bawah Akibat Penambahan Pasir*. Jurnal Teknik Sipil Volume 1, Nomor 1, Desember 2012. Medan: Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Medan.

- Dirjen BM, *Manual Konstruksi dan Bangunan*. 2006 No. 002-03/BM/2006 Pekerjaan lapis Pondasi Jalan Buku 3 Lapis Pondasi Agregat. Jakarta: Kementerian Pekerjaan Umum.
- Dirjen BM, *Manual Desain Perkerasan Jalan*. 2013 Nomor: 02/M/BM/2013 Jakarta: Kementerian pekerjaan Umum
- Direktorat Jenderal Bina Marga. 2010. *Spesifikasi Umum 2010 Revisi 3*. Jakarta: Kementerian Pekerjaan Umum.
- Sukirman, Silvia. 1995. *Perkerasan Lentur Jalan Raya*. Jakarta: Granit.
- Sukirman, Silvia. 2003. *Beton Aspal – Campuran Panas*. Edisi Pertama. Jakarta: Granit.
- Asiyanto. 2008. *Metode Konstruksi Proyek Jalan*. Jakarta: Universitas Indonesia (UI-Press)
- Saodang, H. 2009. *Konstruksi Jalan*. Buku 3: Struktur dan Konstruksi Jalan Raya. Bandung: Nova.
- Thanaya, A. 2008. *Perkerasan Jalan*. Modul Mata Kuliah Konstruksi Perkerasan Jalan Raya. Denpasar: Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Udayana.
- Hardiyatmo, H. Ch. 2009. *Pemeliharaan Jalan Raya: Perkerasan, Drainase, Longsor*. Yogyakarta: Gajahmada University Press.
- Anonim SNI 03-1968-1990: *Metode pengujian analisis saringan. Agregat halus dan kasar*
- Anonim SNI 1743-2008: *Cara Uji kepadatan Berat Untuk Tanah*.
- Anonim SNI 2417-2008: *Cara Uji Keausan Agregat Dengan Mesin Abrasi Los Angeles*.
- Anonim SNI 1744-2012: *Metode Uji California Bearing Ratio (CBR) Laboratorium*.
- Anonim, SNI 6889-2014: *Tata cara pengambilan Contoh Uji Agregat*
- Wikipedia. 2018: *Sejarah Letusan Gunung Agung*

ANALISIS KONSTRUKSI BERTAHAP PADA PORTAL BERTINGKAT SIMETRIS DENGAN PENAMBAHAN *PERKUATAN SHEAR WALL*

I Wayan Muka, I Putu Laintarawan, I Kadek Agus Parwata

Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik
Universitas Hindu Indonesia

ABSTRAK

Pembangunan gedung bertingkat tinggi umumnya menggunakan sistem pengaku. Hal itu disebabkan sebagai solusi menghindari keruntuhan struktur bangunan dari gaya lateral yang berasal gempa. Dinding geser merupakan salah satu alternatif dalam mengatasi masalah tersebut, dinding geser (*shear wall*) merupakan unsur pengaku vertikal yang dirancang untuk menahan gaya lateral atau gaya gempa. Jenis dinding geser yang digunakan dalam penelitian ini adalah Frame wall dengan bentuk *L – Shape*.

Selain memperhitungkan hal tersebut, perlu direncanakan juga mengenai analisis dalam memperhitungkan ketahanan struktur. Analisis konstruksi bertahap merupakan analisis yang tepat dengan pelaksanaan konstruksi dilapangan. dimana struktur dikerjakan secara bertahap, mulai dari tingkat satu dan seterusnya. Sehingga penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perilaku struktur (momen, gaya geser, gaya normal) dan deformasi pada struktur portal bertingkat simetris dengan penambahan perkuatan shear wall menggunakan metode konstruksi bertahap.

Dari analisis struktur yang dilakukan pada struktur gedung 9 tingkat, didapatkan rasio momen balok portal tepi analisis konstruksi bertahap terhadap analisis konvensional M_2/M_1 pada tingkat 7 sebesar 1,030. Gaya geser balok pada portal tepi dengan analisis konstruksi bertahap mencapai nilai maksimum pada tingkat 8 sebesar 88,56 dengan rasio D_2/D_1 sebesar 1,059. Ditinjau dari momen maksimum kolom grid D, didapat bahwa momen maksimum kolom analisis konstruksi bertahap mencapai nilai maksimum pada tingkat 9 sebesar 49,246 KNm dengan rasio terhadap momen kolom analisis konvensional M_{k2}/M_{k1} sebesar 1,314. Sedangkan berdasarkan deformasi struktur dengan konstruksi bertahap lebih besar daripada konvensional dengan selisih perbedaan persentase simpangan sebesar 70,99 %, 69,50%, 67,92%, 67,08%, 66,28%, 65,18%, 63,36%, 60,14% dan 54,65%.

Kata kunci : Analisis Konstruksi Bertahap, *Shear wall* dan Gaya-gaya Dalam

I. PENDAHULUAN

Latar Belakang

Dalam pembangunan sebuah gedung bertingkat tinggi perlu direncanakan secara cermat kekuatan strukturnya tersebut agar dapat menahan gaya lateral yang diakibatkan oleh beban gempa. Gaya lateral

merupakan gaya pada bangunan yang bersifat horizontal dengan arah yang tidak menentu, seperti angin dan gempa bumi. Untuk mengatasi gaya lateral pada gedung dapat menggunakan sistem struktur penahan beban lateral. Secara umum sistem struktur penahan beban lateral terdiri dari SRPM,

SRPMK, sistem rangka bresing (SRB) dan sistem dinding geser (SNI 1726 - 2012).

Sistem Dinding Geser merupakan sistem pengaku yang dapat menahan gaya lateral, dengan cara menguatkan kolom agar deformasi yang terjadi akibat gaya horizontal tidak melampaui ketentuan yang disyaratkan (*P- Δ Effect*). Dalam peraturan baru SNI 1726:2012 tentang tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur gedung dan non gedung, resiko gempa sedang menjadi KDS D, sehingga menyebabkan terjadinya kerusakan pada struktur bangunan. Diawali dengan terjadinya tegangan berlebih (*over stressed*) pada komponen-komponen struktur seperti balok dan kolom. Permasalahan inilah yang perlu ditindaklanjuti dengan pemberian perkuatan seismik pada struktur bangunan yang sudah berdiri.

Umumnya gaya lateral yang diakibatkan oleh beban gempa paling besar terjadi pada gedung tingkat tinggi berada pada lantai teratas. Untuk mengatasi hal tersebut struktur gedung tingkat tinggi harus memiliki kekakuan yang sangat besar, agar cukup untuk menahan gaya-gaya lateral yang disebabkan oleh beban gempa. Maka biasanya gedung tingkat tinggi memerlukan pengaku antara lain dinding geser, dinding pengisi dan bresing. Jika tidak hal tersebut bisa diatasi dengan menggunakan dimensi balok dan kolom yang besar dan kaku. Tetapi itu akan memakan biaya yang sangat besar. Sehingga gedung tingkat tinggi memerlukan pengaku yang efektif menahan gaya lateral dan

memiliki biaya ekonomis. Pengaku yang termasuk kriteria tersebut adalah shear wall atau dinding geser (Lin & Stotesbury, 1981).

Dinding geser adalah dinding beton bertulang dengan dengan kekakuan bidang datar yang sangat besar yang ditempatkan pada lokasi tertentu untuk menyediakan tahanan beban horisontal yang diperlukan. Elemen struktur yang relatif kaku akan menarik gaya gempa yang jauh lebih besar daripada elemen struktur yang fleksibel. Dinding geser beton bertulang adalah elemen yang cukup kaku dan dapat menyerap gaya gempa yang besar. Bangunan beton bertulang tingkat tinggi biasanya direncanakan dengan menggunakan dinding geser sebagai elemen penahan gaya gempa. Bangunan seperti ini telah terbukti bekerja cukup baik pada saat gempa terjadi. Hal ini terbukti dari sedikitnya kegagalan yang terjadi pada sistem struktur dinding geser di kejadian-kejadian gempa yang lalu (Fintel, 1991). Dinding geser juga meminimalkan kerusakan bagian non struktur bangunan seperti jendela, pintu dan lain-lain (MacCormac, 2004).

Shear wall atau dinding geser merupakan pilihan yang tepat untuk tipe struktur beton bertulang. Dan apabila struktur tersebut memiliki ketinggian 30 lantai akan menjadikan suatu keharusan dari segi ekonomis dan pengendalian gaya lateral (Lin & Stotesbury, 1981). Selain dapat mengendalikan gaya lateral dinding geser mampu meningkatkan kekakuan, kekuatan dan stabilitas struktur sehingga dapat mengurangi nilai

simpangan horizontal (Dian, 2010). Berdasarkan letak dan fungsinya, dinding geser dapat diklasifikasikan dalam 3 jenis antara lain *Bearing Walls*, *Frame Walls* dan *Core Walls*.

Frame Walls merupakan dinding geser yang menahan beban lateral, dimana beban gravitasi berasal dari frame beton bertulang. Tembok-tembok ini dibangun dibagian tepi portal dan diantara baris kolom. Menurut Pathan et. al (2014) menyimpulkan bahwa kolom tepi merupakan kolom kritis dengan gaya geser maksimum terjadi pada metode analisis konstruksi bertahap. Karena hal itu, perlu digunakan konfigurasi dan posisi dinding geser yang memiliki letak dibagian tepi portal. Letak pemasangan dinding geser yang dimaksud antara lain dinding geser Tipe *Rectangle*, Tipe *L-Shape*, Tipe *C-Shape* dan Tipe *Coupled Shear Walls*.

Konfigurasi dan posisi dinding geser dengan bentuk L memiliki kekakuan yang lebih besar dan perpindahan lantai teratas serta *drift ratio* yang lebih kecil dengan konfigurasi I dan *core* (Widyawati, 2010). Sedangkan berdasarkan geometrinya *Shear Wall* atau dinding geser dapat dibagi menjadi 3 macam antara lain *Flexural Walls*, *Squat Walls* dan *Coupled Shear Walls*. *Flexural Wall* atau dinding kantilever merupakan dinding struktural yang biasa digunakan pada gedung tinggi, itu dikarenakan dinding geser kantilever memiliki permukaan yang rata (tidak ada bukaan/lubang) dan menutupi gedung hingga bagian paling atas. Sehingga dinding geser kantilever lebih

efektif dalam menahan gaya lateral yang besar akibat beban gempa.

Pemasangan dinding geser pada struktur rangka bangunan bertingkat bisa dilakukan dengan beberapa metode. Dinding dapat dipasang bersamaan dengan pembangunan per tingkat, atau dinding dipasang setelah bangunan selesai didirikan. Untuk melihat pengaruh dari dua metode pemasangan dinding geser, struktur dapat dianalisis menggunakan analisis konstruksi bertahap (*staged construction*). Analisis konstruksi bertahap sesuai dengan pelaksanaan konstruksi di lapangan, dimana struktur dikerjakan secara bertahap, mulai dari tingkat satu dan seterusnya. Ketika tingkat satu telah selesai dikerjakan, maka tingkat satu tersebut sudah menerima beban akibat berat sendiri maupun beban pelaksanaan.

Akibatnya, tingkat satu tidak akan mengalami deformasi bersamaan dengan tingkat di atasnya. Ini berarti bahwa tingkat satu dianalisis dengan kondisi awal yang bernilai nol. Pada analisis tingkat selanjutnya, tingkat satu sudah memiliki nilai kondisi awal yang tidak bernilai nol lagi. Hal ini terus berlanjut untuk analisis tingkat selanjutnya, dimana kondisi awal tingkat bawah akan terus bertambah dengan adanya tingkat di atasnya. Apabila struktur sudah menerima beban secara bertahap pada saat pelaksanaan, kemungkinan deformasi dan gaya-gaya yang timbul pada saat pelaksanaan konstruksi lebih besar daripada deformasi dan gaya-gaya dalam yang timbul pada analisis konvensional yang mengasumsikan

beban bekerja setelah struktur berdiri secara keseluruhan. Arman (2005) dan Bagiarta (2009) menunjukkan bahwa analisis dengan konstruksi bertahap menghasilkan nilai lendutan dan gaya-gaya dalam yang lebih besar daripada analisis konvensional.

Beberapa penelitian mengenai analisis konstruksi bertahap telah dilakukan oleh Sukrawa (2015), Melina (2014), Bagiarta (2009). Penelitian oleh Sukrawa meneliti mengenai perkuatan seismik dari rangka beton bertulang (RBB) 3, 4 dan 5 lantai menggunakan breising baja. Ketiga pola penelitian tersebut menggunakan 2 breising yaitu X dan V terbalik konsentrik serta dianalisis dengan analisis konvensional dan konstruksi bertahap sesuai tahapan pelaksanaannya. Dari hasil analisis didapat bahwa, terjadi tegangan berlebih (*over stressed*) pada beberapa elemen struktur jika dianalisis dengan ketentuan SNI 1726:2012. Perkuatan struktur rangka terbuka beton bertulang dengan breising baja sangat efektif dalam meningkatkan kekakuan dan kekuatan struktur. Dari analisis konstruksi bertahap, simpangan yang dianalisis dengan metode analisis konstruksi bertahap 14,38 %, 13,62 % dan 9,98 % lebih besar dibandingkan dengan nilai pada analisis konvensional. Sedangkan pada struktur dengan bresing V terbalik simpangan 15,83 %, 14,29 % dan 10,09 % lebih besar dari nilai analisis konvensional.

Melina (2014) telah melakukan penelitian mengenai analisis konstruksi bertahap pada struktur rangka dengan dinding pengisi. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui hasil

analisis berupa gaya dalam dan deformasi pada struktur rangka beton bertulang dengan perbedaan model struktur dan metode analisis. Analisis struktur beton bertulang bangunan apartemen dimodel sebagai *open frame* (OF) dan rangka dengan dinding pengisi (RDP) telah dilakukan dengan dua metode yaitu konvensional dan konstruksi bertahap. Berdasarkan hasil analisis diperoleh kesimpulan bahwa analisis konstruksi bertahap menghasilkan simpangan yang sedikit lebih besar dari analisis konvensional, analisis konstruksi bertahap menghasilkan lendutan yang sedikit lebih besar dari analisis konvensional pada lantai bawah dan lebih kecil atau relatif sama pada lantai atas, dan analisis konstruksi bertahap memberikan gaya dalam yang sedikit lebih besar dari analisis konvensional.

Penelitian oleh Bagiarta (2009) meneliti mengenai perbandingan struktur rangka bangunan bertingkat yang dianalisis secara konvensional dengan yang dianalisis secara konstruksi bertahap dengan variasi panjang bentang balok dan jumlah tingkat dengan 2 metode analisis yaitu analisis konvensional dan analisis konstruksi bertahap. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada pembebanan vertikal, analisis konstruksi bertahap memberikan nilai lendutan dan gaya-gaya dalam yang lebih besar daripada analisis konvensional. Kemudian pengaruh analisis konstruksi bertahap terbesar pada tingkat bawah dan mengecil pada tingkat di atasnya. Penambahan panjang bentang balok cenderung meningkatkan rasio nilai

lendutan dan gaya-gaya dalam pada analisis konstruksi bertahap, sedangkan penambahan jumlah tingkat tidak berpengaruh terhadap rasio nilai lendutan dan gaya-gaya dalam struktur kecuali gaya aksial kolom. Analisis konstruksi bertahap menghasilkan nilai lendutan dan gaya-gaya dalam yang lebih besar dibandingkan dengan analisis konvensional. Dari ketiga penelitian tersebut belum ada penelitian yang menggunakan pengaku *shear wall* dalam analisis konstruksi bertahap.

Berdasarkan uraian dan perbedaan dengan penelitian sebelumnya, maka dalam penelitian ini akan dicoba untuk menganalisis portal bertingkat simetris dengan penambahan perkuatan *shear wall* bentuk *L-Shape* yang dianalisis dengan metode konstruksi bertahap dan analisis konvensional.

Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang, maka yang menjadi rumusan masalah dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Bagaimana perilaku struktur portal bertingkat simetris dengan penambahan perkuatan *shear wall* (momen, gaya geser, gaya normal) antara analisis konstruksi bertahap dan analisis konvensional ?
2. Bagaimana deformasi struktur pada portal bertingkat simetris dengan penambahan perkuatan *shear wall* dengan analisis konstruksi bertahap dan analisis konvensional ?

Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penulisan penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Untuk mengetahui perilaku struktur portal bertingkat simetris dengan penambahan perkuatan *shear wall* (momen, gaya geser, gaya normal) antara analisis konstruksi bertahap dan analisis konvensional.
2. Untuk mengetahui deformasi struktur portal bertingkat simetris dengan penambahan perkuatan *shear wall* antara analisis konstruksi bertahap dan analisis konvensional.

Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penulisan penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Dapat menunjukkan perbedaan antara analisis secara konvensional dan analisis konstruksi bertahap pada struktur portal bertingkat simetris dengan penambahan perkuatan *shear wall* atau dinding geser.
2. Dapat memberikan pengetahuan dalam merencanakan struktur dengan pengaku shearwall menggunakan bantuan program SAP2000 v14.2.2
3. Dapat menunjukkan perbandingan deformasi struktur yang diberikan beban gempa menggunakan analisis konstruksi bertahap.

Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dari penulisan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Pondasi diasumsikan sebagai perletakan jepit.
2. Beban lateral yang diperhitungkan dalam analisis adalah beban gempa.
3. Struktur tangga diasumsikan beban pada struktur.
4. Penelitian ini bersifat fiktif, sehingga nilai N (nilai koefisien tanah) diasumsikan sebesar 50 sehingga termasuk kategori tanah sedang (SD).
5. Tidak memperhitungkan analisis biaya terhadap struktur portal bertingkat simetris dengan penambahan kekuatan *shear wall*.
6. Waktu tidak diperhitungkan.
7. *Creep* dan *shrinkage* tidak diperhitungkan

II. TINJAUAN PUSTAKA

Sebuah dinding geser atau *shear wall* merupakan dinding yang dirancang untuk menahan geser, gaya lateral akibat gempa bumi. Banyak bangunan yang menggunakan dinding geser untuk membuat rumah yang lebih aman dan lebih stabil. Ketika dinding geser dibangun umumnya dalam bentuk garis berat stabil. Dinding geser idealnya menghubungkan dua dinding eksterior, dan juga menahan dinding geser lainnya dalam struktur. Dinding geser yang efektif adalah kaku dan kuat. Dalam struktur bertingkat, dinding geser sangat penting karena selain untuk mencegah dinding eksterior runtuh dan mendukung beberapa lantai gedung agar tidak runtuh akibat gerakan lateral dalam gempa bumi.

Dinding geser (*shear wall*) adalah unsur pengaku vertikal yang dirancang untuk menahan gaya lateral atau gempa yang bekerja pada bangunan. Dinding geser dengan lebar yang besar akan menghasilkan daya tahan lentur dan geser yang sangat tinggi dan merupakan sistem struktur yang paling rasional dengan memanfaatkan sifat-sifat beton bertulang. Dinding geser adalah dinding beton bertulang dengan kekakuan bidang datar yang sangat besar, yang ditempatkan pada lokasi tertentu (ruang lift atau tangga) untuk menyediakan tahan gaya/beban horisontal (Pranata, Y. A. 2011).

Pada konstruksi pelat beton bertulang, lantai dapat dianggap tidak mengalami distorsi karena ketegaran lantai sangat besar. Jadi gaya geser yang ditahan sistem struktur di setiap tingkat bisa dihitung berdasarkan rasio ketegaran dengan memakai prinsip statis tak tentu. Deformasi pada dinding kantilever menyerupai deformasi pada balok kantilever yang tegak lurus tanah dan selain deformasi lentur, dinding mengalami deformasi geser dan rotasi secara keseluruhan akibat deformasi tanah.

Sebagai perbandingan deformasi portal terbuka besarnya cenderung sama pada tingkat atas dan bawah, sedangkan deformasi pada dinding geser sangat kecil didasar dan besar dipuncak. Gedung yang sesungguhnya tidak memiliki dinding geser yang berdiri sendiri karena dinding berhubungan dalam segala arah dengan balok atau batang lain ke kolom-kolom disekitarnya. Sehingga

deformasi dinding akan dibatasi dan keadaan ini sebagai pengaruh pembatasan (*boundary effect*). Agar daya tahan dinding dapat berfungsi sebagaimana mestinya, maka syarat-syarat dibawah ini harus diperhatikan dalam tujuan perancangan dinding geser.

Pembebanan Gempa Berdasarkan SNI 1726-2012

Dalam perencanaan suatu struktur bangunan (gedung, jembatan, dermaga, dan sebagainya) beban gempa merupakan salah satu parameter beban yang paling menentukan. Secara nyata hal ini dapat dilihat dari banyaknya kerusakan dan kegagalan bangunan yang disebabkan bencana gempa bumi. Banyaknya korban yang berjatuh juga ikut mendorong para ahli untuk lebih memperhatikan efek gempa dalam perencanaan. Untuk merencanakan bangunan tahan gempa yang baik beberapa institusi telah membuat pedoman dalam merencanakan beban gempa. Di Indonesia, pedoman yang wajib digunakan saat ini untuk perencanaan beban gempa adalah SNI 03-1726-2012 yang merupakan pengganti dari SNI 03-1726-2002. SNI ini mengacu pada *code* ASCE 7-10, FEMA P750/2009, dan IBC 2009.

SNI 03-1726-2012 menentukan bahwa analisis beban gempa dapat dilakukan dengan 3 prosedur, yaitu analisis gaya lateral ekuivalen, analisis spektrum respons ragam, dan prosedur riwayat respons seismik. Gempa rencana ditetapkan mempunyai periode ulang 2500 tahun, agar probabilitas

terjadinya terbatas pada 2% selama umur gedung 50 tahun. Terdapat 2 buah peta wilayah gempa, yaitu untuk gempa dengan periode sangat singkat ($T = 0,2$ detik), dan gempa dengan periode 1 detik ($T = 1$ detik). Grafik respons spektrum tidak disediakan, melainkan harus dirancang sendiri menggunakan parameter-parameter percepatan yang dapat dihitung berdasarkan wilayah gempa dan struktur gedung yang akan di bangun.

Sistem Penahan Gaya Lateral

Hal yang penting pada struktur bangunan tinggi adalah stabilitas dan kemampuannya untuk menahan gaya lateral, baik yang disebabkan oleh angin atau gempa bumi. Beban angin lebih terkait pada dimensi ketinggian bangunan, sedang beban gempa lebih terkait pada massa bangunan. Kolom pada bangunan tinggi perlu diperkokoh dengan sistem pengaku untuk dapat menahan gaya lateral, agar deformasi yang terjadi akibat gaya horizontal tidak melampaui ketentuan yang disyaratkan (*P- Δ Effect*). Pengaku gaya lateral yang lazim digunakan adalah portal penahan momen, dinding geser atau rangka pengaku.

Portal penahan momen terdiri dari komponen (sub-sistem) horizontal berupa balok dan komponen (sub-sistem) vertikal berupa kolom yang dihubungkan secara kaku (*rigid joints*). Kekakuan portal tergantung pada dimensi balok dan kolom, serta proporsional terhadap jarak lantai ke lantai dan jarak kolom ke kolom. Dinding geser (*shear wall*) didefinisikan sebagai komponen

struktur vertikal yang relatif sangat kaku. Dinding geser pada umumnya hanya boleh mempunyai bukaan sedikit (sekitar 5%) agar tidak mengurangi kekakuannya. Fungsi dinding geser berubah menjadi dinding penahan beban (*bearing wall*), jika dinding geser menerima beban tegak lurus dinding geser.

Rangka pengaku (*braced frame*) terdiri dari balok dan kolom yang ditambahkan pengaku diagonal. Adanya pengaku diagonal ini akan berpengaruh pada fleksibilitas perpanjangan/perpendekan lantai di mana pengaku tersebut ditempatkan. Rangka pengaku banyak digunakan pada bangunan tinggi yang menggunakan struktur baja. Jenis rangka pengaku yang sering digunakan, diantaranya adalah pengaku diagonal tunggal/ganda, pengaku 'K' (horizontal/vertikal), atau rangka pengaku eksentris.

Pada bangunan tinggi sering digunakan gabungan antara portal penahan momen dengan dinding geser, terutama pada bangunan tinggi yang dibangun di daerah yang terkena pengaruh gempa bumi. Penggabungan antara portal dan dinding geser, terutama bagi bangunan tinggi dengan struktur beton. Hal ini dapat memberikan hasil yang baik untuk memperoleh kekenyalan/daktilitas (*ductility*) dan kekakuan sistem struktur. Penempatan dinding geser dapat dilakukan pada sisi luar bangunan atau pada pusat bangunan. Dinding geser yang ditempatkan pada bagian dalam bangunan biasa disebut

dengan inti struktural (*structural cored*).

Dinding Geser

Dinding geser adalah dinding beton bertulang dengan kekakuan bidang datar yang sangat besar yang ditempatkan pada lokasi tertentu untuk menyediakan tahanan beban horisontal yang diperlukan. Dinding geser biasanya digunakan untuk bangunan dengan pelat lantai datar. Kombinasi pelat dan dinding ini banyak digunakan pada bangunan apartemen yang tinggi dan bangunan residensial lainnya. Pemakaian dinding geser akan sangat efisien dalam menahan beban vertikal maupun beban lateral. Dinding geser dipasang membentang pada keseluruhan jarak vertikal antar lantai. Pada arah horisontal, dinding geser penuh dapat digunakan dan dipasang memanjang pada keseluruhan panjang panel dan bagian utama struktur lainnya. Jika gaya yang terjadi lebih kecil, dinding geser hanya perlu dipasang pada sebagian panjang bagian utama struktur saja.

Dinding geser dapat digunakan untuk menahan gaya lateral saja atau sebagai dinding pendukung. Selain itu dinding geser juga dapat digunakan untuk ruang lift, tangga dan mungkin juga toilet, struktur tipe kotak seperti ini sangat baik dalam menahan gaya horisontal. Dalam beberapa kondisi khusus, dinding geser tidak mungkin digunakan tanpa adanya bukaan didalamnya, seperti bukaan untuk pintu, jendela dan saluran-saluran mekanikal dan elektrik. Pada perencanaanya, penempatan bukaan-

bukaan pada dinding geser harus direncanakan dengan teliti agar bukaan ditempatkan pada bagian-bagian dimana bukaan-bukaan tersebut tidak akan berpengaruh banyak pada kekuatan atau tegangan pada dinding.

Elemen struktur yang relatif kaku akan menarik gaya gempa yang jauh lebih besar daripada elemen struktur yang fleksibel. Dinding geser beton bertulang adalah elemen yang cukup kaku dan dapat menyerap gaya gempa yang besar. Jika dinding geser runtuh maka sisa struktur yang lain tidak akan mampu menahan getaran gempa yang terjadi. Keruntuhan dinding geser dapat diantisipasi dengan cara perhitungan perencanaan dengan teliti dan juga detail penulangan yang efektif, sehingga dinding memiliki tingkat daktilitas yang baik. Hal ini bertujuan agar dinding geser mampu menahan gaya gempa dengan efektif (Paulay, T, 1992). Bangunan beton bertulang tingkat tinggi biasanya direncanakan dengan menggunakan dinding geser sebagai elemen penahan gaya gempa. Bangunan seperti ini telah terbukti bekerja cukup baik pada saat gempa terjadi. Dinding geser juga meminimalkan kerusakan bagian non struktur bangunan seperti jendela, pintu dan lain-lain (MacCormac, 2004).

Bangunan tinggi tahan gempa umumnya menggunakan elemen-elemen struktur kaku berupa dinding geser untuk menahan kombinasi gaya geser, momen, dan gaya aksial yang timbul akibat beban gempa. Dengan adanya dinding geser yang kaku pada bangunan, sebagian besar beban gempa

akan terserap oleh dinding geser tersebut.

Dinding geser adalah struktur vertikal yang digunakan pada bangunan tingkat tinggi. Fungsi utama dari dinding geser adalah menahan beban lateral seperti gaya gempa dan angin. Berdasarkan letak dan fungsinya, dinding geser dapat diklasifikasikan dalam 3 jenis yaitu :

- a. *Bearing Walls* adalah dinding geser yang juga mendukung sebagian besar beban gravitasi. Tembok-tembok ini juga menggunakan dinding partisi antar apartemen yang berdekatan.
- b. *Frame Walls* adalah dinding geser yang menahan beban lateral, dimana beban gravitasi berasal dari frame beton bertulang. Tembok-tembok ini dibangun diantara baris kolom.
- c. *Core Walls* adalah dinding geser yang terletak didalam wilayah inti pusat dalam gedung yang biasanya diisi tangga atau poros lift. Dinding yang terletak dikawasan inti pusat memiliki fungsi ganda dan dianggap menjadi pilihan paling ekonomis.

Sedangkan perencanaan dinding geser yang baik tidak terlepas dari pemilihan bentuk dinding, lokasi penempatannya pada denah serta bentuk ragam keruntuhannya. Berikut ini susunan geometris dan bentuk-bentuk dasar yang umum pada dinding geser. Dinding geser pada dasarnya dapat dibagi menjadi sistem terbuka dan sistem tertutup. Sistem terbuka

terdiri dari unsur linear tunggal atau gabungan unsur yang tidak lengkap melingkupi ruang geometris, seperti bentuk L, X, V, Y, T, H. Sebaliknya sistem tertutup melingkupi ruang geometris seperti bentuk persegi, segitiga, persegi panjang dan bulat. Bentuk dan penempatan dinding geser sendiri mempunyai akibat beban yang besar terhadap struktur apabila dibebani secara lateral (Wolfgang Schueller, 1977).

Elemen Dinding Geser Sebagai Struktur

Pada umumnya dinding geser dikategorikan berdasarkan geometrinya, yaitu (Imran, 2008):

1. *Flexural wall* (dinding langsing), yaitu dinding geser yang memiliki rasio $h_w/I_w \geq 2$, dimana desain dikontrol terhadap perilaku lentur,
2. *Squat wall* (dinding pendek), yaitu dinding geser yang memiliki rasio $h_w/I_w \leq 2$, dimana desain dikontrol terhadap perilaku lentur,
3. *Coupled shear wall* (dinding berangkai), dimana momen guling yang terjadi akibat beban gempa ditahan oleh sepasang dinding geser yang dihubungkan dengan balok-balok penghubung sebagai gaya tarik dan tekan yang bekerja pada masing-masing dasar dinding tersebut.

Dalam merencanakan dinding geser, perlu diperhatikan bahwa dinding geser yang berfungsi untuk

menahan gaya lateral yang besar akibat beban gempa tidak boleh runtuh akibat gaya lateral, apabila dinding geser runtuh karena gaya lateral maka keseluruhan struktur bangunan akan runtuh karena tidak ada elemen struktur yang mampu menahan gaya lateral. Oleh karena itu, dinding geser harus didesain untuk mampu menahan gaya lateral yang mungkin terjadi akibat beban gempa, dimana berdasarkan SNI 03-2847-2013 pasal 14.5.3.1, tebal minimum dinding geser (t_d) tidak boleh kurang dari 100 mm.

Dalam pelaksanaannya dinding geser selalu dihubungkan dengan sistem rangka pemikul momen. Dinding struktural yang biasa digunakan pada gedung tinggi adalah dinding geser kantilever, dinding geser berangkai, dan sistem rangka-dinding geser (*dual system*). Kerja sama antara sistem rangka penahan momen dan dinding geser merupakan suatu keadaan khusus, dimana dua struktur yang berbeda sifat dan perilakunya digabungkan sehingga diperoleh struktur yang lebih ekonomis. Kerja sama ini dapat dibedakan menjadi beberapa macam sistem struktur berdasarkan SNI 03-1726-2012 pasal 3.49-52 yaitu: Sistem ganda yaitu sistem struktur yang merupakan gabungan dari sistem rangka pemikul momen dengan dinding geser atau bresing. Rangka pemikul momen sekurang-kurangnya mampu menahan 25% dari gaya lateral dan sisanya ditahan oleh dinding geser. Nilai koefisien modifikasi

1. respons (R) yang direkomendasikan untuk sistem ganda dengan sistem rangka

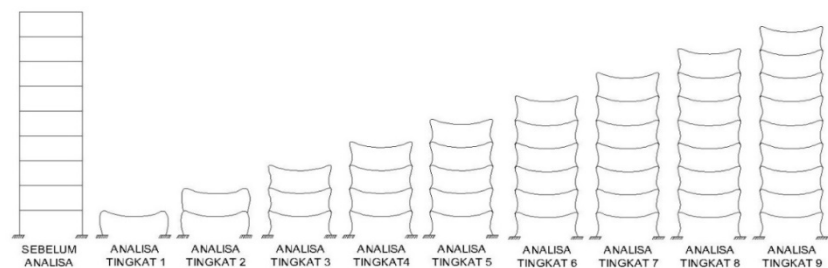
- pemikul momen khusus (SRPMK) adalah 7.
2. Sistem interaksi dinding geser dan rangka yaitu sistem struktur yang merupakan gabungan dari sistem rangka beton bertulang dan dinding geser biasa. Nilai R yang direkomendasikan untuk sistem interaksi dinding geser dan rangka adalah 4,5.
 3. Sistem rangka gedung yaitu sistem struktur yang memiliki rangka ruang pemikul beban gravitasi secara lengkap. Pada sistem ini, gaya lateral akibat gempa yang terjadi dipikul oleh dinding geser atau rangka *bresing*.

Analisis Portal Bertingkat Metode Konstruksi Bertahap

Menurut *Analysis Reference SAP2000* (2002) metode konstruksi bertahap merupakan bagian dari analisa statis nonlinear yang menganalisa struktur dalam beberapa fase tingkat. Urutan analisa pada metode konstruksi bertahap memperhitungkan pengaruh kenonlinearan struktur akibat pelaksanaan bertahap di lapangan. Pada struktur portal bertingkat. Seluruh tingkat pada portal dibangun tidak secara bersamaan, melainkan dimulai dari tingkat satu, tingkat dua, dan seterusnya sampai dengan tingkat teratas.

Langkah awal analisa konstruksi bertahap pada portal bertingkat adalah dengan mendefinisikan masing-masing tingkat kedalam kelompok (*group*) yang berbeda. Setiap elemen struktur (balok, plat, dan kolom) yang termasuk ke dalam tingkat yang sama dikelompokkan menjadi satu kelompok. Semua kelompok yang ada dianalisa dengan urutan analisa sesuai dengan urutan pelaksanaan di lapangan.

Analisa dimulai dari kelompok tingkat terbawah yaitu tingkat satu. Seluruh hasil analisa tingkat satu (gaya dalam dan deformasi) merupakan kondisi awal bagi analisa tingkat selanjutnya. Demikian seterusnya sampai analisa tingkat teratas selesai sesuai dengan yang ditunjukkan dengan gambar 2.1



Gambar 2.1 Tahapan analisis metode konstruksi bertahap

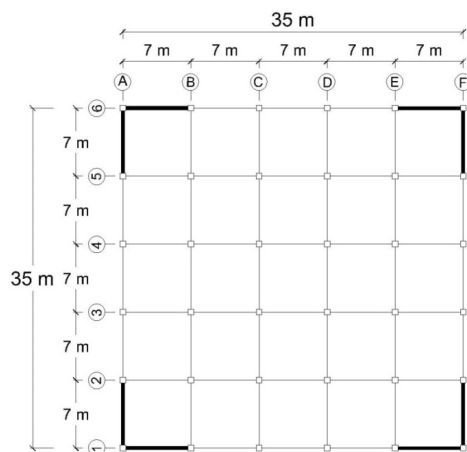
(Sumber: Arman Agustina, 2005)

III. METODE PENELITIAN

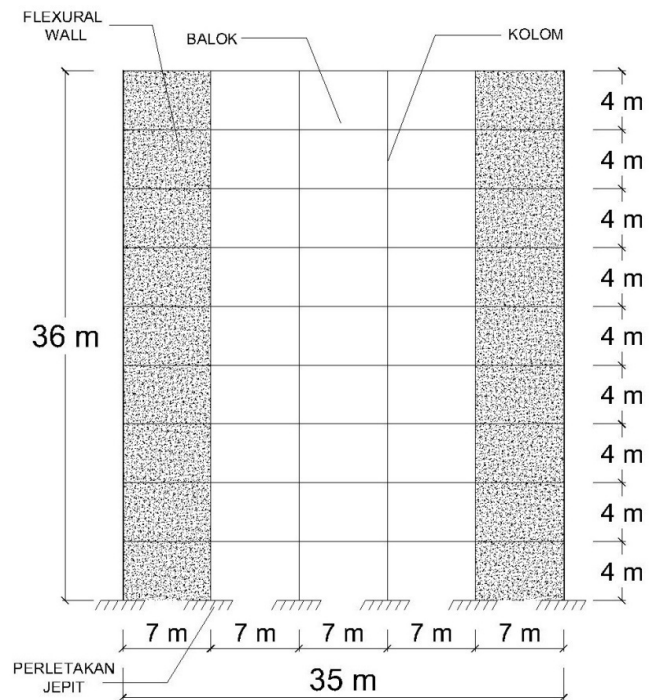
Metode penelitian ini menggunakan metode analisis perancangan yang bersifat fiktif. Pada penelitian ini dirancang bangunan yang memiliki fungsi hunian gedung digunakan sebagai gedung perkantoran yang direncanakan berukuran 35 x 35 m, terdiri atas 9 tingkat termasuk pelat

atap dengan tinggi tiap lantai 4 m. Panjang bentang balok memiliki jarak 7 m pada arah sumbu X dan arah sumbu Y. Bangunan ini diasumsikan berlokasi didaerah Denpasar dengan jenis tanah sedang (SD).

Dalam perancangan ini akan dimodelkan satu jenis struktur bangunan yaitu struktur beton dengan dinding geser beton bertulang. Kemudian model struktur itu akan dianalisa dengan analisis yang berbeda, menggunakan analisis konvensional dan analisis konstruksi bertahap. Sistem penahan beban lateral ini menggunakan dinding geser beton bertulang kantilever (*Flexural Wall*). Faktor reduksi gempa yang digunakan pada struktur gedung dengan shear wall, $R = 8,5$ karena struktur ini menggunakan sistem ganda dengan rangka pemikul momen khusus menggunakan pengaku dinding geser beton bertulang khusus (SNI 03-1726-2012).



Gambar 3.1 Denah gedung tingkat 9 dengan shear wall bentuk L-Shape



Gambar 3.2 Portal dengan shear wall

Langkah-langkah Analisis

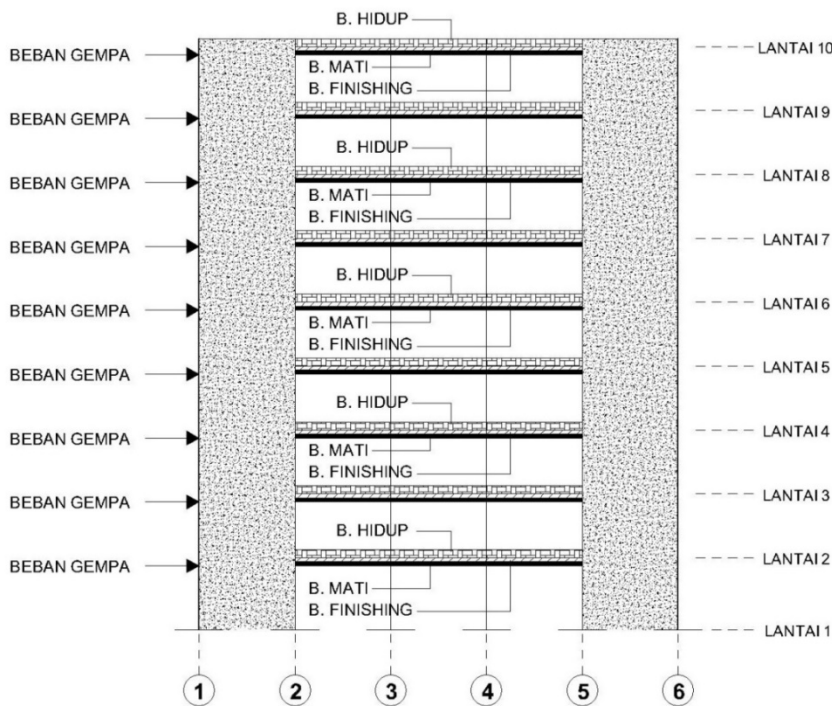
1. Pertama menentukan dimensi komponen struktur, kemudian menginput dimensi elemen struktur yang telah ditentukan sebelumnya.
2. Menggambar struktur portal bertingkat simetris dengan penambahan shearwall bentuk L-Shape pada Layout SAP2000 Versi 14.2.2.
3. Menentukan dan menginput beban-beban yang bekerja pada struktur portal bertingkat simetris dengan penambahan shearwall bentuk L-Shape.
4. Melakukan perhitungan beban mati, beban tambahan, beban hidup yang akan bekerja pada struktur portal bertingkat simetris dengan penambahan perkuatan shearwall.

5. Melakukan perhitungan bobot struktur tiap lantai untuk mendapatkan beban gempa karena dalam perencanaannya menggunakan analisis statik ekuivalen.
6. Menginput beban-beban pada struktur portal bertingkat simetris dengan penambahan perkuatan *shearwall* yang sebelumnya sudah diperhitungkan.
7. Melakukan 2 analisis yang berbeda yaitu : analisis konvensional dan analisis konstruksi bertahap terhadap model struktur dengan *shearwall* dengan bantuan software SAP2000 v14.2.2 untuk mengetahui besarnya nilai dari gaya-gaya dalam dan deformasi.

Langkah-langkah analisis sebagai berikut:

1. Studi literatur dan pengumpulan data.
2. Input data properties materials dan data geometri.
merupakan material yang digunakan untuk plat lantai, plat atap dan dinding geser.
3. Pemodelan struktur portal bertingkat simetris dengan penambahan perkuatan *shearwall* (Bentuk L-Shape).
4. Perhitungan beban gempa dengan analisis statik ekuivalen.
5. Input Pembebanan pada model struktur.
6. Melakukan 2 (dua) analisis yang berbeda Analisis Konvensional dan Analisis Konstruksi Bertahap.
7. Melakukan kontrol berdasarkan kinerja batas layan, kinerja batas

ultimit, simpangan antar lantai ijin.



Gambar 3.3 Ketentuan analisis Konvensional

8. Melakukan perbandingan hasil gaya-gaya dalam, deformasi, dan simpangan struktur untuk mengetahui pengaruh analisis konstruksi bertahap pada struktur portal bertingkat simetris dengan penambahan kekuatan *shear wall*.
9. Membuat kesimpulan dari hasil penelitian.

Data-Data Model Struktur

Properties material untuk keenam model :

- a. Faktor reduksi gempa
= 7 (untuk Rx dan Ry *shear wall*)
- b. Mutu beton = 30 Mpa
- c. Mutu baja tul. longitudinal (fy)
= 400 Mpa
- d. Mutu baja tul. transversal (fys)
= 240 Mpa
- e. Modulus elastisitas beton
= $4700 \times \sqrt{f'_c}$ MPa
- f. Modulus elastisitas baja
= 200000 MPa
- g. Poison ratio = 0,2

Data-Data struktur untuk keenam model :

- a. Fungsi Bangunan = Perkantoran
- b. Wilayah Gempa = Denpasar
- c. Luas setiap lantai = 35 x 35 m
- d. Jumlah Tingkat = 9
- e. Tinggi Bangunan = 36 m
- f. Tebal pelat lantai = 15 cm
- g. Tebal pelat atap = 12 cm
- h. Estimasi Tebal dinding geser
= 35 cm
- i. Estimasi dimensi baok induk
= 30/60 cm
- j. Estimasi dimensi kolom
= 40/40 cm

Beban Struktur

Pada model struktur akan diberikan kombinasi beban sesuai dengan SNI 1726-2012. Pada analisis konvensional beban yang bekerja berupa beban gravitasi, dan beban gempa. Sedangkan pada analisis konstruksi bertahap beban bekerja berupa beban gravitasi, beban gempa ditambah dengan beban dari berat konstruksi bekisting dan berat beton basah. Beban gravitasi berupa beban mati, beban mati tambahan (*finishing*) beban hidup, sedangkan beban gempa yang digunakan pada pemodelan adalah sesuai Standar Nasional Indonesia (SNI 1726-2012). Adapun analisis akan dibantu program SAP2000 V14.2.2.

Data Beban Struktur

Pembebanan untuk analisa konvensional adalah sebagai berikut :

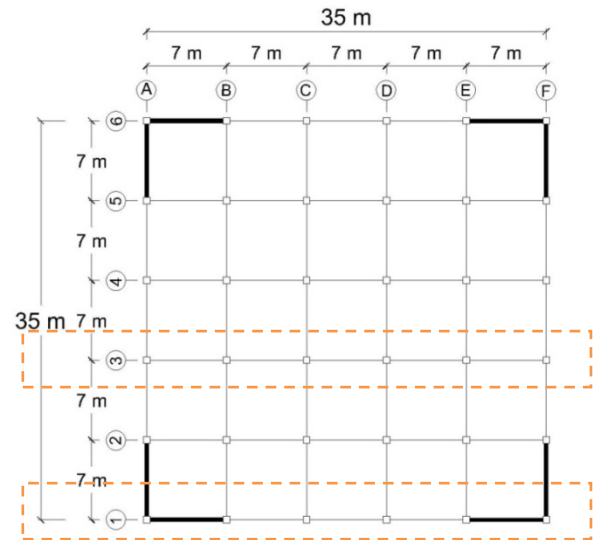
- a. Beban mati yang merupakan berat sendiri elemen-elemen utama struktur yaitu balok, kolom dan plat.
- b. Beban mati tambahan (*finishing*), terdiri dari :
 - a) Spesi penutup 3 cm = 3×21
= 63 kg/m^2
 - b) Plafond + Penggantung
= 18 kg/m^2
 - c) Keramik = 24 kg/m^2
 - d) Screed Lantai adukan 4 cm = 4×21
= 84 kg/m^2
 - e) Instalasi MEP = 40 kg/m^2
 - f) Dinding $\frac{1}{2}$ bata
= 250 kg/m^2

- c. Beban hidup
 - a) Beban hidup pada pelat atap = 100 kg/m^2
 - b) Beban hidup pada tingkat pelat lantai = 250 kg/m^2
- 2. Pembebanan untuk analisa konstruksi bertahap sama dengan pembebanan pada analisa konvensional dengan tambahan beban sebagai berikut.
 - a. Berat konstruksi bekisting = 250 kg/m^2 . (Frick dan Moediartianto, 2004)
 - b. Berat beton basah = $\pm 2500 \text{ kg/m}^3$ (Frick dan Moediartianto, 2004)

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam penelitian ini, dibuat sebuah model struktur portal bertingkat simetris dengan *shear wall* dan dianalisis menggunakan metode konvensional dan metode konstruksi bertahap. Model struktur memiliki jumlah 9 lantai dan masing-masing tiap lantai memiliki ketinggian 4 m (tinggi 36 m). Nilai faktor reduksi gempa yang dimasukkan sebesar $R = 7$, dimana model struktur dianalisis dengan SAP2000 versi 14.2.2 sebagai model 3D dengan menyertakan model pelat, dimana balok dan kolom dimodel sebagai elemen *frame*, pelat dan dinding geser dimodel sebagai elemen *shell*. Pembahasan dilakukan dengan membandingkan model struktur yang dianalisis secara berbeda dengan tujuan untuk mengetahui gaya-gaya dalam dan deformasi struktur.

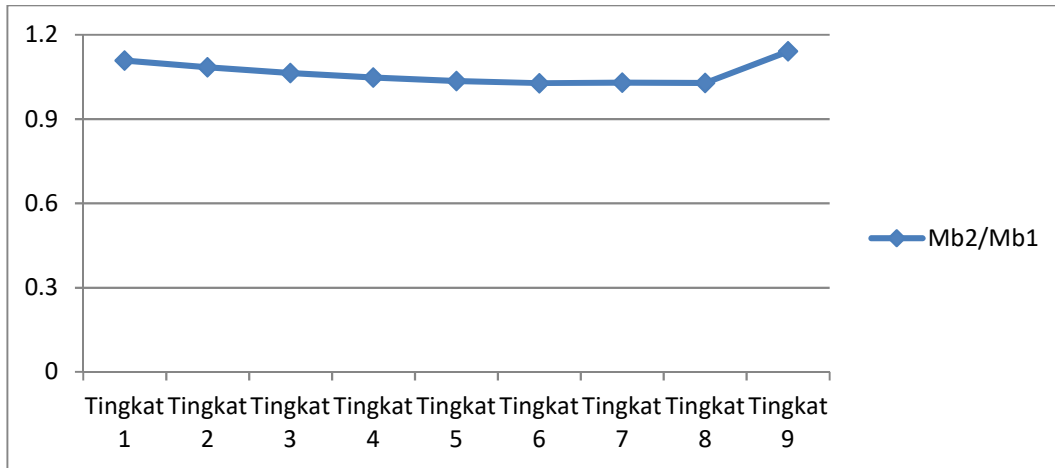
Dari hasil analisis terhadap model struktur tersebut, akan dilanjutkan dengan proses pengolahan data output SAP2000 untuk dibuatkan tabel. Kemudian dari tabel tersebut dibuatkan grafik terhadap hasil gaya-gaya dalam dan deformasi yang dianalisis dengan metode konvensional dan metode konstruksi bertahap. Portal yang ditinjau dalam penelitian ini adalah portal tepi dan portal tengah dengan memanfaatkan kesimetrisan geometri struktur. Gambar 4.1 menunjukkan portal yang ditinjau untuk perbandingan.



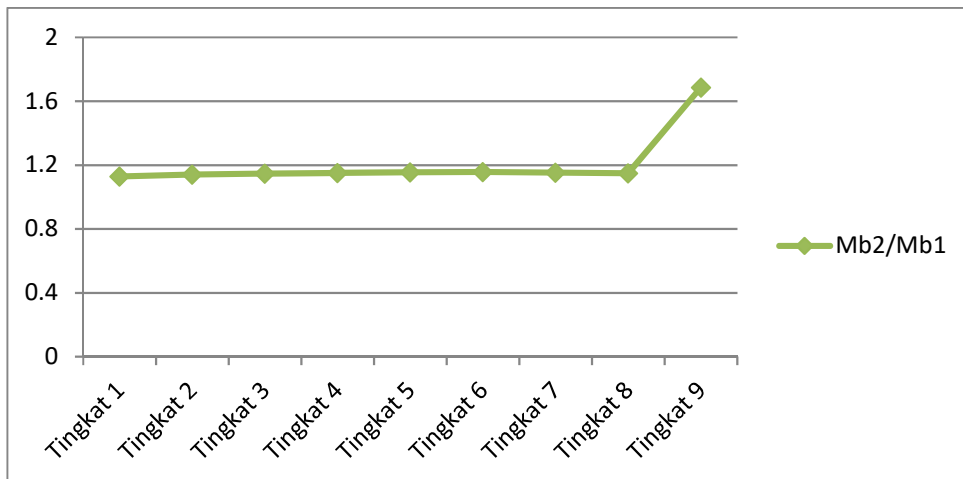
Gambar 4.1 Portal yang ditinjau untuk perbandingan

Hasil Analisis

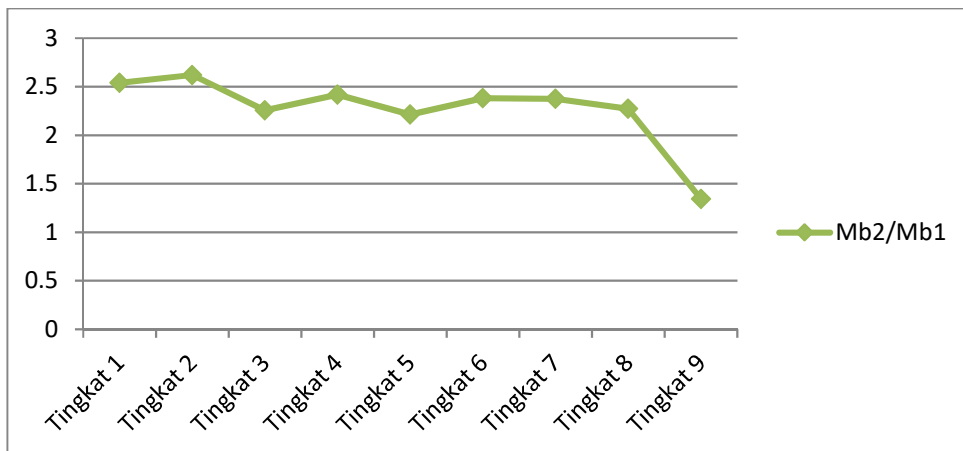
Hasil analisis adalah rasio gaya-gaya dalam analisis konstruksi bertahap dengan analisis konvensional (subscript 2 / subscript 1) seperti terlihat dalam Gambar berikut ini.



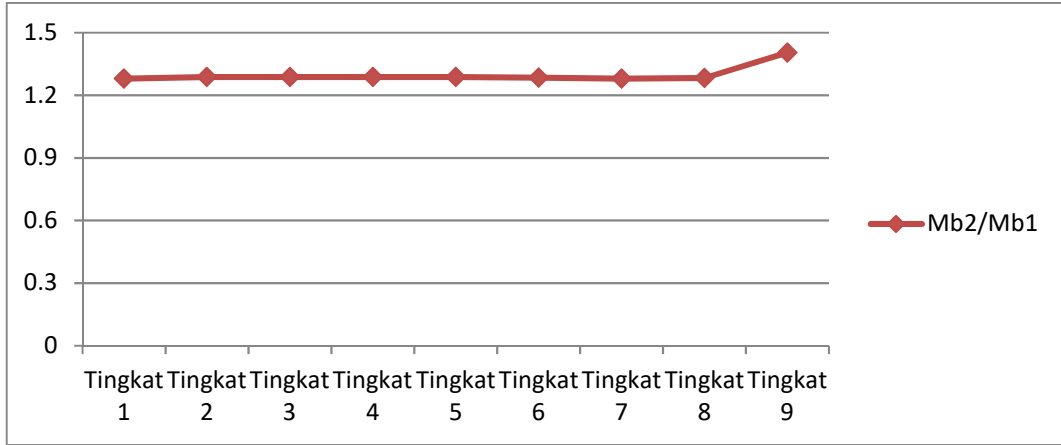
Gambar 4.2 Rasio momen positif balok grid C – D portal tepi akibat beban gravitasi.



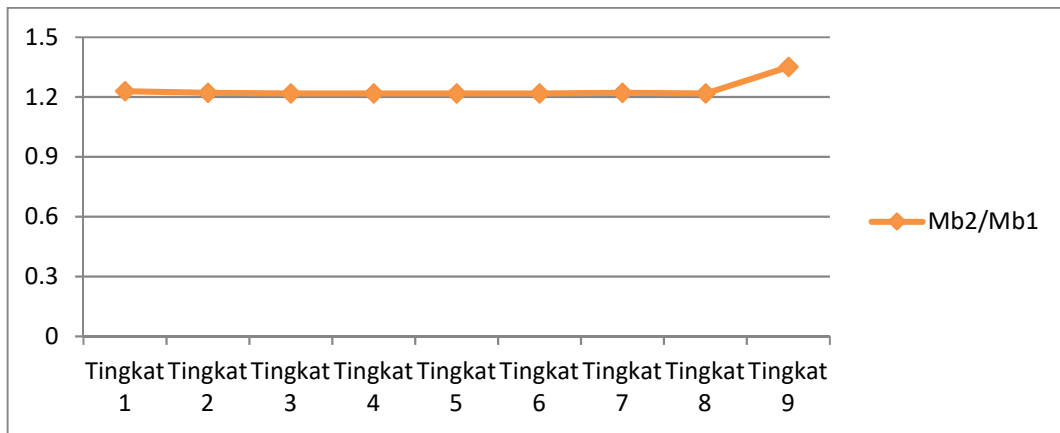
Gambar 4.3 Rasio momen negatif balok grid C – D portal tepi akibat beban gravitasi.



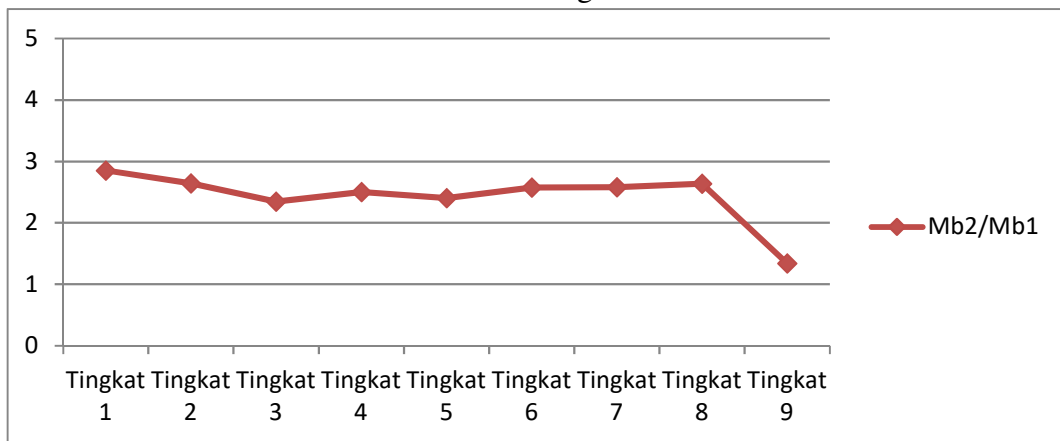
Gambar 4.4 Rasio momen negatif balok grid C – D portal tepi akibat beban gempa.



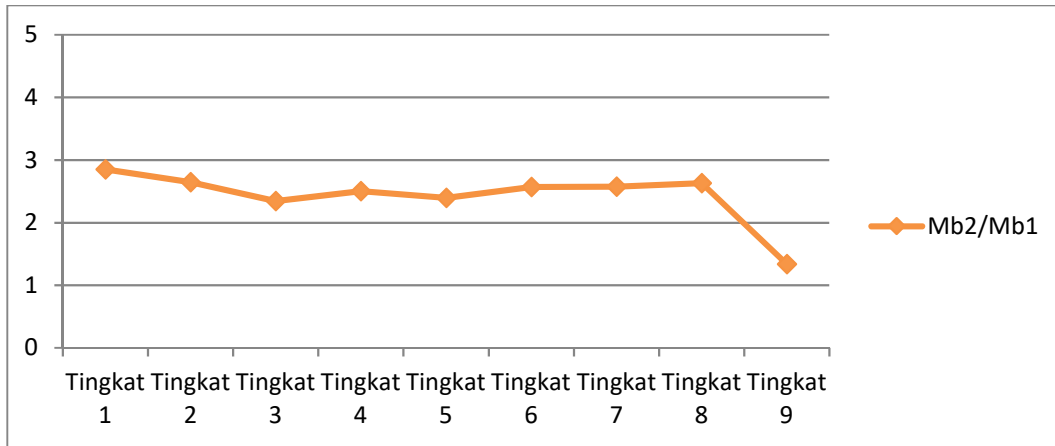
Gambar 4.5 Rasio momen positif balok grid C – D portal tengah akibat beban gravitasi.



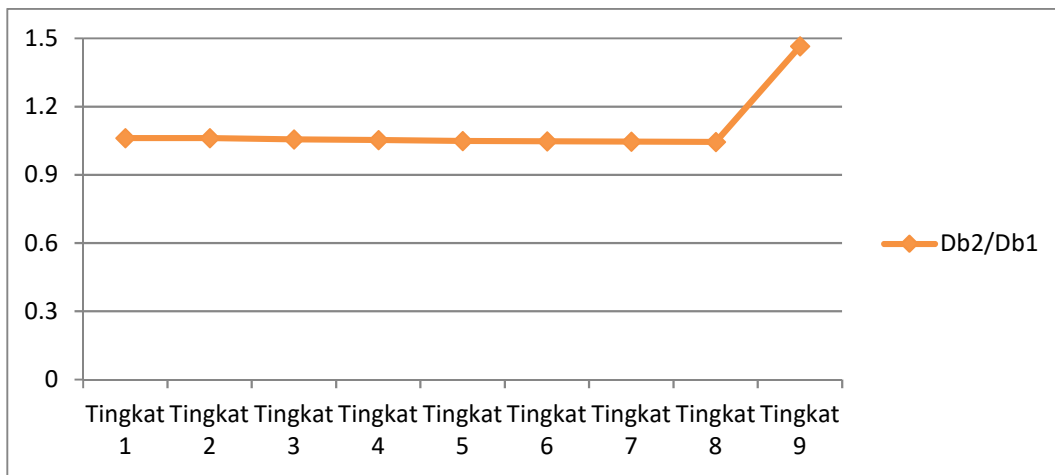
Gambar 4.6 Rasio momen negatif balok grid C – D portal tengah akibat beban gravitasi.



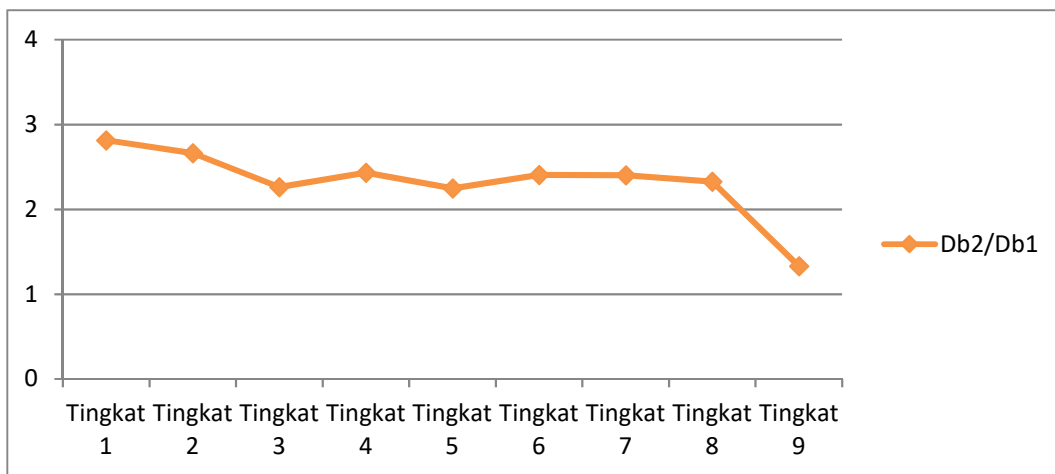
Gambar 4.7 Rasio momen positif balok grid C – D portal tengah akibat beban gempa.



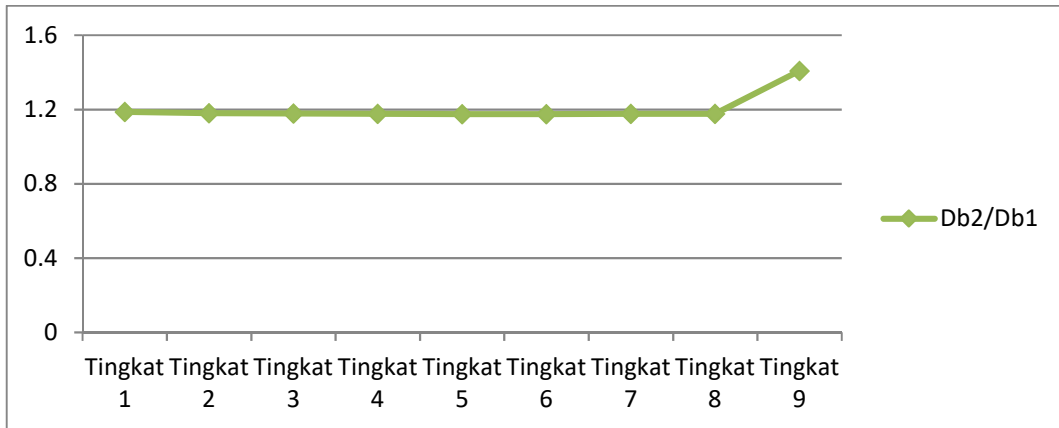
Gambar 4.8 Rasio momen negatif balok grid C – D portal tengah akibat beban gempa.



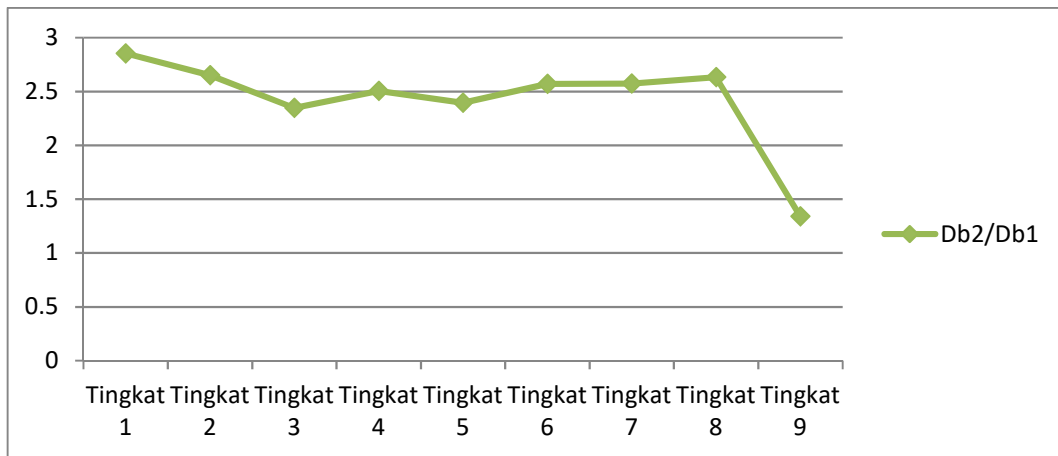
Gambar 4.9 Rasio gaya geser maksimum balok grid C – D portal tepi akibat beban gravitasi.



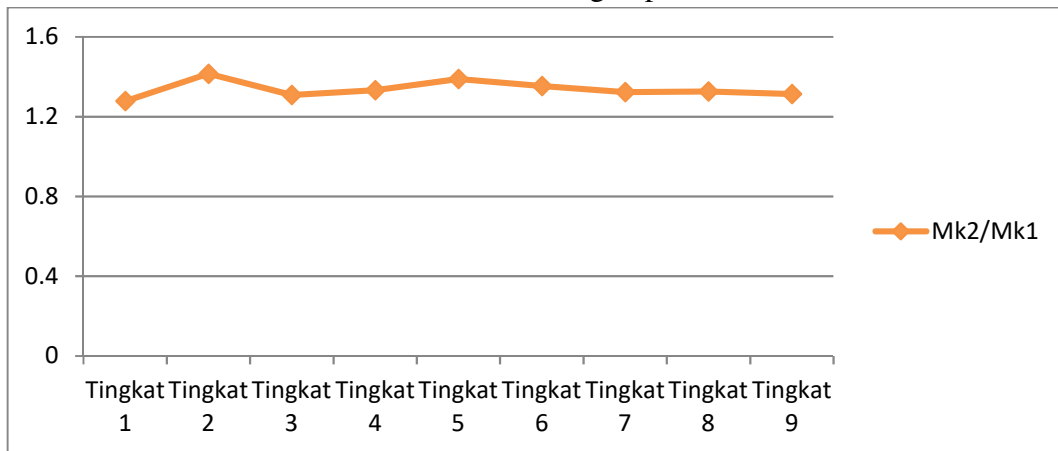
Gambar 4.10 Rasio gaya geser maksimum balok grid C – D portal tepi akibat beban gempa.



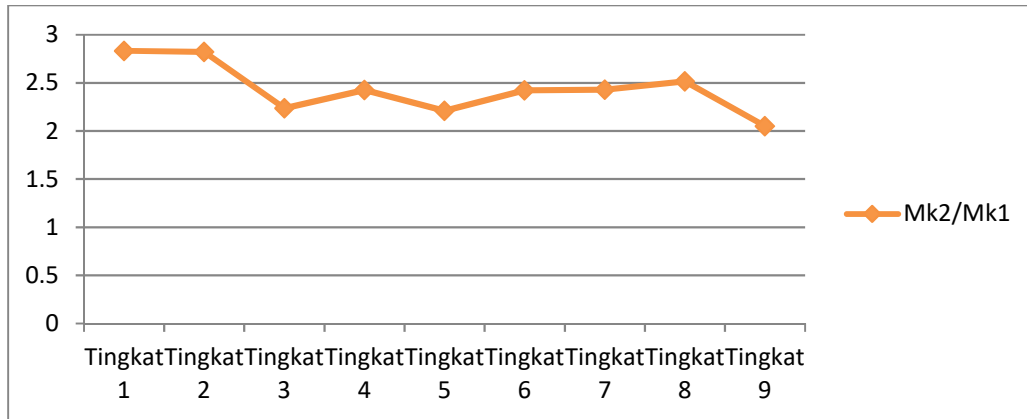
Gambar 4.11 Rasio gaya geser maksimum balok grid C – D portal tengah akibat beban gravitasi.



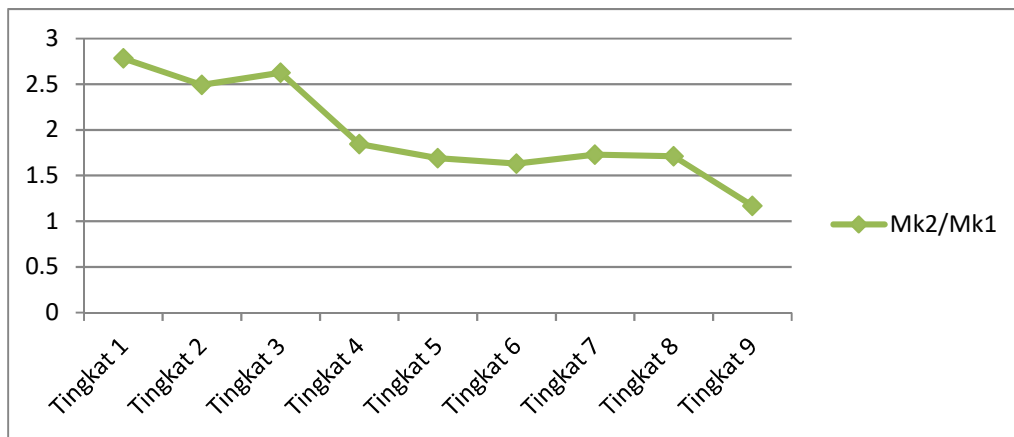
Gambar 4.12 Rasio gaya geser maksimum balok grid C – D portal tengah akibat beban gempa.



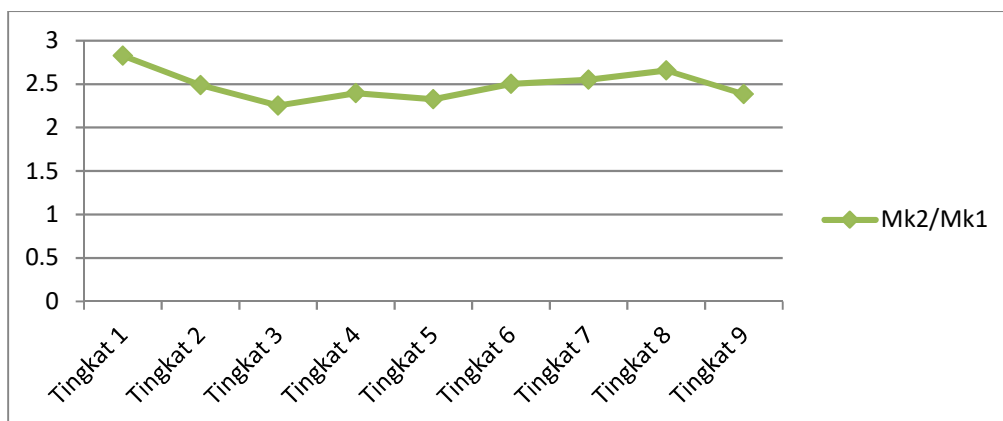
Gambar 4.13 Rasio momen maksimum kolom grid D portal tepi akibat beban gravitasi.



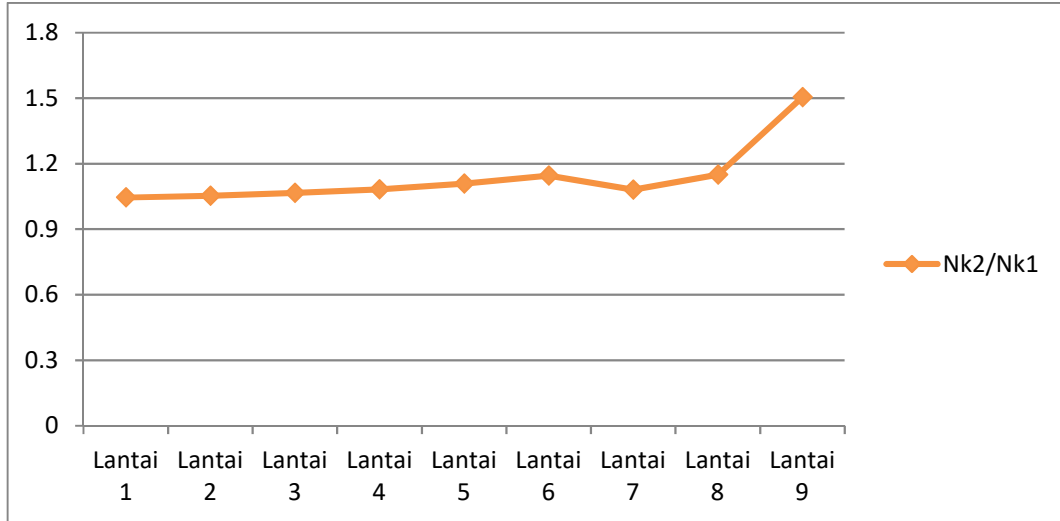
Gambar 4.14 Rasio momen maksimum kolom grid D portal tepi akibat beban gempa.



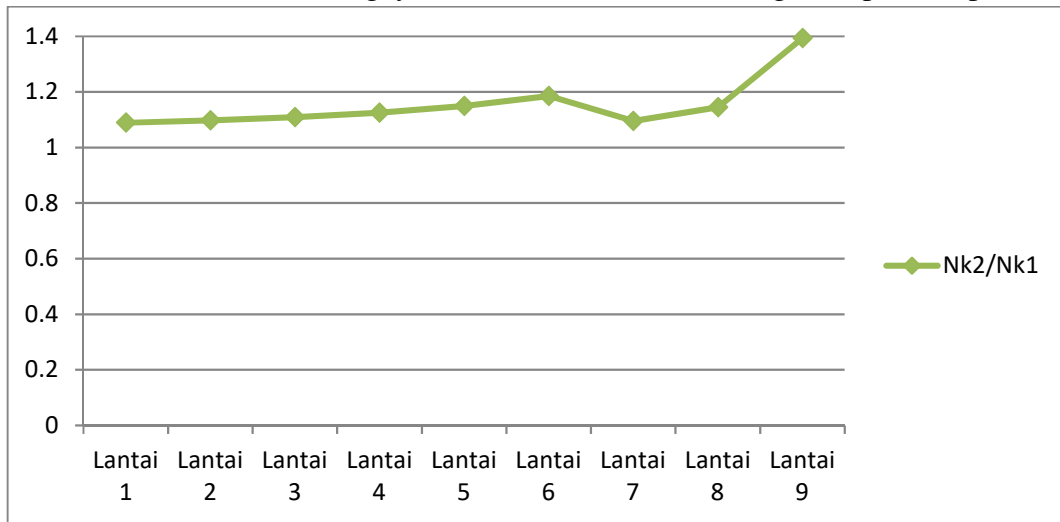
Gambar 4.15 Rasio momen maksimum kolom grid D portal tengah akibat beban gravitasi.



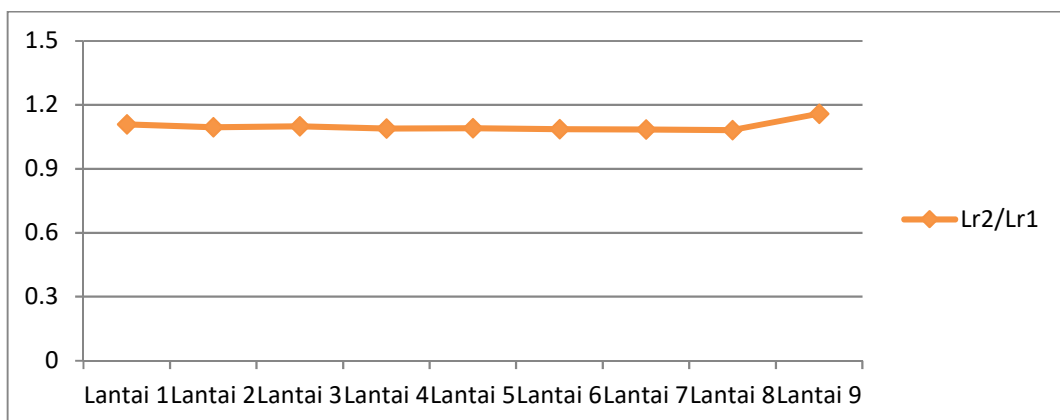
Gambar 4.16 Rasio momen maksimum kolom grid D portal tengah akibat beban gempa.



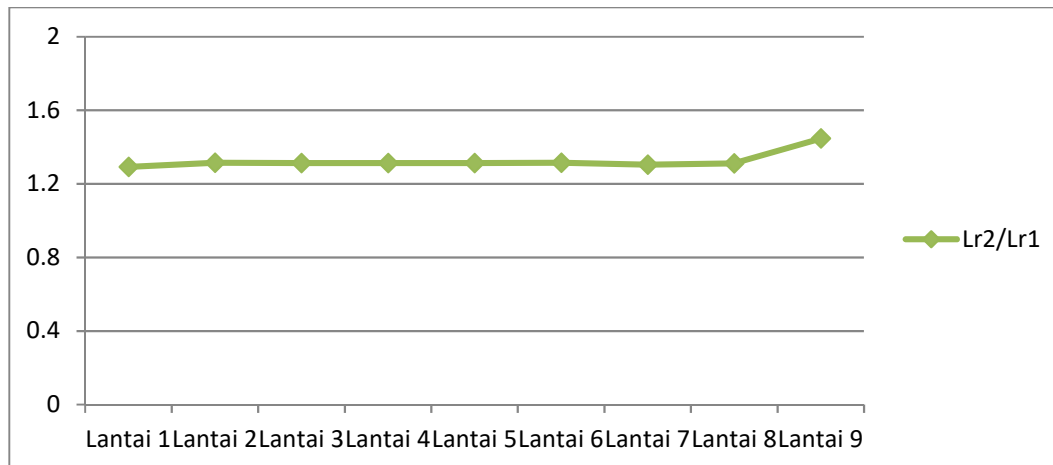
Gambar 4.17 Rasio gaya normal maksimum kolom grid D portal tepi



Gambar 4.18 Rasio gaya normal maksimum kolom grid D portal tengah



Gambar 4.19 Rasio lendutan relatif balok grid C – D portal tepi



Gambar 4.20 Rasio lendutan relatif balok grid C – D portal tengah

V. PENUTUP

Kesimpulan

Dari hasil analisis dengan program SAP2000 versi 14.2.2 pada struktur portal bertingkat simetris dengan penambahan perkuatan *shear wall* yang dianalisis dengan analisis konvensional dan analisis konstruksi bertahap untuk mengetahui gaya-gaya dalam dan deformasi, dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Momen positif balok grid C – D akibat beban gravitasi pada portal tepi dengan analisis konstruksi bertahap (M_{b2} positif) mencapai nilai maksimum pada tingkat 7 yaitu sebesar 56,58 KNm dengan rasio M_{b2}/M_{b1} sebesar 1,030. Sedangkan momen negatif balok pada portal tepi dengan analisis konstruksi bertahap M_{b2} negatif mencapai nilai maksimum pada tingkat 2 yaitu sebesar 120,85 KNm dengan rasio sebesar 1,142 KNm. Momen positif maksimum balok grid C – D portal tengah akibat beban gravitasi dengan analisis konstruksi bertahap (M_{b2} positif) mencapai nilai maksimum pada tingkat 2 yaitu sebesar 89,49 KNm dengan rasio M_{b2}/M_{b1} sebesar 1,287. Untuk momen negatif balok grid C – D portal tengah akibat beban gravitasi dengan analisis konstruksi bertahap (M_{b2} negatif) mencapai nilai maksimum pada tingkat 7 yaitu sebesar 197,52 KNm dengan rasio M_{b2}/M_{b1} sebesar 1,221 KNm.
2. Momen positif balok grid C – D pada portal tepi akibat beban gempa dengan analisis konstruksi bertahap (M_{b2} positif) mencapai nilai maksimum pada tingkat 8 yaitu sebesar 8,691 KNm dengan rasio M_{b2}/M_{b1} sebesar 2,319. Sedangkan momen negatif balok pada portal tepi dengan analisis konstruksi bertahap M_{b2} negatif mencapai nilai maksimum pada tingkat 8 yaitu sebesar 7,931 KNm dengan rasio sebesar 2,271 KNm. Momen positif maksimum balok grid C – D portal tengah akibat beban gempa dengan analisis konstruksi bertahap (M_{b2} positif)

- mencapai nilai maksimum pada tingkat 8 yaitu sebesar 9,716 KNm dengan rasio M_{b2}/M_{b1} sebesar 2,638. Untuk momen negatif balok grid C – D portal tengah akibat beban gempa dengan analisis konstruksi bertahap (M_{b2} negatif) mencapai nilai maksimum pada tingkat 8 yaitu sebesar 9,706 KNm dengan rasio M_{b2}/M_{b1} sebesar 2,631 KNm.
3. Gaya geser maksimum balok grid C – D pada portal tepi akibat beban gravitasi dengan analisis konstruksi bertahap (Db_2) mencapai nilai maksimum pada tingkat 8 yaitu sebesar 88,56 KNm dengan rasio Db_2/Db_1 sebesar 1,059 KNm. Gaya geser balok grid C – D pada portal tengah akibat beban gravitasi dengan analisis konstruksi bertahap Db_2 mencapai nilai maksimum pada tingkat 8 yaitu sebesar 145,85 KNm dengan rasio Db_2/Db_1 sebesar 1,190.
 4. Gaya geser maksimum balok grid C – D pada portal tepi akibat beban gempa dengan analisis konstruksi bertahap (Db_2) mencapai nilai maksimum pada tingkat 8 yaitu sebesar 3,145 KNm dengan rasio Db_2/Db_1 sebesar 2,328 KNm. Gaya geser balok grid C – D pada portal tengah akibat beban gempa dengan analisis konstruksi bertahap Db_2 mencapai nilai maksimum pada tingkat 8 yaitu sebesar 3,997 KNm dengan rasio Db_2/Db_1 sebesar 2,631.
 5. Momen maksimum kolom grid D pada portal tepi akibat beban gravitasi dengan analisis konstruksi bertahap (M_{k2}) mencapai nilai maksimum pada tingkat 9 yaitu sebesar 49,246 KNm dengan rasio M_{k2}/M_{k1} sebesar 1,314 KNm. Momen maksimum kolom grid D portal tengah akibat beban gravitasi dengan analisis konstruksi bertahap (M_{k2}) mencapai nilai maksimum pada tingkat 9 sebesar 3,645 KNm, dengan rasio perbandingan M_{k2}/M_{k1} sebesar 1,169.
 6. Momen maksimum kolom grid D pada portal tepi akibat beban gempa dengan analisis konstruksi bertahap (M_{k2}) mencapai nilai maksimum pada tingkat 9 yaitu sebesar 17,746 KNm dengan rasio M_{k2}/M_{k1} sebesar 1,039 KNm. Momen maksimum kolom grid D portal tengah akibat beban gempa dengan analisis konstruksi bertahap (M_{k2}) mencapai nilai maksimum pada tingkat 9 sebesar 13,471 KNm dengan rasio perbandingan M_{k2}/M_{k1} sebesar 2,385.
 7. Gaya normal maksimum kolom grid D portal tepi dengan analisis konstruksi bertahap (N_{k2}) mencapai nilai maksimum pada tingkat 1 yaitu sebesar 2992,66 KNm dengan angka rasio N_{k2}/N_{k1} sebesar 1,045 KNm. Gaya normal maksimum kolom grid D pada portal tengah dengan analisis konstruksi bertahap (N_{k2}) mencapai nilai maksimum pada tingkat 1 yaitu sebesar 5636,72 KNm dengan nilai rasio (N_{k2}/N_{k1}) sebesar 1,089 KN.

8. Lendutan relatif balok grid C – D pada portal tepi dengan analisis konstruksi bertahap (Lr_2) mencapai nilai maksimum pada lantai 8 yaitu sebesar 4,08 mm dengan nilai rasio perbandingan (Lr_2/Lr_1) sebesar 1,082 mm. Lendutan relatif balok grid C – D pada portal tengah dengan analisis konstruksi bertahap (Lr_2) mencapai nilai maksimum pada tingkat 2 yaitu sebesar 5,84 mm dengan rasio (Lr_2/Lr_1) sebesar 1,315 mm.
9. Analisis konstruksi bertahap mengalami simpangan yang lebih besar daripada simpangan yang terjadi dengan analisis konvensional. Rasio persentase perbedaan simpangan pada lantai dengan analisis konstruksi bertahap dan analisis konvensional secara berturut-turut sebesar, Perbedaan simpangan tersebut diakibatkan pada analisis konvensional diasumsikan beban gempa hanya terjadi sekali dan ketika struktur telah selesai atau siap beroperasi. Berbeda dengan analisis konstruksi bertahap yang diasumsikan beban gempa terjadi berulang kali mulai dari tahapan tingkat 1 sampai tahapan tingkat 9. Dan pada struktur dengan analisis konstruksi bertahap mengalami beban lebih besar karena ditambah dengan beban bekisting, beban pelaksanaan dan berat beton basah.

Saran

Adapun saran dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Penelitian ini dapat dilanjutkan dengan penggunaan dinding geser dan konfigurasi penempatannya yang berbeda untuk mendapatkan perilaku struktur yang lebih baik.
2. Setelah mengetahui hasil analisis konstruksi bertahap dengan perkuatan shear wall, maka sebaiknya dalam analisis struktur dengan perkuatan menggunakan analisis konstruksi bertahap.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, (1983). *Peraturan Pembebanan Untuk Gedung*, PPIUG 1983 Bandung: Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan.
- Anonim, (2002). *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Struktur Bangunan Gedung*, SNI-2847-2002, Jakarta: Departemen Pemukiman dan Prasarana Wilayah.
- Anonim, (2002). *Standar Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung*, SNI 03-1726-2002, Jakarta: Departemen Pemukiman dan Prasarana Wilayah.
- Anonim, (2012). *Standar Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung*, SNI 03-1726-2012, Jakarta: Departemen Pemukiman dan Prasarana Wilayah.
- Anonim, (2013). *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Struktur Bangunan Gedung*, SNI-2847-2013, Jakarta: Departemen Pemukiman dan Prasarana Wilayah.

- Anonim, (2002). *Analysis Reference Manual SAP2000*, Computers and Structures, Inc. California, USA.
- Anonim, (2015). *Software Verification Examples SAP2000*, Computers and Structures, Inc. California, USA.
- Arman Agustina, I Putu Eka, (2005). *Analisis Portal Bertingkat Dengan Metode Konstruksi Bertahap*, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Udayana.
- Bagiarta, I Ketut Yasa, (2010). *Analisis Konstruksi Bertahap Pada Portal Beton Bertulang Dengan Variasi Panjang Bentang Dan Jumlah Tingkat*, Konferensi Nasional Teknik Sipil 4, Sanur-Bali.
- Churrohman, Fat, (2012). *Studi Perilaku Dinding Geser Beton Bertulang dan Dinding Geser Pelat Baja Dengan Analisis Statik Non-Linier Pushover*, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia.
- Fintel, M. (1991). *Shearwalls – An Answer for Seismic Resistance? Point of view :30, Years of Observation on the Performance of Buildings with Shearwalls in Earthquakes*. Concrete International, 1991. Vol.13, No.7.
- Heinz Frick, Moerdiartianto. 2004. *Ilmu Konstruksi Bangunan Kayu*. Edisi ketiga. Kanisius, Yogyakarta.
- Imran, I., et al. (2008). *Aplicability Metode Desain Kapasitas pada Perancangan Struktur Dinding Geser Beton Bertulang*. Seminar dan Pameran HAKI – Pengaruh Gempa dan Angin terhadap Struktur.
- Lin, T. Y. dan Sydney D. Stotesbury. (1981). *Structural Concepts and Systems for Architects and Engineers*. New York: John Wiley and Sons.
- MacCormac, J.C. (2004) *Desain Beton Bertulang*, edisi kelima, Terjemahan Sumargo, Ph.D, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Melina, (2014). *Analisis Konstruksi Bertahap Pada Struktur Rangka Dengan Dinding Pengisi*, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Udayana.
- Nur A, Gita. (2011) *Diafragma dan Dinding Geser*. Jakarta : Erlangga
- Pantazopoulou, S. J. dan Imran, I. (1992). *Wall Connections Under Lateral Forces*. ACI Structural Journal.
- Paulay, T., Priestley, M.J.N., (1992). *Seismic Design of Reinforced Concrete and Mansory Buildings*, Canada : Jhon Wiley & sons, Inc.
- Pranata, Yosafat Aji, (2011). *Pemodelan Dinding Geser Bidang Sebagai Elemen Kolom Ekuivalen pada Gedung Beton Bertulang Bertingkat Rendah*, Jurnal Teknik Sipil Vol.7 : 85-96.
- Stankevicius, Joseph. (2011). *A Design Guide for Steel Plate Shear Walls in Canada*. University of Alberta.
- Schodek, D. L. (1991). *Structures*, terjemahan Bambang Suryoatmono. Bandung: PT Eresco.
- Schueller, Wolfgang. (1989). *High-rise Building Structures*. terjemahan Januar Hakim. Bandung: Refika Aditama
- Sukrawa, Made, (2015). *Analisis Konstruksi Bertahap Pada Struktur Rangka Terbuka Beton Bertulang Dengan Perkuatan Breising Baja*, Jurusan Teknik

- Sipil, Fakultas Teknik,
Universitas Udayana.
- Widyawati, Ni Luh Kade, (2006).
*Perilaku Dinamis Struktur
Beton Bertulang Dengan
Berbagai Tipe Konfigurasi dan
Posisi Dinding Geser*, Jurusan
Teknik Sipil, Fakultas Teknik,
Universitas Udayana.
- Winanto, Dian Budhi (2010).
*Perubahan Nilai Simpangan
Horisontal Bangunan
Bertingkat Setelah Pemasangan
Dinding Geser Pada Tiap
Sisinya*, Jurusan Teknik Sipil,
Fakultas Teknik, Universitas
Sebelas Maret.

**ANALISA KELAYAKAN PEMBANGUNAN GEDUNG
SENTRA PENGOLAHAN POS (SPP) 80900 DENPASAR
DITINJAU DARI ASPEK TEKNIS DAN EKONOMI**

I Made Harta Wijaya

Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik
Universitas Hindu Indonesia

ABSTRAK

Sentral Pengolahan Pos (SPP) sudah diterapkan, namun untuk kondisi Denpasar sampai dengan tahun 2014 belum ada pemisahan Kantor Pos Denpasar dengan Sentral Pengolahan Pos (SPP)nya. Kondisi tersebut mengakibatkan span of control Kepala Kantor Pos Denpasar terlalu luas, sehingga pengendalian terhadap operasi menjadi tidak fokus dan berdampak kepada kualitas operasi yang rendah. Kondisi dan luasan gedung dan fasilitas bangunan SPP Denpasar 80900 yang ada saat ini sudah dirasakan tidak memadai lagi, sehingga perlu menambah kapasitas operasi dengan melakukan pembangunan gedung baru untuk SPP Denpasar 80900 di lokasi eksisting.

Sebelum melaksanakan kegiatan proyek seperti perencanaan, konstruksi dan operasional maka sangat perlu melaksanakan studi kelayakan untuk mendukung hasil yang lebih optimal dengan meninjau aspek teknis dan aspek ekonomi dengan mengacu pada data-data yang sudah ada.

Pada penelitian ini ditinjau dari aspek teknis maka lokasi yang terpilih adalah lahan eksisting karena biaya pengadaan lahan bisa diminimalkan, jarak jangkauan ke berbagai akses seperti baypass, bandara, pelabuhan, terminal dan tempat strategis lainnya sangat mendukung dan mudah dijangkau. Kondisi tanah/lahan sangat mendukung serta kawasan sudah sesuai dengan peruntukannya yaitu perkantoran. Ditinjau dari aspek ekonomi bahwa antara biaya investasi dengan pendapatan masih menguntungkan yaitu nilai Net Present Value (NPV) dengan DF 15% = 80.363.956.032, Net Present Value (NPV) dengan DF 18% = 67.874.585.829, Net Benefit/Cost = 5,908, Internal Return Rate (IRR) = 0,166, Break Event Point (BEP) = 8 Tahun 8 bulan 20 hari.

Kesimpulan berdasarkan analisa dari aspek teknis adalah layak karena kondisi lahan/tanah sangat mendukung untuk pembangunan gedung perkantoran dan aspek ekonomi adalah layak karena Net Present Value (NPV) positif.

Kata kunci : Aspek Teknis dan Aspek Ekonomi, NPV, IRR, BEP

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sejak tahun 1988 Pola Sentral Pengolahan Pos (SPP) sudah diterapkan, namun untuk kondisi

Denpasar sampai dengan tahun 2014 belum ada pemisahan Kantor Pos Denpasar dengan Sentral Pengolahan Pos (SPP)nya. Kondisi tersebut mengakibatkan span of control Kepala

Kantor pos Denpasar terlalu luas, sehingga pengendalian terhadap poperasi menjadi tidak fokus dan berdampak kepada kualitas operasi yang rendah. Oleh karena itu, pada tanggal 9 Oktober 2015 dibukalah *Mail Processing Center (MPC)* Denpasar 80900 sebagai Unit Pelaksana Teknis tersendiri terpisah dari Kantor Pos Denpasar 80000 berdasarkan Keputusan Direksi PT Pos Indonesia (Persero) Nomor : KD.81/DIRUT/1015 tentang *Mail Processing Center* Denpasar. Keberadaan *MPC* Denpasar 80900 diharapkan dapat lebih fokus dalam mengelola operasi kiriman pos, sehingga kualitas layanan dapat lebih terjamin keandalannya. Selanjutnya, berdasarkan Keputusan Direksi PT Pos Indonesia (Persero) Nomor : KD.32/DIRUT/0317 tanggal 24 Maret 2017 tentang Unit Pelaksana Teknis PT Pos Indonesia (Persero), mengubah nomen klatur kantor sebelumnya dari *MPC* menjadi *SPP*. Keberadaan *SPP* Denpasar sebagai unit yang mengelola operasi tidak hanya dimaksudkan untuk dapat meningkatkan kualitas proses operasi PT Pos Indonesia (Persero), namun juga diharapkan dapat memberi manfaat bagi masyarakat untuk mendukung kegiatan ekonomi dan perdagangan terutama dalam bentuk pendistribusian dokumen dan barang. Untuk kota besar seperti Denpasar yang juga merupakan Ibu kota Provinsi Bali, keberadaan layanan pos yang dapat mengakomodasikan kegiatan-kegiatan pelayanan masyarakat kota sangat diperlukan. Saat ini keberadaan *SPP* Denpasar dapat dikatakan telah

memenuhi sebagian besar harapan masyarakat guna mempercepat proses distribusi surat/dokumen dan barang dengan kualitas yang dapat diandalkan, terutama yang lokasinya berdekatan dengan lokasi *SPP* Denpasar.

Namun demikian, kondisi dan luasan gedung dan fasilitas bangunan *SPP* Denpasar 80900 yang ada saat ini sudah dirasakan tidak memadai lagi, karena di satu sisi bangunan gedung *SPP* Denpasar 80900 masih menjadi satu dengan gedung Kantor pos Denpasar 80000 dan di sisi lain volume kiriman pos semakin meningkat secara signifikan. Beberapa kondisi yang perlu segera diatasi, antara lain: ketersediaan ruang pemrosesan kiriman pos yang sudah tidak mencukupi, keberadaan ruang dan fasilitas parkir yang sangat sempit, areal bongkar muat yang kurang sehingga proses bongkar muat memerlukan waktu yang cukup signifikan. Kesemuanya itu dapat berakibat kepada kesulitan untuk memenuhi ketepatan waktu proses sesuai dengan yang telah ditetapkan, dan berdampak kepada keterlambatan penyampaian kiriman ke kota tujuan, serta resiko terhadap keamanan kiriman yang diproses.

Berdasarkan pertimbangan hal-hal di atas dipandang perlu untuk menambah kapasitas operasi dengan melakukan pembangunan gedung baru untuk *SPP* Denpasar 80900 di lokasi eksisting, sehingga dapat lebih menjamin kualitas operasi yang lebih memadai pada saat volume kiriman pos semakin meningkat dengan signifikan. Pembangunan gedung baru tersebut

harus dapat mengantisipasi kebutuhan bisnis di saat ini dan di masa-masa yang akan datang.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang diatas maka dapat dirumuskan permasalahannya yaitu “Bagaimana Mencari Kelayakan Pembangunan Gedung Sentral Pengolahan POS (SPP) Denpasar 80900 ditinjau dari Aspek Teknis, dan Aspek Ekonomi”

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian yang akan dilaksanakan pada PT. Pos adalah Mencari Kelayakan Pembangunan Gedung Sentral Pengolahan POS (SPP) Denpasar 80900 ditinjau dari Aspek Teknis, dan Aspek Ekonomi.

1.4 Batasan Masalah

Pada penelitian ini batasan masalah hanya meninjau pembangunan gedung dari aspek teknis dan aspek ekonomi dengan asumsi kondisi perekonomian normal pada saat penelitian dilaksanakan yaitu tahun 2017

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Analisis Finansial dan Ekonomi

Analisis finansial adalah analisis kelayakan perbandingan antara hasil penerimaan atau penjualan kotor (gross-sales) dengan jumlah biaya-biaya (total cost) yang dinyatakan dalam nilai sekarang untuk mengetahui kriteria kelayakan atau keuntungan suatu proyek. Hasil finansial sering

juga disebut “private returns” beberapa hal lain yang harus diperhatikan dalam analisis finansial ialah waktu didapatkannya returns sebelum pihak-pihak yang berkepentingan dalam proyek kehabisan modal

Analisis ekonomi adalah dipakai dalam proyek untuk masyarakat atau perekonomian sebagai keseluruhan, tanpa melihat siapa yang menyediakan sumber-sumber tersebut dan siapa dalam masyarakat yang menerima hasil proyek tersebut.

2.2 Pengertian Investasi

Menurut Downes and Goodman dalam Resi S, (2006) investasi atau penanaman modal di dalam perusahaan tidak lain adalah menyangkut penggunaan sumber-sumber yang diharapkan akan memberikan imbalan (pengembalian) yang menguntungkan di masa yang akan datang.

Investasi adalah pengeluaran-pengeluaran yang dilakukan oleh investor baik pemerintah atau swasta untuk pembelian barang/jasa yang diperlukan dalam rangka Investasi (Zulkarnain, 1984).

2.3 Studi Kelayakan Investasi

Studi kelayakan proyek merupakan studi untuk menilai proyek yang akan dikerjakan di masa mendatang (Suratman, 2001). Penilaian disini tidak lain adalah untuk memberikan rekomendasi apakah proyek yang bersangkutan layak dikerjakan atautkah sebaiknya ditunda dulu.

Studi kelayakan proyek adalah penelitian tentang dapat tidaknya suatu proyek (biasanya merupakan proyek investasi) dilaksanakan dengan berhasil (Husman dan Suarsono, 2000).

2.4. Aspek Ekonomi

Aspek ekonomi adalah analisa suatu kelayakan proyek yang mencakup analisa masalah yang berkaitan dengan aspek pembiayaan atau finansial.

2.5. Estimasi Biaya Proyek

Biaya kontruksi adalah besarnya biaya yang dikeluarkan untuk pembangunan gedung, pengadaan tanah dan pemeliharaan selama umur rencana.

Besarnya biaya-biaya di atas terdiri dari:

1. Biaya pengadaan lahan;
2. Biaya kontruksi
3. Biaya pemeliharaan rutin;
4. Biaya pemeliharaan berkala lima tahunan;
5. Biaya studi dan supervisi.

2.6. Kriteria Penilaian Investasi

Tujuan analisa adalah untuk memperbaiki penilaian investasi. Dalam analisa, ada beberapa kriteria yang sering dipakai untuk menentukan diterima atau tidaknya suatu proyek, atau untuk menentukan pilihan antara berbagai macam usulan proyek. Dalam semua kriteria itu baik manfaat (benefitnya) maupun biaya dinyatakan dalam nilai sekarang (the present valuenya). (Kadariah, 2001).

2.6.1 NPV (Net Present Value)

Net Present Value (NPV) merupakan selisih antara present value (nilai sekarang) dari benefit dan present value dari cost. Dengan demikian net present value ini menggambarkan jumlah nilai pada masa sekarang benefit yang diterima serta biaya yang dikeluarkan (Kadariah, 2001).

Perumusan

$$NPV = \sum_{t=0}^n \frac{B_t - C_t}{(1+i)^t} \dots\dots\dots(2.1)$$

Keterangan :

Bt = Benefit pada tahun ke- t

Ct = Biaya pada tahun ke- t

n = Umur ekonomis dari suatu proyek

i = Tingkat suku bunga

t = Jumlah tahun

Menurut Soeharto (1997), mengkaji usulan proyek dengan NPV memberi petunjuk/indikasi sebagai berikut :

NPV = Positif, usulan proyek dapat diterima,
 Makin tinggi angka NPV makin baik
 NPV = Negatif, usulan proyek ditolak
 NPV = 0, berarti netral

2.6.2 BCR (Benefit Cost Ratio)

Adalah metode menghitung perbandingan antara Benefit dan Cost pada tahun ke-t dengan suku bunga tertentu. Adapun rumus yang digunakan adalah:

Perumusan

$$BCR = \frac{\sum_{t=0}^n \frac{B_t - C_t}{(1+i)^t}}{\sum_{t=0}^n \frac{C_t - B_t}{(1+i)^t}} \dots\dots\dots(2.2)$$

Keterangan :

- B_t = Benefit pada tahun ke- t
- C_t = Biaya pada tahun ke- t
- n = Umur ekonomis dari suatu proyek
- i = Tingkat suku bunga
- t = Jumlah tahun

Menurut Soeharto (1997), kriteria BCR akan memberikan petunjuk sebagai berikut :

- BCR > 1, usulan proyek diterima
- BCR < 1, usulan proyek ditolak
- BCR = 1, netral

2.6.3 IRR (Internal Rate of Return)

Internal rate of return adalah tingkat suku bunga pada saat nilai benefit sekarang sama dengan nilai biaya sekarang. Untuk memperoleh nilai IRR dilakukan dengan coba-coba sehingga nilai BCR = 1 dan NPV = 0 secara matematis nilai IRR dihitung dengan rumus :

Perumusan :

$$NPV = \sum_{t=0}^n \frac{B_t - C_t}{(1+IRR)^t} \dots\dots\dots (2.3)$$

Keterangan :

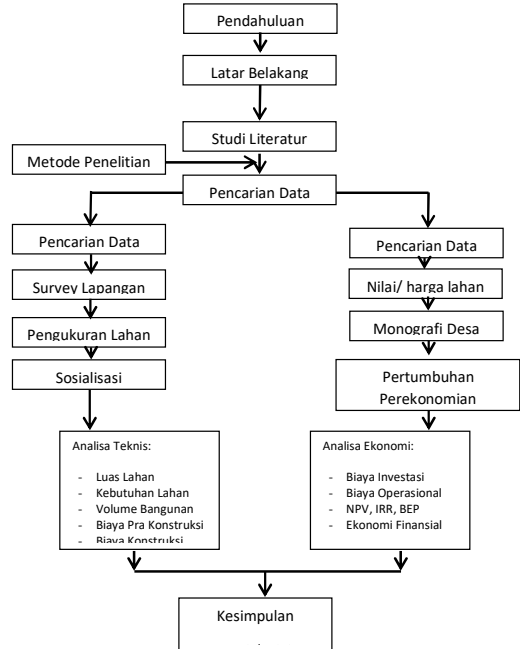
- B_t = Benefit pada tahun ke- t
- C_t = Biaya pada tahun ke- t
- t = Jumlah tahun
- IRR = *Internal Rate of Return*

Menurut Soeharto (1997), menganalisa usulan proyek dengan IRR memberikan petunjuk sebagai berikut :
 IRR > Arus pengembalian (i) yang diinginkan (required rate of return = RRR), proyek diterima.

IRR < Arus pengembalian (i) yang diinginkan (required rate of return = RRR), proyek ditolak.

III. METODE PENELITIAN

Metode pada penelitian ini dapat dituangkan melalui diagram alir dibawah ini:



Gambar 3.1 Kerangka Penelitian

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Gambaran Umum dan Lokasi Kegiatan

Mail Processing Center (MPC) Denpasar 80900 berlokasi di jalan Niti Mandala Renon disekitar kawasan perkantoran dengan lokasi yang strategis mudah dijangkau dari berbagai akses disekitar Kota Denpasar. Keberadaan lokasi kantor yang berdiri dilahan dengan luas kurang lebih 6.500 m. Dengan keadaan dan kondisi eksisting yang ada khususnya proses kegiatan dan aktivitas saat ini masih belum memadai sehingga produktifitas tidak bisa tercapai secara maksimal.

Maka perlu dilakukan penataan kembali yaitu infrastruktur yang lebih

memadai sehingga kegiatan menjadi optimal, dan sebelum melaksanakan pembangunan dipandang perlu melaksanakan kajian kelayakan dengan mempertimbangkan berbagai aspek yaitu aspek hukum, aspek teknis dan aspek ekonomi social dan finansial. Dan berikut dibawah ini disajikan denah peta lokasi kegiatan Studi Kelayakan Pembangunan Kantor SPP 80900 Denpasar.

4.2. Aspek Teknis

4.2.1. Kegiatan Operasional SPP

Denpasar 80900

Kondisi saat ini dari kegiatan di Sentral Pengolahan Pos (SPP) Denpasar 80900 terdiri dari berbagai bagian sesuai dengan bidang kegiatan masing-masing dari proses awal sampai akhir pelaksanaan layanan Pos dengan berkesinambungan secara terus menerus, adapun jenis kegiatan dari masing-masing devisi yaitu:

- 1) Bea Cukai
- 2) POS Internasional
- 3) Dukungan Umum
- 4) Proses Paket
- 5) Distribusi Transportasi
- 6) Outgoing Surat/Puri Kirim
- 7) Devisi Incoming/Puri Terima
- 8) Antaran Surat
- 9) Warehousing (Telkomsel)
- 10) Audit Maintenance Operasi

4.2.2. Lokasi Kegiatan

Pelaksanaan kajian tentang studi kelayakan pembangunan kantor SPP Denpasar 80900 berlokasi di Jalan Raya Puputan Renon Kelurahan

Sumerta Klod Kecamatan Denpasar Timur Provinsi Bali.

4.2.3. Topografi Lokasi Kegiatan

Berdasarkan lokasi kegiatan di atas bahwa keberadaan topografi wilayah adalah berlokasi di Desa Sumerta Kelod Denpasar Timur.

4.2.4. Kondisi Eksisting

Kondisi dan luasan gedung dan fasilitas bangunan SPP Denpasar 80900 yang perlu segera diatasi, antara lain :

1. Ketersediaan ruang pemrosesan kiriman pos yang sudah tidak mencukupi.
2. Keberadaan ruang dan fasilitas parkir yang sangat sempit dengan areal bongkar muat yang kurang sehingga proses bongkar muat memerlukan waktu yang cukup lebih lama.
3. Ketersediaan ruang untuk Tempat Penimbunan Sementara (TPS) bagi Bea dan Cukai.
4. Dan masih ada beberapa hal yang masih mengalami kendala.

4.2.5. Jumlah Ruang dan Tenaga Kerja

Sesuai dengan struktur organisasi kerja dan jenis kegiatan yang dilaksanakan pada kantor SPP Denpasar 80900 jumlah ruangan dan jumlah karyawan dimasing-masing unit kerja dapat dilihat pada Tabel dibawah ini.

Tabel Jumlah Ruang dan Jumlah Karyawan

No	Jenis Kegiatan	Jumlah Ruang	Jumlah Karyawam	Ket.
1.	Bea Cukai	2	10	
2.	Pos Internasional	4	17	
3.	Ka.Kantor	1	1	
4.	Dukungan Umum	2	3	
5.	Proses Paket	1	14	
6.	Distribusi Transportasi	2	27	
7.	Outgoing Surat/Puri Kirim	2	14	
8.	Incoming/Puri Terima	1	15	
9.	Antaran Surat	5	76	
10.	Warehouseing(Telkomsel)	3	2	
11.	Audit Mutu Operasi	1	2	
Jumlah:		24	181	

4.2.6. Pemilihan Alternatif Lokasi

Pelaksanaan kajian kelayakan pembangunan kantor SPP Denpasar 80900 merupakan persyaratan yang harus dilaksanakan untuk mendapatkan rekomendasi tentang kelayakan maupun tidak layak dilaksanakannya pembangunan kantor SPP Denpasar 80900 dengan meninjau dari aspek hukum, aspek teknis dan aspek ekonomi, namun kegiatan ini juga menentukan pilihan lokasi dari berbagai alternative berdasarkan skala prioritas yang dikeluarkan oleh pihak pengguna bangunan, adapun ketentuan alternative yang digunakan sebagai acuan dasar menentukan lokasi pembangunan kantor SPP Denpasar 80900 diantaranya; Lokasi, Jarak Jangkauan dari fasilitas umum, Kemudahan Akses ke berbagai lokasi, Peruntukan, Biaya, Kualitas,

Produktivitas, dan beberapa factor lainnya yang bisa sebagai acuan dalam pemilihan alternative lokasi pembangunan kantor SPP Denpasar 80900.

4.2.7. Analisa Kebutuhan Lahan

Ditinjau dari kegiatan operasional kantor SPP Denpasar 80900 kebutuhan lahan yang diperlukan berdasarkan jumlah karyawan dan kegiatan pelaksanaan operasional pada POS yang ada sesuai kondisi eksisting maka dalam tinjauan aspek teknis diuraikan sebagai berikut:

4.2.8. Analisa Asumsi Biaya Pembangunan

Sesuai dengan jumlah karyawan, aktivitas kegiatan, kebutuhan ruang dan lahan yang sudah ada dalam pelaksanaan pembangunan

Tabel Kebutuhan Lahan Fasilitas Gedung

No	Fasilitas	Keperluan Lahan (m ²)
1	Parkir Mobil	500
2	Parkir Sepeda Motor	400
3	Manuver Kendaraan/Truk POS	500
4	Basement	1400
5	Perkantoran POS	1000
6	Perkantoran Pihak Ketiga	350
7	Ruang Operasional POS	1500
8	Fasilitas Umum	550
9	Fasilitas Lainnya	300
	Total Kebutuhan Lahan	6500

Sumber: Analisis, 2017

gedung kantor POS SPP 80900 Denpasar maka diasumsikan biaya-biaya yang diperlukan dalam pelaksanaan pembangunan gedung tersebut antara lain:

- 1) Biaya Perizinan dan Studi
- 2) Biaya Perencanaan/DED
- 3) Biaya Pengawasan
- 4) Biaya Konstruksi
- 5) Biaya Pasca Konstruksi
- 6) Biaya Overhead

Dari biaya-biaya diatas dapat diuraikan sebagai berikut:

Tabel Asumsi Perkiraan Biaya Konstruksi

NO.	BAGIAN/JENIS PEKERJAAN	VOL	SAT.	SAT. HARGA (RP)	JUMLAH HARGA (RP)
1	Pekerjaan Basement	1.440	m2	2.700.000,00	3.888.000.000,00
2	Pekerjaan Lantai I	1.440	m2	3.000.000,00	4.320.000.000,00
3	Pekerjaan Lantai II	1.440	m2	3.000.000,00	4.320.000.000,00
4	Pekerjaan Lantai III	1.440	m2	3.000.000,00	4.320.000.000,00
		5.760	m2	Jumlah Biaya :	16.848.000.000,00

Sumber: Analisa Tahun 2017

4.2.9. Biaya Pasca Konstruksi

Setelah pelaksanaan konstruksi selesai jenis kegiatan yang lain mungkin bisa dilaksanakan berkaitan dengan telah

selesainya pekerjaan fisik, kalau lokasi kegiatan konstruksi berlokasi di Bali pada umumnya akan melaksanakan suatu kegiatan yang tidak berwujud nyata yaitu melaspas, mecaru dan kegiatan keagamaan lainnya. Melaspas adalah kegiatan yang dilaksanakan bagi umat Hindu setelah pembangunan suatu gedung dinyatakan selesai dan akan siap untuk difungsikan kegiatan ini sejenis syukuran terhadap selesainya suatu bangunan sehingga akan merasa aman dan nyaman setelah digunakan. Jenis biaya melaspas biasanya tidak ada acuan yang khusus atau pasti karena pelaksanaannya tergantung dari rasa, keinginan dan kemampuan si pemilik bangunan dalam hal ini asumsi perkiraan

biaya akan digunakan sejumlah 0,01% dari biaya konstruksi dan biaya ini tidak dikenakan pajak yang berlaku.

4.2.10. Biaya Overhead

Biaya yang biasanya dikeluarkan setelah konstruksi selesai dilaksanakan jenis biaya lainnya seperti biaya untuk keperluan operasional dalam melengkapi fasilitas berupa sarana dan prasarana gedung sehingga fungsi dan

pemanfaatan gedung menjadi maksimal sesuai keinginan owner, biasanya biaya sarana dan prasarana merupakan biaya yang terlepas dari tahapan konstruksi namun sangat penting untuk menunjang jalannya kegiatan operasional POS .

Pada tahap selanjutnya yaitu tahap operasional dengan menggunakan gedung dan fasilitasnya akan muncul biaya yang akan dikeluarkan setelah kurang lebih satu tahun berikutnya dari dioperasikan gedung yang disebut dengan biaya pemeliharaan, biaya pemeliharaan ini biasanya dianggarkan setiap tahun yang disebut biaya pemeliharaan rutin dan setiap lima tahun sekali biaya pemeliharaan berkala.

Berdasarkan uraian dan rincian biaya-biaya overhead dapat disajikan seperti berikut:

1. Biaya Fasilitas/Sarana dan Prasarana Penunjang Operasional dengan asumsi Rp. 1.000.000.000,00
2. Biaya Overhead seperti biaya Pemeliharaan Gedung pertahun dengan asumsi biaya Rp. 2.500.000.000,00

Secara keseluruhan biaya yang dikeluarkan dalam pembangunan gedung mulai dari awal kegiatan sampai pemeliharaan setiap tahunnya dapat diasumsikan seperti Tabel

**Tabel Asumsi Total Biaya
Pembangunan Kantor SPP 80900
Denpasar**

No.	Jenis Biaya	Jumlah Biaya (Rp)	Keterangan
1	Biaya Perizinan dan Studi	84.240.000,00	0,5% dari Biaya Konstruksi
2	Biaya Perencanaan/DED	673.920.000,00	4% dari Biaya Konstruksi
3	Biaya Pengawasan	336.960.000,00	2% dari Biaya Konstruksi
4	Biaya Konstruksi	16.848.000.000,00	
5	Biaya Pasca Konstruksi	16.848.000,00	0,01% dari Biaya Konstruksi
6	Sarana dan Prasarana	1.000.000.000,00	<i>Landscape</i>
	Biaya Overhead/Biaya Pemeliharaan Gedung	2.500.000.000,00	Operasional Kegiatan
Total Biaya :		21.459.968.000,00	

4.3. Analisa Aspek Ekonomi

Kajian aspek ekonomi pada kegiatan studi kelayakan pembangunan Gedung Sentra Prosesing Pos (SPP) 80900 Denpasar meninjau analisis aspek keuangan, lingkungan, ekonomi dan social.

4.3.1. Analisis Aspek Keuangan

Analisis keuangan meliputi beberapa kriteria yang diuraikan berikut ini.

1. Rencana Investasi dan Sumber Dana

1) Rencana Investasi

Investasi untuk pembangunan gedung tahun 2017 sebesar Rp. 21.459.968.000 terdiri atas :

- a. Perijinan sebesar Rp. 84.240.000;
- b. Perencanaan /DED Rp. 673.920.000;
- c. Pengawasan Rp. 336.960.000
- d. Konstruksi Rp. 16.848.000.000
- e. Pasca konstruksi Rp. 16.848.000
- f. Sarpras Rp. 1.000.000.000

g. Overhead/Pemeliharaan Rp.
2.500.000.000

2) Sumber dana investasi berasal dari dana PT Pos.

a. Proyeksi pendapatan

Perhitungan proyeksi pendapatan menggunakan metode statistik Trend dengan model *ordinary least square* (OLS) berdasarkan data revenue dan proyeksi tahun 2015-2021. Model persamaan hasil taksiran trend yang diperoleh adalah sebagai berikut :

$$Y = 283.771.428.571,429 + 46.379.857.142,857 X$$

Dimana Y adalah Nilai Trend dan X adalah komponen waktu.

Proyeksi Pendapatan (Tabel 1), menunjukkan proyeksi yang terus mengalami peningkatan sejak tahun 2018 sampai dengan tahun 2027 (selama 10 tahun),

Tabel Proyeksi Pendapatan dan Total Cost Tahun 2018-2027 (Rp)

Tahun	Proyeksi Total Revenue	Proyeksi Total Cost
2018	281.904.000.000	268.893.000.000
2019	324.189.000.000	309.227.000.000
2020	372.818.000.000	355.611.000.000
2021	428.741.000.000	408.953.000.000
2022	469.290.857.143	447.631.571.429
2023	515.670.714.286	491.870.892.857
2024	562.050.571.429	536.110.214.286
2025	608.430.428.571	580.349.535.714
2026	654.810.285.714	624.588.857.143
2027	701.190.142.857	668.828.178.571

Sumber: diolah Dari Data PT Pos 2017.

Proyeksi pendapatan 2018 sampai tahun 2027 dapat dilihat pada Gambar berikut ini.



Gambar Proyeksi Pendapatan 2018-2027

b. Proyeksi Biaya

Proyeksi biaya yang dihitung secara keseluruhan untuk menjalankan operasional perusahaan di proyeksikan meningkat seperti yang terlihat pada persamaan hasil estimasi, Tabel 1 dan Gambar 2 berikut ini.

$$TC = 270.674.285.714,286 + 44.239.321.428,517 X$$



Gambar TC dan Proyeksi Hingga Tahun 2027

2. Analisis Net Present Value (NPV)

Asumsi yang dipergunakan dalam perhitungan NPV (Tabel 4.2) adalah sebagai berikut.

- 1) Investasi pada tahun 2017 sebesar Rp. 21.459.968.000.
- 2) Proyeksi pendapatan dihitung berdasarkan data dasar selama

tahun 2015-2017, sesuai data yang ada.

- 3) Biaya total (*total cost*) diprediksi berdasarkan data yang dimiliki yaitu tahun 2015-2017.
- 4) Diskon faktor (DF) sebesar 15 % (lebih tinggi dari rata-rata bunga Bank untuk pinjaman investasi yaitu sebesar rata-rata 12 % per tahun).

value sama dengan nol. Berdasarkan perhitungan dengan kriteria IRR maka dihasilkan nilai IRR sebagai berikut.

$$IRR = I + NPV_1 / (NPV_1 + NPV_2) \cdot (i_2 - i_1)$$

$$IRR = 0.15 + 80.363.956.032 / (80.363.956.032 + 67.874.585.829) \cdot (0.18 - 0.15) = 0,15 + 0,016 = 0,166$$

Kesimpulan : Dari kriteria IRR diperoleh nilai sebesar 16,66% atau lebih besar dari nilai *social opportunity cost of capital* (SOCC) sebesar 15% maka proyek tersebut *feasible* atau

Tabel Perhitungan NPV

Tahun	Investasi	Pendapatan	Total Cost	NB	DF (15%)	PV	DF(18%)	PV
2017 (0)	21.459.968.000			-21.459.968.000	1,00	-21.459.968.000	1,00	-21.459.968.000
2018 (1)		281.904.000.000	268.893.000.000	13.011.000.000	0,87	11.313.064.500	0,85	11.025.521.400
2019(2)		324.189.000.000	309.227.000.000	14.962.000.000	0,76	11.312.768.200	0,72	10.744.212.200
2020(3)	-	372.818.000.000	355.611.000.000	17.207.000.000	0,66	11.313.602.500	0,61	10.472.180.200
2021 (4)	-	428.741.000.000	408.953.000.000	19.788.000.000	0,57	11.312.799.600	0,52	10.204.671.600
2022 (5)	-	469.290.857.143	447.631.571.429	21.659.285.714	0,50	10.766.830.929	0,44	9.467.273.786
2023(6)	-	515.670.714.286	491.870.892.857	23.799.821.429	0,43	10.288.662.804	0,37	8.815.453.857
2024(7)	-	562.050.571.429	536.110.214.286	25.940.357.143	0,38	9.750.980.250	0,31	8.142.678.107
2025 (8)	-	608.430.428.571	580.349.535.714	28.080.892.857	0,33	9.179.643.875	0,27	7.469.517.500
2026 (9)	-	654.810.285.714	624.588.857.143	30.221.428.571	0,28	8.588.930.000	0,23	6.811.910.000
2027(10)	-	701.190.142.857	668.828.178.571	32.361.964.286	0,25	7.996.641.375	0,19	6.181.135.179
				205.571.782.000	NPV1	80.363.956.032	NPV2	67.874.585.829

Sumber: Diolah Dari PT Pos, 2017.

menguntungkan untuk dilanjutkan.

Berdasarkan kriteria NPV maka investasi untuk SPP DENPASAR 80900 sangat layak dilaksanakan baik dengan DF 15 % maupun 18 %, karena nilai NPV masing-masing lebih besar dari nol (0), yaitu sebesar 80.363.956.032 dan 67.874.585.829. Secara teoritis investasi dikatakan layak diteruskan kalau nilai NPV di atas nol.

3. Kriteria *Internal Rate of Return*

IRR adalah tingkat *discount rate* yang menghasilkan *net present*

4. Kriteria *NET B/C*

Net B/C merupakan perbandingan antara net benefit yang telah didiscount positif dengan net benefit yang telah didiscount negatif. Berdasarkan perhitungan Net B/C diperoleh hasil berikut.

$$Net\ B/C = (126.778.573.861) / (21.459.968.000) = 5,908$$

Keterangan : angka 126.778.573.861 adalah jumlah net benefit yang telah didiscount positif dan 21.459.968.000 adalah jumlah net benefit yang telah didiscount negative.

Kesimpulan :

Nilai net B/C lebih besar dari 1 yaitu sebesar 5,908 berarti proyek tersebut layak dikerjakan.

5. Kriteria Profitability Ratio (PR)

Profitability ratio adalah suatu ratio perbandingan antara selisih benefit dengan biaya operasi dan pemeliharaan dibandingkan dengan investasi.

$$PR = \frac{\sum Bi - \sum OMi}{\sum Ii}$$

$$PR = \frac{(2.206.214.714.871 - 2.104.390.790.839)}{(21.459.968.000)} = 4,74$$

Kesimpulan : Nilai PR > 1 yaitu 4,74 artinya investasi layak untuk dilaksanakan.

Tabel Perhitungan PR, BEP dan PBP

Tahun	Investasi	Pendapatan	Total Cost	I	Net 15%	OM	B
2017 (0)	21.459.968.000			21.459.968.000	1		
2018 (1)		281.904.000.000	268.893.000.000		1	233.802.463.500	245.115.528.000
2019(2)		324.189.000.000	309.227.000.000		1	233.806.534.700	245.119.302.900
2020(3)		372.818.000.000	355.611.000.000		1	233.814.232.500	245.127.835.000
2021 (4)		428.741.000.000	408.953.000.000		1	233.798.430.100	245.111.229.700
2022 (5)		469.290.857.143	447.631.571.429		0	222.517.654.157	233.284.485.086
2023(6)		515.670.714.286	491.870.892.857		0	212.635.786.982	222.924.449.786
2024(7)		562.050.571.429	536.110.214.286		0	201.523.829.550	211.274.809.800
2025 (8)		608.430.428.571	580.349.535.714		0	189.716.263.225	198.895.907.100
2026 (9)		654.810.285.714	624.588.857.143		0	177.508.153.200	186.097.083.200
2027(10)		701.190.142.857	668.828.178.571		0	165.267.442.925	173.264.084.300
				21.459.968.000		2.104.390.790.839	2.206.214.714.871

5. Kriteria Break Event Point (BEP)

Adalah titik pulang pokok dimana total revenue sama dengan total cost, berdasarkan hasil perhitungan pada Tabel 3 maka BEP adalah sbb.

$$BEP = 2 + \frac{(2.125.850.758.839 - 490.234.830.900)}{(245.119.302.900)} = 8,673$$

atau 8 tahun, 8 bulan dan 20 hari.

Kesimpulan : BEP terjadi pada 8 tahun 8 bulan dan 20 hari.

6. Kriteria Pay Back Period (PBP)

PBP adalah jangka waktu tertentu yang menunjukkan terjadinya arus penerimaan (*cash in flow*) secara kumulatif sama dengan jumlah investasi dalam bentuk present value. Perhitungan PBP adalah sebagai berikut.

$$PBP = 0 + \frac{(21.459.968.000 - 0)}{(245.115.528.000)} = 0,088$$

atau 1 bulan dan 3 hari.

Kesimpulan : PBP terjadi pada 1 bulan dan 3 hari.

4.3.2. Analisis Aspek Sosial

Tujuan utama perusahaan adalah mencari keuntungan yang

sebesar-besarnya. Namun demikian, perusahaan tidak dapat hidup sendirian. Perusahaan hidup bersama-sama dengan komponen lain dalam satu tatanan kehidupan yang pluritas dan kompleks, walau hendaknya selalu berada dalam keseimbangan. Salah satu komponen yang dimaksud adalah lembaga sosial, sehingga dalam rangka keseimbangan tadi, SPP Denpasar

80900 dengan teguh berkomitmen dalam hal *Corporate Social Responsibility*/Tanggung Jawab Sosial Perusahaan, dengan selalu berperan aktif pada segala bentuk kegiatan sosial lingkungan sekitar, baik dalam bidang agama, adat, pendidikan, kreativitas pemuda/i, olah raga dan berbagai bentuk kegiatan lain yang selama ini diadakan.

Keberadaan SPP Denpasar 80900 juga telah menjadikan kondisi lingkungan semakin ramai, lalu lintas yang semakin lancar terletak di pusat kota Denpasar. Suasana ini akan meningkatkan produktivitas kegiatan sosial dan ekonomi lingkungan yang semakin baik. Karena itu keberadaan SPP Denpasar 80900 telah mendapat rekomendasi dan dukungan dari berbagai pihak yang berkompeten, diantaranya dari lingkungan, lurah, camat serta aparat terkait lainnya.

SPP Denpasar 80900 juga memiliki komitmen untuk menjaga hubungan antara perusahaan dan lembaga-lembaga lingkungannya yang kompleks karena semakin banyak lembaga yang terlibat. Dalam kondisi seperti ini, dapat dikatakan bahwa perusahaan berada di dalam masyarakat pluralistik. Dalam masyarakat pluralistik ini terdapat beberapa pusat kekuatan yang masing-masing mempunyai tingkat otonomi tertentu meskipun tidak berdiri sendiri. Di situ terdapat pula semacam hubungan kerja sama antara perusahaan dan kelompok-kelompok tersebut. Perusahaan ikut bertanggung jawab dalam menciptakan kondisi sosial yang baik serta

kesejahteraan secara umum, diantaranya melalui :

- a. Peluang lapangan kerja baru, semakin berkembangnya kegiatan SPP Denpasar 80900 akan memerlukan tenaga kerja yang semakin besar sehingga membuka lapangan kerja baru.
- b. Alih teknologi, dilakukannya alih teknologi kepada pekerja dengan berbagai cara pelatihan yang terprogram dengan baik, diharapkan tidak hanya meningkatkan 'skill' pekerja tetapi juga sikap mental sebagai tenaga kerja yang andal semakin kokoh.
- c. Turut serta mengurangi angka pengangguran. Dengan demikian pekerja yang sudah mempunyai penghasilan mandiri dapat meningkatkan mutu hidup.
- d. Proyek SPP Denpasar 80900 juga akan memberikan pengaruh positif pada masyarakat sekitar, tidak hanya berdampak pada meningkatnya atau semakin baiknya kondisi lingkungan fisik, tetapi juga kondisi lingkungan psikis masyarakat sekitarnya yang menggunakan jasa PT Pos semakin mudah, nyaman dan efisien dengan pelayanan yang lebih cepat didukung teknologi.

V. PENUTUP

Kegiatan studi kelayakan Pembangunan Kantor SPP Denpasar 80900 Denpasar merupakan kajian untuk mendapatkan rekomendasi tentang layak atau tidaklayaknya dilaksanakan pembangunan secara fisik/konstruksi, dalam pelaksanaan

kajian kelayakan ini hanya meninjau aspek hukum aspek teknis dan aspek ekonomi, dari data dan analisa yang sudah dilaksanakan maka diperoleh kesimpulan dari masing-masing aspek sebagai berikut:

5.1. Aspek Teknis

Kajian aspek teknis pada analisa kelayakan pembangunan Kantor SPP POS 80900 Denpasar dapat disimpulkan :

- a) Kebutuhan lahan untuk fasilitas perkantoran dan operasional: 6500m², Sehingga perkiraan volume gedung yaitu : 5760 m² yang akan dibangun masih memadai
- b) Pemilihan lokasi dengan alternative yang sudah ditentukan dipilih lokasi eksisting/lokasi saat ini.
- c) Proses pelaksanaan konstruksi secara teknis akan mudah dilaksanakan, mudah dijangkau dan tidak mengganggu kegiatan aktivitas lainnya baik kegiatan operasional POS maupun kegiatan factor luar.
- d) Pada tahap konstruksi berlangsung pemindahan operasional sementara masih terjangkau karena jarak antara lokasi pembangunan dengan tempat operasional sementara masih satu kawasan perkantoran yang berlokasi di Renon.

Ditinjau dari Aspek Teknis dengan hasil analisa diatas bahwa dinyatakan layak.

5.2. Aspek Ekonomi

Berdasarkan tinjauan dari aspek ekonomi dengan menggunakan analisis maka diperoleh hasil:

- a. Net Present Value (NPV) dengan DF 15% = 80.363.956.032
- b. Net Present Value (NPV) dengan DF 18% = 67.874.585.829
- c. Net Benefit/Cost = 5,908
- d. Internal Return Rate (IRR) = 0,166
- e. Break Event Point (BEP) = 8 Tahun 8 bulan 20 hari

Maka dari hasil perhitungan diatas ditinjau dari aspek ekonomi dinyatakan layak.

DAFTAR PUSTAKA

- Abrar Husen, Manajemen Proyek : Perencanaan, Penjadwalan, dan Pengendalian Proyek. Yogyakarta : Penerbit ANDI, 2011.
- Munandar, M. 2010. Budgeting Perencanaan Kerja Pengkoordinasian Kerja Pengawasan Kerja. Yogyakarta : BPF.
- Pujawan, I Nyoman, 2009, Ekonomi Teknik, Edisi Kedua Jilid Pertama, Guna Widya, Surabaya.
- Wignjosobroto, Sritomo. (2003). Tata Letak Pabrik dan Pemindahan Bahan. Edition. Guna Widya, Surabaya.

**ANALISIS KOMPETENSI MANAJER PROYEK
BERPENGARUH TERHADAP KINERJA KONSTRUKSI
DI KOTA DENPASAR DAN KABUPATEN BADUNG**

I Putu Widyarsana, Naser Jawas

STMIK STIKOM BALI

Jalan Raya Puputan No. 86 Renon - Denpasar, (0361) 244445

e-mail: stikom-bali.ac.id

ABSTRAK

Proyek konstruksi gedung swasta di Kota Denpasar dan Kabupaten Badung tidak terlepas dari masalah di dalam pelaksanaannya yang salah satunya diakibatkan oleh kurangnya kompetensi manajer proyek terhadap tanggung-jawab mengendalikan semua sumber daya yang dimiliki demi pencapaian sasaran proyek. Dalam hal ini peran Manajer Proyek sangat menentukan kinerja konstruksi dalam hal ketepatan waktu penyelesaian proyek, biaya yang tidak melebihi anggaran yang telah direncanakan, serta tercapainya mutu atau hasil proyek harus memenuhi spesifikasi dan kriteria yang dipersyaratkan. Sehingga, perlu dilakukan penelitian mengenai analisis kompetensi yang wajib dimiliki oleh manajer proyek berdasarkan 4 aspek yang ditinjau meliputi aspek kemampuan conceptual, kemampuan interpersonal/social skills, kemampuan administrasi, serta kemampuan teknis/technical skills dan menganalisis pengaruh kompetensi manajer proyek terhadap kinerja konstruksi gedung di Kota Denpasar dan Kabupaten Badung serta upaya yang dapat dilakukan oleh perusahaan jasa konstruksi terkait peningkatan kompetensi manajer proyek. Penelitian dilakukan pada proyek konstruksi gedung swasta di Kota Denpasar dan Kabupaten Badung secara kuantitatif dan kualitatif. Pengumpulan data dilakukan dengan studi literatur, wawancara, brainstorming, dan kuisioner kepada para pakar. Metode pemilihan responden dengan purposive sampling yaitu responden dipilih berdasarkan kriteria yang ditentukan. Analisis data yang dipergunakan yaitu analisis Structural Equation Modelling (SEM) melalui pendekatan Partial Least Squares (PLS) dengan alat bantu software SmartPLS 3.0. Hasil pengujian menunjukkan bahwa Human Relationship Skills, Problem Solving dan Decision Making, Leadership Skills, Communication Skills, Marketing, Contracting, dan Customer Relationship Skills, Negotiating Skills, Resources Management, Scheduling dan Time Management Skills, Budgeting dan Cost Skills, serta Experience dan Technical Construction berpengaruh terhadap Kinerja konstruksi sebesar 97,80 %, dan sisanya 2,20 % di luar penelitian ini. Kompetensi manajer proyek yang memiliki pengaruh paling kuat terhadap kinerja konstruksi adalah Leadership Skills dengan nilai Original Sample (O) 0,205 lebih besar dibandingkan dengan variabel lainnya. Maka dari itu, manajer proyek hendaknya dapat meningkatkan kompetensi leadership skills dalam mencapai kinerja konstruksi yang memadai.

Kata kunci: manajer proyek, kompetensi manajer proyek, kinerja konstruksi, partial least squares

ABSTRACT

Private building construction projects in the City of Denpasar and Badung Regency are inseparable from the problems in the implementation, one of which is due to the lack of competence of the project manager towards the responsibility of controlling all the resources owned for the achievement of project objectives. In this case the role of the Project Manager greatly determines the construction performance in terms of the timeliness of project completion, costs that do not exceed the planned budget, and the achievement of quality or project results must meet the required specifications and criteria. Thus, it is necessary to do research on competency analysis that must be owned by the project manager based on 4 aspects reviewed including aspects of conceptual ability, interpersonal / social skills, administrative skills, and technical skills / technical skills and analyze the influence of project manager competencies on building construction performance in Denpasar City and Badung Regency as well as efforts that can be made by construction service companies related to the improvement of project manager competencies. The research was carried out on the construction projects of private buildings in Denpasar City and Badung Regency quantitatively and qualitatively. Data collection was carried out with literature studies, interviews, brainstorming, and questionnaires to experts. The method of selecting respondents with purposive sampling is that the respondents are selected based on the specified criteria. Analysis of the data used is the analysis of Structural Equation Modeling (SEM) through the Partial Least Squares (PLS) approach with the SmartPLS 3.0 software tool. Test results show that Human Relationship Skills, Problem Solving and Decision Making, Leadership Skills, Communication Skills, Marketing, Contracting, and Customer Relationship Skills, Negotiating Skills, Management Resources, Scheduling and Time Management Skills, Budgeting and Cost Skills, as well as Experience and Technical Construction has an effect on construction performance of 97.80%, and the remaining 2.20% is outside of this study. Project manager competencies that have the most influence on construction performance are Leadership Skills with an Original Sample (O) value of 0.205 greater than other variables. Therefore, project managers should be able to improve leadership skills in achieving adequate construction performance

Keywords: *project manager, project manager competency, construction performance, partial least squares*

1. Introduction

Proyek adalah rangkaian kegiatan yang berlangsung dalam jangka waktu dan alokasi sumber daya tertentu. Adapun tahapan yang mesti dilalui dalam pengelolaan proyek, yaitu dimulai dari tahap Perencanaan (*Planning*), Perekayasaan dan Perancangan (*Engineering and Design*), Pengadaan atau Pelelangan (*Procurement*), Pelaksanaan (*Construction*), Tes Operasional (*Commisioning*), serta tahap Pemanfaatan dan Pemeliharaan (*Operational and Maintenance*)

(Nurhayati, 2010). Pengelolaan yang terarah dan tepat sangat diperlukan dalam penanganan sebuah proyek. Terdapat tiga hal yang harus diperhatikan dalam pengelolaan proyek yang dikenal dengan Tiga Kendala Proyek, yaitu biaya (*cost*), mutu (*quality*), dan waktu (*time*). Ketiga hal tersebut mempunyai pengaruh satu sama lainnya dan diwujudkan melalui kegiatan Perencanaan (*Planning*), Pengorganisasian (*Organizing*), Pelaksanaan (*Actuating*), dan Pengendalian (*Controlling*) (Soeharto, 1995).

Kota Denpasar dan Kabupaten Badung merupakan bagian dari Provinsi Bali dengan perkembangan pariwisata yang sangat pesat. Perkembangan tersebut mengakibatkan pembangunan gedung terus berkembang dan bertambah. Oleh karena itu, pelaksanaan proyek konstruksi di Kabupaten Badung khususnya, tidak terlepas dari masalah meliputi ketidaktepatan waktu penyelesaian proyek, efisiensi dan efektifitas biaya, kurangnya pencapaian mutu sesuai spesifikasi teknis yang dipersyaratkan, yang salah satunya diakibatkan oleh minimnya keahlian yang dimiliki oleh manajer proyek dalam mengendalikan semua sumber daya yang dimiliki dan bertanggung jawab sepenuhnya atas pencapaian tujuan proyek konstruksi.

Suprpto (2007) berpendapat bahwa empat kompetensi dasar sangat dibutuhkan oleh seorang Manajer Proyek. Kompetensi tersebut meliputi kemampuan teknis (keterampilan teknis/keahlian teknis), Kemampuan konseptual (keterampilan konseptual/pengetahuan), kemampuan administrasi dan Kemampuan interpersonal (keterampilan sosial/*attitude*). Berdasarkan hal tersebut, maka penulis melakukan penelitian tentang “Analisis Kompetensi Manajer Proyek Yang Berpengaruh Terhadap Kinerja Konstruksi Gedung Swasta di Kota Denpasar dan Kabupaten Badung” demi meningkatkan kemampuan/keahlian seorang Manajer Proyek dalam pengelolaan proyek konstruksi serta terpenuhinya

keinginan para *stakeholder* tanpa mengurangi mutu yang diberikan, sehingga mampu mengikuti perkembangan dunia konstruksi saat ini maupun di masa yang akan datang.

2. Research Method

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah secara kuantitatif dan kualitatif. Sumber data pada penelitian ini diperoleh berdasarkan laporan jurnal, *website*, studi literatur, penelitian sejenis yang telah dilakukan sebelumnya, serta responden dari pihak-pihak yang berkompeten dibidangnya melalui wawancara, *brainstorming*, dan diskusi.

Pengumpulan responden dalam penelitian ini menggunakan *purposive sampling* yaitu responden yang dipilih berdasarkan dengan tujuan dari penelitian karena tidak semua masyarakat dan institusi memahami dan terlibat langsung dalam pekerjaan konstruksi. Responden yang menjadi sampel adalah para pakar konstruksi gedung swasta yang terdiri dari *site manager* HSE (*health and safety environment*), *quantity surveyor*, *quality control*, dan *engineering*. Responden yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebanyak 50 responden. Tahapan penyelesaian penelitian ini dilakukan sebagai berikut:

- a. Kompetensi yang wajib dimiliki oleh manajer proyek sebagai variabel laten eksogen/ variabel bebas pada penelitian ini meliputi *Human Relationship Skills*, *Problem Solving* dan *Decision Making*, *Leadership Skills*, *Communication*

Skills, Marketing, Contracting, dan Customer Relationship Skills, Negotiating Skills, Resources Management, Scheduling dan Time Management Skills, Budgeting dan Cost Skills, Experience dan Technical Construction yang didapat dari literatur pustaka dan indikator yang terbentuk merupakan kombinasi dari penelitian terdahulu serta hasil wawancara dan *brainstorming* dengan responden yang berpengalaman dibidang proyek konstruksi. Sedangkan variabel laten endogen/ variabel terikat yaitu Kinerja konstruksi.

- b. Penyusunan kuisisioner penelitian. Variabel laten dan indikator yang terbentuk kemudian dideskripsikan ke dalam kuisisioner yang nantinya akan dijawab oleh responden.
- c. Dilanjutkan dengan menyebarkan kuisisioner kepada 50 responden untuk menentukan validitas dan reliabilitas instrumen. Apabila instrumen yang disebarkan kepada 50 responden dinyatakan valid dan reliabel, maka instrumen dapat dipergunakan.
- d. Selanjutnya melakukan tabulasi data berdasarkan jawaban responden. Hasil jawaban responden tersebut kemudian dianalisis menggunakan analisis *partial least squares* (PLS) untuk mengetahui keberhasilan indikator mengukur variabel latennya yang kemudian dianalisis pengaruhnya terhadap kinerja konstruksi serta untuk mengetahui upaya peningkatan kompetensi manajer proyek dalam mendukung pencapaian kinerja konstruksi

gedung swasta di Kota Denpasar dan Kabupaten Badung

3. Results and Analysis

3.1. Tabulasi Data

Jumlah prosentase terbanyak responden penelitian berasal dari jabatan pelaksana proyek sebesar 26 %. Bila dilihat dari pengalaman kerja, responden dengan masa pengalaman kerja antara 5 s/d 10 tahun memiliki jumlah terbanyak sebesar 34 orang (68 %) dari total jumlah responden penelitian sebanyak 50 orang.

3.2. Uji Validitas dan Reliabilitas Kuisisioner

Berdasarkan uji validitas instrumen penelitian pada 50 responden, maka hasil dari uji validitas menghasilkan nilai korelasi terkecil 0,848 dan terbesar 0,983 lebih besar dari $r_{tabel} = 0,279$. Sedangkan uji reliabilitas menghasilkan nilai *Cronbach's Alpha* = 0,963 lebih besar dari 0,60 sehingga kuisisioner dinyatakan telah valid dan reliabel digunakan sebagai alat ukur penelitian.

3.3. Pengaruh Antara Kompetensi Manajer Proyek Terhadap Kinerja Konstruksi

Identifikasi kompetensi yang harus dimiliki oleh manajer proyek berdasarkan penelitian terdahulu, literatur, wawancara, dan *brainstorming* diperoleh 10 variabel 10 variabel bebas/ variabel laten eksogen yaitu Variabel *Human Relationship Skills* (X_1) yang terbagi atas 2 indikator yaitu perubahan Membangun jaringan sosial ($X_{1.1}$), dan Kemampuan

berorganisasi ($X_{1.2}$), variabel *Problem Solving & Decision Making* (X_2) yang terbagi atas 2 indikator yaitu Kemampuan dalam menyelesaikan masalah dan pengambilan keputusan ($X_{2.1}$), dan Kemampuan manajemen interpersonal ($X_{2.2}$), variabel *Leadership Skills* (X_3) yang terbagi atas 2 indikator yaitu Kemampuan membangun solidaritas kerja ($X_{3.1}$) dan Kemampuan dalam membangun komitmen kerja ($X_{3.2}$), variabel *Communication Skills* (X_4) yang terbagi atas 2 indikator yaitu Kemampuan komunikasi terkait prosedur kerja ($X_{4.1}$), dan Kemampuan presentasi ($X_{4.2}$), variabel *Marketing, Contracting, & Customer Relationship Skills* (X_5) yang terbagi atas 2 indikator yaitu Kemampuan dalam menjaga hubungan baik dengan *stakeholder* ($X_{5.1}$), dan Kemampuan marketing/pemasaran ($X_{5.2}$), variabel *Negotiating Skills* (X_6) yang terbagi atas 2 indikator yaitu Kemampuan negosiasi ($X_{6.1}$), dan Kecakapan komunikasi ($X_{6.2}$), variabel *Resources Management* (X_7) yang terbagi atas 2 indikator yaitu Kecakapan dalam memetakan sumber daya ($X_{7.1}$), dan Kecakapan dalam pengelolaan sumber daya ($X_{7.2}$), variabel *Schedulling & Time Management Skills* (X_8) yang terbagi atas 2 indikator yaitu Kemampuan merumuskan rencana penggunaan sumber daya ($X_{8.1}$), dan Kemampuan merumuskan *work breakdown structure* sebuah proyek ($X_{8.2}$), variabel *Budgeting & Cost Skills* (X_9) yang terbagi atas 2 indikator yaitu Kemampuan estimasi biaya proyek ($X_{9.1}$), dan Mampu merumuskan

project action plan ($X_{9.2}$), variabel *Experience & Technical Construction* (X_{10}) yang terbagi atas 2 indikator yaitu Penguasaan metode konstruksi yang tepat ($X_{10.1}$), Kemampuan monitoring dan evaluasi prestasi proyek ($X_{10.2}$) dan Penguasaan manajemen Kesehatan dan Keselamatan Kerja ($X_{10.3}$). Sedangkan variabel terikat/ variabel laten endogen sebagai obyek pada penelitian ini yaitu kinerja konstruksi (Y_1) yang terbagi atas 3 indikator yaitu kinerja biaya ($Y_{1.1}$), kinerja mutu ($Y_{1.2}$), dan kinerja waktu ($Y_{1.3}$).

Analisis pengaruh kompetensi manajer proyek terhadap kinerja konstruksi pada penelitian ini menggunakan pendekatan *Partial Least Squares* menggunakan alat bantu *software* SmartPLS versi 3.0 dengan penjabaran sebagai berikut:

a. Uji Validitas Konvergen dan Diskriminan

Berdasarkan hasil pengujian validitas konvergen, diketahui bahwa semua indikator yang mengukur *Human Relationship Skills* (X_1), *Problem Solving* dan *Decision Making* (X_2), *Leadership Skills* (X_3), *Communication Skills* (X_4), *Marketing, Contracting*, dan *Customer Relationship Skills* (X_5), *Negotiating Skills* (X_6), *Resources Management* (X_7), *Schedulling* dan *Time Management Skills* (X_8), *Budgeting* dan *Cost Skills* (X_9), *Experience* dan *Technical Construction* (X_{10}) dan kinerja konstruksi (Y_1) menghasilkan *loading factor* lebih besar dari 0,700. Selanjutnya untuk menguji validitas diskriminan yaitu menggunakan *cross loading* dengan syarat apabila nilai

cross loading suatu variabel lebih besar dari nilai korelasi indikator pada variabel lainnya maka indikator dinyatakan valid mengukur variabel. Hasil perhitungan *cross loading* disajikan dalam tabel 3.1 berikut:

Negotiating Skills (X_6), *Resources Management* (X_7), *Scheduling dan Time Management Skills* (X_8), *Budgeting dan Cost Skills* (X_9), *Experience dan Technical Construction* (X_{10}) dan kinerja konstruksi (Y_1)

Tabel 3.1. Pengujian Validitas Diskriminan

	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	Y1
X1.1	0,94	0,86	0,86	0,89	0,89	0,88	0,87	0,85	0,86	0,88	0,91
X1.2	0,93	0,89	0,82	0,87	0,84	0,86	0,86	0,83	0,82	0,86	0,86
X2.1	0,90	0,95	0,90	0,93	0,92	0,92	0,89	0,88	0,91	0,89	0,93
X2.2	0,85	0,94	0,87	0,86	0,86	0,84	0,83	0,86	0,89	0,87	0,90
X3.1	0,85	0,89	0,94	0,89	0,89	0,88	0,89	0,89	0,86	0,87	0,91
X3.2	0,83	0,87	0,94	0,84	0,84	0,80	0,83	0,84	0,83	0,84	0,88
X4.1	0,89	0,91	0,87	0,95	0,88	0,93	0,88	0,88	0,92	0,91	0,91
X4.2	0,89	0,89	0,89	0,95	0,89	0,86	0,83	0,89	0,88	0,88	0,92
X5.1	0,90	0,90	0,88	0,90	0,96	0,93	0,87	0,89	0,87	0,92	0,92
X5.2	0,88	0,91	0,90	0,89	0,97	0,90	0,91	0,88	0,88	0,90	0,93
X6.1	0,90	0,90	0,85	0,90	0,90	0,96	0,88	0,89	0,88	0,89	0,92
X6.2	0,90	0,89	0,88	0,91	0,92	0,96	0,89	0,86	0,86	0,94	0,92
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	Y1
X7.1	0,90	0,88	0,89	0,88	0,88	0,89	0,98	0,85	0,83	0,86	0,92
X7.2	0,91	0,91	0,91	0,89	0,93	0,92	0,98	0,91	0,84	0,90	0,92
X8.1	0,90	0,90	0,89	0,91	0,90	0,87	0,88	0,96	0,88	0,89	0,91
X8.2	0,81	0,87	0,86	0,86	0,85	0,86	0,83	0,95	0,84	0,88	0,88
X9.1	0,88	0,93	0,87	0,92	0,88	0,88	0,81	0,88	0,96	0,88	0,90
X9.2	0,83	0,90	0,86	0,89	0,85	0,85	0,82	0,86	0,96	0,87	0,90
X10.1	0,87	0,86	0,86	0,88	0,88	0,88	0,86	0,88	0,85	0,92	0,89
X10.2	0,87	0,92	0,88	0,91	0,90	0,90	0,84	0,90	0,92	0,94	0,91
X10.3	0,74	0,72	0,69	0,72	0,74	0,76	0,71	0,71	0,68	0,83	0,76
Y1.1	0,89	0,90	0,88	0,91	0,92	0,94	0,91	0,88	0,90	0,90	0,94
Y1.2	0,91	0,90	0,92	0,88	0,89	0,87	0,87	0,86	0,85	0,89	0,93
Y1.3	0,85	0,91	0,88	0,90	0,88	0,87	0,85	0,90	0,89	0,89	0,93

Berdasarkan hasil *cross loading* pada tabel 3.1, diketahui bahwa semua indikator dari variabel *Human Relationship Skills* (X_1), *Problem Solving dan Decision Making* (X_2), *Leadership Skills* (X_3), *Communication Skills* (X_4), *Marketing, Contracting, dan Customer Relationship Skills* (X_5),

menghasilkan *loading factor* yang lebih besar dibandingkan dengan *cross loading* pada variabel lainnya sehingga dapat dinyatakan bahwa masing-masing indikator mampu mengukur variabel latennya.

b. Uji Reliabilitas Konstruk

Perhitungan yang digunakan untuk uji reliabilitas variabel adalah *Cronbach's Alpha* dan *Composite Reliability*. Hasil pengujian dapat dilihat pada tabel 3.2 sebagai berikut:

Tabel 3.2. Pengujian Reliabilitas Konstruk

Variabel	Composite Reliability	Cronbachs Alpha
Human Relationship Skills (X1)	0,935 > 0,700	0,861 > 0,600
Problem Solving dan Decision Making (X2)	0,924 > 0,700	0,876 > 0,600
Leadership Skills (X3)	0,943 > 0,700	0,878 > 0,600
Communication Skills (X4)	0,937 > 0,700	0,865 > 0,600
Marketing, Contracting, dan Customer Relationship Skills (X5)	0,950 > 0,700	0,895 > 0,600
Negotiating Skills (X6)	0,964 > 0,700	0,925 > 0,600
Resources Management (X7)	0,962 > 0,700	0,922 > 0,600
Schedulling dan Time Management Skills(X8)	0,982 > 0,700	0,963 > 0,600
Budgeting dan Cost Skills (X9)	0,953 > 0,700	0,902 > 0,600
Experience dan Technical Construction (X10)	0,957 > 0,700	0,909 > 0,600
Kinerja Konstruksi (Y1)	0,954 > 0,700	0,928 > 0,600

Hasil uji pada tabel 9.2 menunjukkan variabel *Human Relationship Skills (X₁)*, *Problem Solving dan Decision Making (X₂)*, *Leadership Skills (X₃)*, *Communication Skills (X₄)*, *Marketing, Contracting, dan Customer Relationship Skills (X₅)*, *Negotiating Skills (X₆)*, *Resources Management (X₇)*, *Schedulling dan Time Management Skills (X₈)*, *Budgeting dan Cost Skills (X₉)*, *Experience dan Technical Construction (X₁₀)*, serta variabel terikat kinerja konstruksi (Y₁) mempunyai nilai *Cronbach's Alpha* lebih besar dari 0,600 dan nilai *Composite Reliability* lebih besar dari 0,700 maka berdasarkan hasil pengujian diketahui bahwa semua variabel dinyatakan reliabel.

c. Uji Model Struktural

Hasil uji model struktural dapat dilihat dari *R-Squares* variabel laten endogen (Y₁) dalam menunjukkan kekuatan prediksi dari model struktural. Nilai *R-Squares* disebut juga

uji *Goodness of Fit Model* yang dipergunakan untuk mengetahui variabel *Human Relationship Skills*, *Problem Solving dan Decision Making*, *Leadership Skills*, *Communication Skills*, *Marketing, Contracting, dan Customer Relationship Skills*, *Negotiating Skills*, *Resources Management*, *Schedulling dan Time Management Skills*, *Budgeting dan Cost Skills*, *Experience dan Technical Construction* berpengaruh terhadap kinerja konstruksi.

Tabel 3.3. Hasil *Goodness of fit*

Kriteria	Hasil	Cut-off Value	Evaluasi Model
<i>R-Square</i>	0,978	Antara 0 – 1, Mendekati 1 semakin baik	<i>Good Fit</i>

Tabel 3.3 diatas menunjukkan bahwa kriteria *goodness of fit* adalah *good fit*. Hal tersebut bahwa hasil evaluasi menunjukkan model yang

baik, dimaksudkan bahwa model yang terbentuk menghasilkan tingkat pendugaan sesuai harapan. Dengan demikian model ini adalah model yang baik dan layak untuk menjelaskan keterkaitan antar variabel dalam model. *R-square* variabel kinerja konstruksi (Y₁) bernilai 0,978 atau 97,80 % maka dapat diartikan bahwa *Human Relationship Skills*, *Problem Solving* dan *Decision Making*, *Leadership Skills*, *Communication Skills*, *Marketing*, *Contracting*, dan *Customer Relationship Skills*, *Negotiating Skills*, *Resources Management*, *Schedulling* dan *Time Management Skills*, *Budgeting* dan *Cost Skills*, serta *Experience* dan *Technical Construction* berpengaruh terhadap Kinerja konstruksi sebesar 97,80 % dan sisanya 2,20 % berasal dari variabel lain di luar penelitian ini.

d. Uji Signifikansi

Uji signifikansi digunakan untuk mengetahui apakah variabel eksogen berpengaruh terhadap variabel endogen. Kriteria pengujian menyatakan apabila nilai $T_{statistics} \geq Sig. Weight = 1,96$ maka dapat diketahui bahwa variabel eksogen berpengaruh signifikan terhadap variabel endogen.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa nilai $T_{statistics} = 3,132 > Significance Weight = 1,96$. Hal ini berarti *Human Relationship Skills* berpengaruh terhadap Kinerja Konstruksi.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa nilai $T_{statistics} = 3,977 > Significance Weight = 1,96$. Hal ini berarti *Problem Solving* dan *Decision Making* berpengaruh terhadap Kinerja Konstruksi.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa nilai $T_{statistics} = 6,764 > Significance Weight = 1,96$. Hal ini berarti *Leadership Skills* berpengaruh terhadap Kinerja Konstruksi.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa nilai $T_{statistics} = 2,237 > Significance Weight = 1,96$. Hal ini berarti *Communication Skills* berpengaruh terhadap Kinerja Konstruksi.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa nilai $T_{statistics} = 4,991 > Significance Weight = 1,96$. Hal ini berarti *Marketing*, *Contracting*, dan *Customer Relationship Skills* berpengaruh terhadap Kinerja Konstruksi.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa nilai $T_{statistics} = 4,534 >$

Tabel 3.4. Hasil Uji Hubungan Secara Langsung/*Direct Effect*

Variabel Laten Eksogen	Variabel Laten Endogen	Original Sample (O)	T Statistics (O/STERR)	P-Value
<i>Human Relationship Skills</i> (X1)	Kinerja Konstruksi (Y1)	0,069	3,132	0,022
<i>Problem Solving</i> dan <i>Decision Making</i> (X2)	Kinerja Konstruksi (Y1)	0,118	3,977	0,030
<i>Leadership Skills</i> (X3)	Kinerja Konstruksi (Y1)	0,205	6,764	0,030
<i>Communication Skills</i> (X4)	Kinerja Konstruksi (Y1)	0,071	2,237	0,032
<i>Marketing</i> , <i>Contracting</i> , dan <i>Customer Relationship Skills</i> (X5)	Kinerja Konstruksi (Y1)	0,109	4,991	0,022
<i>Negotiating Skills</i> (X6)	Kinerja Konstruksi (Y1)	0,134	4,534	0,030
<i>Resources Management</i> (X7)	Kinerja Konstruksi (Y1)	0,093	3,534	0,026
<i>Schedulling</i> dan <i>Time Management Skills</i> (X8)	Kinerja Konstruksi (Y1)	0,053	2,609	0,020
<i>Budgeting</i> dan <i>Cost Skills</i> (X9)	Kinerja Konstruksi (Y1)	0,098	4,219	0,023
<i>Experience</i> dan <i>Technical Construction</i> (X10)	Kinerja Konstruksi (Y1)	0,076	2,720	0,028

Significance Weight = 1,96. Hal ini berarti *Negotiating Skills* berpengaruh terhadap Kinerja Konstruksi.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa nilai $T_{statistics} = 3,534 > Significance Weight = 1,96$. Hal ini berarti *Resources Management* berpengaruh terhadap Kinerja Konstruksi.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa nilai $T_{statistics} = 2,609 > Significance Weight = 1,96$. Hal ini berarti *Schedulling* dan *Time Management Skills* berpengaruh terhadap Kinerja Konstruksi.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa $T_{statistics} = 4,219 > Significance Weight = 1,96$. Hal ini berarti *Budgeting* dan *Cost Skills* berpengaruh terhadap Kinerja Konstruksi.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa nilai $T_{statistics} = 2,720 > Significance Weight = 1,96$. Hal ini berarti *Experience* dan *Technical Construction* berpengaruh terhadap Kinerja Konstruksi

4. Conclusion

Kesimpulan dari penelitian Analisis Kompetensi Manajer Proyek dan Pengaruhnya Terhadap Kinerja Konstruksi Gedung Swasta Di Kota Denpasar Dan Kabupaten Badung dapat dijelaskan bahwa *Leadership Skills* memiliki pengaruh signifikan terhadap kinerja konstruksi gedung ditunjukkan dari nilai pengujian $T_{statistics} = 6,764 > Significance Weight = 1,96$ kemudian diikuti oleh *Marketing*, *Contracting*, *Customer Relationship Skills*, *Negotiating Skills*, *Budgeting* dan *Cost Skills*, *Problem*

Solving dan *Decision Making*, *Schedulling* dan *Time Management Skills*, *Resources Management*, *Experience* dan *Technical Construction*, dan *Communication Skills*. Dari rumusan hasil penelitian di atas terdapat beberapa upaya untuk meningkatkan kompetensi manajer proyek dalam pelaksanaan konstruksi gedung swasta di Kota Denpasar dan Kabupaten Badung meliputi: melakukan uji kompetensi dan sertifikasi profesi seorang manajer proyek, melakukan pendampingan psikologi terhadap manajer proyek untuk mengasah kepribadian dan mendirikan asosiasi manajer proyek sebagai salah satu media untuk mengelompokkan klasifikasi kemampuan manajer proyek, mulai dari pratama, menengah, dan utama.

References

Textbooks:

- [1] Abdillah W, Jogiyanto. Partial Least Square (PLS) Alternatif Structural Equation Modelling (SEM) dalam Penelitian. Yogyakarta: Andi Offset. 2015.
- [2] Chin W.W, Newsted P.R. Structural Equation Modelling Analysis with Small Samples using Partial Least Square. Hoyle: Thousand Oak. 1999.
- [3] Ghozali I. Konsep, Teknik, dan Aplikasi Menggunakan Program SmartPLS 3.0. Semarang: Universitas Diponegoro. 2014.
- [4] Masri S, Effendi S. Metode Penelitian Survey. Jakarta: PT. Pusaka LP3ES Indonesia. 1989.

- [5] Nurhayati. Manajemen Proyek Konstruksi. Yogyakarta: Andi Offset. 2010.
- [6] PMI. A Guide To The Project Management Body Of Knowledge (PMBOK). USA: Newtown Square Pennsylvania. 2004.
- [7] Soeharto I. Manajemen Proyek dari Konseptual sampai Operasional. Jakarta: Gelora Aksara Pratama. 1995.
- [8] Shtub A, Brand J.F. Project Management, Engineering Technology and Implementation. Prentice Hall Inc: Upper Saddle River. 1994.
- [9] Sugiyono. Statistika untuk Penelitian. Bandung: Alfabeta. 2005.
- [10] Sugiyono. Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan RND. Bandung: Alfabeta. 2010.

Thesis/Disertation:

- [1] Anggraini Y. Pengukuran Indeks Kepuasan Pelanggan Dengan Pendekatan Partial Least Square (PLS). [Thesis]. Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta; 2010.
- [2] Suprpto H. Pengaruh Kompetensi Manajaer Proyek Terhadap Kinerja Biaya Pada Proyek. [Thesis]. Jakarta: Universitas Gunadarma; 2007.
- [3] Widyarsana P. Karakteristik Manajer Proyek Terhadap Kinerja Konstruksi Gedung di Kabupaten Badung. [Thesis]. Denpasar: Universitas Udayana; 2015.

**PEDOMAN PENULISAN DAN PENGIRIMAN NASKAH
JURNAL WIDYA TEKNIK**

1. Naskah berupa hasil penelitian atau kajian pustaka yang belum pernah dipublikasikan sebelumnya.
2. Naskah ditulis dalam bahasa Indonesia atau bahasa Inggris sesuai kaidah penulisan ilmiah.
3. Tata cara penulisan:
 - a. Sistematika penulisan: judul, Nama penulis dan Afiliasi, abstrak, latar belakang, tujuan penelitian, batasan penelitian, metodologi, analisis, simpulan, saran, daftar pustaka dan ucapan terimakasih.
 - b. Format naskah:
 - Naskah diketik 1,0 spasi dengan huruf Times New Roman ukuran 10 pt.
 - Margin yang digunakan 2,5 untuk semua margin. Setiap awal paragraf mundur 7 digit. Jumlah halaman maks 12 halaman termasuk daftar pustaka, tabel, gambar dan lain sebagainya.
 - Judul naskah maksimal 14 kata. Nama penulis tanpa gelar dan afiliasi ditulis.
 - Abstrak maksimal 200 kata dilengkapi dengan kata kunci diketik 1 spasi, maksimal 10 kata.
 - Penulisan persamaan harus mencantumkan nomor urut di batasan persamaan.
 - Gambar (foto, grafik, diagram, ilustrasi) dan tabel dicetak hitam putih dan dalam format digital yang tergabung dalam naskah.
4. Isi tulisan di luar tanggung jawab redaksi. Segala hal yang menyangkut perijinan pengutipan, penggunaan yang ditimbulkan software komputer, keaslian naskah dan hal lain yang terkait dengan kehakmilikan dan konsekuensi hukum yang ditimbulkan menjadi tanggungjawab penulis.
5. Penyunting berhak mengedit redaksional tanpa mengubah arti. Tim Redaksi akan memutuskan naskah yang akan diterbitkan setelah melalui suatu penilaian Tim Penyunting Ahli.
6. Tim redaksi berwenang menerima atau menolak naskah yang diajukan maupun meminta penulis memperbaiki naskahnya. Penulis dapat memberikan tambahan atas komentar/saran penyunting melalui Tim Redaksi
7. Naskah yang dimuat diberikan nomor bukti pemuatan. Tambahan copy atau cetak lepas yang diminta harus dibayar dengan harga khusus.
8. Jurnal Widya Teknik terbit dua kali dalam setahun yaitu pada bulan April dan Oktober. Naskah sudah diterima redaksi paling lambat 2 (dua) bulan sebelum penerbitan.
9. Naskah yang dikirimkan berupa cetakan di atas kertas HVS ukuran A4 dan soft copy dalam media CD-R atau melalui e-mail.
10. Naskah dapat dikirim ke alamat redaksi: Fakultas Teknik Unhi Denpasar, Jl. Sangalangit, Penatih, Tembau, Denpasar. Email: [teknik.unhi@gmail](mailto:teknik.unhi@gmail.com) atau teknik@unhi.ac.id.

Amretham tu widya



Fakultas Teknik - Unhi
Jl. Sangalangit, Tembawu, Denpasar - Bali
Telp. (0361) 464700, 464800
www.unhi.ac.id
email : teknik@unhi.ac.id

