



Widya Teknik

Media Informasi Ilmu Pengetahuan dan Teknologi

MODEL TARIKAN PERJALANAN OBYEK WISATA TIRTA GANGGA
Made Novia Indriani, Ida Ayu Putu Sri Mahapatni, I Ketut Surya Adi Pranata

**ANALISIS PENGARUH PENGGUNAAN SUNDUK DAN CANGGAHWANG PADA
PADA BANGUNAN TRADISIONAL BALI TERHADAP BEBAN GEMPA**
I Nyoman Suta Widnyana, I Wayan Artana, I Wayan Gede Ariawan

**PENGARUH BAHAN BAKAR BATU BARA DALAM PEMANASAN AGREGAT
SECARA LANGSUNG TERHADAP KARAKTERISTIK MARSHALL
CAMPURAN LASTON**
Ida Bagus Wirahaji, Ida Ayu Putu Sri Mahapatni, I Wayan Suardika

**PENGARUH INDEKS KEPIPIHAN AGREGAT KASAR DAN SEDANG
TERHADAP NILAI MARSHALL PERKERASAN LENTUR JALAN RAYA**
I Putu Laintarawan, Ida Bagus Wirahaji, I Gst Swandana Putra

**ANALISA PENERAPAN VALUE ENGINEERING TERHADAP STRUKTUR
BETON BERTULANG PADA PROYEK PEMBANGUNAN
GEDUNG KELAS SMP NEGERI 4 DENPASAR**
I Gede Sastra Wibawa, I Wayan Suasira, I Made Tapayasa, Anom Santiana

**ANALISIS KERUGIAN FINANSIAL AKIBAT KEMACETAN LALU LINTAS
DI JALAN RAYA SEMINYAK KABUPATEN BADUNG**
I Wayan Muka, A.A.A. Made Cahaya Wardani, I Kadek Dwi Mahendra

**PERENCANAAN DIMENSI DINDING PENAHAN TANAH PADA TANAH LEMPUNG
(Studi Kasus: Dinding Penahan Tanah Proyek Pembangunan Terintegrasi
Anjungan Cerdas di Kecamatan Mendoyo)**
Made Novia Indriani, I Nyoman Suta Widnyana, I Putu Agus Ardika

**ANALISIS KEBUTUHAN MODAL KERJA KONTRAKTOR BERDASARKAN
JENIS SISTEM PEMBAYARAN
(Studi Kasus: Pembangunan Gedung RSUD Sanjiwani Gianyar)**
Made Sudiarsa, Putu gede Sanchaya Buana, Gede Yasada

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

Jurnal Widya Teknik	Volume 010	Nomor 02	Halaman 1-79	ISSN 1979-973X	Denpasar, Oktober 2017
---------------------------	---------------	-------------	-----------------	-------------------	---------------------------

Widya Teknik

Media Informasi Ilmu Pengetahuan dan Teknologi

Dewan Redaksi

Penanggung Jawab

Dr. I Wayan Muka, ST., MT.

(Dekan Fakultas Teknik Universitas Hindu Indonesia)

Ketua

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

Sekretaris

Made Widyatmika, ST., M.Si.

Penyunting Ahli

Dr. Ir. Cokorda Oka Artha Ardhana Sukawati, M.Si.

Prof. Ir. I Wayan Redana, Ma.Sc., Ph.D.

Prof. Dr. Ir. I Made Alit Karyawan Salain. DEA.

Penyunting Pelaksana

IA. Putu Sri Mahapatni, ST., MT.

I Nyoman Suta Widnyana, ST., MT.

Made Nivia Indriani, ST., MT.

I Wayan Artana, ST., MT.

I Putu Laintarawan, ST., MT.

Ir. Drs. I Gusti Oeidyana, MT.

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

Pengelola/Sirkulasi

I Ketut Yadnya Astawa, SE

JURNAL WIDYA TEKNIK diterbitkan oleh Program Studi Teknik Sipil 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, Tembau Denpasar, Telp. (0361) 464700, 464800 ext.304. Email: teknik@unhi.ac.id, teknik.unhi@gmail.com.



Widya Teknik

Media Informasi Ilmu Pengetahuan dan Teknologi

Vol. 010 - No. 02 - Oktober 2017

Widya Teknik - ISSN : 1979-973X

Daftar Isi

- MODEL TARIKAN PERJALANAN OBYEK WISATA TIRTA GANGGA
Made Novia Indriani, Ida Ayu Putu Sri Mahapatni, I Ketut Surya Adi Pranata..... 1
- ANALISIS PENGARUH PENGGUNAAN SUNDUK DAN CANGGAHWANG PADA
BANGUNAN TRADISIONAL BALI TERHADAP BEBAN GEMPA
I Nyoman Suta Widnyana, I Wayan Artana, I Wayan Gede Ariawan..... 15
- PENGARUH BAHAN BAKAR BATU BARA DALAM PEMANASAN AGREGAT SECARA
LANGSUNG TERHADAP KARAKTERISTIK MARSHALL CAMPURAN LASTON
Ida Bagus Wirahaji, Ida Ayu Putu Sri Mahapatni, I Wayan Suardika..... 35
- PENGARUH INDEKS KEPIPIHAN AGREGAT KASAR DAN SEDANG TERHADAP NILAI
MARSHALL PADA PERKERASAN LENTUR JALAN RAYA
I Putu Laintarawan, Ida Bagus Wirahaji, I Gusti Swandana Putra..... 44
- ANALISA PENERAPAN VALUE ENGINEERING TERHADAP STRUKTUR BETON
BERTULANG PADA PROYEK PEMBANGUNAN GEDUNG KELAS SMP NEGERI 4
DENPASAR
I Gede Sastra Wibawa, I Wayan Suasira, Made Tapayasa, Anom Santiana 52
- ANALISIS KERUGIAN FINANSIAL AKIBAT KEMACETAN LALU LINTAS DI JALAN RAYA
SEMINYAK KABUPATEN BADUNG
I Wayan Muka, AAA Cahaya Md Cahaya Wardani, I Kadek Dwi Mahendra 59
- PERENCANAAN DIMENSI DINDING PENAHAN TANAH PADA TANAH LEMPUNG
(Studi Kasus: Dinding Penahan Tanah Proyek Pembangunan Terintegrasi Anjungan Cerdas
di Kecamatan Mendoyo)
Made Novia Indriani, I Nyoman Suta Widnyana, I Putu Agus Ardika..... 78
- ANALISIS KEBUTUHAN MODAL KERJA KONTRAKTOR BERDASARKAN JENIS SISTEM
PEMBAYARAN (Studi Kasus: Pembangunan Gedung RSUD Sanjiwani Gianyar)
Made Suadiarsa, Putu Gede Sanchya Buana, Gede Yasada..... 89
- KAJIAN POTENSI KEMACETAN LALU LINTAS DI SIMPANG TIGA JALAN RAYA SUNSET
ROAD-JALAN RAYA KEROBOKAN-JALAN RAYA SEMINYAK BADUNG
Gede Yasada, Made Bella Paramiswari..... 97

Diterbitkan oleh:
Program Studi Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas Hindu Indonesia Denpasar

Jurnal Widya Teknik	Volume 010	Nomor 02	Halaman 1-102	ISSN 1979-973X	Denpasar, Oktober 2017
---------------------------	---------------	-------------	------------------	-------------------	------------------------------

Pengantar Redaksi

OM Swastyastu,

Majalah Widya Teknik Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas 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.

Widya Teknik pada Edisi 10, Nomor 02, Oktober 2017 menyajikan berbagai topik, antara lain: dari Indriani dkk, mengenai model tarikan perjalanan obyek wisata Tirta Gangga. Metode yang digunakan berupa pendekatan deskriptif-kuantitatif melalui analisis data yang diperoleh dari hasil kuesioner dan survai lapangan yang dilakukan pada dua hari berbeda yaitu hari rabu untuk mewakili hari kerja dan hari minggu untuk mewakili hari libur. Hasil analisis karakteristik pergerakan pengunjung menunjukkan bahwa responden yang berkunjung baik pada hari kerja/rabu maupun hari libur/minggu mayoritas (>40%) responden menempuh jarak lebih dari 15 km dengan waktu tempuh antara 1 sampai 2 jam perjalanan, mayoritas (>70%) responden memiliki maksud atau motifasi untuk berekreasi.

Widnyana dkk, menganalisis pengaruh penggunaan suduk dan canggahwang pada bangunan tradisional Bali terhadap beban gempa. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui respon bangunan tradisional antara yang menggunakan suduk dan canggahwang terhadap beban gempa. Model struktur yang dibuat tiga jenis tersebut dikenakan dengan gaya gempa sesuai dengan SNI 03-1726-2012. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa respon dari bangunan tradisional saka kutus yang menggunakan canggahwang jika ditinjau dari balok lambang terjadi momen lentur lebih kecil 25,31% dibandingkan dengan menggunakan suduk, lebih kecil 34,86% dibandingkan dengan tanpa menggunakan suduk dan canggahwang.

Wirahaji dkk, menganalisis pengaruh bahan bakar batu bara dalam pemanasan agregat secara langsung terhadap karakteristik Marshall campuran Laston. Benda uji dibuat dengan kadar aspal 6,3% dan alternatif prosentase butiran batu bara pada fraksi agregat halus (FA) adalah 0,5%, 0,75%, 1,0%, 1,25%, dan 1,5%, masing-masing 3 buah benda uji. Dari pengujian Marshall diperoleh, pada proporsi 1,0% batu bara dalam fraksi agregat halus (FA), nilai VIM sudah mencapai 5,07% tidak memenuhi Spesifikasi 3-5%. Nilai VIM yang besar mengakibatkan campuran AC-WC tidak kedap air, retak dini, dan pelepasan butir. Pada proporsi 1,25%, nilai flow mencapai 1,98 mm tidak memenuhi spesifikasi 2-4 mm, mengakibatkan campuran AC-WC mudah retak.

Laintarawan dkk, menganalisis pengaruh indeks kepipihan agregat kasar dan sedang terhadap nilai Marshall pada perkerasan lentur jalan raya. Variasi nilai IP agregat yang digunakan dalam penelitian ini ada 5 (lima) sampel agregat, yaitu: 9,88%, 16,24%, 21,29%, 25,65%, dan 30,09%. Hasil penelitian menunjukkan, pada nilai IP 30,09%, VFB mencapai 64,29% kurang dari persyaratan minimum Spesifikasi 65%. Pada IP 21,29% VIM mencapai 5,16% melebihi batas maksimum spesifikasi 5%. Pada IP 25,65%, flow mencapai 1,98%, kurang dari persyaratan minimum spesifikasi 2%.

Wibawa dkk, menganalisis penerapan *value engineering* terhadap struktur beton bertulang pada proyek pembangunan gedung kelas SMP Negeri 4 Denpasar. Analisa *Value Engineering* dalam penelitian ini menggunakan *four job plans* antara lain: tahap informasi, tahap kreatif, tahap analisis, dan tahap rekomendasi. Dari tahapan tersebut didapatkan hasil penghematan pekerjaan pondasi sebesar Rp.9.060.609,74 atau 6,55%, pekerjaan kolom sebesar Rp59.074.454,24 atau 38,66%, pekerjaan balok sebesar Rp.97.312.699,09 atau 43,32%, dan pekerjaan plat sebesar Rp.28.519.140,18 atau 20,72%. Sehingga menghasilkan penghematan biaya pekerjaan struktur beton bertulang sebesar Rp 193.966.903,24 atau 29,68% dari Rp 653.472.381,47.

Muka dkk, menganalisis kerugian finansial akibat kemacetan lalu lintas di Jalan Raya Seminyak Kabupaten Badung. Data-data yang dipergunakan pada penelitian ini meliputi data sekunder dan data primer. Data sekunder didapat dari Badan Pusat Statistik (BPS) Kabupaten Badung, Dinas Perhubungan Kabupaten Badung, Data sekunder didapat dari hasil survey. Dan

untuk analisis kapasitas jalan berpedoman pada MKJI tahun 1997. Dari hasil analisis didapat kinerja ruas jalan volume lalu lintas 17.248 smp/jam, kapasitas ruas Jalan Raya Seminyak 1544,076 smp/jam, kecepatan rata-rata 10 km/jam, (DS) 11,704 smp/jam, dan tingkat pelayanan F.

Indriani dkk, menganalisis perencanaan dimensi dinding penahan tanah pada tanah lempung (Studi Kasus: Dinding Penahan Tanah Proyek Pembangunan Terintegrasi Anjungan Cerdas di Kecamatan Mendoyo). Dari hasil perhitungan dimensi dinding penahan tanah didapat besarnya daya dukung tanah adalah 321,372 kN/m², hasil tersebut lebih kecil dari daya dukung tanah yang diijinkan sebesar 759,893 kN/m². gaya geser adalah 2,01 dan gaya guling adalah 5,19, dimana dimensi tersebut sudah melebihi syarat minimum yang harus didapat adalah 2 untuk gaya geser dan gaya guling.

Sudiarsa dkk, menganalisis kebutuhan modal kerja kontraktor berdasarkan jenis sistem pembayaran (Studi Kasus: Pembangunan Gedung RSUD Sanjiwani Gianyar). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui sistem pembayaran yang memerlukan modal kerja yang lebih sedikit dan menguntungkan kontraktor dalam aspek keuntungan proyek. Dari hasil analisis penelitian ini didapat sistem pembayaran MC tidak memerlukan modal kerja karena kondisi *cash flow* proyek selalu surplus sedangkan untuk sistem pembayaran termin memerlukan modal kerja berupa pinjaman bank sebesar Rp 410.000.000,00 agar kondisi *cash flow* proyek tidak mengalami defisit, seperti yang dilakukan pada alternatif kebijakan yaitu dengan melakukan pinjaman ke Bank.

Yasada dan Paramiswari mengkaji potensi kemacetan lalu lintas di Simpang Tiga Jalan Sunset Road-Jalan Raya Kerobokan-Jalan Raya Seminyak Badung. Metode yang digunakan adalah metode survei lalu lintas di simpang tiga jalan raya sunset road-jalan raya kerobokan-jalan raya seminyak dan metode analisis dengan peraturan MKJI. Dari perhitungan kapasitas didapatkan nilai pada hari Senin pada pagi sebesar 2422,681 smp/jam, siang sebesar 2366,819 smp/jam, sore sebesar 2419,124 smp/jam. Rabu, pagi sebesar 2320,774 smp/jam, siang sebesar 2490,786 smp/jam dan sore sebesar 2404,315 smp/jam. Sabtu, pagi sebesar 2535,207 smp/jam, siang sebesar 2588,231 smp/jam dan sore sebesar 2463,082 smp/jam.

OM Shanti Shanti Shanti OM

Denpasar, 2 Oktober 2017

Tim Redaksi

MODEL TARIKAN PERJALANAN OBYEK WISATA TIRTA GANGGA

Made Novia Indriani, Ida Ayu Putu Sri Mahapatni,
I Ketut Surya Adi Pranata
Program Studi Teknik Sipil FT Unhi
madenovia@gmail.com, dayumaha71@yahoo.com

ABSTRAK

Tirta Gangga yang merupakan salah satu obyek wisata yang terletak di bagian timur pulau Bali tepatnya di Kabupaten Karangasem. Perkembangan yang sedemikian pesat di kawasan ini menimbulkan minat wisatawan untuk berkunjung ke obyek wisata tersebut dengan kata lain obyek wisata Tirta Gangga telah menghasilkan suatu produksi perjalanan dan tarikan perjalanan. Besarnya tarikan perjalanan yang ditimbulkan oleh aktifitas obyek wisata Tirta Gangga, dapat menimbulkan suatu persoalan yang dapat mempengaruhi kondisi lalu lintas di sekitar lokasi, seperti meningkatnya antrian kendaraan, kemacetan serta potensi timbulnya kecelakaan. Tujuan dilaksanakannya studi ini adalah untuk mendapatkan karakteristik dan pola pergerakan tarikan perjalanan yang terjadi di kawasan obyek wisata Tirta Gangga, serta untuk mengetahui faktor – faktor signifikan yang mempengaruhi tarikan perjalanan untuk obyek wisata Tirta Gangga dan juga gambaran mengenai model tarikan perjalanan menuju obyek wisata Tirta Gangga.

Metode yang digunakan berupa pendekatan deskriptif-kuantitatif melalui analisis data yang diperoleh dari hasil kuesioner dan survai lapangan yang dilakukan pada dua hari berbeda yaitu hari rabu untuk mewakili hari kerja dan hari minggu untuk mewakili hari libur. Analisis kuantitatif data menggunakan metode regresi linier berganda dengan variabel bebas yang diperkirakan mempengaruhi tarikan perjalanan ke lokasi tersebut sebanyak 7 variabel yaitu jumlah pengunjung (X_1), pengeluaran (X_2), pendapatan (X_3), waktu tempuh (X_4), jarak tempuh (X_5), kepemilikan kendaraan roda dua (X_6), kepemilikan kendaraan roda empat (X_7) yang selanjutnya dianalisis dengan program SPSS.22.

Hasil analisis karakteristik pergerakan pengunjung menunjukkan bahwa responden yang berkunjung baik pada hari kerja/rabu maupun hari libur/minggu mayoritas (>40%) responden menempuh jarak lebih dari 15 km dengan waktu tempuh antara 1 sampai 2 jam perjalanan, mayoritas (>70%) responden memiliki maksud atau motifasi untuk berekreasi. Karakteristik sosial ekonomi pengunjung menunjukkan bahwa mayoritas (>40%) responden berprofesi sebagai PNS/pegawai BUMN/ABRI dengan pendapatan perbulan mencapai 3 sampai 4 juta. Untuk pola pergerakan pengunjung jika ditinjau dari basis pergerakan mayoritas (>45%) responden memulai pergerakan dari rumah dan (>30%) responden berasal dari luar Bali. Faktor signifikan yang mempengaruhi tarikan pada hari kerja/rabu adalah kepemilikan kendaraan roda dua ($\text{sig}=0,003$) dan kepemilikan kendaraan roda empat ($\text{sig}=0,004$). Untuk hari libur/minggu adalah jumlah pengunjung ($\text{sig}=0,004$). Sedangkan hasil analisis untuk model tarikan perjalanan menghasilkan dua persamaan yaitu: model tarikan perjalanan pada hari kerja/rabu dengan persamaan $Y = -0,180 + 3,176X_6 + 2,140X_7$ dengan koefisien determinasi sebesar 82% dan model tarikan perjalanan pada hari libur/minggu dengan persamaan $Y = 1,066 + 0,456X_1$ dengan koefisien determinasi sebesar 61,3%.

Kata Kunci: Obyek Wisata Tirta Gangga, Karakteristik pengunjung, Model Tarikan Pergerakan.

I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Tingginya aktivitas suatu obyek wisata dapat menimbulkan konflik arus lalu lintas pada jalan utama dan berpengaruh terhadap pergerakan lalu lintas dan kinerja jalan. Aktivitas obyek wisata yang dapat

mempengaruhi kinerja jalan antara lain: kendaraan yang keluar masuk obyek wisata, parkir di badan jalan, dan para pejalan kaki yang sering berjalan di badan jalan akibat terbatasnya fasilitas pejalan kaki di kawasan obyek wisata tersebut. Maka untuk menanggulangi permasalahan tersebut

diperlukan adanya suatu kajian transportasi yang komperenshif. Salah satu aspek penting yang perlu diketahui adalah besarnya produksi dan tarikan perjalanan (*Trip Generation*) yang ditimbulkan oleh suatu obyek wisata.

Tujuan dilaksanakannya studi ini adalah untuk mendapatkan karakteristik dan pola pergerakan tarikan perjalanan yang terjadi di kawasan obyek wisata Tirta Gangga, serta untuk mengetahui faktor – faktor signifikan apa saja yang mempengaruhi tarikan perjalanan untuk obyek wisata Tirta Gangga dan juga gambaran mengenai model tarikan perjalanan menuju obyek wisata Tirta Gangga. Untuk itu, dalam penelitian ini akan dikaji lebih dalam mengenai tarikan perjalanan (*Trip Attraction*) pada obyek wisata Tirta Gangga menggunakan metode analisis Regresi Linear Berganda dengan program SPSS.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana karakteristik dan pola pergerakan tarikan perjalanan menuju obyek wisata Tirta Gangga?
2. Faktor-faktor apa yang signifikan mempengaruhi tarikan perjalanan menuju obyek wisata Tirta Gangga?
3. Bagaimana model tarikan perjalanan kendaraan menuju obyek wisata Tirta Gangga?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Untuk mengetahui karakteristik dan pola pergerakan tarikan perjalanan menuju obyek wisata Tirta Gangga.
2. Untuk mengetahui faktor-faktor signifikan yang mempengaruhi tarikan perjalanan menuju obyek wisata Tirta Gangga.
3. Untuk memperoleh model tarikan perjalanan kendaraan menuju obyek wisata Tirta Gangga.

1.4. Batasan Penelitian

1. Data yang dicari dari survai tarikan perjalanan ini hanya jumlah kendaraan yang masuk menuju lokasi survai, yaitu sepeda motor, kendaraan bermotor roda empat,

kendaraan tidak bermotor dan angkutan umum.

2. Pemodelan dilakukan dengan Metode Analisis Regresi.

II TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Sistem Transportasi

Menurut Morlok (1984), secara harfiah transportasi adalah pemindahan manusia atau barang dari suatu tempat ke tempat lainnya dengan menggunakan sebuah kendaraan yang digerakkan oleh manusia atau mesin. Transportasi digunakan untuk memudahkan manusia dalam melakukan aktivitas sehari-hari. Di Negara maju, penduduk biasanya menggunakan kereta bawah tanah (*subway*) dan taksi. Penduduk di Negara tersebut jarang yang mempunyai kendaraan pribadi karena mereka sebagian besar menggunakan angkutan umum sebagai transportasi mereka.

Dari perkembangan transportasi yang lebih kompleks, maka dilakukanlah suatu pendekatan sistem. Sistem adalah suatu perangkat yang terdiri dari bagian-bagian yang saling berhubungan, dan komponen yang menjalankan sejumlah fungsi dalam rangka mencapai suatu tujuan. Analisis sistem adalah penerapan metode ilmiah guna memecahkan masalah-masalah yang rumit.

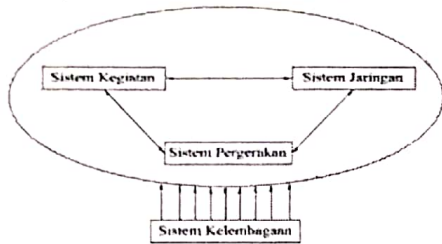
Fungsi sistem transportasi ialah untuk dapat memindahkan suatu benda. Obyek yang akan dipindahkan mungkin mencakup benda tak beryawa seperti sumber alam, hasil produksi pabrik, bahan makanan, dan benda hidup seperti manusia, binatang, dan tanaman. Dengan perkecualian manusia dan binatang, benda-benda alamiah lainnya tidak dapat berpindah. Mereka membutuhkan teknologi transport yang cocok untuk itu. Walaupun manusia dan binatang dapat bergerak, namun kapasitasnya terbatas terutama dalam hal kecepatan perjalanan dan jarak yang dapat ditempuh sebelum terpaksa beristirahat. Maka kapasitas ini harus dapat ditambah, bahkan untuk perjalanan yang biasa pun seperti perjalanan ke tempat kerja.

2.2. Sistem Transportasi Makro

Tamin (2000), menyatakan sistem transportasi secara menyeluruh (makro) dapat dibagi menjadi empat subsistem

transportasi yang lebih kecil (mikro), dimana satu dengan yang lainnya saling terkait dan saling mempengaruhi sehingga dapat memberikan fungsi yang maksimal. Subsistem tersebut adalah sebagai berikut :

1. Sistem kegiatan atau permintaan transportasi (*Transport demand*)
2. Sistem jaringan atau sarana dan prasarana transportasi (*Transport supply*)
3. Sistem pergerakan atau arus lalu lintas (*Traffic flow*)
4. Sistem kelembagaan atau institusi (*Institutional frame work*)



Gambar 2.1 Sistem Transportasi Makro
Sumber: Tamin, 2000

2.3. Tarikan Perjalanan Berbasis Individu

Tarikan perjalanan mempunyai dua pendekatan analisis yaitu pendekatan agregat (zona) dan pendekatan individu.

1. Pendekatan Agregat (zona)

Pendekatan zona biasanya digunakan dalam menganalisa tarikan perjalanan yang berbasis zona. Misalnya tarikan perjalanan suatu daerah atau kota. Dalam hal ini kota atau daerah tersebut dibagi menjadi beberapa zona dan dalam satu zona tersebut terdapat berbagai macam aktivitas, misalnya ada rumah sakit, sekolah, pasar, obyek wisata dan lain-lain. Jadi pendekatan yang dilakukan adalah pendekatan agregat (zona), untuk mencari berapa tarikan perjalanan yang disebabkan adanya berbagai aktivitas tersebut.

2. Pendekatan Disagregat (Individu)

Pendekatan individu digunakan untuk mencari jumlah produksi yang dihasilkan oleh setiap rumah tangga dalam suatu zona atau jumlah pergerakan yang ditarik oleh setiap aktivitas yang ada dalam suatu zona. Jadi pendekatan individu ini digunakan jika dalam menganalisa tarikan perjalanan yang ditinjau hanya satu aktifitas dari sekian aktifitas yang ada

dalam suatu zona. Pendekatan individu ini merupakan salah satu alternative yang menarik untuk model berbasis perkantoran, perhotelan, universitas, obyek wisata, serta perdagangan dan jasa. Metode ini mempunyai beberapa keuntungan:

- 1) Memungkinkan proses klasifikasi silang yang menggunakan semua variable penting yang menghasilkan jumlah kelas yang sesuai sehingga dapat diramalkan dengan mudah.
- 2) Ukuran sampel yang dibutuhkan untuk model yang berbasis individu lebih kecil daripada untuk model berbasis zona.
- 3) Perubahan status demografi dapat dengan mudah diperkirakan pada model berbasis individu.
- 4) Model berbasis individu lebih mudah diramalkan.

2.3.1. Faktor-Faktor yang mempengaruhi Tarikan Perjalanan

Faktor – faktor yang menjadi variable yang menentukan tarikan perjalanan antara lain:

1. Tata guna lahan
 - 1) Jumlah pekerjaan di tempat aktifitas
 - 2) Luas area aktifitas/luas lantai
2. Kondisi social ekonomi, misalnya :
 - 1) Penghasilan keluarga
 - 2) Kepemilikan kendaraan
 - 3) Struktur rumah tangga

2.3.2. Pemodelan Tarikan Per-jalanan

Dalam menganalisis memodel- kan tarikan perjalanan terdapat 3 (tiga) metode yang dapat digunakan yaitu (Tamin, 2000):

1. Model faktor pertumbuhan
2. Model analisis klasifikasi silang/analisis kategori
3. Model analisis regresi linier

2.4. Model analisis Regresi Linier Berganda

Analisis regresi linier berganda atau *multiple linier regrestion analysis* merupakan analisis regresi dimana terdapat lebih dari dua variable, yaitu analisis regresi dimana suatu variable diterangkan oleh lebih dari

sebuah variable yang lainnya. Konsep ini merupakan pengembangan dari analisis regresi linier sederhana, khususnya pada kasus yang mempunyai lebih banyak peubah bebas. Hal ini sangat diperlukan dalam realita yang menunjukkan bahwa beberapa peubah tata guna lahan secara simultan ternyata mempengaruhi tarikan pergerakan.

2.4.1. Penentuan Besarnya Sampel

Berkaitan dengan pengambilan sampel untuk survey transportasi, *Ortuzar* dalam bukunya *Modelling transport* pada bab *data collection methods* memberikan ukuran sampel yang digunakan berdasarkan besarnya populasi yang ditunjukkan seperti pada tabel 2.1 berikut:

Tabel 2.1 Ukuran sampel yang direkomendasikan pada survey tradisional

Besarnya Populasi	Ukuran Sampel	
	Direkomendasikan	Minimum
< 50.000	1/5	1/10
50.000 - 150.000	1/8	1/20
150.000 - 300.000	1/10	1/35
300.000 - 500.000	1/15	1/50
500.000 - 1.000.000	1/20	1/70
> 1.000.000	1/25	1/100

Sumber: Ortuzar, J.D and Willumsem, L.G (1994)

Pengambilan sampel ini juga merujuk pada buku *Survey Methods For Transport Planning* oleh *Richardson, Ampt & Meyburg* yang memberikan rekomendasi mengenai kecukupan ukuran sampel pada survey, yang bertujuan mendapatkan suatu nilai dari parameter yang dicari sebesar 10% dari populasi yang dimaksud.

2.4.2. Uji Validitas dan Reliabilitas

Uji validitas dan reliabilitas digunakan untuk menguji data yang menggunakan pertanyaan atau kuesioner untuk melihat pertanyaan dalam kuesioner yang diisi oleh responden tersebut layak atau belum pertanyaan tersebut digunakan untuk mengumpulkan data (Sujarweni, 2015).

1. Uji Validitas

Uji validitas digunakan untuk mengetahui kelayakan butir - butir dalam

suatu pertanyaan dalam mendefinisikan suatu variabel. Daftar pertanyaan ini pada umumnya mendukung suatu kelompok variabel tertentu. Uji validitas sebaiknya dilakukan pada setiap butir pertanyaan di uji validitasnya. Hasil r hitung kita bandingkan dengan r tabel dimana $df=n-2$ dengan sig 5%. Jika r tabel < r hitung maka dianggap valid.

2. Uji Reliabilitas

Reliabilitas (keandalan) merupakan ukuran suatu kestabilan dan konsistensi responden dalam menjawab hal yang berkaitan dengan konstruk - konstruk pertanyaan yang merupakan dimensi suatu variabel dan disusun dalam suatu bentuk kuesioner. Uji reliabilitas dapat dilakukan secara bersama - sama terhadap seluruh butir pertanyaan. Jika nilai Alpha > 0,60 maka dianggap reliable.

2.4.2. Analisis Regresi Linear Berganda

Analisis regresi linear berganda adalah pengembangan dari analisis regresi sederhana, kegunaannya yaitu untuk meramalkan nilai variabel terikat (Y) apabila variabel bebas minimal dua atau lebih. Analisis regresi berganda adalah suatu alat analisa peramalan nilai pengaruh dua variabel bebas atau lebih terhadap variabel terikat untuk membuktikan ada atau tidaknya hubungan fungsi atau hubungan kausal antara dua variabel bebas atau lebih (X_1), (X_2), (X_3), ..., (X_n) dengan satu variabel terikat.

Asumsi dan arti persamaan regresi sederhana berlaku pada regresi berganda, tetapi bedanya terletak pada rumusnya. Sedangkan analisis regresi berganda dapat dihitung dengan cara menggunakan program *Computer Statistical Product and Service Solution (SPSS)* dan ada juga menggunakan kalkulator atau manual (Riduwan & Sunarto, 2007).

Persamaan regresi berganda dirumuskan :

- Dua variabel bebas: $\hat{Y} = a + b_1X_1 + b_2X_2$
- Tiga variabel bebas: $\hat{Y} = a + b_1X_1 + b_2X_2 + b_3X_3$
- Empat variabel bebas: $\hat{Y} = a + b_1X_1 + b_2X_2 + b_3X_3 + b_4X_4$
- Ke-n variabel bebas: $\hat{Y} = a + b_1X_1 + b_2X_2 + \dots + b_nX_n$

Metode regresi yang paling umum digunakan adalah analisis regresi yang bersifat linear maupun non linear. Jika variabel terikat bersifat terikat diskret, maka analisis regresi linier tidak layak untuk digunakan karena 2 (dua) alasan berikut:

1. Variabel terikat di dalam metode regresi linear harus bersifat kontinyu
2. Variabel terikat di dalam metode regresi linear dapat mengakomodasi nilai negatif.

Adapun asumsi statistik yang diperlukan dalam melakukan analisis regresi tersebut adalah (Tamin, 2000):

- a. Variabel tak bebas, adalah fungsi linear dari variabel bebas. Jika hubungan tersebut tidak linear, data kadang-kadang harus ditransformasikan agar menjadi linear.
- b. Variabel, terutama variabel bebas adalah tetap atau diukur tanpa kesalahan.
- c. Tidak ada korelasi antara variabel bebas.
- d. Variansi dari variabel tak bebas terhadap garis regresi adalah sama untuk seluruh nilai variabel tak bebas.
- e. Nilai variabel tak bebas harus berdistribusi normal atau mendekati normal.
- f. Nilai peubah bebas sebaiknya merupakan besaran yang relatif mudah diproyeksikan.

2.5. Tahapan Uji Statistik dalam Model Analisis Regresi

Menurut Tamin (2000), dalam melakukan analisis bangkitan pergerakan dengan menggunakan model analisis regresi berbasis zona, terdapat beberapa tahapan uji statistik yang mutlak harus dilakukan agar model bangkitan pergerakan yang dihasilkan dinyatakan absah dan dapat dipertanggung jawabkan dikemudian hari. Adapun Uji statistik tersebut meliputi:

1. Uji Asumsi Klasik

Uji asumsi klasik diperlukan agar model regresi yang disusun memberikan hasil yang tidak bias, maka perlu dilakukan uji asumsi klasik (Gujarati, 1999). Penelitian ini akan mempergunakan dua uji asumsi klasik yang dianggap penting yaitu tidak terjadi heterokedastistik dan data terdistribusi secara normal melalui uji normalitas.

2. Uji Normalitas

Uji normalitas bertujuan untuk menguji apakah dalam model regresi variabel terikat dan variabel bebas keduanya mempunyai distribusi normal ataukah tidak. Model regresi yang baik adalah mempunyai distribusi data normal atau mendekati normal (Ghozali, 2001). Uji normalitas data dapat dilakukan secara kualitatif dengan menggunakan grafik histogram atau secara kuantitatif menggunakan *Kohnogorov-Smirnov*. Dalam penelitian ini normalitas data diuji dengan *Kolmogorov-Smirnov*. Data disebut normal jika probabilitas atau p (*Asymp Sig*) $> 0,05$, pada uji normalitas dengan *Kolmogorov-Smirnov*.

3. Uji Multikolinearitas

Multikolinearitas adalah kejadian yang menginformasikan terjadinya hubungan antara variabel-variabel bebas x_1 , dan hubungan yang terjadi cukup besar, sehingga akan menyebabkan perkiraan keberartian koefisien regresi yang diperoleh. Umumnya multikolinearitas dapat diketahui dari nilai koefisien korelasi yang sangat besar antara variabel-variabel bebas tersebut, misalnya antara x_1 dan x_2 , nilai r_{12} mendekati 1. Secara matematis pengukuran multikolinearitas dapat dirumuskan sebagai persamaan inflasi berikut ini:

$$VIF = \frac{1}{(1 - R^2)}$$

dimana:

VIF = *Varian Inflasi Factor*

R^2 = Koefisien determinasi (kuadrat dari koefisien korelasi)

$(1 - R^2)$ = Toleransi

Beberapa metode untuk mengetahui adanya multikolinearitas:

- a. Persamaan varian inflasi jika memiliki nilai yang sedemikian besar maka menunjukkan multikolinearitas yang lebih sederhana. Batasan secara pasti seberapa besar nilainya tidak ada ketentuan, ada yang mengatakan jika factor varian inflasi lebih dari 10, maka multikolinearitasnya menjadi masalah, sedangkan yang lain ada yang membatasi 4 atau 5.
- b. Determinan matrik dapat juga digunakan sebagai detektor terjadinya multikolinearitas, dimana jika nilai determinan matrik semakin kecil maka

nilai multikolinearitas menjadi semakin besar.

- c. Nilai Eigen dapat juga digunakan sebagai detektor dalam permasalahan multikolinearitas. Pendeteksian dilakukan dengan melihat apabila terdapat nilai Eigen sebanyak satu atau lebih yang mendekati nol, memberikan informasi bahwa multikolinearitas ada.
- d. Parameter lain yang digunakan antara lain apabila pengujian uji-F adalah nyata tetapi pengujian koefisien regresi tidak nyata secara individu, maka dapat dideteksi kemungkinan adanya multikolinearitas.

Apabila ditemukan permasalahan multikolinearitas, beberapa cara berikut ini dapat digunakan sebagai pemecahan sehingga model yang diperoleh sesuai dengan yang diinginkan, antara lain:

- a. menambah jumlah data dengan pengamatan baru.
- b. menghilangkan variabel tertentu dari model yang diperoleh.

4. Uji Heterokedastisitas

Uji heterokedastisitas digunakan untuk menguji apakah dalam suatu model regresi terjadi ketidaksamaan dari residual dari satu pengamatan ke pengamatan yang lain. Apabila varians dari residual suatu pengamatan ke pengamatan yang lain tetap sama maka disebut homoskedastisitas dan jika varians berbeda disebut heterokedastisitas, (Santoso, 2004). Untuk mendeteksi heterokedastisitas dapat dilakukan dengan uji Glejser, dengan cara meregresikan nilai absolut residual dari variabel terikat terhadap semua variabel bebas (Ghozali, 2001). Apabila probabilitas semua variabel bebas tidak ada yang signifikan atau lebih besar dari 0,05 berarti persamaan regresi tersebut tidak mengandung heterokedastisitas. Sebaliknya jika probabilitas variabel bebas lebih kecil dari 0,05 berarti heterokedastisitas.

5. Uji Linearitas

Uji statistik ini dilakukan untuk memastikan apakah model bangkitan pergerakan dapat didekati dengan model analisis-regresi-linear atau model analisis-regresi-tidak-linear. Pada analisis ini menggunakan metode analisis regresi linear, sehingga semua peubah bebas diasumsikan mempunyai

hubungan yang linear dengan peubah yang terikat.

6. Uji Kesesuaian

Uji statistik ini harus dilakukan untuk menentukan model bangkitan pergerakan yang terbaik. Pada umumnya uji ini didasarkan atas kedekatan atau kesesuaian hasil model dengan hasil observasi. Salah satu uji kesesuaian yang paling mudah dan sering digunakan adalah model analisis-regresi. Model terbaik adalah model yang mempunyai total kuadratis residual antara hasil model dengan hasil observasi yang paling minimum.

Meminimumkan:

$$\sum_i (Y_i - \hat{Y}_i)^2$$

Dimana:

i = Jumlah data (1, 2, 3, ..., dst)

Y_i = Kriteria hasil model

\hat{Y}_i = Kriteria hasil observasi

7. Uji Signifikansi

Secara umum uji signifikansi dapat dikatakan sebagai uji hipotesis terhadap koefisien regresi secara individu. Uji signifikansi disebut juga sebagai uji parsial. Uji parsial dalam regresi sederhana dirumuskan sebagai berikut:

$$t = \frac{b - \beta}{S_b}$$

dimana:

S_b = Standart error koefisien korelasi

b = Koefisien regresi yang didapat

β = Slope garis regresi sebenarnya

yang selanjutnya harus digunakan distribusi student-t dengan $db = (N-2)$

Uji parsial untuk menguji keberartian koefisien regresi yang sesuai dalam analisis regresi linear ganda dirumuskan dengan:

$$t = \frac{b_i}{S_{b_i}}$$

dimana:

b_i = Koefisien regresi yang didapatkan dari beberapa (i) variable

S_{b_i} = Standart error koefisien korelasi b_i

Yang selanjutnya harus digunakan distribusi student-t dengan $db = (N-k-1)$,

Hipotesis yang digunakan:

a. $H_0: \beta = 0$, artinya koefisien regresi tidak signifikan

b. $H_1: \beta \neq 0$, artinya koefisien regresi signifikan.

Dasar pengambilan keputusan:

1. Membandingkan statistik hitungan dengan statistik tabel, dengan tingkat signifikan 5%, dan derajat kebebasan $N-k-1$, dimana N merupakan jumlah data yang dilibatkan dan k merupakan jumlah variabel bebas.

- 1) Jika statistik t-hitungan (t -test) $< 0,05$ maka variabel bebas memiliki pengaruh yang signifikan terhadap variabel terikat.
- 2) Jika statistik t-hitungan (t -test) $> 0,05$, maka variabel bebas memiliki pengaruh yang tidak signifikan terhadap variabel terikat.

2. Berdasarkan probabilitas

- 1) Jika probabilitas > 0.05 maka H_0 diterima
- 2) Jika probabilitas < 0.05 maka H_0 ditolak

8. Uji Korelasi

Menurut Sujarweni (2015), korelasi merupakan salah satu statistik inferensi yang akan menguji apakah dua variabel atau lebih yang ada mempunyai hubungan atau tidak. Uji korelasi bertujuan untuk menguji hubungan antara dua variabel dapat dilihat dari tingkat signifikan, jika ada hubungannya maka akan dicari seberapa kuat hubungan tersebut. Nilai koefisien korelasi merupakan nilai yang digunakan untuk mengukur kekuatan suatu hubungan antar variabel. Koefisien korelasi memiliki nilai antara -1 hingga +1. Sifat nilai koefisien korelasi antara (+) atau minus (-). Maka sifat korelasi:

1. Korelasi positif (+) berarti jika variabel x_1 mengalami kenaikan maka variabel x_2 juga akan mengalami kenaikan, begitu pula sebaliknya.
2. Korelasi negatif (-) berarti bahwa jika variabel x_1 mengalami penurunan maka variabel x_2 akan mengalami kenaikan, begitu pula sebaliknya.

Sifat korelasi akan menentukan arah dari korelasi. Keeratan korelasi dapat diuraikan sebagai berikut:

Tabel 2.2 Interpretasi nilai R

Nilai R	Interpretasi
0	Tidak Berkorelasi
0.01 - 0.20	Sangat Rendah
0.21 - 0.40	Rendah
0.41 - 0.60	Agak Rendah
0.61 - 0.80	Cukup Tinggi
0.81 - 0.99	Tinggi
1	Sangat Tinggi

Sumber: Sujarweni, 2015

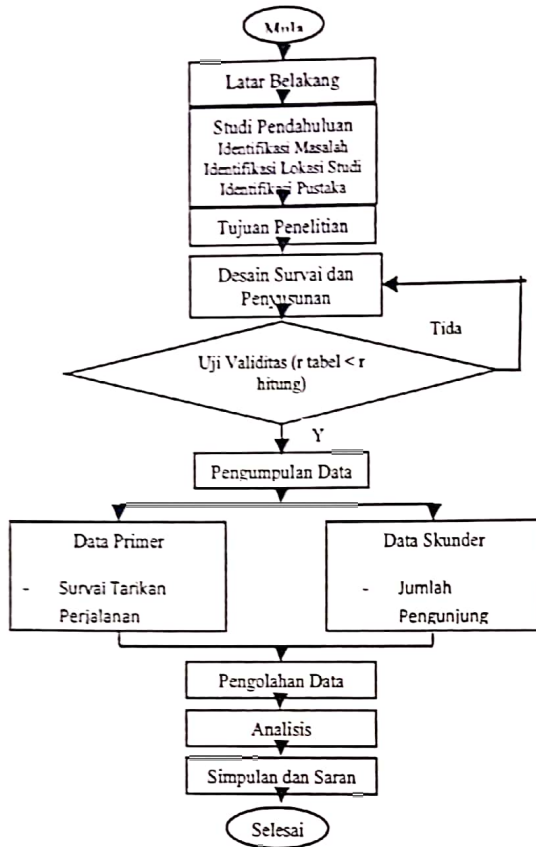
2.6. Penggunaan Perangkat Lunak SPSS Versi 22

SPSS adalah sebuah program aplikasi yang memiliki kemampuan analisis statistik cukup tinggi serta system manajemen data pada lingkungan grafis dengan menggunakan menu-menu deskriptif dan kotak dialog yang sederhana sehingga mudah untuk dipahami cara pengoperasianya. SPSS banyak digunakan dalam berbagai riset pemasaran, pengendalian dan perbaikan mutu (*quality improvement*), serta riset-riset sains. SPSS pertama kali muncul dengan versi PC (bisa dipakai untuk komputer desktop) dengan nama SPSS/PC+ (versi DOS). Tetapi, dengan mulai populernya system operasi windows, SPSS mulai mengeluarkan versi windows (mulai dari versi 6.0 sampai versi terbaru sekarang) (Wordpress, 2008).

Pada awalnya SPSS dibuat untuk keperluan pengolahan data statistik untuk ilmu ilmu social, sehingga kepanjangan SPSS itu sendiri adalah *Statistical Package For The Social Sciens*. Sekarang kemampuan SPSS diperluas untuk melayani berbagai jenis pengguna, seperti untuk proses produksi di pabrik, riset ilmu sains dan lainnya. Dengan demikian, sekarang kepanjangan dari SPSS adalah *Statistical Product and Service Solutions*. Bagaimanapun struktur dari file data mentahnya, maka data dalam data editor SPSS harus dibentuk dalam bentuk baris (*cases*) dan kolom (*variable*). Case berisi informasi satu unit analisis, sedangkan variable adalah informasi yang dikumpulkan dari masing masing kasus (Wordpress, 2008).

III METODE PENELITIAN

Diagram alir seperti dibawah ini :



Gambar 3.1 Diagram alir penelitian

IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN

4.1. Faktor – Faktor Signifikan yang Mempengaruhi Tarikan Perjalanan Pada Hari Kerja/Rabu

Tabel 4.1 Koefisien korelasi dan uji signifikansi variabel bebas pada hari kerja/rabu

Variabel Bebas	Nilai R	Interpretasi Nilai R	t-test
Kepemilikan Kendaraan Roda Dua (X6)	0,795	Cukup	0,003
Kepemilikan Kendaraan Roda Empat (X7)	0,703	Cukup	0,016
Jarak Tempuh (X5)	0,421	Agak Rendah	0,198
Jumlah Pengunjung (X1)	0,363	Rendah	0,273
Pendapatan (X3)	0,320	Rendah	0,338
Pengeluaran (X2)	-0,150	Sangat Rendah	0,659
Waktu Tempuh (X4)	0,132	Sangat Rendah	0,698

Sumber: Analisis SPSS, 2017

Dari Tabel 4.1 dapat dilihat bahwa :

1. Variabel kepemilikan kendaraan roda dua (X6) dan kepemilikan kendaraan roda empat (X7) mempunyai nilai korelasi yang cukup tinggi karena berada diantara 0,50 sampai dengan

0,80, untuk jarak tempuh (X5) memiliki tingkat korelasi yang agak rendah, jumlah pengunjung (X1), pendapatan (X3) memiliki tingkat korelasi yang rendah sedangkan untuk pengeluaran (X2) dan waktu tempuh (X4) memiliki tingkat korelasi yang sangat rendah terhadap tarikan perjalanan.

2. Variabel – variabel yang berpengaruh signifikan terhadap tarikan perjalanan pada hari kerja/rabu adalah kepemilikan kendaraan roda dua (X6) dan kepemilikan kendaraan roda empat (X7) karena kedua variabel tersebut mempunyai nilai signifikansi yang kurang dari 0,05. Sedangkan variabel lainnya tidak mempunyai pengaruh yang signifikan terhadap tarikan perjalanan karena mempunyai nilai signifikansi diatas 0,05.

4.2. Faktor – Faktor Signifikan yang Mempengaruhi Tarikan Perjalanan Pada Hari Libur/Minggu

Tabel 4.2, Koefisien korelasi dan uji signifikansi variabel bebas pada hari libur/minggu

Variabel Bebas	Nilai R	Interpretasi Nilai R	t-test
Jumlah Pengunjung (X1)	0,783	Cukup	0,004
Kepemilikan Kendaraan Roda Empat (X7)	0,447	Agak Rendah	0,168
Waktu Tempuh (X4)	0,429	Agak Rendah	0,188
Pengeluaran (X2)	0,360	Rendah	0,278
Kepemilikan Kendaraan Roda Dua (X6)	-0,194	Sangat Rendah	0,567
Pendapatan (X3)	0,170	Sangat Rendah	0,616
Jarak Tempuh (X5)	0,051	Sangat Rendah	0,882

Sumber: Analisis SPSS, 2017

Dari Tabel 4.2 dapat dilihat bahwa :

1. Variabel jumlah pengunjung (X1) mempunyai nilai korelasi yang cukup tinggi karena berada diantara 0,50 sampai dengan 0,80, untuk kepemilikan kendaraan roda empat (X7) dan waktu tempuh (X4) memiliki tingkat korelasi yang agak rendah, Pengeluaran (X2) memiliki tingkat korelasi yang rendah sedangkan untuk kepemilikan kendaraan roda dua (X6), pendapatan (X3) dan Jarak tempuh (X5) memiliki tingkat korelasi yang sangat rendah terhadap tarikan perjalanan.

2. Variabel – variabel yang berpengaruh signifikan terhadap tarikan perjalanan pada hari libur/minggu adalah jumlah pengunjung (X1) karena variabel tersebut mempunyai nilai signifikansi yang kurang dari 0,05. Sedangkan variabel lainnya tidak mempunyai pengaruh yang signifikan terhadap tarikan perjalanan karena mempunyai nilai signifikansi diatas 0,05.

4.3. Analisis Tarikan Perjalanan Menuju Obyek Wisata Tirta Gangga

Tarikan perjalanan pada penelitian kali ini akan dibedakan menjadi dua yaitu: tarikan perjalanan pada hari kerja/rabu dan tarikan perjalanan pada hari libur/minggu. Tarikan perjalanan total untuk tiap – tiap jam tidak dapat dianalisis pemodelannya secara tersendiri, karena jumlah data pada tiap jam kunjungan terlalu kecil sehingga tidak didapatkan pemodelan yang signifikan. Oleh karena itu selanjutnya yang akan dianalisis hanya model tarikan untuk perjalanan total (selama 12 jam perjalanan)

4.4. Tarikan Perjalanan Menuju Obyek Wisata Tirta Gangga Pada Hari Kerja/Rabu

Tarikan perjalanan sebagai variabel terikat didapat dari hasil analisis data tarikan perjalanan dan survai kuesioner pada hari kerja/rabu di obyek wisata Tirta Gangga yang nantinya akan dianalisis dengan metode analisis regresi berganda. Berikut merupakan data tarikan perjalanan pada hari kerja/rabu.

Tabel 4.3 Tabulasi data tarikan perjalanan pada hari kerja/rabu

Interval Waktu	Jenis Kendaraan					Jumlah Total
	SM	KR	KB	AU	NM	
07.00-08.00	10	2	0	0	1	13
08.00-09.00	15	5	0	0	2	22
09.00-10.00	11	7	1	0	0	19
10.00-11.00	17	2	0	0	0	19
11.00-12.00	5	1	1	0	0	7
12.00-13.00	7	1	0	0	0	8
13.00-14.00	11	3	0	0	0	14
14.00-15.00	15	5	0	0	0	20
15.00-16.00	19	7	1	0	0	27
16.00-17.00	22	5	0	0	2	29
17.00-18.00	7	3	0	0	0	10
Jumlah	139	41	3	0	5	188

Sumber: Survai, 2017

Keterangan :

- SM : Sepeda Motor
- KR : Kendaraan Ringan

- KB : Kendaraan Berat
- AU : Angkutan Umum
- NM : Non Motorized

Tabel 4.35 menunjukkan variasi jumlah tarikan perjalanan menuju obyek wisata Tirta Gangga pada 12 jam penelitian. Mayoritas tarikan perjalanan dilakukan dengan sepeda motor yaitu 139 dan kendaraan ringan yaitu 41. Sedangkan kendaraan berat seperti bus cenderung sangat sedikit yaitu hanya 3, untuk kendaraan umum sama sekali tidak ada dan untuk kendaraan tidak bermotor juga sangat sedikit yaitu hanya 5. Tarikan perjalanan tertinggi terjadi pada interval waktu 16.00 sampai 17.00 yaitu sebesar 29 kendaraan dan untuk tarikan perjalanan terkecil terjadi pada interval waktu 11.00 sampai 12.00.

4.5. Model Tarikan Perjalanan Menuju Obyek Wisata Tirta Gangga Pada Hari Kerja/Rabu

Tabel 4.4 Data regresi pada hari kerja/rabu

Interval Waktu	Tarikan Perjalanan (Y)	Jumlah Pengunjung (X1)	Pengendara (X2)	Perseputan (X3)	Waktu Tempuh (X4)	Jarak Tempuh (X5)	Kuantilitas Kendaraan	
							R ² (R)	R ² (Y)
07.00-08.00	13	45	2	2	3	1	2	4
08.00-09.00	22	62	3	2	5	3	3	2
09.00-10.00	19	32	3	3	5	5	3	4
10.00-11.00	19	32	2	2	4	6	3	2
11.00-12.00	7	30	2	2	1	3	3	1
12.00-13.00	8	31	1	1	3	2	1	2
13.00-14.00	14	32	1	2	2	4	2	1
14.00-15.00	20	32	2	2	1	3	4	3
15.00-16.00	27	42	1	3	2	2	3	5
16.00-17.00	9	35	2	1	6	1	2	1
17.00-18.00	10	31	1	1	2	1	3	2

Sumber: Survai, 2017

Data – data dari tabel 4.4 selanjutnya akan dianalisis menggunakan analisis regresi linier berganda dengan metode Stepwise, untuk mendapatkan model tarikan perjalanan pada hari kerja/rabu.

- Dari hasil analisis SPSS didapatkan:
1. Analisis Variabel Entered/Removed

Tabel 4.5 Variabel entered/removed

Variables Entered/Removed ^a			
Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	K.Roda_Dua (X6)		Stepwise (Criteria: Probability-of-F-to-enter <= .050, Probability-of-F-to-remove >= .100).
2	K.Roda_Empat (X7)		Stepwise (Criteria: Probability-of-F-to-enter <= .050, Probability-of-F-to-remove >= .100).

a. Dependent Variable: Tarikan_Perjalanan (Y)

Sumber: Analisis SPSS, 2017

Dalam penelitian kali ini terdapat dua variabel yang mempunyai pengaruh signifikan terhadap tarikan perjalanan yaitu kepemilikan kendaraan roda dua (X6) dan kepemilikan kendaraan roda empat (X7).

- Analisa Model Summary (Koefisien Detrminassi Berganda/R²)

Tabel 4.6 Tabel Model Summary (Koefisien determinasi/R²)

Model Summary ^a				
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.795 ^a	.632	.591	4.183
2	.906 ^b	.820	.775	3.101

a. Predictors: (Constant), K.Roda_Dua (X6)

b. Predictors: (Constant), K.Roda_Dua (X6), K.Roda_Empat (X7)

c. Dependent Variable: Tarikan_Perjalanan (Y)

Sumber: Analisis SPSS, 2017

Angka R square merupakan pengkuadratan dari koefisien korelasi. Pada tabel 4.6 menunjukkan bahwa besar R square untuk model 2 adalah 0,820. Ini berarti 82% tarikan perjalanan yang terjadi selama 12 jam penelitian dapat dijelaskan oleh kepemilikan kendaraan roda dua (X6). Sedangkan sisanya 36,8% dijelaskan oleh sebab – sebab lainnya. Besar R square untuk model 2 adalah 0,820. Ini berarti 82% tarikan perjalanan yang terjadi selama 12 jam penelitian dapat dijelaskan oleh kepemilikan kendaraan roda dua (X6) dan kepemilikan kendaraan roda empat (X7). Sedangkan sisanya 18% dijelaskan oleh sebab – sebab lainnya.

- Model Regresi Tarikan Perjalanan Menuju Obyek Wisata Tirta Gangga

Tabel 4.7 Hasil analisis model regresi berganda

		Coefficients ^a					
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients		t	Sig.
		B	Std. Error	Beta			
1	(Constant)	1.638	3.630			.520	.616
	K.Roda_Dua (X6)	4.890	1.040	.795		3.693	.000
2	(Constant)	-.190	2.784			-.068	.950
	K.Roda_Dua (X6)	3.176	.893	.517		3.563	.000
	K.Roda_Empat (X7)	2.140	.739	.469		2.884	.000

a. Dependent Variable: Tarikan_Perjalanan (Y)

Sumber: Analisis SPSS, 2017

Model tarikan perjalanan yang digunakan adalah model 2 karena bersifat lebih kompleks. Maka dari itu model tarikan perjalanan menuju obyek wisata Tirta Gangga pada hari kerja/rabu untuk 12 jam penelitian adalah model regresi berganda dengan persamaan sebagai berikut:

$$Y = -0,180 + 3,176X_6 + 2,140X_7$$

Dimana:

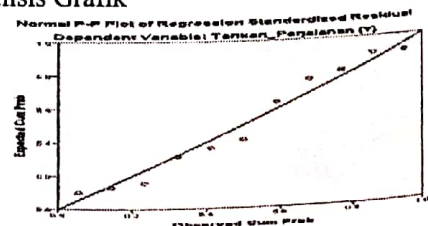
Y = Tarikan Perjalanan Menuju Obyek Wisata Tirta Gangga pada 12 jam penelitian.

X₆ = Jumlah Kepemilikan Kendaraan Roda Dua.

X₇ = Jumlah Kepemilikan Kendaraan Roda Empat

Model tarikan perjalanan menuju obyek wisata Tirta Gangga pada hari kerja/rabu sangat dipengaruhi oleh kepemilikan kendaraan roda dua dan kendaraan roda empat, dimana dari hasil persamaan diatas dapat disimpulkan bahwa jika tidak ada variabel kepemilikan jumlah kendaraan roda dua dan kepemilikan kendaraan roda empat, maka tarikan perjalanan yang terjadi adalah sebesar 0,180 kendaraan, setiap penambahan kepemilikan kendaraan roda dua maka tarikan perjalanan yang terjadi akan bertambah sebesar 3,176 dan setiap penambahan kepemilikan kendaraan roda empat maka tarikan perjalanan yang terjadi akan bertambah sebesar 2,140 pada hari kerja.

4. Analisis Grafik



Gambar 4.1 Grafik normal probability plot model regresi hari kerja/rabu

Sumber: Analisis SPSS, 2017

Gambar 4.1 menunjukkan nilai sebaran data – data terletak disekitaran garis diagonal, maka dapat disimpulkan bahwa persyaratan normalitas bisa terpenuhi.

4.6. Tarikan Perjalanan Menuju Obyek Wisata Tirta Gangga Pada Hari Libur/Minggu

Tarikan perjalanan sebagai variabel terikat didapat dari hasil analisis data tarikan perjalanan dan survai tarikan pada hari libur/minggu di obyek wisata Tirta Gangga. yang nantinya akan dianalisis dengan metode analisis regresi berganda. Berikut merupakan data tarikan perjalanan pada hari kerja/rabu.

Tabel 4.8 Tabulasi data tarikan perjalanan pada hari libur/minggu

Interval Waktu	Jenis Kendaraan					Jumlah Total
	SM	KR	KB	AU	NM	
07.00 - 08.00	13	3	0	0	1	17
08.00 - 09.00	17	8	1	0	1	27
09.00 - 10.00	13	9	2	0	0	24
10.00 - 11.00	21	3	0	0	0	24
11.00 - 12.00	8	2	1	0	0	11
12.00 - 13.00	9	2	0	0	0	11
13.00 - 14.00	13	4	0	0	0	17
14.00 - 15.00	17	5	0	0	0	22
15.00 - 16.00	21	9	0	0	0	30
16.00 - 17.00	23	6	0	0	1	30
17.00 - 18.00	9	3	0	0	0	12
Jumlah	164	54	4	0	3	225

Sumber: Survai, 2017

Keterangan :

- SM : Sepeda Motor
- KR : Kendaraan Ringan
- KB : Kendaraan Berat
- AU : Angkutan Umum
- NM : Non Motorized

Tabel 4.8 menunjukkan variasi jumlah tarikan perjalanan menuju obyek wisata Tirta Gangga pada 12 jam penelitian. Mayoritas tarikan perjalanan dilakukan dengan sepeda motor yaitu 164 sepeda motor dan kendaraan ringan yaitu 54 kendaraan ringan. Sedangkan kendaraan berat seperti bus cenderung sangat sedikit yaitu hanya 4 kendaraan berat, untuk kendaraan umum sama sekali tidak ada dan untuk kendaraan tidak bermotor juga sangat sedikit yaitu hanya 3 kendaraan tak bermotor. Tarikan perjalanan tertinggi terjadi pada interval waktu 15.00 sampai 17.00 yaitu sebesar 30 kendaraan dan untuk

tarikan perjalanan terkecil terjadi pada interval waktu 11.00 sampai 13.00.

4.7. Model Tarikan Perjalanan Menuju Obyek Wisata Tirta Gangga Pada Hari Libur/Minggu

Tabel 4.9 Data regresi pada hari libur/minggu

Interval Waktu	Tarikan Perjalanan (Y)	Jumlah Pengunjung (X1)	Pengeluaran (X2)	Pendapatan (X3)	Waktu Tempuh (X4)	Jarak Tempuh (X5)	Kejemlikan Kendaraan	
							R1 (X6)	R4 (X7)
07.00-08.00	20	55	1	2	3	3	4	4
08.00-09.00	31	68	5	2	5	3	5	2
09.00-10.00	27	62	3	7	4	5	3	4
10.00-11.00	25	45	2	2	4	5	2	3
11.00-12.00	14	39	2	2	2	4	7	1
12.00-13.00	15	38	2	3	2	2	5	2
13.00-14.00	19	45	2	2	3	5	3	3
14.00-15.00	25	39	3	3	5	4	4	3
15.00-16.00	32	54	2	1	4	3	2	2
16.00-17.00	35	61	1	3	2	2	6	5
17.00-18.00	15	27	1	1	4	2	3	2

Sumber: Survai, 2017

Data – data dari tabel 4.9 selanjutnya akan dianalisis menggunakan analisis regresi linier berganda dengan metode Stepwise, untuk mendapatkan model tarikan perjalanan pada hari libur/minggu.

Dari hasil analisis SPSS didapatkan:

1. Analisis Variabel Entered/Removed

Tabel 4.10 Variables entered/removed

Variables Entered/Removed^a

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	Jumlah_Pengunjung (X1)		Stepwise (Criteria: Probability-of-F-to-enter <= .050, Probability-of-F-to-remove >= .100).

a. Dependent Variable: Tarikan_Perjalanan (Y)

Sumber: Analisis SPSS, 2017

Dalam penelitian kali ini terdapat satu variabel yang mempunyai pengaruh signifikan terhadap tarikan perjalanan yaitu jumlah pengunjung (X1)

2. Analisa Model Summary (Koefisien Detrminassi Berganda/R²)

Tabel 4.11 Tabel model summary (Koefisien determinasi berganda/R²)

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.783 ^a	.613	.570	4.81

a. Predictors: (Constant), Jumlah_Pengunjung (X1)
 b. Dependent Variable: Tarikan_Perjalanan (Y)

Sumber: Analisis SPSS, 2017

Angka R square merupakan pengkuadratan dari koefisien korelasi. Pada tabel diatas menunjukkan bahwa besar R square untuk model adalah 0,613. Ini berarti 61,3% tarikan perjalanan yang terjadi selama 12 jam penelitian dapat dijelaskan oleh jumlah pengunjung (X1). Sedangkan sisanya 38,7% dijelaskan oleh sebab – sebab lainnya.

3. Model Regresi Tarikan Perjalanan Menuju Obyek Wisata Tirta Gangga
 Tabel 4.12 Hasil analisis model regresi berganda

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t
		B	Std. Error	Beta	
1	(Constant)	1.066	5.014		1.77
	Jumlah_Pengunjung (X1)	.456	1.21	.783	3.774

a. Dependent Variable: Tarikan_Perjalanan (Y)

Sumber: Analisis SPSS, 2017

Model regresi tarikan perjalanan yang yang didapatkan untuk tarikan perjalanan menuju obyek wisata Tirta Gangga pada hari libur/minggu untuk 12 jam penelitian adalah model regresi sederhana dengan persamaan sebagai berikut:

$$Y = 1,066 + 0,456X_1$$

Dimana:

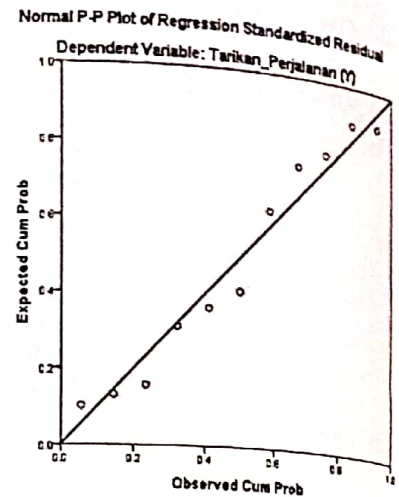
Y = Tarikan Perjalanan Menuju Obyek Wisata Tirta Gangga pada 12 jam penelitian.

X₁

= Jumlah Pengunjung.

Model tarikan perjalanan menuju obyek wisata Tirta Gangga pada hari kerja/minggu untuk 12 jam penelitian sangat dipengaruhi oleh jumlah pengunjung, dimana dari hasil persamaan diatas dapat disimpulkan bahwa jika tidak ada variabel jumlah pengunjung, maka tarikan perjalanan yang terjadi adalah sebesar 1,066 kendaraan, dan setiap penambahan jumlah pengunjung maka tarikan perjalanan yang terjadi akan bertambah sebesar 0,456 pada hari libur/minggu.

4. Analisis Grafik



Gambar 4.2 Normal probability plot model regresi hari libur/minggu
 Sumber: Analisis SPSS, 2017

Gambar 4.2 menunjukkan nilai sebar data – data terletak disekitaran garis diagonal, maka dapat disimpulkan bahwa persyaratan normalitas bisa terpenuhi.

V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Dari hasil analisis dan pembahasan data maka dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

- 1.a. Karakteristik pergerakan pengunjung pada hari kerja/rabu, 47,73% responden menempuh jarak lebih dari 15 km, 36,36% responden memerlukan waktu tempuh antara 1 jam sampai 2 jam perjalanan, dimana 70,45% responden memiliki maksud atau motivasi kunjungan untuk rekreasi, 40,91% responden datang dengan 3 sampai 10 orang sanak keluarga, 43,18% responden melakukan kunjungan pada sore hari, 36,36% responden menghabiskan waktu antara 1 sampai 2 jam selama kunjungan, dan 47,73% responden baru melakukan sekali kunjungan. Karakteristik pergerakan pengunjung pada hari libur/minggu, 44,44% responden menempuh jarak lebih dari 15 km, 38,89% responden memerlukan waktu tempuh antara 1 jam sampai 2 jam perjalanan, dimana 72,22% responden memiliki maksud atau motivasi kunjungan untuk rekreasi, 46,30% responden datang dengan 3 sampai 10 orang sanak keluarga, 42,59%

responden melakukan kunjungan pada pagi hari, 40,74% responden menghabiskan waktu antara 1 sampai 2 jam selama kunjungan dan 46,30% responden baru melakukan sekali kunjungan. Karakteristik sosial ekonomi pengunjung pada hari kerja/rabu, 44,19% responden berprofesi sebagai PNS/pegawai BUMN/ABRI, 38,64% responden memiliki pendapatan perbulan mencapai 3 juta sampai 4 juta, 31,82% responden mengeluarkan biaya antara Rp.100.000 sampai Rp.200.000 selama kunjungan, untuk kepemilikan kendaraan 79,55% responden mempunyai 1 sampai 2 sepeda motor dan 59,09% responden mempunyai 1 mobil sedangkan untuk pemilihan moda transportasi 63,64% responden memilih menggunakan sepeda motor. Karakteristik sosial ekonomi pengunjung pada hari libur/minggu, 40,74% responden berprofesi sebagai PNS/pegawai BUMN/ABRI, 38,89% responden memiliki pendapatan perbulan mencapai 3 juta sampai 4 juta, 31,48% responden mengeluarkan biaya antara Rp.100.000 sampai Rp.200.000 selama kunjungan, untuk kepemilikan kendaraan 79,63% responden mempunyai 1 sampai 2 sepeda motor dan 61,11% responden mempunyai 1 mobil sedangkan untuk pemilihan moda transportasi 64,81% responden memilih menggunakan sepeda motor. Sedangkan kepuasan pengunjung terhadap ketersediaan sarana dan prasarana pendukung menunjukkan bahwa: pada hari kerja/rabu, 52,27% responden menganggap ketersediaan tempat parkir masih kurang memadai, 47,73% responden menganggap ketersediaan fasilitas umum sudah cukup memadai dan 52,27% responden menganggap ketersediaan tempat ibadah sudah cukup memadai. Pada hari libur/minggu, 55,56% responden menganggap ketersediaan tempat parkir masih kurang memadai, 51,58% responden menganggap ketersediaan fasilitas umum sudah cukup memadai dan 53,70% responden menganggap

ketersediaan tempat ibadah sudah cukup memadai.

- b. Pola pergerakan pengunjung pada hari kerja/rabu ditinjau dari basis pergerakan menunjukkan bahwa 47,73% responden memulai perjalanan dari rumah dan jika ditinjau dari daerah asal perjalanan 34,09% responden berasal dari luar daerah Bali. Sedangkan pola pergerakan pengunjung pada hari libur/minggu menunjukkan ditinjau dari basis pergerakan 46,30% responden memulai perjalanan dari rumah dan jika ditinjau dari daerah asal perjalanan 31,48% responden berasal dari luar daerah Bali.
2. Faktor – faktor signifikan yang mempengaruhi tarikan perjalanan pengunjung menuju obyek wisata Tirta Gangga pada hari kerja/rabu adalah kepemilikan kendaraan roda dua dengan korelasi sebesar 0,795 dan nilai signifikansi sebesar 0,003 serta kepemilikan kendaraan roda empat dengan korelasi sebesar 0,703 dan signifikansi sebesar 0,004. Sedangkan faktor yang mempengaruhi tarikan perjalanan pada hari libur/minggu adalah jumlah pengunjung dengan korelasi sebesar 0,783 dan signifikansi sebesar 0,004.
 3. Model tarikan perjalanan kendaraan menuju obyek Wisata Tirta Gangga menghasilkan 2 model, yaitu: model tarikan perjalanan pada hari kerja/rabu adalah model regresi linier berganda dengan persamaan: $Y = -0,180 + 3,176X_6 + 2,140X_7$. Model tarikan perjalanan pada hari libur/minggu adalah model regresi linier sederhana dengan persamaan $Y = 1,066 + 0,456X_1$.

5.2 Saran

1. Mayoritas pengunjung beranggapan bahwa ketersediaan tempat parkir masih kurang memadai. Maka perlu diadakan penelitian lanjutan mengenai kebutuhan tempat parkir pada obyek wisata Tirta Gangga.
2. Perlu diadakan penelitian mengenai tarikan perjalanan tidak hanya pada obyek wisata Tirta Gangga saja, tetapi juga pada obyek wisata lainnya yang

berada di Karangasem pada khususnya dan Bali pada umumnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Ghozali, Imam. 2001. *Aplikasi Analisis Multivariate Dengan Program SPSS*. Semarang: Badan Penerbit Universitas Diponegoro.
- Husnul Mahfuzd. 2015, *Analisis Model Tarikan Perjalanan Obyek Wisata Taman Kota di Kota Banda Aceh studi kasus Taman Sari*. Program Studi Teknik Sipil Universitas Syiah Kuala.
- Indrawan Gede. 2016, *Analisis Tarikan Perjalanan Pada Obyek Wisata Pantai Pandawa di Kecamatan Kuta Selatan Kabupaten Badung*. Tugas Akhir, Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik. Universitas Hindu Indonesia.
- Khisty, C. Jotin & Lall, B. kent, 2003. *Dasar – Dasar Rekayasa Transportasi jilid 1 edisi ketiga*. Jakarta: Erlangga.
- Masrianto, Masrianto. 2004, *Analisa Karakteristik Tarikan Perjalanan Pengunjung Obyek Pariwisata (Studi Kasus : Obyek Pariwisata Situs Ratu Boko Yogyakarta)*. Masters thesis, Program Pasca Sarjana Universitas Diponegoro.
- Miro, 2005. *Perencanaan Transportasi, Perencanaan, dan Praktisi*. Jakarta: Erlangga.
- Morlok, Edward K. 1984. *Pengantar Teknik dan Perencanaan Transportasi*. Jakarta: Erlangga.
- Nunun Kustanti. 2005, *Pengaruh Perkembangan Obyek Wisata Candi Borobudur Terhadap Bangkitan Lalu Lintas di Penggal Ruas Jalan Syailendra Raya*. Tugas Akhir yang dipublikasikan. Universitas Diponegoro – Semarang.
- Robin Pantas. 2009, *Pemodelan Tarikan Pergerakan pada Kawasan Wisata Hotel Berbintang di Daerah Surakarta*. Tugas Akhir yang dipublikasikan. Universitas Sebelas Maret, Surakarta.
- Santoso, Singgih. 2004. *Latihan SPSS Statistic Multivariate*, Jakarta: Elex Media Komputindo.
- Sugiyono, 2010. *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung. Alfabeta.
- Tamin O.Z. 2000. *Perencanaan dan Pemodelan Transportasi*. Edisi Kedua, Bandung: Institut Teknologi Bandung.

ANALISIS PENGARUH PENGGUNAAN SUNDUK DAN CANGGAHWANG PADA BANGUNAN TRADISIONAL BALI TERHADAP BEBAN GEMPA

I Nyoman Suta Widnyana, I Wayan Artana dan I Wayan Gede Ariawan
 Program Studi Teknik Sipil FT Unhi
 gussuta@yahoo.co.id, artana.str@gmail.com

ABSTRAK

Sunduk dan Canggahwang adalah elemen struktur yang berfungsi sebagai peredam gempa dan mampu membuat bangunan lebih stabil, maka dalam penelitian ini akan dicoba dengan menganalisis dan membandingkan pengaruh penggunaan Sunduk dan Canggahwang dalam bangunan tradisional Bali terhadap beban gempa. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui respon bangunan tradisional antara yang menggunakan sunduk dan canggahwang terhadap beban gempa.

Sampel dari penelitian ini adalah bangunan tradisional Bali saka kutus yang memiliki ukuran ruang dan dimensi struktur yang hampir sama. Model struktur bangunan saka kutus dibuat dengan tiga jenis yaitu dengan menggunakan Sunduk, menggunakan Canggahwang dan tanpa menggunakan Sunduk dan Canggahwang. Pemodelan struktur bangunan saka kutus menggunakan software SAP2000 versi 14. Model struktur yang dibuat tiga jenis tersebut dikenakan dengan gaya gempa sesuai dengan SNI 03-1726-2012.

Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa respon dari bangunan tradisional saka kutus yang menggunakan canggahwang jika ditinjau dari balok lambang terjadi momen lentur lebih kecil 25,31% dibandingkan dengan menggunakan sunduk, lebih kecil 34,86% dibandingkan dengan tanpa menggunakan sunduk dan canggahwang, dan menggunakan sunduk lebih kecil 12,78% dibandingkan dengan tanpa sunduk dan canggahwang, sedangkan momen lentur pada kolom bangunan tradisional saka kutus yang menggunakan sunduk lebih kecil 11,74% dibandingkan menggunakan canggahwang, lebih kecil 32,20% dibandingkan dengan tanpa sunduk dan canggahwang, dan bangunan tradisional saka kutus yang menggunakan canggahwang lebih kecil 23,18% dibandingkan tanpa sunduk dan canggahwang. Simpangan antar tingkat yang terjadi pada bangunan tradisional saka kutus menggunakan canggahwang lebih kecil 2,11% dibandingkan dengan menggunakan sunduk dan lebih kecil 20,10% dibandingkan dengan tanpa menggunakan sunduk dan canggahwang sedangkan bangunan tradisional menggunakan sunduk lebih kecil 18,38% dibandingkan tanpa menggunakan sunduk dan canggahwang. Gaya geser dasar bangunan yang terjadi didapat perbandingan antara menggunakan sunduk yaitu 420,72kg, menggunakan canggahwang sebesar 394,97kg, dan tanpa menggunakan sunduk dan canggahwang sebesar 378,57kg.

Kata kunci : Bangunan tradisional Bali, Penggunaan Sunduk dan Canggahwang, Simpangan Antar Tingkat dan Beban Gempa.

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Secara umum bangunan tradisional di tiap daerah dibuat dengan mempertimbangkan beberapa aspek diantaranya aspek kekuatan dan kekakuan dimana hal ini dimaksudkan untuk mengantisipasi beban gempa. Aspek lain yang tidak kalah penting adalah arsitektural dimana bangunan tradisional dibuat untuk mampu memberikan rasa nyaman, aman terlindungi, dan memiliki suasana ruang yang menenangkan.

Satu hal lain yang menarik dari bangunan tradisional pada umumnya adalah

bangunan ini dapat dibuat dengan sistem bongkar pasang (*knock-down*). Bangunan ini dapat dibangun ditempat lain untuk kemudahan pengerjaan kemudian setelah selesai konstruksinya bangunan dapat dibongkar agar memudahkan dalam transportasi sehingga dapat dipindah ke lokasi yang diinginkan (*Frick, 1997*). Dalam penelitian yang dilakukan oleh Ahmad Anshory dengan judul "*Analisis Stabilitas Struktur Pendopo Joglo Terhadap Beban Gempa*". dapat disimpulkan bahwa perencanaan bangunan tradisional ternyata cukup aman bahkan pada titik – titik yang dianggap kritis seperti pada bagian

sambungan antara *saka* (kolom) dan *sunduk* (pengaku) yang pada bagian *saka* terdapat lubang baik pada arah sumbu X maupun pada arah sumbu Y struktur yang dianggap sebagai perletakan purus pada *sunduk*. Bagian yang paling kritis dari struktur pendompo joglo adalah pada elemen *saka*, terlihat dari tegangan yang mendekati 1,00 pada saat faktor waktu sebesar 1,00 baik pada batang *saka* maupun pada purus sambungan. Rasio tegangan akibat interaksi pada batang *saka* yang dilubangi untuk sambungan dengan *sunduk* adalah 0,814, sedangkan rasio tegangan pada purus *saka* akibat momen lentur adalah 0,912. Pada bagian kritis kolom yang terdapat lubang, rasio tegangan kombinasi momen lentur dan gaya aksial sebesar 0,814 yang tidak melebihi 1,00 sehingga masih memenuhi persyaratan perencanaan struktur kayu untuk *saka*. Rasio momen lentur M_u pada purus *sunduk* dibandingkan dengan kapasitas dukung kayu terhadap lentur $\lambda \cdot \phi_b \cdot M_x'$ adalah sebesar 0,728, tidak melebihi 1,00, sehingga bagian purus juga masih memenuhi persyaratan perencanaan struktur kayu untuk batang lentur.

Pada bangunan tradisional dengan sistem konstruksi rangka akan mempunyai kesatuan yang utuh antara kaki, badan dan kepala. Sistem menimbulkan kekuatan konstruksi yang sangat bagus sehingga mampu mengatasi beban (lateral dan aksial) dan getaran yang ditimbulkan oleh gempa. (Frick, 1997). Penelitian Yulianto P. Prihatmaji dengan judul "Perilaku Rumah Tradisional Jawa "Joglo" Terhadap Gempa" yang dilakukan dengan pengujian model struktur *rong-rongan* terhadap getaran gaya gempa dengan *horizontal slip table* menunjukkan bahwa struktur rumah tradisional joglo menahan getaran gaya gempa zona 3 (*time history 3*), frekuensi 10,0 Hz, akselerasi 0,150g, dan waktu 10 detik, jika sistem tumpuan dibuat jepit. Faktor kemampuan struktur rumah joglo untuk menahan gaya gempa adalah daktilitas kayu *saka*, kualitas konstruksi sambungan, dan proporsi lebar, panjang dan tinggi struktur.

Menurut penelitian yang dilakukan oleh, I Wayan Juliatmika yang berjudul *Variasi Struktur Bangunan Tradisional Bale Daja di Kabupaten Gianyar* bahwa Variasi pada *upper structure* (bagian atas struktur)

bale daja di Kabupaten Gianyar ditentukan oleh variasi sistem atap yang digunakan. Pada varian pertama berupa bale daja yang menggunakan sistem atap kampyah, *upper* strukturnya berupa iga-iga, apit-apit, dan tugeh. Sedangkan varian yang ke dua adalah *upper structure* bale daja yang menggunakan sistem atap limasan berupa petaka/dedeleg, apit-apit, iga-iga, pemade, dan pemucu. Penggunaan petaka/dedeleg sebagai salah satu unsur yang ada pada *upper structure* juga bervariasi. Bale daja bandung terdiri dari dua varian, yaitu bale daja bandung yang memiliki atap limasan yang memusat menggunakan petaka dan bale daja bandung yang menggunakan atap limasan dengan dedeleg sebagai puncak pertemuan iga-iganya. Sedangkan pada bale daja gunung rata yang menggunakan atap prisma (limasan dgn dua pusat) digunakan dedeleg sebagai titik pertemuan dari iga-iga.

Variasi pada *supper structure* (bagian tengah struktur) lebih banyak terlihat dari penggunaan sineb dan canggahwang. Pada bangunan bale daja sakutus tidak menggunakan sineb dan canggahwang. Penggunaan canggahwang pada Bale daja sakutus dirasa tidak diperlukan, sebab kedelapan saka yang dimilikinya telah dikakukan oleh penggunaan bale, parba ataupun sunduk. Canggahwang cenderung digunakan pada bangunan yang memiliki saka yang tidak diikat oleh bale maupun sunduk, seperti pada bangunan Bale daja bandung dan gunung rata.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas didapatkan rumusan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana respon struktur bangunan tradisional Bali terhadap beban gempa ?
2. Bagaimana pengaruh sunduk dan canggahwang terhadap respon struktur bangunan tradisional Bali ?
3. Bagaimana perbandingan respon bangunan antara penggunaan sunduk dan canggahwang ?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penulisan penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Untuk mengetahui respon struktur bangunan tradisional Bali terhadap beban gempa
2. Untuk mengetahui pengaruh sunduk dan canggahwang terhadap respon struktur bangunan tradisional Bali
3. Untuk mengetahui perbandingan respon bangunan antara penggunaan sunduk dan canggahwang

1.4 Batasan Masalah

1. Dimensi dari masing – masing elemen struktur menyesuaikan dengan bangunan tradisional pada umumnya
2. Jenis kayu yang digunakan adalah kayu cempaka yang tergolong kayu kuat kelas III dan kelas awet II (PKKI 1961).
3. Diameter kayu yang boleh digunakan diperkirakan 30-40 cm dengan umur 15 tahun

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Umum

Arsitektur Tradisional Bali telah ada sejak zaman dahulu yang turun menurun di wariskan sebagai landasan dalam membangun sebuah hunian yang berfilosofi tinggi. Aturan aturan atau tata cara itu di atur dalam lontar Asta Kosala – kosali.

2.2 Klasifikasi Bangunan Tradisional Bali

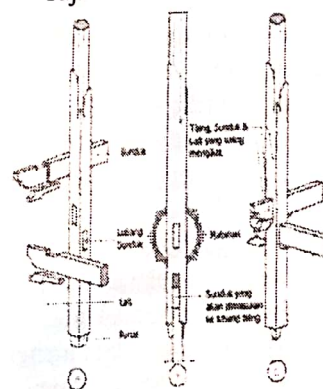
1. Sakepat bangunan bertiang empat.
2. Sakenem bangunan bertiang enam.
3. Sakutus bangunan bertiang delapan
4. Tiangsanga bangunan bertiang sembilan.
5. Sakaroras bangunan bertiang duabelas

2.2.1 Bagian-Bagian Struktur Bangunan Tradisional Bali

1. Bebaturan/pondasi yaitu bagian bawah atau kaki bangunan yang terdiri dari jangkok asu sebagai

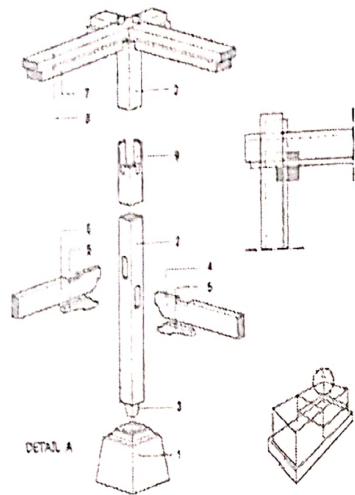
pondasi tiang, tapasujan sebagai perkerasan tepi bebaturan.

2. Lambang/Pementang adalah balok belandar sekeliling rangkaian tiang , lambang rangkap yang disatukan, balok rangkaian yang dibawah disebut lambang yang diatas disebut sineb.
3. Atap adalah bagian kepala bangunan yang terdiri dari Rusuk-rusuk bangunan tradisional disebut iga-iga, pangkal iga-iga dirangkai dengan kolong atau dedalas yang merupakan bingkai luar bagian atap.
4. Pengukuh/pengaku dalam Bangunan Tradisional Bali ada 2 jenis pengaku yaitu pengaku dengan sunduk (pengikat antara kolom dengan kolom), dan pengaku dengan canggahwang (pengikat antara kolom dengan balok) yang sama-sama diperkuat dengan pasak.
5. Hiasan-hiasannya berupa ukiran yang berpedoman pada aturan tata hiasan yang umum berlaku untuk masing-masing elemen. Keseluruhan konstruksi rangka bangunan membentuk suatu kesatuan stabilitas struktur yang estetis fungsional. Hubungan elemen-elemen konstruksi dikerjakan dengan sistim pasak, baji

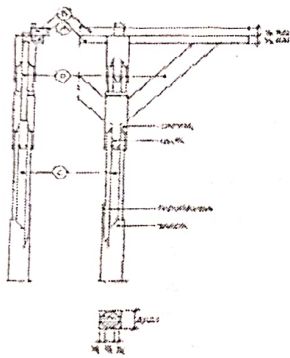


Gambar 2.1 Hubungan sunduk dawa dan sunduk bawak

Sumber : Angga Iswara, *Struktur dan Konstruksi Arsitektur Bali*



Gambar 2.2 Detail bagaian struktur rangka
 Sumber : Angga Iswara, *Struktur dan Konstruksi Arsitektur Bali*



Gambar 2.3 Hubungan saka dengan lambang sineb
 Sumber : Angga Iswara, *Struktur dan Konstruksi Arsitektur Bali*

2.2.2 Jenis Kayu dan Filosofinya Yang Digunakan Dalam Pembuatan Rumah Tradisional Bali

Bangunan tradisional Bali memiliki peranan yang sangat penting bagi masyarakat Bali, mendirikan sebuah bangunan sangat mementingkan keseimbangan dan keselarasan dengan alam. Dalam pembuatan bangunan tradisional Bali ini, para undagi biasanya akan menggunakan kayu-kayu yang berbeda sesuai dengan fungsi bangunan. Ada beberapa jenis kayu yang penting dalam pembuatan bangunan tradisional Bali yaitu :

1. Pohon Prabhu, misalnya: cendana (*santalum album*), wangkal (*albizia procera*), majagau (*dysoxylum caulostachyum*), dan nangka (*artocarpus*

heterophyllus). Kayu golongan prabhu biasanya digunakan dalam bangunan-bangunan suci dalam pelinggih-pelinggih di Pura dan Sanggah

2. Pohon Patih, misalnya: menengen (*exoecaria agallocha*), kutat (*planchonia valida*), dan jati (*tectona grandis*). Kayu golongan patih biasanya digunakan untuk bangunan-bangunan pendukung di Pura, seperti: bale piasan, bale pameosan, bale gong, gedong simpen, dll
3. Pohon Arya, misalnya: cempaka (*michelia champaca*), belalu (*albizia chinensis*), dan sentul (*sandoricum koetjapi*). Kayu golongan arya biasanya digunakan untuk bangunan-bangunan sakral di pekarangan rumah tinggal, misalnya: bale gede saka roras, sekepat saka sanga, dan bale petandingan
4. Pohon Demung, misalnya: bentenu (*melochia arborea*), dan teep (*artocarpus altilis*). Kayu golongan demung biasanya digunakan untuk bangunan rumah tinggal, misalnya bale daja, bale dangin, bale dauh, dll
5. Pohon Tumenggung, misalnya: suren (*toona sureni*), dan bayur (*ptrospermum javanicum*). Kayu golongan tumenggung biasanya digunakan untuk bangunan kamar mandi, wc, dapur, dll

2.2.2.1 Kayu Cempaka

Cempaka atau *Michelia Champaca* Linn adalah sejenis pohon berkayu yang memiliki tinggi rata-rata 30 meter. Cempaka termasuk dalam Ordo *Magnoliales*, Famili *Magnoliaceae*, Genus *Magnolia* dan Spesies *M. Champaca*. Tumbuhan ini berasal dari India dan banyak tersebar di Asia Tenggara dan Asia Timur. Pohon Cempaka tumbuh di tanah yang subur pada ketinggian hingga 1500 m dari permukaan laut. Daun Cempaka berbentuk telur taji. Bagian bawah daun yang hijau itu terdapat bulu halus. Tiap kuncup daun dilindungi oleh 2 daun pelindung Daun Cempaka berbentuk telur taji. Bagian bawah daun yang hijau itu terdapat bulu halus. Tiap kuncup daun

dilindungi oleh 2 daun pelindung Daun Cempaka berbentuk telur taji. Bagian bawah daun yang hijau itu terdapat bulu halus. Tiap kuncup daun dilindungi oleh 2 daun pelindung.

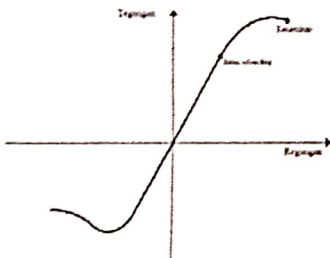
Kayu cempaka banyak digunakan dalam pembuatan pelinggih/Bangunan Suci karena kayu ini memiliki aroma yang wangi. Kemudian bunga dari bunga ini biasanya digunakan untuk keperluan upacara keagamaan. Selain itu, kayu cempaka ini merupakan kayu peragan bhatar Siwa. Biasanya yang digunakan adalah jenis cempaka kuning, dan kayu yang pohonnya yang sudah usianya lebih dari 10 tahun



Gambar 2.4 Pohon Cempaka, sumber : wikipedia

2.2.3 Tegangan dan Regangan Kayu

Istilah kekuatan atau tegangan pada bahan seperti kayu erat kaitannya dengan kemampuan bahan untuk mendukung gaya luar atau beban yang berusaha merubah ukuran dan bentuk bahan tersebut. Gaya luar yang bekerja pada suatu benda akan mengakibatkan timbulnya gaya-gaya dalam pada benda tersebut yang berusaha merubah ukuran dan bentuk. Gaya-gaya dalam ini disebut dengan tegangan yang dinyatakan dalam gaya per satuan luas



Gambar 2.5 Kurva tegangan dan regangan bahan kayu dengan gaya aksial sejajar serat (Edlund, 1995)

Kemampuan benda untuk berubah bentuk dan kembali pada bentuk semula disebut fleksibilitas, sedangkan kemampuan benda untuk menahan perubahan bentuk disebut dengan kekakuan. Modulus elastisitas adalah nilai yang mengukur hubungan antara tegangan dengan regangan pada batas sebanding dan menggambarkan istilah fleksibilitas dan kekakuan. Semakin tinggi nilai modulus elastisitas maka kayu tersebut akan lebih fleksibel. Masing-masing tegangan memiliki nilai modulus elastisitas yang berlainan. Istilah getas dipakai untuk menggambarkan perilaku bahan yang putus walaupun hanya dengan sedikit perubahan bentuk tanpa memperhatikan besar kecilnya beban luar yang bekerja.

Tabel 2.1 Tegangan Ijin Kayu
Sumber, PKKI 1961

TEGANGAN (kg/cm ²)			KELAS KUAT				
			I	II	III	IV	Jati
Tegangan Ijin Lentur	σ_{lt}		150	100	75	50	130
Tegangan Tekan dan tarik Ijin, sejajar serat	$\sigma_{tk} = \sigma_{tl}$		130	85	60	45	110
Tegangan Tekan Ijin, tegak lurus serat	$\sigma_{tk \perp}$		40	25	15	10	30
Tegangan Geser Ijin, sejajar serat	τ_{ll}		20	12	8	5	15

2.2.4 Modulus Elastisitas Kayu

Modulus elastisitas adalah rasio antara tegangan dan regangan. Kebanyakan benda adalah elastis sampai ke suatu gaya dengan besar tertentu, yang biasa disebut sebagai batas elastisitas. Jika gaya yang diberikan pada benda lebih kecil dari batas elastisnya, benda akan mampu kembali ke bentuk semula setelah gaya dihilangkan. Jika gaya yang diberikan lebih besar dari batas elastisnya, benda tidak akan kembali ke bentuk semula setelah gaya dihilangkan

Tabel 2.2 Modulus Elastisitas Kayu
Sumber, PKKI 19

MODULUS ELASTISITAS (kg/cm ²)		KELAS KUAT				
		I	II	III	IV	JATI
Modulus sejajar serat,	Elastisitas, E	125.000	100.000	80.000	60.000	100.000

kelasnya makin rendah kekuatannya.
Tabel 2.3 Kelas Kuat Kayu

2.2.5 Kelas Kuat Kayu

Kelas Kuat adalah tingkat ketahanan alami suatu jenis kayu terhadap kekuatan

Kelas Kuat	Berat Jenis Kering Udara	Kokoh lentur mutlak (kg/cm ²)	Kokoh tekan mutlak (kg/cm ²)
I	≥ 0,90	≥ 1100	≥ 650
II	0,90 - 0,60	1100 - 725	650 - 425
III	0,60 - 0,40	725 - 500	425 - 300
IV	0,40 - 0,30	500 - 360	300 - 215
V	≤ 0,30	≤ 360	≤ 215

Sumber, PKKI 1961

2.2.6 Kelas Awet Kayu

Kelas Awet Kayu adalah tingkat kekuatan alami sesuatu jenis kayu terhadap serangan hama dinyatakan dalam kelas awet I, II, III. Makin besar angka kelasnya makin rendah keawetannya

Tabel 2.4 Kelas Awet Kayu
Sumber, PKKI 1961

2.3 Kekakuan Struktur

Kekakuan Struktur adalah gaya yang diperlukan struktur apabila mengalami deformasi / sebesar satu satuan. Nilai kekakuan struktur tergantung dari material yang digunakan, dimensi elemen struktur, penulangan modulus elastisitas, modulus elastisitas geser, dan momen inersia polar. Selain itu kekakuan struktur juga terkait dengan nilai dari periode struktur tersebut.

$$\text{Dimana: } T = \frac{1}{F} = \frac{2\pi}{\omega} \rightarrow \omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$$

$$\text{Dengan demikian: } T = \frac{1}{\sqrt{k}} \quad (2.2)$$

Dimana

T= Periode struktur

F= Frekuensi struktur

ω= Kecepatan sudut

k= Kekakuan struktur

Maka dapat disimpulkan, semakin besar periode struktur maka nilai kekakuan dari struktur tersebut semakin kecil, begitu juga sebaliknya.

2.4 Pembebanan

Pembebanan direncanakan sesuai dengan Peraturan Pembangunan Indonesia Untuk Gedung (PPIUG 1983). Pembebanan yang diberikan kepada model struktur mencakup beban mati, beban hidup, dan beban gempa.

1. Beban Mati (dead load) adalah berat dari seluruh bagian struktur gedung yang bersifat tetap. Beban mati yang diprhitungkan adalah berat sendiri dari masing – masing elemen struktur
2. Beban Mati Tambahan (seperimposed load) adalah beban mati tambahan yang muncul akibat beban – beban mati yang bukan merupakan elemen struktur. Beban mati tambahan yang digunakan pada struktur ini adalah beban atap genteng
3. Beban Hidup adalah beban yang terjadi akibat penghunian atau penggunaan struktur gedung, baik akibat beban yang berasal dari orang maupun barang yang dapat berpindah, atau mesin dan

peralatan atau komponen yang tidak merupakan bagian dari struktur gedung tersebut. Beban hidup pada struktur ini adalah beban dari air hujan

4. Beban Angin adalah semua beban yang bekerja pada gedung atau bagian gedung yang disebabkan oleh selisih dalam tekanan udara
5. Beban Gempa adalah semua beban statik ekuivalen yang bekerja pada gedung tersebut atau bagian dari gedung tersebut yang menirukan pengaruh dari gerakan tanah akibat gempa bumi. Beban gempa yang direncanakan berdasarkan kriteria bangunan dan jenis tanah dimana gedung dibangun.

2.5 Kombinasi Pembebanan

Kombinasi pembebanan untuk beban ultimit struktur, komponen – komponen struktur, dan elemen – elemen pondasi harus dirancang sedemikian hingga kuat rencananya sama atau melebihi pengaruh beban – beban faktor.

1. 1,4D
2. 1,2D + 1,6L + 0,5L
3. 1,2D + 1,6L ± 0,5W
4. 1,2D ± 1,0W + 0,5L
5. 1,2D ± 1,0E + L
6. 0,9D ± 1,0W
7. 0,9D ± 1,0E

Dimana :

D= Beban mati, termasuk SIDL (*Superimposed Dead Load*)

L= Beban Hidup

E= Beban Gempa

W= Beban Angin

2.6 Simpangan Antar Tingkat

Berdasarkan SNI 03-1726-2012 pasal 7.8.6, simpangan antara tingkat hanya terdapat satu kinerja, yaitu pada kinerja batas ultimate. Penentuan simpangan antara 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 dari pusat masa tingkat atasnya.

Bagi struktur yang direncanakan untuk kategori desain seismik C, D, E, atau F yang memiliki ketidakberaturan horizontal tipe 1a atau 1 b pada table 1, simpangan antara lantai desain (Δ) harus dihitung

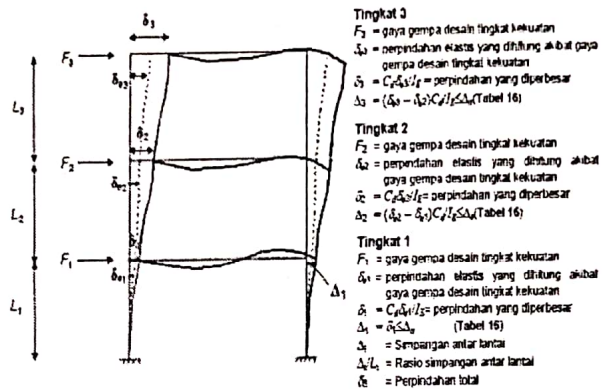
sebagai selisih terbesar dari defleksi titik – titik di atas dan di bawah tingkat yang diperhatikan yang letaknya segaris secara vertikal, di sepanjang salah satu bagian tepi struktur. Defleksi pusat massa di tingkat x (δ_x), (mm) harus ditentukan sesuai dengan persamaan berikut ini :

$$\delta_x = \frac{Cd\delta_{xe}}{I_e} \dots\dots\dots (2.3)$$

C_d = Faktor amplifikasi defleksi

δ_{xe} = Defleksi pada lokasi yang disyaratkan pada pasal ini yang ditentukan dengan analisis elastic

I_e = Faktor keutamaan gempa yang ditentukan



Gambar 2.9 Penentuan simpangan antar tingkat

Simpangan antar lantai tingkat desain (Δ) tidak boleh melebihi simpangan antar lantai tingkat izin ($\Delta\alpha$) seperti table 2.17
 Tabel 2.16 Simpangan antar tingkat izin ($\Delta\alpha$)

Struktur	Kategori risiko		
	I atau II	III	IV
Struktur, selain dari struktur dinding geser batu bata, 4 tingkat atau kurang dengan dinding interior, partisi, langit-langit dan sistem dinding eksterior yang telah didesain untuk mengakomodasi simpangan antar lantai tingkat.	0,025 h_{sx}^e	0,020 h_{sx}	0,015 h_{sx}
Struktur dinding geser kantilever batu bata ^d	0,010 h_{sx}^e	0,010 h_{sx}	0,010 h_{sx}
Struktur dinding geser batu bata lainnya	0,007 h_{sx}^e	0,007 h_{sx}	0,007 h_{sx}
Semua struktur lainnya	0,020 h_{sx}^e	0,015 h_{sx}	0,010 h_{sx}

^e h_{sx} adalah tinggi tingkat di bawah tingkat x, Sumber SNI 03-1726-2012

2.7 Pengaruh P-Delta

Pengaruh P-delta pada geser dan momen tingkat, gaya dan momen elemen struktur yang dihasilkan, dan simpangan antar lantai tingkat yang timbul oleh pengaruh ini tidak disyaratkan untuk diperhitungkan bila koefisien stabilitas (θ) seperti ditentukan oleh persamaan berikut sama dengan atau kurang dari 0,1

$$\theta = \frac{P_x \Delta I_x}{V_x h_{sx} C_d} \dots\dots\dots (2.4)$$

Dimana :

- P_x = beban desain vertikal total pada dan di atas tingkat x, dinyatakan dalam kilo newton (kN); bila menghitung P_x , faktor beban individu tidak perlu melebihi 1
- Δ = Simpangan antar lantai tingkat desain
- I_e = Faktor keutamaan yang ditentukan sesuai dengan table 2.7
- V_x = gaya geser seismik yang bekerja antara tingkat x dan (x-1) (kN)
- h_{sx} = Tinggi tingkat di bawah tingkat x (mm)
- C_d = Faktor pembesaran defleksi dalam table 2.10

$$\theta_{max} = \frac{0.5}{\beta C_d} \leq 0.25 \dots\dots\dots (2.5)$$

3.2 Lokasi dan Waktu Penelitian

Lokasi penelitian ini bertempat di Pura Payogan Agung dan Pura Jagatnatha, Desa Ketewel Kabupaten Gianyar – Bali. Waktu penelitian dilaksanakan selama satu hari.

3.3 Populasi dan Sampel

Populasi dalam penelitian ini beberapa bangunan tradisional bali yang

Dimana β adalah rasio kebutuhan geser terhadap kapasitas geser antara tingkat x dan x-1. Rasio ini secara konservatif diambil 1' Jika koefisien stabilitas (θ) lebih besar dari 0,1 tetapi kurang dari atau sama dengan faktor peningkatan terkait dengan pengaruh P-delta pada perpindahan dan gaya komponen struktur harus ditentukan dengan analisis rasional. Sebagai alternatif, diijinkan untuk mengalikan perpindahan dan gaya komponen struktur dengan $1,0/(1 - \theta)$ Jika θ lebih besar dari θ_{max} , struktur berpotensi tidak stabil dan harus didesain ulang. Jika pengaruh P-delta disertakan dalam analisis otomatis, Persamaan θ_{max} masih harus dipenuhi, akan tetapi, nilai θ yang dihitung dari Persamaan θ menggunakan hasil analisis P-delta diijinkan dibagi dengan $(1 + \theta)$ sebelum diperiksa dengan Persamaan θ_{max}

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Penelitian ini bersifat analisis kuantitatif dengan melakukan survey lapangan berupa observasi dan pengukuran pada bangunan saka kutus yang ada di Desa Ketewel, Kabupaten Gianyar - Bali.

menggunakan sunduk dan canggahwang yang ada di Desa Ketewel, Kabupaten Gianyar - Bali, sedangkan sampel yang diambil pada penelitian ini adalah bangunan saka kutus yang menggunakan sunduk dan canggahwang yang memiliki ukuran ruang dan dimensi struktur yang hampir sama, sehingga lebih mudah dalam menganalisis.

3.4 Pengolahan Data

Hasil dokumentasi berupa foto dan hasil pengukuran di lokasi, kemudian dibuat pemodelan. Model struktur bangunan *saka kutus* dibuat dengan tiga jenis yaitu dengan menggunakan *Sunduk*, dengan menggunakan *Canggahwang* dan tanpa menggunakan *sunduk* dan *canggahwang*. Pemodelan struktur bangunan *saka kutus* menggunakan software SAP2000 versi 14. Model struktur yang dibuat tiga jenis tersebut dikenakan dengan gaya gempa sesuai dengan SNI 03-1726-2012.

3.4.1 Data Struktur dan Pembebanan

Pembebanan direncanakan sesuai dengan Peraturan Pembangunan Indonesia Untuk Gedung (PPIUG 1983).

1. Data – data Struktur

a. Dimensi struktur

- Kolom = 11 x 11 cm
- Kolom kuda – kuda = 7 x 7 cm
- *Sunduk* = 5 x 10 cm
- *Canggahwang* = 5 x 14 cm
- Balok lambang sineb :

Lebar bawah = 11 cm

Tinggi = 10 cm

Lebar sayap = 5 cm

- Kuda - kuda = 5 x 10 cm
- Usuk/kaso = 4 x 6 cm

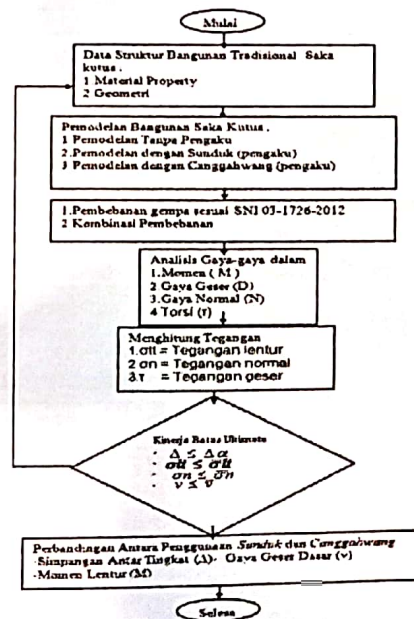
- Balok nok = 6 x 12 cm
- b. Data pembebanan struktur :
 - Berat penutup atap genteng = 50 kg/m²
 - Berat Sendiri kuda – kuda = 7,225 kg/m²
 - Beban Air Hujan = 20 kg/m²
 - Beban Angin (40 kg/m²)
 Angin tekan : (0,02 x α) - 0,4 = 0,3
 0,3 x 40 kg/m² = 12 kg/m²
 Angin isap : -0,4 x 40 kg/m² = -16 kg/m²

3.4.2 Kombinasi Pembebanan

Dengan demikian, berdasarkan SNI 03-1726-2012 pasal 7.4, faktor – faktor dan kombinasi beban untuk beban mati nominal, beban hidup nominal, dan beban gempa nominal, maka kombinasi pembebanannya adalah :

1. 1,4D
2. 1,2D + 1,6L + 0,5L
3. 1,2D + 1,6L ± 0,5W
4. 1,2D ± 1,0W + 0,5L
5. 1,2D ± 1,0(ρQ_E + 0,2S_{DS} D) ± 0,3(ρQ_E + 0,2S_{DS} D) + L
6. 0,9D ± 1,0W
7. 0,9D ± 1,0(ρQ_E - 0,2S_{DS} D) ± 0,3(ρQ_E + 0,2S_{DS} D)

3.5 Kerangka Penelitian



Gambar 3.1 Diagram Alir Metode Penelitian

BAB IV PEMBAHASAN

Dalam perencanaan ini digunakan Peraturan Konstruksi Kayu Indonesia (PKKI) NI-5-1961. Berdasarkan Pasal 5 daftar I dan daftar II halaman "6", diambil ketentuan tentang diperkenankan untuk kayu mutu A kelas I, sebagai berikut : modulus kenyal (E) dan tegangannya

$$\sigma_k = \sigma_{tr} = 75 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_k \perp = 60 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_k \parallel = 15 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_k \perp = 8 \text{ kg/cm}^2$$

Dalam Pasal 6 No. 2 PPKI NI-5-1961 disebutkan bahwa tegangan yang diperkenankan dalam daftar II boleh digandakan dengan faktor 5/4.

- a. Untuk bagian konstruksi yang tegangannya diakibatkan oleh muatan tetap dan muatan angin.
- b. Untuk bagian-bagian konstruksi yang tegangannya diakibatkan oleh muatan tetap dan tidak tetap.

$$\sigma_{tr} = 75 \times 5/4 = 93,75 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_k = \sigma_{tr} = 60 \times 5/4 = 75,00 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_k \perp$$

$$= 15 \times 5/4 = 18,75 \text{ kg/cm}^2$$

$$\tau = 8 \times 5/4 = 10,00 \text{ kg/cm}^2$$

4.1 Simpangan Antar Tingkat (Story Drift)

Simpangan antar tingkat berdasarkan SNI 03-1726-2012 pasal 7.8.6, dihitung sebagai defleksi pusat massa ditingkat teratas dan terbawah yang ditinjau. Defleksi pusat massa di tingkat x harus ditentukan dengan persamaan :

$$\delta_x = \frac{C_d \delta_{xe}}{I_e} \dots\dots\dots (4.21)$$

Nilai C_d merupakan faktor pembesaran defleksi, untuk rangka kayu adalah 1,5. Sedangkan dengan nilai I_e merupakan faktor keutamaan gempa yaitu 1

Untuk memenuhi syarat kinerja batas ultimate, simpangan antar tingkat tidak boleh melebihi 0,02 kali tinggi tingkat. Berikut merupakan simpangan antar tingkat berdasarkan SNI 03-1726-2012 dari program SA2000 V14 :

4.1.1 Simpangan Antar Tingkat (Story Drift) Saka Kutus Dengan Sunduk

Tabel 4.1 Perhitungan story drift kinerja batas ultimate berdasarkan SNI 03-1726-2012, Sumber : Hasil analisis 2017

Tingkat	Story Drift δ_{xe} (mm)	Drift δ_{xe} antar lantai (mm)	δ_x (mm)	Drift δ_x antar lantai (mm)	$\Delta_{izin}=0,02.h_i$ (mm)	Cek
Tingkat 2	9.795	9.795	14.69	14.69	56	OK

4.1.2 Simpangan Antar Tingkat (Story Drift) Saka Kutus Dengan Canggahwang

Tabel 4.2 Perhitungan story drift kinerja batas ultimate berdasarkan SNI 03-1726-2012,

Tingkat	Story Drift δ_{xe} (mm)	Drift δ_{xe} antar lantai (mm)	δ_x (mm)	Drift δ_x antar lantai (mm)	$\Delta_{izin}=0,02.h_i$ (mm)	Cek
Tingkat 2	9.588	9.588	14.38	14.38	56	OK

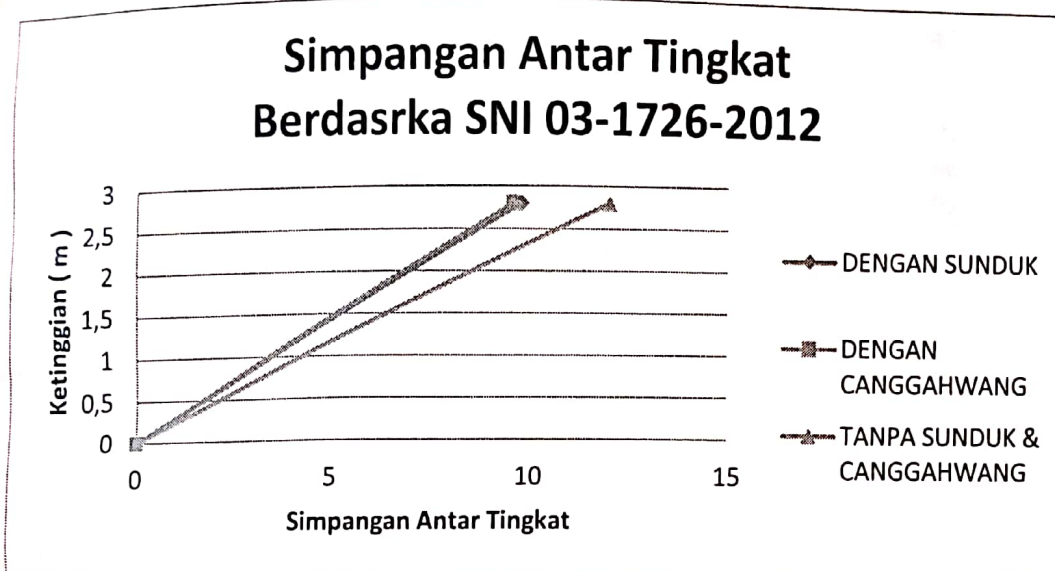
Sumber : Hasil analisis 2017

4.1.3 Simpangan Antar Tingkat (*Story Drift*) Saka Kutus Tanpa Sunduk dan Canggahwang

Tabel 4.3 Perhitungan *story drift* kinerja batas ultimate berdasarkan SNI 03-1726-2012,

Tingkat	Story Drift δ_{xe} (mm)	Drift δ_{xe} antar lantai (mm)	δx (mm)	Drift δ_x antar lantai (mm)	$\Delta_{izin}=0,02 \cdot h_i$ (mm)	Cek
Tingkat 2	12.00	12.00	18.00	18.00	56	OK

Sumber : Hasil analisis 2017



Gambar 4.1 Simpangan Antar Tingkat Berdasarkan SNI 03-1726-2012

Sumber : Hasil analisis 2017

Dari data diatas, dapat disimpulkan bahwa pengaruh sunduk dan canggahwang cukup memberikan kekakuan terhadap perilaku atau simpangan antar tingkat pada bangunan tradisional Bali, dimana dapat dilihat bahwa, simpangan antar tingkat (*Total drift*) yang terjadi pada bangunan tradisional saka kutus dengan menggunakan canggahwang yaitu sebesar 9,588 mm lebih kecil 2,11% dibandingkan dengan yang menggunakan sunduk yaitu 9,795 mm dan lebih kecil 20,10% dibandingkan dengan yang tanpa menggunakan sunduk dan canggahwang yaitu 12,00 mm, sedangkan untuk bangunan tradisional saka kutus yang menggunakan sunduk yaitu 9,795 mm lebih kecil 18,38% dibandingkan dengan yang tanpa menggunakan sunduk dan canggahwang yaitu 12,00 mm

4.2 Gaya Dalam Momen Lentur

Dalam bab ini, akan dibahas nilai gaya-gaya batang yang dihasilkan pada masing-masing elemen struktur bangunan tradisional Bali saka kutus baik yang menggunakan sunduk, canggahwang, maupun tanpa sunduk dan canggahwang. Dari keseluruhan analisis diambil nilai yang terbesar untuk gaya dalam momen lentur desain

4.2.1 Gaya Dalam Pada Bangunan Saka Kutus Dengan Menggunakan Sunduk

- Gaya Dalam Pada Elemen Sunduk

- Momen Maksimum= 567,72 Nm
- Gaya geser= 448,73 N
- Torsi= 1,52 Nm
- Gaya Normal

$$= 1210,24 \text{ N}$$

- Gaya Dalam Pada Elemen Balok Lambang
 - Momen Maksimum = 1269,37 Nm
 - Gaya geser = 4665,64 N
 - Torsi = 776,32 Nm
 - Gaya Normal = 3963,72 N
- Gaya Dalam Pada Elemen Kolom
 - Momen Maksimum = 1098,50 Nm
 - Gaya geser = 1617,31 N
 - Torsi = 17,61 Nm
 - Gaya Normal = 1261,67 N
- Gaya Dalam Pada Elemen Kolom Kuda-kuda/Tueh
 - Momen Maksimum = 352,77 Nm
 - Gaya geser = 510,31 N
 - Torsi = 12,02 Nm
 - Gaya Normal = 133,21 N
- Gaya Dalam Pada Elemen Kuda-kuda
 - Momen Maksimum = 241,41 Nm
 - Gaya geser = 1252,59 N
 - Torsi = 28,72 Nm
 - Gaya Normal = 2594,01 N
- Gaya Dalam Pada Elemen Balok Lambang
 - Momen Maksimum = 91,44 Nm
 - Gaya Normal = 8762,88 N
- Gaya Dalam Pada Elemen Balok Lambang
 - Momen Maksimum = 743,56 Nm
 - Gaya geser = 3457,19 N
 - Torsi = 657,51 Nm
 - Gaya Normal = 736831 N
- Gaya Dalam Pada Elemen Kolom
 - Momen Maksimum = 1195,45 Nm
 - Gaya geser = 2464,45 N
 - Torsi = 8,16 Nm
 - Gaya Normal = 585,96 N
- Gaya Dalam Pada Elemen Kolom Kuda-kuda/Tueh
 - Momen Maksimum = 105,92 Nm
 - Gaya geser = 123,92 N
 - Torsi = 25,12 Nm
 - Gaya Normal = 215,43 N
- Gaya Dalam Pada Elemen Kuda-kuda
 - Momen Maksimum = 111,45 Nm
 - Gaya geser = 484,41 N
 - Torsi = 36,14 Nm
 - Gaya Normal = 1695,82 N

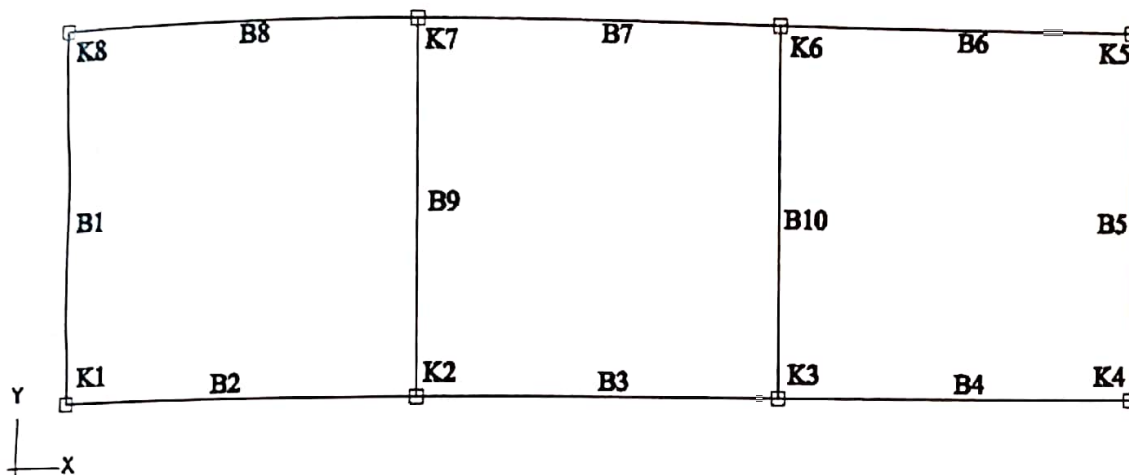
4.2.2 Gaya Dalam Pada Bangunan Saka Kutus Dengan Menggunakan Canggahwang

- Gaya Dalam Pada Elemen Canggahwang
 - Momen Maksimum = 511,83 Nm
 - Gaya geser = 1558,41 N
 - Torsi

4.2.3 Gaya Dalam Pada Bangunan Saka Kutus Tanpa Menggunakan Sunduk dan Canggahwang

- Gaya Dalam Pada Elemen Balok Lambang
 - Momen Maksimum = 1308,49 Nm
 - Gaya geser = 4763,19 N

- Torsi = 793,86 Nm
- Gaya Normal = 4008,69
- Gaya Dalam Pada Elemen Kolom
 - Momen Maksimum = 1591,42 Nm
 - Gaya geser = 589,41 N
 - Torsi = 0,00 Nm
 - Gaya Normal = 1271,77 N
- Gaya Dalam Pada Elemen Kolom Kuda-kuda/Tueh
 - Momen Maksimum = 417,01 Nm
 - Gaya geser = 647,69 N
 - Torsi = 13,50 Nm.
 - Gaya Normal = 204,51 N
- Gaya Dalam Pada Elemen Kuda-kuda
 - Momen Maksimum = 247,09 Nm
 - Gaya geser = 1658,16 N
 - Torsi = 50,81 Nm
 - Gaya Normal = 2281,66 N



Gambar 4.2 Struktur Balok dan Kolom Bangunan Saka Kutus

Dari analisis yang dilakukan, maka didapat gaya-gaya batang yang terjadi pada masing-masing elemen struktur bangunan baik yang menggunakan sunduk, canggahwang maupun yang tanpa menggunakan sunduk dan canggahwang. Dari data diatas, diambil salah satu sampel gaya-gaya batang maksimum yang terjadi dari masing-masing model struktur yaitu pada balok lambang dan saka. Dimana pada bangunan tradisional bali dengan menggunakan sunduk, pada balok lambang terjadi Momen maksimum = 1269,37 Nm (batang 7), Gaya geser = 4665,64 N (batang 7), Torsi = 776,32 Nm (batang 8) dan Gaya Normal = 3963,72 N (batang 4). Untuk saka terjadi Momen maksimum = 1098,50 Nm (batang 7), Gaya geser = 1617,31 N (batang 3), Torsi = 17,61 Nm (batang 3) dan Gaya Normal = 1261,67 N (batang 7).

Pada bangunan tradisional bali dengan menggunakan canggahwang pada balok lambang terjadi Momen Maksimum = 743,56 Nm (batang 5), Gaya geser = 3457,19 N (batang 8), Torsi = 657,51 Nm (batang 8) dan Gaya Normal = 7368,31 N (batang 2). Untuk saka terjadi momen maksimum = 1195,45 Nm (batang 7), Gaya geser = 2464,45 N (batang 8), Torsi = 8,16 Nm (batang 4) dan dan Gaya Normal = 585,96 N (batang 8).

Sedangkan pada bangunan tradisional bali tanpa menggunakan sunduk dan canggahwang pada balok lambang terjadi Momen Maksimum = 1308,49 Nm (batang 7), Gaya geser = 4763,19 N (batang 8), Torsi = 793,86 Nm (batang 6) dan Gaya Normal = 4008,69 N (batang 4). Untuk saka terjadi

momen maksimum = 1591,41 Nm (batang 7), Gaya geser = 589,41 N (batang 7), Torsi = 0 dan dan Gaya Normal = 1271,77 N (batang 2)

Dengan demikian, maka dapat dibandingkan gaya-gaya dalam yang terjadi pada pada balok lambang dan kolom seperti dibawah ini:

1. Gaya-gaya dalam yang terjadi pada balok lambang
 Pada balok lambang, momen yang terjadi pada (batang B7) yang diakibatkan oleh kombinasi 4 ($1,2D + 1,6 H + 0,5Wt - 0,5Wi$), dan balok lambang pada (batang B5) yang diakibatkan oleh kombinasi 21

($1,09D + 0,3Ex + 1,3Ey$). Untuk gaya geser terjadi pada (batang B7) dan (batang B8) yang diakibatkan oleh kombinasi 6 ($1,2D + 1,0 Wt - 1,0 Wi + 0,5 L$). Untuk torsi terjadi pada (batang B8) dan (batang B6) yang diakibatkan oleh kombinasi 6 ($1,2D + 1,0 Wt - 1,0 Wi + 0,5 L$) dan, Untuk Gaya Normal terjadi pada (batang B2) yang diakibatkan oleh kombinasi 6 ($1,2D + 1,0 Wt - 1,0 Wi + 0,5 L$) dan balok lambang pada (batang B4) yang diakibatkan oleh kombinasi 6 ($1,2D + 1,0 Wt - 1,0 Wi + 0,5 L$) dan kombinasi 5 ($1,2D + 1,0 Wt + 1,0 Wi + 0,5 L$).

Tabel 4.4 Perbandingan Momen lentur pada balok lambang

Model	Balok Lambang (B7)	Balok Lambang (B5)	Rata-rata
Pemodelan Dengan Sunduk	1.269,37 Nm	385,28 Nm	827,33 Nm
Pemodelan Dengan Canggahwang	492,26 Nm	743,56 Nm	617,91 Nm
Pemodelan Tanpa Sunduk dan Canggahwang	1.308,49 Nm	588,60 Nm	948,55 Nm

Sumber : Hasil analisis 2017

Tabel 4.5 Perbandingan Gaya geser pada balok lambang

Model	Balok Lambang (B7)	Balok Lambang (B8)	Rata-rata
Pemodelan Dengan Sunduk	4.665,64 N	4.298,29 N	4.481,96 N
Pemodelan Dengan Canggahwang	2.993,20 N	3.457,19 N	3.225,19 N
Pemodelan Tanpa Sunduk dan Canggahwang	4.761,82 N	4.763,19 N	4.762,50 N

Sumber : Hasil analisis 2017

Tabel 4.6 Perbandingan Torsi pada balok lambang

Model	Balok Lambang (B8)	Balok Lambang (B6)	Rata-rata
Pemodelan Dengan Sunduk	776,32 Nm	601,29 Nm	688,80 Nm
Pemodelan Dengan Canggahwang	657,50 Nm	770,30 Nm	713,90 Nm
Pemodelan Tanpa Sunduk dan Canggahwang	765,83 Nm	793,86 Nm	779,84 Nm

Sumber : Hasil analisis 2017

Tabel 4.7 Perbandingan Gaya Normal pada balok lambang

Model	Balok Lambang (B2)	Balok Lambang (B4)	Balok Lambang (B4)	Rata-rata
Pemodelan Dengan Sunduk	2.175,16 N	3.963,72 N	3.872,10 N	3.336,99 N
Pemodelan Dengan Canggahwang	7.368,31 N	4.946,60 N	4.857,05 N	5.723,99 N
Pemodelan Tanpa Sunduk dan Canggahwang	3.360,80 N	3.808,06 N	4.008,69 N	3.725,85 N

Sumber : Hasil analisis 2017

Jadi, dapat disimpulkan bahwa pada balok lambang bangunan tradisional saka kutus yang menggunakan canggahwang, rata-rata momen yang terjadi = 617,91 Nm lebih kecil 25,31% dibandingkan dengan yang menggunakan sunduk yaitu = 823,33 Nm, dan lebih kecil 34,86% dibandingkan dengan yang tanpa menggunakan sunduk dan canggahwang yaitu = 948,55 Nm. Sedangkan bangunan tradisional saka kutus yang menggunakan sunduk lebih kecil 12,78% dibandingkan dengan yang tanpa menggunakan sunduk dan canggahwang yaitu = 948,55 Nm.

Gaya geser yang terjadi pada balok lambang bangunan tradisional saka kutus yang menggunakan canggahwang, rata-rata = 3.225,19 N lebih kecil 28,04% dibandingkan dengan yang menggunakan sunduk yaitu = 4.481,96 N, dan lebih kecil 32,28% dibandingkan dengan yang tanpa menggunakan sunduk dan canggahwang yaitu = 4.762,50 N. Sedangkan bangunan tradisional saka kutus yang menggunakan sunduk lebih kecil 5,89% dibandingkan dengan yang tanpa menggunakan sunduk dan canggahwang yaitu = 4.762,50 N.

Torsi yang terjadi pada balok lambang bangunan tradisional saka kutus yang menggunakan sunduk, rata-rata = 688,80 Nm lebih kecil 3,52% dibandingkan dengan yang menggunakan canggahwang yaitu = 713,90 Nm, dan lebih kecil 11,67% dibandingkan dengan yang tanpa menggunakan sunduk dan canggahwang yaitu = 779,84 Nm. Sedangkan bangunan tradisional saka kutus yang menggunakan canggahwang lebih kecil 8,46% dibandingkan dengan yang tanpa

menggunakan sunduk dan canggahwang yaitu 779,84 Nm.

Gaya normal yang terjadi pada balok lambang bangunan tradisional saka kutus yang menggunakan sunduk, rata-rata = 3.336,99 N lebih kecil 41,70% dibandingkan dengan yang menggunakan canggahwang yaitu = 5.723,99 N, dan lebih kecil 10,44% dibandingkan dengan yang tanpa menggunakan sunduk dan canggahwang yaitu = 3.725,85 N. Sedangkan bangunan tradisional saka kutus yang tanpa menggunakan sunduk dan canggahwang lebih kecil 34,91% dibandingkan dengan yang menggunakan canggahwang yaitu 5.723,99 N.

2. Pada saka, momen yang terjadi pada (batang K7) yang diakibatkan oleh kombinasi 16 (0,9D - 1,0Wt + 1,0Wi) dan saka (batang K2) yang diakibatkan oleh kombinasi 7 (1,39D + 1,3Ex + 0,3Ey + 0,5L). Untuk gaya geser terjadi pada (batang K8) yang diakibatkan oleh kombinasi 7 (1,39D + 1,3Ex + 0,3Ey + 0,5L) dan saka pada (batang K3) yang diakibatkan oleh kombinasi 6 (1,2D + 1,0 Wt - 1,0 Wi + 0,5 L) dan kombinasi 7 (1,39D + 1,3Ex + 0,3Ey + 0,5L). Untuk torsi terjadi pada (batang K4) yang diakibatkan oleh kombinasi 5 (1,2D + 1,0 Wt + 1,0 Wi + 0,5 L), dan saka pada (batang K3) yang diakibatkan oleh kombinasi 6 (1,2D + 1,0 Wt - 1,0 Wi + 0,5 L) dan, Untuk Gaya normal terjadi pada saka (batang K8), (batang K7) dan (batang K2) yang diakibatkan oleh kombinasi 16 (0,9D - 1,0Wt + 1,0Wi).

Tabel 4.8 Perbandingan Momen lentur pada saka

Model	Kolom/Saka (K7)	Kolom/Saka (K2)	Rata-rata
Pemodelan Dengan Sunduk	981,06 Nm	1.098,50 Nm	1.039,78 Nm
Pemodelan Dengan Canggahwang	1.195,45 Nm	1.160,63 Nm	1.178,04 Nm
Pemodelan Tanpa Sunduk dan Canggahwang	1.475,03 Nm	1.591,41 Nm	1.533,55 Nm

Sumber : Hasil analisis 2017

Tabel 4.9 Perbandingan Gaya geser pada saka

Model	Balok Lambang (K8)	Balok Lambang (K3)	Balok Lambang (K3)	Rata-rata
Pemodelan Dengan Sunduk	480,55 N	1.617,31 N	1.610,21 N	1.236,02 N
Pemodelan Dengan Canggahwang	2.464,45 N	522,50 N	1.561,27 N	1.516,07 N
Pemodelan Tanpa Sunduk dan Canggahwang	425,01 N	575,87 N	589,41 N	530,10 N

Sumber : Hasil analisis 2017

Tabel 4.10 Perbandingan Torsi pada saka

Model	Kolom/Saka (K4)	Kolom/Saka (K3)	Rata-rata
Pemodelan Dengan Sunduk	0,00Nm	17,61 Nm	8,81 Nm
Pemodelan Dengan Canggahwang	8,16 Nm	0,00 Nm	4.08 Nm
Pemodelan Tanpa Sunduk dan Canggahwang	0,00 Nm	0,00 Nm	0,00 Nm

Sumber : Hasil analisis 2017

Tabel 4.11 Perbandingan Gaya Normal pada saka

Model	Balok Lambang (K8)	Balok Lambang (K7)	Balok Lambang (K2)	Rata-rata
Pemodelan Dengan Sunduk	3.302,30 N	1.261,67 N	1.597,97 N	2.053,98 N
Pemodelan Dengan Canggahwang	585,96 N	1.099,90 N	410,13 N	698,66 N
Pemodelan Tanpa Sunduk dan Canggahwang	3.849,73 N	1.436,57 N	1.271,77 N	2.186,02 N

Sumber : Hasil analisis 2017

Jadi, dapat disimpulkan bahwa pada saka bangunan tradisional saka kutus yang menggunakan sunduk, rata-rata momen yang terjadi = 1.039,78 Nm lebih kecil 11,74% dibandingkan dengan yang menggunakan canggahwang yaitu = 1.178,04 Nm, dan lebih kecil 32,20% dibandingkan dengan yang tanpa menggunakan sunduk dan canggahwang yaitu = 1.533,55 Nm, sedangkan bangunan tradisional saka kutus yang menggunakan canggahwang lebih kecil

23,18% dibandingkan dengan yang tanpa menggunakan sunduk dan canggahwang yaitu = 1.533,55 Nm

Gaya geser yang terjadi pada saka bangunan tradisional saka kutus yang tanpa menggunakan sunduk dan canggahwang, rata-rata = 530,10 N lebih kecil 57,11% dibandingkan dengan yang menggunakan sunduk yaitu = 1.236,02 N, dan lebih kecil 65,03% dibandingkan dengan yang menggunakan canggahwang yaitu =

1.516,07 N, sedangkan bangunan tradisional saka kutus yang menggunakan sunduk lebih kecil 18,47% dibandingkan dengan yang menggunakan canggahwang yaitu = 1.533,55 N

Torsi yang terjadi pada saka bangunan tradisional saka kutus yang menggunakan canggahwang, rata-rata = 8,81 Nm lebih kecil 53,69% dibandingkan dengan yang menggunakan sunduk yaitu = 4,08 Nm, sedangkan bangunan tradisional saka kutus yang tanpa menggunakan sunduk dan canggahwang torsi yang terjadi = 0

Gaya Normal yang terjadi pada saka bangunan tradisional saka kutus yang menggunakan canggahwang, rata-rata = 698,66 N lebih kecil 65,98% dibandingkan dengan yang menggunakan sunduk yaitu = 2.053,98 N, dan lebih kecil 68,04% dibandingkan dengan yang tanpa

menggunakan sunduk dan canggahwang yaitu = 2.186,02 N, sedangkan bangunan tradisional saka kutus yang menggunakan sunduk lebih kecil 6,04% dibandingkan dengan yang tanpa menggunakan sunduk dan canggahwang yaitu = -2.186,02 N

4.3 Gaya Geser Dasar

Gaya Geser Dasar yang terjadi dari masing-masing model struktur bangunan saka kutus yaitu :

Dimana :

Berat bangunan saka kutus dengan sunduk (wt): 872,86 kg

Berat bangunan saka kutus dengan Canggahwang (wt) : 819,43 kg

Berat bangunan saka kutus tanpa sunduk dan Canggahwang (wt) : 785,41 kg

Jadi, gaya geser dasar $V = Cs \times Wt$

Tabel 4.12 Perbandingan gaya geser dasar

No	Parameter	Sunduk	Canggahwang	Tanpa Sunduk & Canggahwang
1	Koefisien gempa (C_s)	0.482	0.482	0.482
2	Gaya geser dasar seismik (V)-(kg)	420.72	394.97	378.57

Sumber : Hasil analisis 2017

Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa pada bangunan tradisional saka kutus yang tanpa menggunakan sunduk dan canggahwang, Gaya Ggeser dasar yang terjadi = 378,57 kg lebih kecil 4,15% dibandingkan dengan yang menggunakan canggahwang yaitu = 394,97 kg, dan lebih kecil 10,02% dibandingkan dengan yang menggunakan sunduk yaitu = 420,72 kg,

sedangkan bangunan tradisional saka kutus yang menggunakan canggahwang lebih kecil 6,12% dibandingkan dengan yang menggunakan sunduk yaitu = 420,72 kg.

4.4 Periode Getar

Periode getar yang terjadi dari masing-masing model struktur bangunan saka kutus adalah sebagai berikut :

Tabel 4.13 Periode Getar Pada Bangunan Saka Kutus dengan Sunduk

Type	Periode (s)	Sum UX	Sum Uy
Modal 1	1,22	0,000	0,998
Modal 2	1,17	0,000	0,998
Modal 3	1,15	0,998	0,998
Modal 4	0,35	0,998	0,998
Modal 5	0,34	0,998	0,998
Modal 6	0,34	0,998	0,998

Sumber : Hasil analisis 2017

Tabel 4.14 Periode Getar Pada Bangunan Saka Kutus dengan Canggahwang

Type	Periode (s)	Sum UX	Sum Uy
Modal 1	1,19	0,000	
Modal 2	1,02	0,997	0,998
Modal 3	1,02	0,997	0,998
Modal 4	0,35	0,997	0,998
Modal 5	0,34	0,997	0,998
Modal 6	0,34	0,997	0,998

Sumber : Hasil analisis 2017

Tabel 4.15 Periode Getar Pada Bangunan Saka Kutus tanpa Sunduk dan Canggahwang

Type	Periode (s)	Sum UX	Sum Uy
Modal 1	1,47	0,000	0,998
Modal 2	1,45	0,997	0,998
Modal 3	1,41	0,997	0,998
Modal 4	0,35	0,997	0,998
Modal 5	0,34	0,997	0,998
Modal 6	0,34	0,997	0,998

Sumber : Hasil analisis 2017

Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa pada bangunan tradisional saka kutus yang menggunakan canggahwang, periode getar maksimum arah x yang terjadi = 1,02 detik lebih kecil 12,82% dibandingkan dengan yang menggunakan sunduk yaitu = 1,17 detik, dan lebih kecil 29,66% dibandingkan dengan yang tanpa menggunakan sunduk dan canggahwang yaitu = 1,45 detik, sedangkan bangunan tradisional saka kutus yang menggunakan sunduk lebih kecil 19,31% dibandingkan dengan yang tanpa menggunakan sunduk dan canggahwang yaitu = 1,45 detik. Untuk periode getar maksimum arah y yang terjadi pada bangunan tradisional saka kutus yang menggunakan canggahwang = 1,19 detik lebih kecil 2,46% dibandingkan dengan yang menggunakan sunduk yaitu = 1,22 detik, dan lebih kecil 19,05% dibandingkan dengan yang tanpa menggunakan sunduk dan canggahwang yaitu = 1,47 detik, sedangkan bangunan tradisional saka kutus yang menggunakan sunduk lebih kecil 17,01% dibandingkan dengan yang tanpa menggunakan sunduk dan canggahwang yaitu = 1,47 detik.

BAB V PENUTUP

5.1 Simpulan

Berdasarkan hasil studi perbandingan dasar struktur bangunan saka kutus baik yang menggunakan Sunduk, Canggahwang, maupun tanpa menggunakan Sunduk dan canggahwang adalah :

1. Sesuai dengan analisis yang dilakukan, untuk balok lambang bangunan tradisional saka kutus yang menggunakan canggahwang, rata-rata momen yang terjadi = 617,91 Nm lebih kecil 25,31% dibandingkan dengan yang menggunakan sunduk yaitu = 823,33 Nm, dan lebih kecil 34,86% dibandingkan dengan yang tanpa menggunakan sunduk dan canggahwang yaitu = 948,55 Nm. Sedangkan bangunan tradisional saka kutus yang menggunakan sunduk lebih kecil 12,78% dibandingkan dengan yang tanpa menggunakan sunduk dan canggahwang yaitu = 948,55 Nm.

Gaya normal yang terjadi pada balok lambang bangunan tradisional saka kutus yang menggunakan sunduk, rata-rata = 3.336,99 N lebih kecil 41,70% dibandingkan dengan yang menggunakan canggahwang yaitu =

- 5.723,99 N, dan lebih kecil 10,44% dibandingkan dengan yang tanpa menggunakan sunduk dan canggahwang yaitu = 3.725,85 N. Sedangkan bangunan tradisional saka kutus yang tanpa menggunakan sunduk dan canggahwang lebih kecil 34,91% dibandingkan dengan yang menggunakan canggahwang yaitu 5.723,99 N
2. Untuk saka dapat disimpulkan bahwa pada saka bangunan tradisional saka kutus yang menggunakan sunduk, rata-rata momen yang terjadi = 1.039,78 Nm lebih kecil 11,74% dibandingkan dengan yang menggunakan canggahwang yaitu = 1.178,04 Nm, dan lebih kecil 32,20% dibandingkan dengan yang tanpa menggunakan sunduk dan canggahwang yaitu = 1.533,55 Nm, sedangkan bangunan tradisional saka kutus yang menggunakan canggahwang lebih kecil 23,18% dibandingkan dengan yang tanpa menggunakan sunduk dan canggahwang yaitu = 1.533,55 Nm
Gaya Normal yang terjadi pada saka bangunan tradisional saka kutus yang menggunakan canggahwang, rata-rata = 698,66 N lebih kecil 65,98% dibandingkan dengan yang menggunakan sunduk yaitu = 2.053,98 N, dan lebih kecil 68,04% dibandingkan dengan yang tanpa menggunakan sunduk dan canggahwang yaitu = 2.186,02 N, sedangkan bangunan tradisional saka kutus yang menggunakan sunduk lebih kecil 6,04% dibandingkan dengan yang tanpa menggunakan sunduk dan canggahwang yaitu = 2.186,02 N
3. Simpangan antar tingkat (*Total drift*) yang terjadi pada bangunan tradisional saka kutus dengan menggunakan canggahwang yaitu sebesar 9,588 mm lebih kecil 2,11% dibandingkan dengan yang menggunakan sunduk yaitu 9,795 mm dan lebih kecil 20,10% dibandingkan dengan yang tanpa menggunakan sunduk dan canggahwang yaitu 12,00 mm, sedangkan untuk bangunan

tradisional saka kutus yang menggunakan sunduk yaitu 9,795mm lebih kecil 18,38% dibandingkan dengan yang tanpa menggunakan sunduk dan canggahwang yaitu 12,00 mm

4. Pada bangunan tradisional saka kutus yang tanpa menggunakan sunduk dan canggahwang, Gaya Geser dasar yang terjadi = 378,57 kg lebih kecil 4,15% dibandingkan dengan yang menggunakan canggahwang yaitu = 394,97 kg, dan lebih kecil 10,02% dibandingkan dengan yang menggunakan sunduk yaitu = 420,72 kg, sedangkan bangunan tradisional saka kutus yang menggunakan canggahwang lebih kecil 6,12% dibandingkan dengan yang menggunakan sunduk yaitu = 420,72 kg

5.2 Saran

Adapun saran yang dapat diberikan untuk penyempurnaan dan pengembangan studi ini adalah :

1. Untuk pengembangan selanjutnya perlu dilakukan analisis lebih dalam terhadap sambungan pada bangunan tradisional Bali.
2. Untuk bangunan saka kutus dengan ruang dan dimensi sesuai analisis diatas, lebih disarankan untuk menggunakan pengaku canggahwang, karena mampu memberikan kekakuan yang cukup terhadap simpangan antar tingkat pada bangunan.

DAFTAR PUSTAKA

- Anshory Ahmad, 2014, Analisis Stabilitas Struktur Pendopo Joglo Terhadap Beban Gempa, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Gajah Mada, Yogyakarta
- Arinton Puja Drs IGN, 1982, Arsitektur Tradisional Bali
- Badan Standar Nasional, 1961, *Perencanaan Konstruksi Kayu Indonesia NI-5 PKKI 1961*
- Badan Standar Nasional, 2012, *Perilaku Standar Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung SNI 03-1726-2012*

Frick, 1997, *Pola Struktur dan Teknik Bangunan di Indonesia (Suatu pendekatan Arsitektur Melalui Pattern Language secara Konstruktif dengan contoh Arsitektur Jawa Tengah)*. Penerbit Kanisius, Yogyakarta

Gelebet, 1973; Gelebet, 1984, *Arsitektur Tradisional Daerah Bali*. Departemen Pendidikan dan Kebudayaan Proyek Inventarisasi dan Dokumentasi Kebudayaan Daerah Bali

http://puskim.pu.go.id/Aplikasi/design_spektora_indonesia_2011/

Juliatmika I Wayan, *Variasi Struktur Bangunan Tradisional Bale Daja di Kabupaten Gianyar*

Nirmala Putri P.N, 2015, *Perbandingan Desain Struktur Gedung Beton*

Bertulang Di Bali Antara Peraturan Gempa SNI 03-1726-2002 Dengan SNI 03-1726-201, Studi Kasus Pada Tower 5 Grand Inna Putri Bali, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Hindu Indonesia, Denpasar

Prihatmaji Yulianto P, 2007, *Perilaku Rumah Tradisional Jawa "Joglo" Terhadap Gempa*, Jurusan Arsitektur Universitas Islam Yogyakarta Indonesia

Pramono Handi, 2007, *Tutorial dan Latihan Desain Konstruksi dengan SAP2000*
Wigroho Haryanto Yoso, 2001, *Analisis dan Perancangan Struktur Frame Menggunakan SAP2000*

PENGARUH BAHAN BAKAR BATU BARA DALAM PEMANASAN AGREGAT SECARA LANGSUNG TERHADAP KARAKTERISTIK MARSHALL CAMPURAN LASTON

Ida Bagus Wirahaji, Ida Ayu Putu Sri Mahapatni, I Wayan Suardika

Program Studi Teknik Sipil FT UNHI

ib.wirahaji@gmail.com, dayumaha71@gmail.com dan Suardika69@gmail.com

ABSTRAK

Pada proses produksi Laston, pemanasan agregat menggunakan bahan bakar minyak ataupun batu bara. Pemanasan dengan bahan bakar batu bara dapat dilakukan dengan *direct process* dan *indirect process*. Namun, sejak dikeluarkannya Surat Edaran Menteri Pekerjaan Umum No. 10/SE/M/2011 tanggal 31 Oktober 2011, pemanasan agregat dengan *direct process* dilarang, karena memungkinkan berkolaborasinya butiran batu bara yang tidak terbakar dengan *combine grading*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh butiran batu bara yang berkolaborasi dengan *combine grading* terhadap karakteristik Marshall campuran AC-WC.

Penelitian dilakukan dengan terlebih dahulu melakukan pemeriksaan properties batu bara meliputi pemeriksaan berat jenis (*bulk*, SSD, dan *apparent*) dan penyerapan (absorpsi). Selanjutnya dilakukan pengujian campuran AC-WC dengan alat uji Marshall untuk mengetahui stabilitas dan *flow*. Benda uji dibuat dengan kadar aspal 6,3% dan alternatif prosentase butiran batu bara pada fraksi agregat halus (FA) adalah 0,5%, 0,75%, 1,0%, 1,25%, dan 1,5%, masing-masing 3 buah benda uji.

Hasil penelitian menunjukkan, nilai properties batu bara, yaitu berat jenis *bulk* 1,119 gr/cm³ lebih buruk dari pada nilai properties agregat halus (FA) Ex, Subudi Karangasem 2,503 gr/cm³. Nilai penyerapan batu bara 10,659% tidak memenuhi Speisifikasi, maks 3%. Sedangkan, nilai penyerapan agregat Ex. Subudi Karangasem 1,978%. Dari pengujian Marshall diperoleh, pada proporsi 1,0% batu bara dalam fraksi agregat halus (FA), nilai VIM sudah mencapai 5,07% tidak memenuhi Spesifikasi 3-5%. Nilai VIM yang besar mengakibatkan campuran AC-WC tidak kedap air, retak dini, dan pelepasan butir. Pada proporsi 1,25%, nilai flow mencapai 1,98 mm tidak memenuhi spesifikasi 2-4 mm, mengakibatkan campuran AC-WC mudah retak.

Kata Kunci: Batu Bara, Pemanasan *Direct Process*, dan Karakteristik Marshall

Latar Belakang

Pada struktur perkerasan lentur jalan raya, agregat merupakan komponen utama. Sekitar 90-95% berat campuran dan 75-85% volume campuran Laston terdiri dari agregat (Sukirman, 2003). Oleh sebab itu, sifat properties agregat dan gradasi agregat gabungan (*combine grading*) memiliki pengaruh yang besar terhadap sifat-sifat Marshall campuran laston.

Pada proses produksi, agregat dipanaskan di dalam drum *dryer* yang berputar dan disemur dengan lidah api yang keluar dari *burner*. Pada AMP yang menggunakan bahan bakar minyak – dalam hal ini lebih umum dipakai adalah solar – pemanasan agregat dijamin tidak terjadi adanya material lain yang ikut tercampur dalam agregat tersebut. Akan tetapi, AMP

yang menggunakan bahan bakar batu bara dalam proses pengeringan/pemanasan agregat sangat rentan terjadi pencampuran agregat dengan material batu bara. Hal ini dimungkinkan karena butiran batu bara yang belum sempat terbakar ikut bergabung dalam campuran agregat.

Tahun 2011, melalui Surat Edaran Menteri Pekerjaan Umum No. 10/SE/M/2011 tanggal 31 Oktober 2011, Perihal Pedoman Penggunaan Batu Bara untuk Pemanasan Agregat pada Unit Produksi Campuran Beraspal, penggunaan bahan bakar batu baru dengan proses pembakaran secara langsung (*direct process*) secara tegas dilarang. Surat Edaran Menteri ini hanya mengijinkan penggunaan batu bara dengan proses pembakaran secara tidak langsung (*indirect process*) atau

gasifikasi. Surat Edaran Menteri ini dirujuk oleh Spesifikasi Umum 2010 Revisi 3, dimasukkan dalam Divisi 6, seksi 6.3.

Bergabungnya butiran batu bara dalam campuran agregat akan berkolaborasi mengubah *combine grading* semula, yang tentunya akan mengubah nilai karakteristik Marshall campuran Laston. Elizabeth dkk (2011) melakukan penelitian pada campuran aspal panas dengan membandingkan penggunaan bahan bakar batu bara dan bahan bakar minyak untuk mencari kadar aspal minimum yang dapat digunakan untuk mencapai karakteristik Marshall yang disyaratkan dalam Spesifikasi Umum 2007. Penelitiannya difokuskan pada lapis perkerasan non struktural, yaitu *Hot Roller Sheet* (HRS-Base). Dari hasil penelitiannya, diperoleh bahwa HRS-Base dengan menggunakan bahan bakar minyak membutuhkan kadar aspal minimum 5,15%, lebih efisien daripada HRS-Base yang menggunakan bahan bakar batu bara minimum 5,85%.

Sutoyo (2008), meneliti sistem pemanasan AMP dengan bahan bakar batu bara terhadap kinerja Campuran Aspal. Hasil penelitiannya, bahwa penggunaan batu bara tidak masalah akan tetapi dalam metode pelaksanaannya harus memenuhi syarat-syarat, yaitu (1) batu bara yang digunakan pada pemanasan AMP harus memiliki tingkat kalori lebih dari 5.800 k.cal/kg; (2) butiran batu bara yang lolos saringan No. 100 harus lolos 100%; dan (3) pengaturan tekanan semburan dan besar daya isap pada ujung dryer agar panjang semburan api menjangkau minimal 75% panjang drum dryer. Hasil penelitian ini menguatirkan penggunaan bahan bakar batu bara yang tidak memiliki tingkat kalori lebih dari 5.800 k.cal/kg, yang berakibat bercampurnya butiran batu bara terlebih dahulu dan tidak sempat terbakar.

Wirahaji dan Oeidyana (2014), mengkaji resiko penggunaan bahan bakar batu bara pada pemansan agregat dalam proses produksi campuran aspal panas. Pembakaran dengan bahan bakar batubara memberi resiko terjadinya pembakaran yang lebih kotor, yang memungkinkan agregat akan terkontaminasi dengan bahan asing yang tidak dibutuhkan dalam campuran. Bila tetap menggunakan bahan bakar batubara, maka Penyedia Jasa sebagai pemilik AMP

harus menggunakan instalasi pembakaran secara tidak langsung (*indirect system*) sehingga api pembakaran berasal dari batubara yang sudah diproses menjadi gas (gasifikasi).

Dari ketiga penelitian di atas dapat disimpulkan bahwa bercampurnya agregat gabungan dengan partikel halus butiran bahan bakar batu bara menyebabkan turunnya kinerja campuran aspal yang dapat diketahui melalui karakteristik Marshallnya. Oleh sebab itu, dalam penelitian ini akan mencoba terlebih dahulu mencari nilai-nilai properties butiran halus batubara, yang meliputi pengujian berat jenis (BJ) dan pengujian penyerapan (absorpsi). Kemudian membandingkan dengan nilai properties agregat halus yang berasal dari data sekunder, yang diambil dari data Pemeliharaan Berkala Jalan Projeck Denpasar-Sanur Tahun Anggaran 2016. Adapun jenis Laston yang menjadi objek penelitian adalah campuran asphlat *concrete-wearing course* (AC-WC).

Rumusan Masalah

Dari latar belakang di atas, maka dapat ditarik rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimanakah nilai properties dari butiran halus batu bara bila dibandingkan dengan nilai properties agregat halus Ex. Sebudi Karangasem?
2. Bagaimanakah pengaruh butiran batu bara terhadap karakteristik Marshall campuran AC-WC, bila dibandingkan dengan campuran AC-WC tanpa butiran batu bara?

Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui nilai properties dari butiran halus batu bara.
2. Untuk mengetahui pengaruh butiran batu bara terhadap karakteristik Marshall campuran AC-WC.

Tinjauan Pustaka

Batu Bara

Batubara adalah senyawa hidrokarbon padatan alami, yang dapat dibakar, menghasilkan panas, menyerupai batu berwarna coklat sampai hitam, berasal dari akumulasi tetumbuhan yang terbentuk

dalam kondisi anaerob, mengalami tekanan dan pengerasan secara bertahap dan berlangsung sangat lama (Dirjen BM, 2010). Batubara merupakan batuan organik yang memiliki sifat-sifat fisika dan kimia yang kompleks yang dapat ditemui dalam berbagai bentuk. Rumus empiris batubara C137H97O9NS untuk bitumius C240H90O4NS untuk antrasit (Wikipedia, 2016).

Kelebihan batu bara antara lain:

1. Ketersediaan dalam jumlah banyak, lebih dari 70 negara memiliki deposit batubara.
2. Sumber energi yang handal, dapat menghasilkan energi hampir 24 x 7 jam.
3. Biaya murah, bila dibandingkan dengan menggunakan bahan bakar minyak.
4. Potensi lebih besar dari pada minyak.
5. Berbasis industri besar.
6. Bisa dalam bentuk cairan maupun gas.

Kelemahan batubara antara lain:

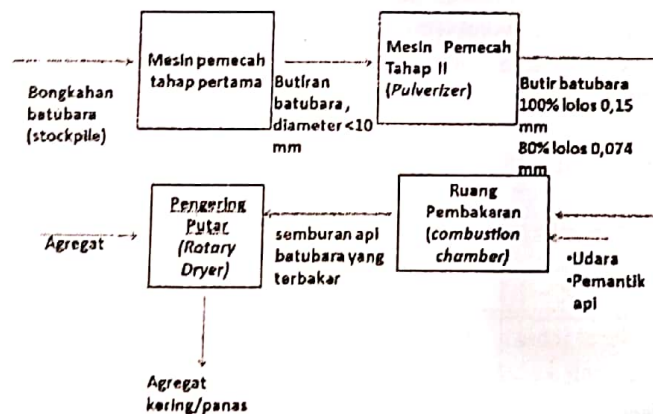
1. Emisi gas kaca, karena batubara menghasilkan karbon dioksida.
2. Banyaknya korban meninggal di pertambangan batubara.
3. Penambangan batu bara akan merusak alam

Sistem Pembakaran Agregat dengan Batubara

Pada sistem pembakaran agregat dengan batubara dibagi menjadi 2 (dua) macam, yaitu (Dirjen BM, 2009):

1. Sistem Pembakaran Langsung (*Direct System*)

Pada sistem pembakaran langsung (Gambar 1.1), bongkahan batubara dimasukkan ke bin dingin, dialirkan ke mesin pemecah tahap pertama (*grinding machine*) sehingga diperoleh batubara berdiameter lolos saringan 3/8". Disalurkan ke dalam silo yang dilengkapi dengan *gate* di bawah silo. Setelah *gate* dibuka butiran batubara diangkat untuk dipecah tahap kedua didalam penggiling (*pulverizer*) sehingga diperoleh batubara lolos saringan No 200. Batubara halus disalurkan ke dalam *combustion chamber* untuk dibakar dengan menyalakan pematik api yang berbahan bakar minyak, sehingga temperatur batubara mencapai titik nyala dan terbakar. Semburan api dari batubara yang terbentuk pada *combustion chamber* disalurkan ke dalam *dryer* untuk memanaskan agregat.



Gambar 1.1 Direct Process Penggunaan Bahan bakar Batu Bara
Sumber: Dirjen BM (2010)

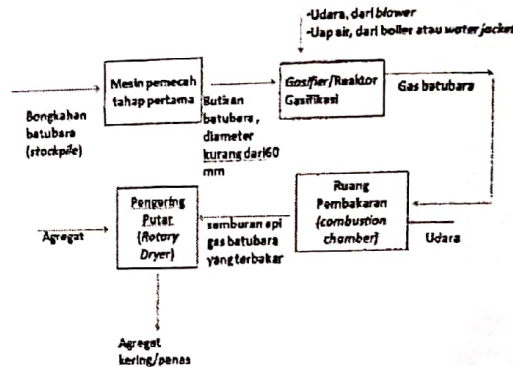
2. Sistem Pembakaran Tidak Langsung (*Indirect System*)

Pada sistem pembakaran tidak langsung ini (Gambar 1.2) pada prinsipnya adalah batubara dikonversikan terlebih dahulu menjadi gas. Gas inilah yang

disemprotkan ke pengering (*dryer*), tempat agregat dipanaskan dengan kemiringan antara 3° sampai dengan 5°. Batubara yang berdiameter kurang dari 60 mm dibakar di dalam *gasifier* dengan bantuan *blower* udara sehingga terjadi pembakaran tidak sempurna yang menghasilkan gas panas CO

(Karbon Monoksida). Kemudian uap air dimasukkan ke dalam *gasifier* sehingga terjadi reaksi gasifikasi yang menghasilkan CO (Karbon Monoksida)

dan H₂(Hidroksida). Gas panas ini dialirkan ke *burner*, setelah dinyalakan lalu disemprotkan ke *dryer*.



Gambar 1.2 Direct Process Penggunaan Bahan bakar Batu Bara
Sumber: Dirjen BM (2010)

Pembahasan

Bera Jenis dan Penyerapan Batu Bara

Nilai properties material batu bara diperoleh dari serangkaian percobaan di Laboratorium Aspal PT. Adi Murti yang berlokasi di *base camp* di Dusun Badeg, Desa Sebudi, Kecamatan Selat, Kabupaten Karangasem, diperlihatkan pada Tabel 1.1, kemudian dibandingkan dengan nilai properties agregat Ex. Karangasem, yang erupakan data sekunder dari paket Proyek Pemeliharaan Jalan Provinsi Ruas Denpasar-Sanur Tahun Anggaran 2016..

Dari Tabel 1.1 dapat diketahui properties batu bara lebih buruk dari pada material agregta Ex. Karangasem. Properties batu bara, yaitu berat jenis kering (*bulk*) 1,119gr/cm³, berat jenis kering permukaan (SSD) 1,239gr/cm³, berat jenis semu (*apparent*) 1,272 gr/cm³, dan penyerapan 10,659. Sedangkan, properties agregat Ex. Karangasem, yaitu berat jenis kering (*bulk*) 2,503 gr/cm³, berat jenis kering permukaan (SSD) 2,552gr/cm³, berat jenis semu (*apparent*) 2,633 gr/cm³, dan penyerapan 1,978%.

Tabel 1.1 Data hasil pemeriksaan berat jenis dan penyerapan material

No	Pemeriksaan	Satuan	Batu Bara	Agregat Ex. Karangasem	Spec
1	Berat jenis kering (<i>bulk</i>)	gr/cm ³	1,119	2,503	-
2	Berat jenis kering permukaan (SSD)	gr/cm ³	1,239	2,552	-
3	Berat jenis semu (<i>apparent</i>)	gr/cm ³	1,272	2,633	-
4	Penyerapan (absorpsi)	%	10,659	1,978	Maks. 3%

Sumber: Hasil Analisis (2016) dan DPU Provinsi Bali (2016)

Prosentase Rongga

Parameter Marshall meliputi persentase rongga, stabilitas, *flow* dan *marshall quotient*. Dalam prosentase rongga terdapat 3 (tiga) jenis rongga (*void*) yang disyaratkan dalam Spesifikasi Umum 2010 Revisi 3, yang meliputi:

1. Rongga dalam Material Agregat/*Void in Material Aggregate* (VMA)
2. Rongga dalam Campuran/*Void in Mixture* (VIM)
3. Rongga Terisi Aspal (Bitumen)/*Void Filled with Bitumen* (VFB)

Dalam membuat benda uji campuran AC-WC berpedoman pada proporsi yang digunakan pada *Job Mix Formula* (JMF) AC-WC pada Paket Pekerjaan Pemeliharaan Berkala Jalan Provinsi Denpasar – Sanur Sepanjang 1,60 Km Tahun Anggaran 2016, seperti yang ditunjukkan pada Tabel 1.2, benda uji dibuat 3 (tiga) buah untuk masing-masing proporsi batu bara dalam fraksi agregat halus (FA). Dengan berpedoman pada proporsi pada tabel 1.3 diperoleh nilai prosentase rongga seperti ditunjukkan pada Tabel 1.4.

Tabel 1.3 Proporsi Material Penyusun AC-WC

No.	Material Penyusun AC-WC (mm)	Persentase Total Berat Agregat (%)	Persentase Total Berat Campuran (%)
1	Agregat Kasar 14 - 20	6,00	5,62
2	Agregat Kasar 10 - 14	10,00	9,37
3	Agregat Sedang 5 - 10	28,50	26,70
4	Agregat Halus 0 - 5	54,50	51,07
5	Filler	1,00	0,94
6	Aspal	-	6,30
TOTAL		100,00	100,00

Sumber: DPU Provinsi Bali (2016)

Tabel 1.4 Nilai Persentase Rongga dengan Batu Bara

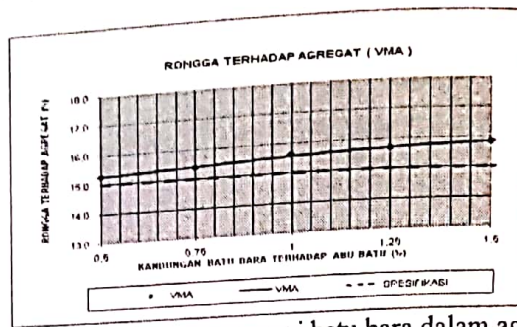
No	Kadar Batu Bara (%)	Persentase Rongga		
		VMA (%)	VIM (%)	VFB (%)
1	0,00	15,05	4,40	70,74
2	0,50	15,27	4,69	69,29
3	0,75	15,40	4,83	68,64
4	1,00	15,61	5,07	67,54
5	1,25	15,70	5,17	67,07
6	1,50	15,84	5,33	66,37
Spesifikasi		Min. 15	3 - 5	Min. 65

Sumber: DPU Provinsi Bali (2016) dan Hasil Analisis (2016)

Voids in Material Aggregate (VMA)

Pada Tabel 1.4 dapat dilihat bahwa nilai VMA semakin besar dengan semakin bertambahnya proporsi material batu bara dalam fraksi agregat halus. Hal ini disebabkan oleh berat jenis batu bara lebih kecil akan memberikan nilai VMA yang tinggi. Akibat dari berat jenis batu bara yang

kecil menyebabkan berat jenis campuran semakin kecil sehingga semakin bertambahnya rongga-rongga antar agregat. Kuantitas rongga berpengaruh terhadap kinerja suatu campuran. VMA terlalu kecil maka campuran akan memiliki durabilitas rendah dan jika terlalu besar stabilitasnya rendah. Grafik hubungan proporsi batu bara dengan nilai VMA terlihat pada Gambar 1.3

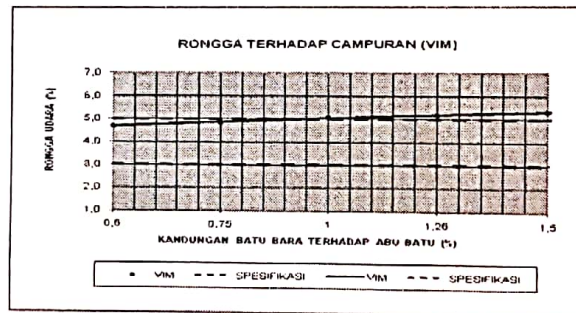


Gambar 1.3 Grafik hubungan proporsi batu bara dalam agregat halus dengan nilai VMA.
 Sumber: Hasil Analisis (2016).

Voids in Mixture (VIM)

Nilai VIM bertambah seiring dengan bertambahnya kadar batu bara dalam agregat halus (FA), seperti terlihat pada Tabel 1.4. Dalam penelitian ini, dapat dilihat bahwa pada kadar batu bara 1%, nilai VIM sudah melewati pada batas maksimum spesifikasi, yaitu 5,07%. Dengan semakin meningkatnya kadar batu bara, berarti semakin meningkat pula kandungan agregat porus dalam fraksi agregat halus (FA). Agregat yang porus akan menyerap aspal

lebih banyak masuk kedalam pori-porinya sehingga material aspal yang sisanya diperuntukan untuk mengikat antar butiran agregat menjadi berkurang. Berkurangnya kadar aspal ini mempengaruhi nilai VIM, yaitu semakin meningkat dan berkurangnya kadar aspal ini menyebabkan pula keawetan campuran AC-WC menurun. Grafik hubungan proporsi batu bara dalam fraksi agregat halus dengan nilai VIM dapat dilihat pada Gambar 1.4.



Gambar 1.4 Grafik hubungan proporsi batu bara dalam agregat halus dengan nilai VIM.
 Sumber: Hasil Analisis (2016).

Voids Filled with Bitumen (VFB)

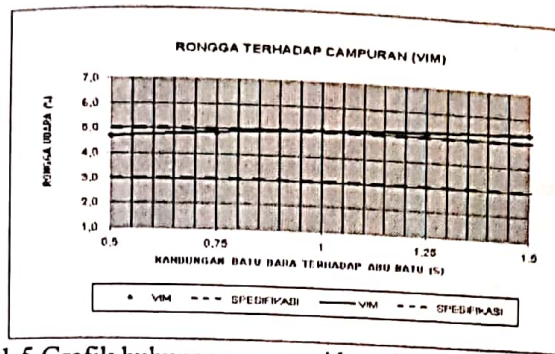
Dalam penelitian ini, seperti yang ditunjukkan pada Tabel 1.4, nilai VFB semakin menurun dengan semakin bertambahnya proporsi batu bara dalam fraksi agregat halus. Pada kondisi campuran AC-WC yang tidak mengandung batu bara, nilai VFB sebesar 70,74%, yang berarti bahwa kadar aspal sebesar 6,3% itu sedikit terserap ke dalam pori-pori agregat, sehingga lebih banyak mengisi rongga antar agregat. Dengan semakin bertambahnya proporsi batu bara dalam fraksi agregat halus, maka kadar aspal 6,3% tersebut banyak terserap didalam pori-pori batu bara,

sehingga sisi material aspal tidak cukup untuk mengikat antar agregat.

Pada proporsi batu bara 1,5% terhadap fraksi agregat halus, nilai VFB mencapai 66,37% belum melewati batas minimum yang disyaratkan dalam Spesifikasi Umum 2010 Revisi 3, yaitu sebesar 65%. Nilai VFB yang lebih kecil dari persyaratan 65%, maka lapisan AC-WC akan mudah mengalami retak. Untuk mencegah hal ini, hal yang sering dilakukan adalah penambahan kadar aspal. Itulah sebabnya, agregat yang porus akan boros dengan material aspal. Grafik hubungan proporsi batu bara dalam fraksi

agregat halus dengan nilai VIM dapat dilihat

pada Gambar 1.5



Gambar 1.5 Grafik hubungan proporsi batu bara dalam agregat halus dengan nilai VIM

Sumber: Hasil Analisis (2016).

Stabilitas (*Stability*)

Dalam penelitian ini, seperti terlihat Tabel 1.5, pengaruh penambahan material batu bara dalam fraksi agregat halus sampai pada proporsi 1,5% memiliki stabilitas 1.197,22 kg, masih memenuhi persyaratan minimum stabilitas yaitu sebesar 800 kg. Penurunan stabilitas ini terjadi akibat

berkurangnya kadar aspal yang mengikat antar butiran agregat. Berkurangnya kadar aspal yang mengikat antar butiran agregat disebabkan semakin banyaknya kandungan batu bara dalam fraksi agregat halus. Seperti disinggung di atas, butiran batu bara sangat porus, mudah menyerap unsur cair seperti air dan aspal.

Tabel 1.5 Nilai Stabilitas, Flow, dan Marshall Quotient Batu Bara

No	Kadar Batu Bara (%)	Pengujian Marshall		
		Stabilitas (kg)	Flow(mm)	Marshall Quotient (kg/mm)
1	0,00	1.285,80	3,10	405,42
2	0,50	1277,80	2,72	470,36
3	0,75	1250,94	2,33	536,12
4	1,00	1239,43	2,13	580,98
5	1,25	1227,92	1,98	619,12
6	1,50	1197,22	1,90	630,12
Spesifikasi		Min. 800	2 - 4	-

Sumber: DPU Provinsi Bali (2016) dan Hasil Analisis (2016)

Kelelahan (*Flow*)

Tabel 4.5 menunjukkan nilai *flow* berkurang seiring bertambahnya kadar batu bara pada fraksi agregat halus. Pada kondisi campuran tanpa penambahan material batu bara nilai *flow* diperoleh, sebesar 3,1 mm. Penambahan material batu bara proporsi 0,5% pada fraksi agregat halus dapat menurunkan nilai *flow* menjadi 2,72 mm. Pada proporsi material batu bara 1,25%, nilai *flow* sudah tidak memenuhi persyaratan yaitu 1,98 mm sudah berada di bawah batas minimum 2 mm. Fleksibilitas campuran menjadi rendah, atau campuran cenderung

menjadi kaku (*rigid*), sehingga mudah mengalami *fatigue*.

Marshall Quotient

Campuran AC-WC tanpa penambahan material batu bara mencapai nilai 405,42 kg/mm sudah melebihi nilai 400 kg/mm. Pada Tabel 1.5, nilai MQ bertambah naik seiring dengan penambahan material batu bara. Pada proporsi material batu bara 1,5% terhadap fraksi agregat halus, nilai MQ mencapai tertinggi yaitu sebesar 630,12 kg/mm. Tingginya nilai MQ ini terjadi akibat semakin rendahnya nilai *flow* sebagai faktor pembagi terhadap nilai stabilitas.

Menurunnya nilai *flow* disebabkan oleh kurangnya kadar aspal yang mengikat antar butiran agregat akibat diresapnya aspal oleh material batu bara yang porus.

Simpulan

Dari pembahasan di atas, maka dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Material batu bara berkontribusi buruk dalam campuran AC-WC. Hal ini disebabkan batu bara memiliki properties yang buruk, yaitu berat jenis kering (*bulk*), berat jenis kering permukaan (SSD), berat jenis semu (*apparent*), penyerapan sangat buruk, berturut-turut 1,119 gr/cm³, 1,239gr/cm³, dan 1,272gr/cm³, dibandingkan dengan berat jenis agregat halus Ex. Karangasem berturut-turut 2,503gr/cm³, 2,552gr/cm³, dan 2,633gr/cm³. Nilai penyerapannya sangat besar, yaitu 10,659% jauh melampaui persyaratan maks 3%.
2. Material batu bara berkontribusi buruk, dalam campuran AC-WC, yang dapat dilihat dalam prosentase rongga campuran aspal, yaitu:
 - 1) Rongga dalam material agregat (VMA) menjadi bertambah, pada proporsi 1,5% mencapai 15,84%. Dengan kadar aspal tetap 6,3%, menyebabkan nilai rongga dalam campuran (VIM) semakin membesar, dan rongga terisi aspal (VFB) menjadi semakin kecil.
 - 2) Rongga dalam campuran (VIM) semakin membesar seiring dengan penambahan proporsi material batu bara dalam fraksi agregat halus. Pada proporsi 1,0%, nilai VIM sudah mencapai 5,07%, melebihi dari persyaratan yaitu 3% - 5%. Nilai VIM yang semakin besar menyebabkan lapisan AC-WC mudah mengalami retak.
 - 3) Rongga terisi aspal (VFB) semakin menurun dengan bertambahnya proporsi material batu bara dalam fraksi agregat halus. Pada proporsi 1,5%, Nilai VFB mencapai 66,37% masih memenuhi persyaratan spesifikasi.
3. Material batu bara juga memberi pengaruh buruk terhadap nilai stabilitas, *flow* dan *marshall quotient* (MQ), yaitu:
 - 1) Nilai stabilitas campuran AC-WC menurun dengan bertambahnya proporsi material batu bara dalam fraksi agregat halus. Sampai pada proporsi 1,5% nilai stabilitas mencapai 1.197,22 kg masih berada di atas persyaratan minimum 800 kg.
 - 2) Nilai kelelahan (*flow*) dalam campuran AC-WC paling peka terhadap penambahan material batu bara. Nilai *flow* campuran AC-WC semakin menurun dengan bertambahnya proporsi material batu bara dalam fraksi agregat halus. Penambahan material batu bara dengan proporsi 1,25% sudah mencapai 1,98 mm, tidak memenuhi persyaratan *flow* yaitu 2 mm - 4 mm. Nilai *flow* dibawah 2 mm akan menyebabkan campuran AC-WC mudah retak.
 - 3) Nilai *marshall quotient* (MQ) semakin meningkat dengan bertambahnya proporsi material batu bara dalam fraksi agregat halus. Nilai MQ yang semakin tinggi menyebabkan campuran semakin kaku sehingga mudah retak.

Daftar Pustaka

Sumber Buku:

- Direktorat Jenderal Bina Marga (Dirjen BM). 2006. *Spesifikasi Umum 2006*. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum.
- Direktur Jenderal Bina Marga (Dirjen BM). 2009. *Pengaturan Teknis Unit Produksi Campuran Beraspal Panas Menggunakan Bahan Bakar Batubara Untuk Pemanas Agregat*. Surat Edaran No. 04/SE/Db/2009. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum.
- Direktur Jenderal Bina Marga (Dirjen BM). 2010. *Penggunaan Batu Bara Untuk Pemanas agregat pada unit produksi campuran beraspal (AMP)*. Pedoman Bahan Konstruksi

- dan Rekayasa Sipil. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum.
- Direktorat Jenderal Bina Marga (Dirjen BM). 2014. *Spesifikasi Umum 2010 Revisi 3*. Jakarta: Kementerian Pekerjaan Umum.
- Elisabeth, dkk. 2011. *Batu Bara sebagai Alternatif Pengganti Bahan Bakar Minyak pada Campuran Aspal Panas*. Jurnal Ilmiah Media Engineering Vol. 1, No. 2, Juli 2011. Manado: Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sam Ratulangi.
- Mentri Pekerjaan Umum. 2011. *Surat Edaran No. 04/SE/M/2011, Perihal.*. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum
- Sukirman, S. 2003. *Beton Aspal – Campuran Aspal panas*. Edisi Pertama. Jakarta: Granit.
- Sutoyo. 2008. *Sistem Pemanasan AMP dengan bahan Bakar Batu Bara Tidak Mempengaruhi Kinerja Campuran Beraspal*. Surabaya: DPU Bina MArga Provinsi Jawa Timur.
- UPT Balai Peralatan dan Pengujian. 2016. *Properties Agregat Paket Proyek Pemeliharaan Berkala Jalan Provinsi Denpasar-Sanur Sepanjang 1,6 Km. Tahun Anggaran 2016*. Denpasar: Dinas Pekerjaan Umum provinsi Bali.
- Wirahaji dan Oeidyana. 2014. *Resiko Penggunaan Bahan Bakar Batu Bara Pada Pemanasan Agregat dalam Proses Produksi Campuran Aspal Panas*. Jurnal Widya Teknik Vol. 07, No. 02. Oktober 2014. Denpasar: Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Hindu Indonesia.

Sumber Internet:

- Wikipedia. 2016a. *Asphalt Plant*. Tersedia: https://en.wikipedia.org/wiki/Asphalt_plant. [1 April 2016].

PENGARUH INDEKS KEPIPIHAN AGREGAT KASAR DAN SEDANG TERHADAP NILAI MARSHALL PADA PERKERASAN LENTUR JALAN RAYA

I Putu Laintarawan, Ida Bagus Wirahaji, dan I Gst Swandana Putra

Program Studi Teknik Sipil FT UNHI
ltrwn@yahoo.com, jb.wirahaji@gmail.com

ABSTRAK

Agregat merupakan komponen penyusun terbesar pada campuran lapisan aspal beton (Laston). Sekitar 90-95% berat campuran dan 75-85% volume campuran Laston terdiri dari agregat. Oleh sebab itu, karakteristik Marshall dari campuran Laston dalam hal ini campuran asphalt concrete-wearing course (AC-WC) sangat tergantung dari properties agregat penyusunnya. Salah satu dari pengaruh properties agregat terhadap karakteristik Marshall yang menjadi topik dalam penelitian ini adalah sifat kepipihan agregat yang dinyatakan dengan Indeks Kepipihan (IP).

Penelitian ini adalah penelitian eksperimental yang dilakukan di Laboratorium Jalan PT. Adi Murti yang terletak di *base camp* dusun Badeg, Desa Sebudi, Kecamatan Selat, Karangasem. Penelitian menggunakan sampel material agregat Ex. Sebudi Karangasem, dengan job mix formula (JMF) dari paket proyek Pemeliharaan Berkala Jalan Provinsi Semebaung-Bedahulu dan Teges-Bedahulu, Tahun Anggaran 2015. Variasi nilai IP agregat yang digunakan dalam penelitian ini ada 5 (lima) sampel agregat, yaitu: 9,88%, 16,24%, 21,29%, 25,65%, dan 30,09%. Variasi nilai IP ini adalah hasil dari pemeriksaan Laboratorium Dinas Pekerjaan Umum Provinsi Bali. Masing-masing varian nilai IP agregat dibuatkan 3 (tiga) benda uji, kecuali sampel I dengan IP 9,88% merupakan data sekunder.

Hasil penelitian menunjukkan hubungan nilai IP terhadap properties material agregat itu sendiri dan karakteristik Marshall dalam campuran AC-WC. Pengaruh nilai IP agregat terhadap propertiesnya adalah, semakin besar nilai IP agregat, semakin kecil berat jenisnya, semakin besar nilai penyerapan, dan semakin besar pula nilai keausannya. Pada IP 25,65%, abrasi mencapai 41,624% melebihi persyaratan maksimum Spesifikasi 40%. Sedangkan, pengaruhnya terhadap karakteristik Marshall adalah semakin besar nilai IP agregat semakin besar nilai VMA, semakin kecil nilai VFB, semakin besar nilai VIM, semakin kecil nilai stabilitas, semakin kecil nilai flow, dan semakin besar nilai MQ. Pada nilai IP 30,09%, VFB mencapai 64,29% kurang dari persyaratan minimum Spesifikasi 65%. Pada IP 21,29% VIM mencapai 5,16% melebihi batas maksimum spesifikasi 5%. Pada IP 25,65%, *flow* mencapai 1,98%, kurang dari persyaratan minimum spesifikasi 2%. Dengan kadar aspal yang tetap konstan 6,3% dan nilai IP semakin besar, maka campuran AC-WC bersifat makin kaku/rigid, sehingga rentan terhadap *crack* (retak) dan *fatigue* (patah).

Kata Kunci: Indeks Kepipihan, Properties, Karakteristik Marshall, dan Spesifikasi.

I. PENDAHULUAN

Pada struktur perkerasan lentur jalan raya menggunakan aspal sebagai bahan pengikat dalam campuran Laston. Kadar aspal yang digunakan sangat tergantung dari kondisi agregat. Hal ini disebabkan karena agregat merupakan komponen utama dalam campuran Laston. Sekitar 90-95% berat campuran dan 75-85% volume campuran Laston terdiri dari agregat (Sukirman, 2003).

Agregat dalam campuran Laston terdiri dari 3 (tiga) fraksi, yaitu agregat kasar/*coarse aggregate* (CA 2-3) dan (CA 1-2), agregat sedang/*medium aggregate* (MA ½ -1), dan agregat halus/*fine aggregate* (FA 0-½). Tiap-tiap fraksi diproporsikan sedemikian rupa sehingga memenuhi gradasi agregat gabungan (*combine grading*) sesuai dengan yang disyaratkan Spesifikasi Umum 2010 Revisi 3. Dalam campuran Laston *combine grading* yang disyaratkan adalah jenis

gradasi rapat, menerus (*well graded*). Gradasi rapat akan memberikan stabilitas yang tinggi pada campuran Laston. Laston memang diharapkan lebih kaku dari pada Laston (Dirjen BM, 2014).

Untuk mencapai stabilitas yang lebih tinggi, yaitu minimal 800 kg, selain persyaratan *combine grading*, campuran Laston harus pula didukung oleh properties material penyusunnya yang memenuhi persyaratan Spesifikasi Umum 2010 Revisi 3, yaitu properties aspal, agregat, dan filler. Properties agregat antara lain: nilai abrasi, berat jenis, penyerapan, indeks kepipihan dan kelonjongan, angularitas, kandungan lempung dan sebagainya menurut diameter butiran partikel agregat. Kepipihan agregat merupakan bentuk penyimpangan terhadap Spesifikasi, tetapi masih dapat ditoleransi hingga maksimum 10% dari berat total agregat. Campuran Laston yang mengandung lebih dari 10% agregat pipih akan memberikan stabilitas rendah dibawah 800 kg, persyaratan minimum stabilitas Laston.

Agregat pipih merupakan salah satu bentuk batu pecah hasil pemecahan mesin pemecah batu (*stone crusher*) yang menggunakan tipe *Jaw*. Umumnya Penyedia Jasa (kontraktor) di Bali menggunakan mesin pemecah batu tipe *jaw* sebagai pemecahan tahap pertama (*primary crusher*), dan menggunakan mesin pemecah batu tipe *cone* sebagai pemecahan tahap kedua (*secondary crusher*). Pemecahan tahap ketiga (*tertiary crusher*) dapat digunakan mesin pemecah batu tipe silinder (*roll crusher*), pemecah batu tipe batang (*rod mill*), dan pemecah batu tipe bola (*ball mill*) (Thanaya, 2008). Pemecahan tahap ketiga ini tidak ada digunakan oleh Penyedia Jasa di Bali paa instalasi pemecah batu. Umumnya menggunakan *jaw crusher* sebagai *primary crusher* dan *cone crusher* sebagai *secondary crusher* (Core Team, 2014).

Penelitian mengenai pengaruh kepipihan agregat terhadap kinerja perkerasan lentur jalan raya telah dilakukan oleh beberapa peneliti antara lain Aminsyah (2010), Silalahi (2012), Sumiati dan Arfan (2012). Pada penelitian ini akan menggunakan agregat pipih pada agregat kasar (CA) dan agregat sedang (MA) dengan variasi 10%; 15%; 20%; dan 25% pada campuran Laston AC-WC. Agregat yang digunakan adalah

material agregat Ex. Sebudi, Selat, Karangasem sebagai material penyusun campuran AC-WC. Penggunaan material agregat Ex. Sebudi Karangasem ini karena Indeks Kepipihan agregat mencapai 9,88% sesuai data sekunder, yaitu hasil pengujian properties material Paket Proyek Pemeliharaan Berkala Jalan Provinsi Semebaung-Bedahulu dan Teges-Bedahulu Sepanjang 4,26 Km Tahun Anggaran 2015.

Tujuan dan Manfaat Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah bagaimanakah pengaruh Indeks Kepipihan (IP) terhadap nilai properties agregat sebagai material penyusun AC-WC dan pengaruh Indeks Kepipihan (IP) terhadap karakteristik Marshall AC-WC?. Manfaat yang dapat diharapkan dalam penelitian ini adalah sebagai masukan bagi pihak pemerintah sebagai owner agar lebih tegas atau lebih teliti dalam menggunakan agregat pipih dalam campuran Laston.

II. LANDASAN TEORI

Aspal beton campuran panas merupakan salah satu jenis dari lapis perkerasan konstruksi perkerasan lentur. Jenis perkerasan ini merupakan campuran homogen antara agregat dan aspal sebagai bahan pengikat pada suhu tertentu. Menurut Spesifikasi Umum 2010 Revisi 3 Seksi 6.3, pekerjaan campuran aspal panas mencakup pengadaan lapisan padat yang awet berupa lapis perata, lapis pondasi, lapis antara atau lapis aus campuran beraspal panas yang terdiri dari agregat dan bahan aspal yang dicampur secara panas dipusat instalasi pencampuran, serta menghampar dan memadatkan campuran tersebut diatas pondasi atau permukaan jalan yang telah disiapkan sesuai dengan spesifikasi ini dan memuhi garis, ketinggian dan potongan memanjang yang ditunjukkan dalam gambar.

Lapisan aspal beton adalah suatu lapisan pada konstruksi jalan yang terdiri dari campuran aspal keras dan agregat, dicampur dan dihampar dalam keadaan panas serta dipadatkan pada suhu tertentu (Sukirman, 1995). Ciri lainnya adalah memiliki sedikit rongga dalam struktur agregatnya, saling mengunci satu dengan yang lainnya, oleh karena itu aspal beton memiliki sifat stabilitas tinggi dan relatif

kaku. (Menurut Spesifikasi Umum 2010). Sesuai fungsinya Laston (AC) mempunyai 3 macam campuran yaitu:

1. AC Lapis Aus (AC-WC), dengan ukuran maksimum agregat adalah 19 mm.
2. AC Lapis Antara (AC-Binder Coarse, AC-BC), dengan ukuran maksimum agregat adalah 25,4 mm.
3. AC Lapis Pondasi (AC-Base), dengan ukuran maksimum agregat adalah sebesar 37,5 mm.

Karakteristik Marshall

Perilaku campuran lapisan aspal beton dapat diketahui dengan menggunakan alat pemeriksaan Marshall di laboratorium. Secara analitis dapat ditentukan sifat volumetrik dari aspal beton padat, baik yang dipadatkan di laboratorium, maupun di lapangan. Parameter Marshall berupa (Sukirman, 2003):

Kelelahan (*flow*) adalah angka yang menunjukkan besarnya penurunan vertikal pada benda uji yang dinyatakan dalam mm atau 0,01" (*The Asphalt Institute*, 1983). Seperti halnya nilai stabilitas, nilai kelelahan dapat diperoleh langsung melalui pengujian terhadap benda uji dengan alat uji Marshall. Nilai kelelahan dapat dibaca langsung pada arloji kelelahan.

Rongga antar Butiran (VMA) adalah volume rongga yang terdapat di antara partikel agregat suatu campuran yang telah dipadatkan, yang dinyatakan dalam persen (%). Rongga antar butiran ini termasuk juga rongga yang terisi oleh aspal. Volume rongga udara dalam persen dapat ditentukan dengan Rumus 2.1.

$$VIM = 100 \times \left[\frac{Gmm \times Gmb}{Gmm} \right]$$

Dimana:

VIM

= rongga udara campuran padat, persen total campuran, *Gmb*= Berat jenis bulk campuran padat, *Gmm*= Berat jenis maksimum campuran, rongga udara nol.

Rongga dalam Campuran (VIM) adalah volume total udara yang berada di antara partikel agregat yang terselimuti aspal dalam suatu campuran yang telah dipadatkan, dan dinyatakan dalam persen (%) volume bulk (Puslitbang, 2000). Perhitungan VMA

terhadap berat campuran total seperti Rumus 2.2.

$$VMA = 100 - \left[\frac{Gmb \times Ps}{Gsb} \right]$$

Dimana:

VMA = Rongga di antara mineral agregat, persen volume bulk,

Gsb = Berat jenis bulk agregat, *Gmb* = Berat jenis bulk campuran padat, *Ps* = Kadar Agregat, persen total campuran Perhitungan VMA terhadap berat total agregat seperti Rumus 2.3:

$$VMA = 100 - \frac{Gmb}{Gsb} \times \frac{100}{100+Pb} \times 100$$

Dimana

Pb = Kadar aspal, persen total campuran, *Gsb* = Berat jenis bulk, gregat,

Gmb = Berat jenis bulk campuran padat Rongga Terisi Aspal (VFB) adalah bagian dari rongga yang berada diantara mineral agregat (VMA) yang terisi aspal efektif, dinyatakan dalam persen (%). Dalam suatu campuran sudah tentu terdapat rongga (void), dimana rongga ini bisa terisi maupun tidak terisi. Rongga yang tidak terisi, artinya diisi oleh udara. Rongga terisi bisa diisi oleh air, aspal, maupun filler. VFB dapat dicari dengan Rumus 2.4.

$$VFB = 100 \times \frac{VMA-VIM}{VMA}$$

Dimana, VFB = Rongga udara terisi aspal, persen dari VMA.

VMA= Rongga di antara mineral agregat, persen volume bulk,

VIM = rongga udara campuran (2.1) persen total campuran.

Kerapatan adalah berat campuran aspal padat tiap satuan volume dan nilainya menyatakan tingkat kerapatan campuran setelah dipadatkan (Kusharto, 2007). Campuran dengan kerapatan yang tinggi mampu menahan beban yang lebih besar dibandingkan dengan campuran yang mempunyai kerapatan rendah. Makin besar kelas jalan makin memerlukan nilai density yang lebih besar.

Marshall Quotient (MQ) adalah angka yang menunjukkan tingkat kelenturan (*flexibility*) suatu campuran. MQ merupakan rasio nilai

stabilitas dengan kelelahan (flow). ditunjukkan pada Rumus 2.5.

$$MQ = \frac{MS}{MF}$$

Dimana MS = Stabilitas Marshall, dalam kg, MF = Kelelahan Marshall. Dalam mm

Pengujian Campuran Aspal dengan Alat Marshall

Rancangan campuran dengan metode Marshall ditemukan oleh Bruce Marshall, dan telah distandarisasi oleh ASTM maupun AASHTO melalui beberapa modifikasi, yaitu ASTM D 1559-76 atau AASHTO T-245-90. Prinsip dasar Metode Marshall adalah pemeriksaan stabilitas dan kelelahan (flow), serta analisis kepadatan dan pori dari campuran padat yang terbentuk (Algaztmasagala, 2012).

Alat Marshall merupakan alat tekan yang dilengkapi dengan proving ring (cincin penguji) berkapasitas 22,2 KN (5000 lbs) dan flowmeter. Proving ring digunakan untuk mengukur nilai stabilitas, dan flowmeter untuk mengukur kelelahan plastis atau flow. Benda uji Marshall berbentuk silinder berdiameter 4 inci (10,2 cm) dan tinggi 2,5 inci (6,35 cm). Prosedur pengujian Marshall mengikuti SNI 06-2489-1991, atau AASHTO T 245-90, atau ASTM D 1559-76.

III. METODE PENELITIAN

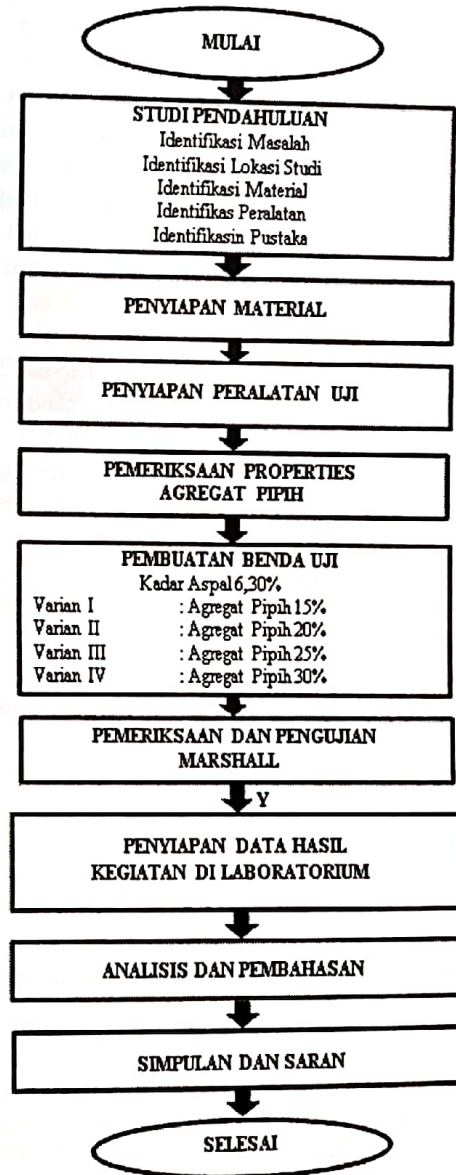
Penelitian ini termasuk jenis penelitian kuantitatif, karena data yang akan dianalisis berupa angka-angka. Penelitian bersifat eksperimental-laboratoris.

Kegiatan dilakukan dalam skala laboratorium dengan membuat benda uji untuk mencari karakteristik Marshall dari campuran AC-WC dengan kandungan agregat pipih dalam berbagai variannya. Hasil-hasil pengujian di laboratorium kemudian dibandingkan dengan hasil-hasil pengujian pada paket Proyek Pemeliharaan Berkala Jalan Provinsi Semebaung-Bedahulu dan Teges-Bedahulu, Tahun Anggaran 2015.

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Aspal Unit Pelayanan Terpadu (UPT) Balai Peralatan dan Pengujian, Dinas Pekerjaan Umum Provinsi Bali, Jalan Cokroaminoto KM 3 Ubung, Denpasar. Kegiatan dimulai dari pengambilan sampel material agregat di lokasi sampai dengan pembuatan laporan

hasil-hasil pengujian di Laboratorium. Sampel material diambil dari lokasi ini yang merupakan produk dari mesin pemecah batu (stone crusher) milik PT. Adi Murti. (2.5)

Penelitian dilakukan sesuai dengan jam kerja para petugas laboratorium UPT. Waktu yang dibutuhkan dalam kegiatan di Laboratorium maksimal 30 hari. Mulai dari kegiatan persiapan agregat sampel yang sudah berada di laboratorium hingga sampai persiapan data hasil-hasil pemeriksaan dan pengujian..



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh Indeks Kepipihan terhadap nilai penyerapan (*absorpsi*). Nilai penyerapan terbesar ditunjukkan oleh agregat yang memiliki Indeks Kepipihan terbesar, yaitu 30,09%. Nilai penyerapan semakin meningkat seiring dengan meningkatnya nilai Indeks Kepipihan. Hal ini disebabkan oleh makin luasnya bidang resapan pada butiran yang pipih. Sehingga, perbandingan berat air yang masuk terhadap berat butiran agregat semakin besar.

Pada Spesifikasi Umum 2010 Revisi 3, batas maksimum penyerapan agregat terhadap air yang diizinkan sebesar 3%. Nilai penyerapan maksimum dalam penelitian ini adalah 2,452%, masih memenuhi syarat. Nilai penyerapan agregat terhadap air, sangat berpengaruh terhadap kebutuhan kadar aspal dalam suatu campuran AC-WC. Semakin besar nilai penyerapan agregat semakin banyak kadar aspal yang dibutuhkan.

Spesifikasi Umum 2010 Revisi 3, memberi persyaratan maksimum keausan sebesar 40%. Pada penelitian ini, persyaratan maksimum sudah terlampaui pada sampel agregat yang memiliki Indeks Kepipihan 25,65%, yaitu sebesar 41,624%. Dengan demikian sampel agregat No. 4 dan sampel No. 5 tidak layak digunakan sebagai material penyusun campuran AC-WC. Sedangkan, sampel agregat No. 3 dengan nilai abrasi sebesar 39,958% mendekati batas maksimum. Demi keamanan konstruksi, sampel No. 3 sebaiknya tidak digunakan sebagai material penyusun campuran AC-WC.

Spesifikasi Umum 2010 Revisi 3 memberi persyaratan batas minimal nilai VMA sebesar 15%, tetapi tidak berarti angka yang jauh melebihi 15% campuran aspal berada dalam kondisi baik. VMA yang besar akan tersedia banyak ruang sehingga diperlukan banyak aspal untuk menjaga nilai VIM yang ideal. VMA yang makin besar apabila diberikan aspal yang tetap 6,30% akan memberikan sifat campuran beton aspal yang rentan terhadap *crack* (retak) dan *fatigue* (patah). Dengan demikian, penggunaan agregat pipih mengakibatkan pemborosan terhadap penggunaan aspal sebagai material pengikat campuran.

Dengan kadar aspal yang tetap 6,30%, semakin besar nilai IP semakin kecil

nilai VFB. Hal ini disebabkan oleh makin besarnya nilai VMA yang terbentuk akibat gabungan sesama agregat pipih.

Spesifikasi Umum 2010 Revisi 3 memberi persyaratan batas minimum nilai VFB sebesar 65%. Tetapi, tidak berarti nilai VFB boleh jauh dari 65%. Karena, bila semakin besar nilai VFB, akan menyebabkan nilai *film thickness* (selimut aspal) makin besar. Aspal yang menyelimuti butiran agregat makin tebal, akan mengurangi gaya saling kunci (*interlocking*) antar agregat. Campuran beton aspal akan rentan mengalami deformasi plastis. Core Team (2014) membatasi nilai maksimum VFB sebesar 70%.

Pada penelitian ini, dengan kadar aspal tetap 6,30% terdapat penurunan nilai VFB. Dan pada Indeks Kepipihan 30,09% mendapat nilai VFB 64,29%, berada di bawah persyaratan batas minimum 65%. Nilai VFB yang kecil pada waktu relatif dini akan terjadi *crack* (retak) dan *fatigue* (patah). Regangan tarik yang berulang-ulang dari beban lalu lintas yang terjadi melebihi kapasitas regangan tarik bahan.

Pengaruh Indeks Kepipihan terhadap nilai rongga dalam campuran/*voids in mix* (VIM). Seperti halnya nilai VMA dan VFB, nilai VIM dihitung pada campuran beton aspal dalam kondisi padat. Hubungan yang ditunjukkan adalah semakin besar nilai Indeks Kepipihan semakin besar pula nilai dengan kadar aspal yang konstan 6,30%. Spesifikasi Umum 2010 Revisi 3 memberi persyaratan nilai VIM dalam interval 3,0 – 5,0%. Artinya, apabila suatu campuran aspal nilai VIM kurang dari 3,0%, maka campuran akan rentan terhadap deformasi plastis. Sebaliknya, bila melebihi 5,0%, suatu campuran akan rentan terhadap *crack* (retak) dan *fatigue* (patah).

Dalam penelitian ini, diperoleh hasil bahwa nilai VIM terlampaui mulai dari nilai Indeks Kepipihan 21,29% dengan nilai VIM 5,16% dan pada nilai IP 30,09% nilai VIM mencapai 6,92%. Hal ini menunjukkan, bahwa dengan nilai IP yang meningkat dan kadar aspal yang tetap konstan 6,30%, maka terbentuk VMA yang besar, sehingga nilai VFB kecil, akibatnya nilai VIM makin besar. VIM berbanding terbalik dengan VFB.

Dengan demikian, campuran AC-WC dengan nilai IP sebesar 21,29%,

25,65%, dan 30,09% tidak memenuhi persyaratan dalam Spesifikasi Umum 2010 Revisi 3, sehingga tidak layak digunakan sebagai material penyusun campuran AC-WC. Apabila tetap digunakan, maka campuran AC-WC akan rentan terhadap gejala *crack* (retak) dan *fatigue* (patah).

Dengan kadar aspal yang tetap konstan 6,30% menyebabkan nilai VIM semakin besar, karena nilai VFB semakin kecil. Nilai VIM yang makin besar menyebabkan campuran beton aspal semakin kaku, sehingga rentan terhadap gejala *crack* (retak) dan *fatigue* (patah).

Spesifikasi Umum 2010 Revisi 3 memberi persyaratan nilai flow dalam interval 2 – 4 mm. Dalam penelitian ini, nilai *flow* semuanya berada dekat dengan batas bawah 2 mm. Pada nilai Indeks Kepipihan 25,65% menghasilkan campuran AC-WC dengan nilai *flow* sebesar 1,98% di bawah persyaratan minimum. Demikian juga pada nilai IP 30,09% menghasilkan campuran AC-WC dengan nilai *flow* yang lebih kecil, yaitu 1,82%. Dengan demikian, agregat pada campuran AC-WC dengan nilai IP 25,65% dan 30,09% tidak layak digunakan sebagai material penyusun campuran beton aspal. Dalam hal ini campuran AC-WC.

Spesifikasi Umum 2010 Revisi 3 memberi persyaratan minimum nilai MQ sebesar 250 kg/mm. Meskipun, tidak membatasi nilai maksimum bukan berarti nilai MQ bisa sebesar-besarnya, karena sifat jalan beton aspal itu adalah lentur/fleksibel. Nilai ideal MQ misalnya, bila nilai stabilitas suatu campuran beton aspal 825 kg (syarat: min 800 kg), dan nilai *flow* idealnya 3,0 mm (nilai tengah 2 – 4 mm), maka nilai MQ sebesar 275 kg/mm. Core Team (2014) membatasi nilai maksimum MQ adalah sebesar 300 kg/mm, untuk menjaga kelenturan/fleksibilitas jalan lentur.

V. SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Adapun simpulan dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Nilai Indeks Kepipihan (IP) agregat material penyusun AC-WC mempengaruhi nilai propertiesnya, yaitu:
 - 1) Semakin besar nilai IP agregat semakin kecil nilai berat jenis

agregat, yaitu berat jenis *bulk*, SSD, dan *Apparent*. Di mana, nilai berat jenis sudah tidak dimasukkan dalam persyaratan Spesifikasi Umum 2010 Revisi 3.

- 2) Semakin besar nilai IP agregat semakin besar pula nilai penyerapan/absorpsi suatu agregat. Dalam penelitian ini, semua nilai penyerapan memenuhi persyaratan Spesifikasi Umum 2010 Revisi 3, di bawah 3%.
- 3) Semakin besar nilai IP agregat semakin besar pula nilai keausan/abrasi suatu agregat. Dalam penelitian ini, agregat dengan nilai IP 25,65% memiliki nilai abrasi 41,624%, lebih dari persyaratan minimum Spesifikasi Umum 2010 Revisi 3, yaitu min 40%. Demikian juga, agregat dengan nilai IP 30,09% memiliki nilai abrasi 45,517%.

2. Nilai Indeks Kepipihan (IP) agregat material penyusun AC-WC mempengaruhi karakteristik Marshall campuran AC-WC, yaitu:

- 1) Semakin besar nilai IP agregat semakin besar pula nilai VMA dengan kadar aspal yang tetap konstan 6,3%. Hal ini disebabkan butiran agregat yang pipih membentuk rongga yang lebih banyak dalam campuran beton aspal.
- 2) Semakin besar nilai IP agregat semakin kecil nilai VFB. Dengan kadar aspal yang tetap konstan 6,3%, di mana nilai VMA makin besar, maka makin sedikit persentase rongga dalam agregat (VMA) yang terisi aspal. Sampel agregat ke-5 dengan nilai IP 30,09% memiliki nilai VFB 64,29%, kurang dari persyaratan Spesifikasi Umum 2010 Revisi 3, minimum 65%. Akibatnya, campuran AC-WC rentan mengalami gejala *crack* (retak) dan *fatigue* (patah).
- 3) Semakin besar nilai IP agregat semakin besar nilai VIM campuran, pada kadar aspal yang tetap konstan 6,3%. Nilai VIM terlampaui pada

- sampel agregat No. 3, 4 dan 5, masing-masing nilai VIM 5,16%; 5,48%; dan 6,92%. Campuran AC-WC rentan mengalami gejala *crack* (retak) dan *fatigue* (patah).
- 4) Semakin besar nilai IP agregat semakin kecil nilai stabilitas campuran, dengan kadar aspal yang tetap konstan 6,3%. Hal ini disebabkan campuran kekurangan kadar aspal karena makin banyaknya terbentuk rongga antar agregat (VMA). Nilai stabilitas dalam penelitian ini semuanya memenuhi persyaratan minimal 800 kg.
 - 5) Semakin besar nilai IP agregat semakin kecil nilai *flow* campuran, dengan kadar aspal yang tetap 6,3%. Dalam penelitian ini, sampel No. 4 dan 5 sudah tidak memenuhi Spesifikasi Umum Revisi 3 dengan interval 2 – 4 mm. Campuran AC-WC memiliki sifat kelenturan/fleksibilitas yang rendah rentan mengalami gejala *crack* (retak) dan *fatigue* (patah).
 - 6) Semakin besar nilai IP agregat semakin besar nilai *Marshall Quotient* (MQ). Dalam penelitian ini, nilai MQ memenuhi spesifikasi, tetapi jauh melebihi batas minimum. Campuran bersifat kaku/rigid, rentan mengalami gejala *crack* (retak) dan *fatigue* (patah).

Saran

Adapun saran dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Mengingat pengaruh dari nilai Indeks Kepipihan (IP) suatu agregat cukup signifikan, maka ketelitian dalam melakukan pemeriksaan IP agregat harus diawasi oleh konsultan supervisi, mulai dari pemeriksaan sertifikat kalibrasi alat uji, petugas laboratorium, dan metode kerjanya.
2. Dapat dilanjutkan dengan meneliti menggunakan beberapa *quarry* sampel agregat, variasi kadar aspal, dan variasi proporsi material penyusun AC-WC.

DAFTAR PUSTAKA

- Alizar. 2012. *Teknologi Bahan Konstruksi*. Jakarta: Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Mercu Buana.
- Aminsyah, M. 2010. *Pengaruh Kepipihan dan Kelonjongan Agregat Terhadap Pengerasan Lentur Jalan Raya*. Jurnal Rekayasa Sipil, Volume 6 No. 1, Pebruari 2010. Padang: Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Andalas.
- Badan Standarisasi Nasional (BSN). 1990. Standar Nasional Indonesia (SNI) 03-1969-1990 tentang *Metode Pengujian Berat Jenis Dan penyerapan air agregat halus*. Jakarta: Direktorat Jenderal Bina Marga.
- Badan Standarisasi Nasional (BSN). 1991. Standar Nasional Indonesia (SNI) 06-2489-1991 tentang *Metode Pengujian Campuran Aspal dengan Alat Marshall*. Jakarta: Direktorat Jenderal Bina Marga.
- Core Team Bina Marga Bali. 2014. *Laporan Kunjungan AMP dan Evaluasi Job mix Formula 2014*. Denpasar: Satuan Kerja Perencanaan dan Pengawasan Jalan Nasional Provinsi Bali.
- Dinas Pekerjaan Umum (DPU) Provinsi Bali. 2015. *Jox Mix Formula AC-WC Proyek Pemeliharaan Berkala Jalan Provinsi Semebaung-Bedahuilu dan Teges-Bedehulu*. Denpasar: Pemerintah Provinsi Bali.
- Direktorat Jenderal Bina Marga (Dirjen BM). 2014. *Spesifikasi Umum 2010 Revisi 3*. Jakarta: Kementerian Pekerjaan Umum.
- Hadi, A. 2011. *Karakteristik Campuran Aspalh Concrete-Wearing Course (AC-WC) Dengan Penggunaan Abu Vulkanik dan Abu Batu Sebagai Filler*. Jurnal Rekayasa Vol. 15 NO.1, April 2011. Lampung: Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lampung.
- Hidayat, Rahmat. 2013. *Pengaruh Kepipihan agregat pada perkerasan lentur jalan raya*

- terhadap parameter marshall. Lampung: Fakultas Teknik Universitas Lampung.
- Kusharto, H. 2007. *Pengaruh Gradasi Agregat Terhadap Perilaku Campuran Beton Aspal*. Jurnal Teknik Sipil dan Perencanaan No. 1, Volume 9 Januari 2007. Semarang: Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang (UNNES)
- Laboratorium Inti Jalan Raya. 2012. *Panduan Praktikum Pelaksanaan Perkerasan Jalan (PPJ)*. Lampung. Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lampung.
- Pusat Penelitian dan Pengembangan (Puslitbang) Teknologi Prasarana Jalan. 2000. *Pedoman Perencanaan Campuran Beraspal panas dengan Pendekatan Kepadatan Mutlak*. Bandung: Departemen Pemukiman dan Pengembangan Wilayah.
- Soadang, H. 2005. *Konstruksi Jalan Raya*. Buku 2 Perancangan Perkerasan Jalan Raya. Bandung: Nova.
- Silalahi, Andreas Partogi. 2012. *Pengaruh Indeks Kepipihan Agregat Terhadap Karakteristik Campuran Aspal Bituplus*. Skripsi. Jakarta: Prgram Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Indonesia
- Sukirman, S. 1995. *Perkerasan Lentur Jalan Raya*. Jakarta: Granit
- Sukirman, S. 2003. *Beton Aspal – Campuran Aspal panas*. Edisi Pertama. Jakarta: Granit.
- Sumiati dan Arfan. 2012. *Variasi Agregat Pipih Terhadap Karakteristik Aspal Beton (AC-BC)*. Jurnal PILAR Teknik Sipil, Vol 7, No. 2, Sepetember 2012. Palembang: Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Sriwijaya.
- Thanaya, A. 2008. *Perkerasan Jalan*. Modul Mata Kuliah Konstruksi Perkerasan Jalan Raya. Denpasar: Program Studi Teknik SIpil Fakultas Teknik Universitas Udayana.
- The Asphalt Institute. 1983. *Asphalt Technology and Contruction Practices-Educational Series No. 1* Second Edition. Marayland.
- UU No. 38 tahun 2004. *Tentang Jalan*.
- UPT Balai Peralatan dan Pengujian. 2016. *Properties Agregat Paket Pekerjaan Pemeliharaan Berkala Jalan Provinsi Semebaung – Bedahulu dan Teges – Bedahulu Sepanjang 4,26 Km. Tahun Anggaran 2015*. Denpasar: Dinas Pekerjaan Umum Provinsi Bali.
- Algaztmasagala. 2012. *Pengujian Aspal Dengan Metode Marshall*. <https://algaztmasagala.wordpress.com/2012/04/20/pengujian-aspal-dengan-metode-marshall/>. [14 September 2014]
- Condeng Rachmat. 2014. *Jenis-jenis Crusher dan cara kerjanya*. <http://antekshared.blogspot.co.id/2014/03/jenis-jenis-crusher-dan-cara-kerjanya.html>. [25 Mei 2016]
- Gunadarma. 2010. *Bab 3 Material Konstruksi Pekerasan Lentur*. http://elearning.gunadarma.ac.id/docmodul/rekayasa_jalan_raya_2/bab_3_material_konstruksi_perkerasan_lentur.pdf. [19 Juli 2014]
- Sugianto. 2014. *Alat Laboratorium Teknik Sipil*. <http://alatlabtekniksipil.indonetwo rk.co.id/1068840/marshall-test-set-bi-320.htm>. [14 September 2014]
- Wikipedia. 2013. *Definisi atau pengertian mesin stone crusher*. <http://caramaster.blngspot.co.id/2013/07/cara-mesin-stone-cruser-plantpemecah.html>. [25 Mei 2016]

ANALISA PENERAPAN *VALUE ENGINEERING* TERHADAP STRUKTUR BETON BERTULANG PADA PROYEK PEMBANGUNAN GEDUNG KELAS SMP NEGERI 4 DENPASAR

I Gede Sastra Wibawa¹, I Wayan Suasira², Made Tapayasa³, Anom Santiana⁴

Jurusan Teknik Sipil, D4 Manajemen Proyek Konstruksi
Politeknik Negeri Bali
Bukit Jimbaran, P.O.Box 1064 Tuban Badung-Bali
Phone : +62-361-701981, Fax : +62-361-701128
E-mail : sinta.widhiarti@yahoo.com

ABSTRAK

Pekerjaan struktur beton bertulang merupakan salah satu komponen bangunan yang memiliki biaya atau bobot yang cukup besar dalam pembuatan suatu bangunan, oleh karena itu perlu dilakukan *Value Engineering* yang merupakan salah satu teknik untuk mengendalikan biaya menggunakan pendekatan analisa nilai terhadap fungsinya. Analisa *Value Engineering* dalam menggunakan pendekatan analisa nilai terhadap fungsinya. Analisa *Value Engineering* dalam penelitian ini menggunakan *four job plans* antara lain: tahap informasi, tahap kreatif, tahap analisis, dan tahap rekomendasi. Dari tahapan tersebut didapatkan hasil penghematan pekerjaan pondasi sebesar Rp.9.060.609,74 atau 6,55%, pekerjaan kolom sebesar Rp59.074.454,24 atau 38,66%, pekerjaan balok sebesar Rp.97.312.699,09 atau 43,32%, dan pekerjaan plat sebesar Rp.28.519.140,18 atau 20,72%. Sehingga menghasilkan penghematan biaya pekerjaan struktur beton bertulang sebesar Rp 193.966.903,24 atau 29,68% dari Rp 653.472.381,47. Penelitian ini dapat disimpulkan bahwa penerapan *Value Engineering* pada Pembangunan Gedung Kelas SMP Negeri 4 Denpasar dapat memperkecil biaya pekerjaan yang direncanakan.

Kata Kunci : *Value Engineering*, *Four Job Plans*, Struktur Beton Bertulang, Penghematan Biaya

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kebutuhan akan optimasi dan efektifitas pendanaan proyek membutuhkan teknik dan pengendalian proyek yang terencana dengan baik. Dalam kegiatan suatu proyek akan mendapatkan banyak masalah seperti penggunaan material yang boros, tenaga kerja yang kurang terampil dan waktu penyelesaian proyek yang tidak tepat waktu sehingga dapat menyebabkan pemborosan pada biaya yang tidak sesuai rencana.

Permasalahan yang terjadi cenderung pada luas lahan yang tersedia, anggaran dana sebagai acuan design dan standarisasi yang harus dipenuhi. Bangunan gedung kelas ini dapat terealisasi dengan kemampuan APBD yang ada. Anggaran biaya suatu proyek yang memiliki nilai besar terdapat beberapa item pekerjaan yang biaya pengerjaannya memiliki pengaruh yang besar pada biaya proyek secara keseluruhan. Biaya pada item-item pekerjaan tersebut dipengaruhi dari beberapa aspek, diantaranya dilihat dari segi

bahan, cara pengerjaan, jumlah tenaga kerja, waktu pelaksanaan dan lain-lain.

Aspek pembiayaan yang besar menjadi pusat perhatian untuk dilakukan analisa kembali dengan tujuan untuk mencari penghematan. Hal tersebut memunculkan banyak alternatif-alternatif yang dijadikan dasar pemikiran untuk melakukan kajian yang sifatnya tidak mengoreksi kesalahan-kesalahan yang dibuat perencana maupun mengoreksi perhitungannya namun lebih mengarah pada penghematan biaya yang akan diperoleh dari modifikasi terhadap elemen bagian gedung. Oleh karena itu diperlukan adanya suatu analisa *Value Engineering* agar biaya-biaya dan usaha-usaha yang tidak diperlukan atau tidak mendukung dapat dihilangkan sehingga nilai atau biaya proyek tersebut dapat berkurang

1.2 Rumusan Masalah

Dengan latar belakang yang telah diuraikan di atas maka permasalahan yang

diangkat dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana menentukan alternatif - alternatif desain dan bahan dalam aplikasi *Value Engineering* yang dapat membuat perencanaan anggaran biaya lebih efisien ?
2. Seberapa besar efisiensi yang didapat pada proyek Pembangunan Gedung SMP Negeri 4 Denpasar dengan menggunakan analisis *Value Engineering*?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Mengetahui alternatif mutudan dimensi yang dapat dipakai dalam aplikasi *Value Engineering* terhadap komponen - komponen pada bangunan yang sesuai dengan kriteria *Value Engineering* yaitu harus efektif dan efisien.
2. Mengetahui seberapa besar efisiensi biaya yang terjadi pada Proyek Pembangunan Gedung Kelas SMP Negeri 4 Denpasar dengan penerapan *Value Engineering*.

1.4 Manfaat Penelitian

Dengan melakukan analisa *Value Engineering* diharapkan dapat memberikan manfaat, antara lain :

1. Memberikan informasi atau rekomendasi kepada pemilik proyek mengenai alternatif-alternatif apa saja yang dapat mengefisienkan biaya untuk pekerjaan beton bertulang pada suatu proyek.
2. Menunjukkan seberapa besar efisiensi biaya yang dapat diterapkan pada Proyek Pembangunan Gedung Kelas SMP Negeri 4 Denpasar.

1.5 Ruang Lingkup

Dalam hal ini penulis akan mengangkat proyek Pembangunan Gedung Kelas SMP Negeri 4 Denpasar sebagai objek untuk tugas akhir dimana penulis akan menganalisa *Value Engineering* pada proyek tersebut. Adapun beberapa hal yang akan dibahas dalam tugas akhir ini yaitu :

1. Analisis *Value Engineering* hanya dilakukan pada pekerjaan struktur beton bertulang.
2. Penentuan alternatif yang terbaik dari semua alternatif, memakai nilai biaya

terendah dari semua alternatif yang muncul.

1.6 TINJAUAN PUSTAKA

1. Pengertian *Value Engineering*

Value Engineering adalah usaha yang teorganisir secara sistematis dan mengaplikasikan suatu teknik yang telah diakui, yaitu teknik mengidentifikasi fungsi produk atau jasa yang bertujuan memenuhi fungsi yang diperlukan dengan harga terendah.

2. Rencana Kerja *Value Engineering*

Adapun tahapan-tahapan *Value Engineering* dengan menggunakan *Four Phase Job Plan* antara lain:

a. Tahap Informasi

Tahap informasi merupakan tahap awal dalam rencana kerja *Value Engineering* yang bertujuan untuk mengumpulkan data-data yang berhubungan dengan item-item pekerjaan dan batas-batasnya.

b. Tahap Kreatif

Tahap ini bertujuan menghasilkan ide-ide inovatif dengan cara/alternatif lain untuk menjalankan fungsi-fungsi bangunan gedung

c. Tahap Analisis

Tahap ini bertujuan untuk mengurangi jumlah ide yang telah dihasilkan pada tahap kreatif menjadi sebuah daftar yang hanya memuat ide-ide yang paling berpotensi meningkatkan nilai proyek.

d. Tahap Rekomendasi

Tahap ini bertujuan menawarkan atau memberikan laporan mengenai seluruh tahap sebelumnya dalam rencana *Value Engineering* kepada pihak manajemen atau pemberi tugas untuk dapat diputuskan apakah desain yang dipilih mampu dan baik untuk dilakukan.

3. Estimasi Biaya Konstruksi

Estimasi Biaya Konstruksi adalah perhitungan banyaknya biaya yang diperlukan untuk bahan dan upah, serta biaya-biaya lain yang berhubungan dengan pembangunan/proyek tersebut.

4. Struktur Bangunan Gedung

Sesuatu yang berhubungan erat dengan konstruksi dan system pembebanan gaya-gaya yang bekerja pada bangunan sehingga suatu bangunan dapat berdiri kokoh tanpa

ada kerusakan yang berarti akibat beban-beban tersebut.

5. Beton Bertulang

Beton bertulang merupakan gabungan logis dari dua jenis bahan: beton polos, yang memiliki kekuatan tekan yang tinggi akan tetapi kekuatan tarik yang rendah, dan batangan-batangan baja yang ditanamkan di dalam beton dapat memberikan kekuatan tarik yang diperlukan serta diaplikasikan pada komponen struktur bangunan gedung diantaranya struktur pondasi, sloop, kolom, balok, plat dan ring balok.

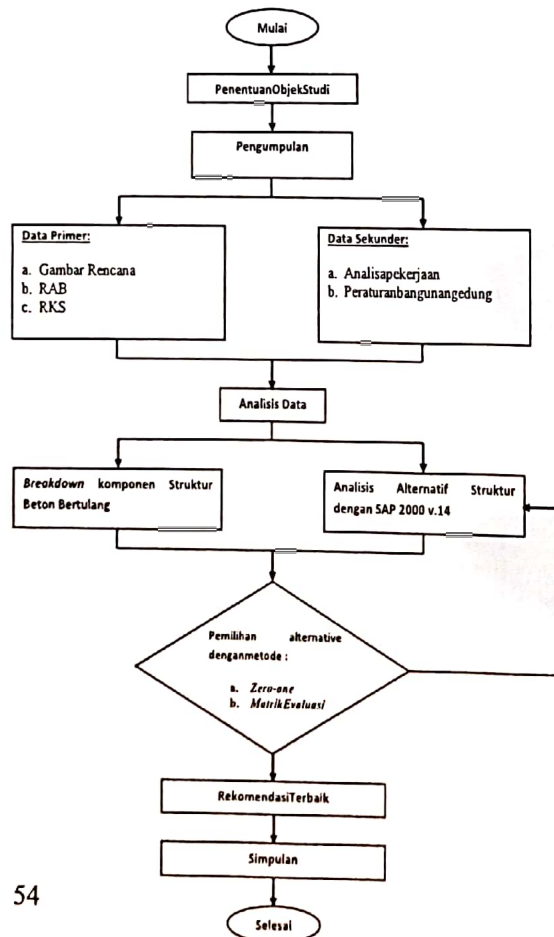
6. SAP 2000

Menurut Wigroho (2001), SAP2000 adalah perangkat lunak yang dikeluarkan oleh CSI (Computer and Struktur, Inc) untuk analisis dan desain struktur yang berorientasi obyek sertamerupakan program versiterakhir yang paling lengkap dan iseri-seri program analisis struktur SAP terdahulu.

II. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Rancangan Penelitian

Dalam studi penelitian ini akan mengangkat proyek pembangunan Gedung SMP Negeri 4 Denpasar.



2.2 Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada proyek pembangunan Gedung SMP Negeri 4 Denpasar yang berlokasi di Jalan Gunung Agung, Denpasar, Bali.

2.3 Jenis dan Sumber Data

Data-data tersebut bersumber dari lapangan dan instansi terkait.

1. Data Primer adalah data yang diperoleh langsung dari subyek penelitian.
2. Data Sekunder adalah data yang diperoleh dari pihak lain tidak langsung dari subyek penelitian.

2.4 Metode Pengumpulan Data

Pengumpulan data dapat dilakukan dengan cara berikut ini :

1. Metode Pengambilan Data Primer
Metode pengambilan data primer dilakukan dengan cara survey langsung pada konsultan maupun pelaksana yang menangani proyek tersebut.
2. Metode Pengambilan Data Sekunder
Metode pengambilan data sekunder dilakukan dengan cara survey langsung pada instansi-instansi atau perusahaan-perusahaan yang dianggap berkepentingan.

2.5 Variabel Penelitian

Pada penelitian ini, variable yang digunakan adalah dengan mencari alternatif-alternatif yang berpotensi menghemat biaya baik dari alternatif mutu yang digunakan maupun metode pekerjaannya.

2.6 Pengolahan dan Analisis Data

Pengolah data-data dilakukan dengan cara four job plans yang terdiri dari tahap informasi, tahap krestif, tahap analisis, dan tahap rekomendasi.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Teknik Pengidentifikasi Pekerjaan yang Akan Dianalisis Menggunakan Value Engineering

Tabel 1 Rekapitulasi Biaya Proyek

No	Uraian Pekerjaan	KU	Jumlah	Biaya Satuan	Biaya Total
01	SIANGI	01	1.000	1.000	1.000
02	SIANGI	01	1.000	1.000	1.000
03	SIANGI	01	1.000	1.000	1.000
04	SIANGI	01	1.000	1.000	1.000
05	SIANGI	01	1.000	1.000	1.000
06	SIANGI	01	1.000	1.000	1.000
07	SIANGI	01	1.000	1.000	1.000
08	SIANGI	01	1.000	1.000	1.000
09	SIANGI	01	1.000	1.000	1.000
10	SIANGI	01	1.000	1.000	1.000
11	SIANGI	01	1.000	1.000	1.000
12	SIANGI	01	1.000	1.000	1.000
13	SIANGI	01	1.000	1.000	1.000
14	SIANGI	01	1.000	1.000	1.000
15	SIANGI	01	1.000	1.000	1.000
16	SIANGI	01	1.000	1.000	1.000
17	SIANGI	01	1.000	1.000	1.000
18	SIANGI	01	1.000	1.000	1.000
19	SIANGI	01	1.000	1.000	1.000
20	SIANGI	01	1.000	1.000	1.000
21	SIANGI	01	1.000	1.000	1.000
22	SIANGI	01	1.000	1.000	1.000
23	SIANGI	01	1.000	1.000	1.000
24	SIANGI	01	1.000	1.000	1.000
25	SIANGI	01	1.000	1.000	1.000
26	SIANGI	01	1.000	1.000	1.000
27	SIANGI	01	1.000	1.000	1.000
28	SIANGI	01	1.000	1.000	1.000
29	SIANGI	01	1.000	1.000	1.000
30	SIANGI	01	1.000	1.000	1.000
31	SIANGI	01	1.000	1.000	1.000
32	SIANGI	01	1.000	1.000	1.000
33	SIANGI	01	1.000	1.000	1.000
34	SIANGI	01	1.000	1.000	1.000
35	SIANGI	01	1.000	1.000	1.000
36	SIANGI	01	1.000	1.000	1.000
37	SIANGI	01	1.000	1.000	1.000
38	SIANGI	01	1.000	1.000	1.000
39	SIANGI	01	1.000	1.000	1.000
40	SIANGI	01	1.000	1.000	1.000
41	SIANGI	01	1.000	1.000	1.000
42	SIANGI	01	1.000	1.000	1.000
43	SIANGI	01	1.000	1.000	1.000
44	SIANGI	01	1.000	1.000	1.000
45	SIANGI	01	1.000	1.000	1.000
46	SIANGI	01	1.000	1.000	1.000
47	SIANGI	01	1.000	1.000	1.000
48	SIANGI	01	1.000	1.000	1.000
49	SIANGI	01	1.000	1.000	1.000
50	SIANGI	01	1.000	1.000	1.000
51	SIANGI	01	1.000	1.000	1.000
52	SIANGI	01	1.000	1.000	1.000
53	SIANGI	01	1.000	1.000	1.000
54	SIANGI	01	1.000	1.000	1.000
55	SIANGI	01	1.000	1.000	1.000
56	SIANGI	01	1.000	1.000	1.000
57	SIANGI	01	1.000	1.000	1.000
58	SIANGI	01	1.000	1.000	1.000
59	SIANGI	01	1.000	1.000	1.000
60	SIANGI	01	1.000	1.000	1.000
61	SIANGI	01	1.000	1.000	1.000
62	SIANGI	01	1.000	1.000	1.000
63	SIANGI	01	1.000	1.000	1.000
64	SIANGI	01	1.000	1.000	1.000
65	SIANGI	01	1.000	1.000	1.000
66	SIANGI	01	1.000	1.000	1.000
67	SIANGI	01	1.000	1.000	1.000
68	SIANGI	01	1.000	1.000	1.000
69	SIANGI	01	1.000	1.000	1.000
70	SIANGI	01	1.000	1.000	1.000
71	SIANGI	01	1.000	1.000	1.000
72	SIANGI	01	1.000	1.000	1.000
73	SIANGI	01	1.000	1.000	1.000
74	SIANGI	01	1.000	1.000	1.000
75	SIANGI	01	1.000	1.000	1.000
76	SIANGI	01	1.000	1.000	1.000
77	SIANGI	01	1.000	1.000	1.000
78	SIANGI	01	1.000	1.000	1.000
79	SIANGI	01	1.000	1.000	1.000
80	SIANGI	01	1.000	1.000	1.000
81	SIANGI	01	1.000	1.000	1.000
82	SIANGI	01	1.000	1.000	1.000
83	SIANGI	01	1.000	1.000	1.000
84	SIANGI	01	1.000	1.000	1.000
85	SIANGI	01	1.000	1.000	1.000
86	SIANGI	01	1.000	1.000	1.000
87	SIANGI	01	1.000	1.000	1.000
88	SIANGI	01	1.000	1.000	1.000
89	SIANGI	01	1.000	1.000	1.000
90	SIANGI	01	1.000	1.000	1.000
91	SIANGI	01	1.000	1.000	1.000
92	SIANGI	01	1.000	1.000	1.000
93	SIANGI	01	1.000	1.000	1.000
94	SIANGI	01	1.000	1.000	1.000
95	SIANGI	01	1.000	1.000	1.000
96	SIANGI	01	1.000	1.000	1.000
97	SIANGI	01	1.000	1.000	1.000
98	SIANGI	01	1.000	1.000	1.000
99	SIANGI	01	1.000	1.000	1.000
100	SIANGI	01	1.000	1.000	1.000

Sumber :Hasil Analisis

Tabel 2 Breakdown Pekerjaan Struktur Beton Bertulang

No	Uraian Pekerjaan	Biaya
1	Pekerjaan Pondasi Beton Pile	Rp 71.568.831,90
2	Pekerjaan Pile Cap 120cm x 90 cm	Rp 33.505.615,90
3	Pekerjaan Pile Cap 90cm x 90 cm	Rp 7.327.606,95
4	Pekerjaan Tulang	Rp 52.794.726,82
5	Pekerjaan Tumpuan	Rp 25.810.289,93
6	Pekerjaan Balok	Rp 98.822.263,14
7	Pekerjaan Pelat	Rp 37.645.047,73
	TOTAL	Rp 453.472.381,47
	Biaya Total Proyek Kembangkan	Rp 1.585.028.374,62
	Perumahan	41.228*94

Sumber :Hasil Analisis

3.2 Tahapan Dalam Analisis Value Engineering Pada Pekerjaan Struktur Beton Bertulang

Rencana kerja Value Engineering pada Proyek Pembangunan Gedung Kelas SMP Negeri 4 Denpasar dalam penelitian ini melalui 4 tahap sebagai berikut :

1. Tahap Informasi

Pada tahap informasi dilakukan penggalan data informasi sebanyak mungkin mengenai desain perencanaan struktur Gedung Kelas SMP Negeri 4 Denpasar, Rencana Anggaran Biaya, dan analisa fungsi pekerjaan struktur beton bertulang pembangunan gedung tersebut.

2. Tahap Kreatif

Pada tahap ini akan dimunculkan dua alternatif sebagai pembandingan perencanaan awal yang sudah ada.

a. Tahap Kreatif Pada Pekerjaan Pondasi

1. Alternatif I : Menggunakan Pile Cap dengan mutu beton K – 175 Tebalpoer

= 40 cm

Mutu baja tulangan pokok = 400 Mpa

Mutu baja tulangan sengkang = 240 Mpa

2. Alternatif II : Menggunakan Pile Cap dengan mutu beton K – 300 Tebalpoer = 30 cm

Mutu baja tulangan pokok = 400 Mpa

Mutu baja tulangan sengkang = 240 Mpa

b. Tahap Kreatif Pada Pekerjaan Kolom

1. Alternatif I : Menggunakan kolom persegi dengan mutu beton K - 175 Dimensi

:

K1 = 40cm x 40cm

K2 = 30cm x 30cm

K3 = 25cm x 25cm

Mutu baja tulangan pokok = 400 Mpa

Mutu baja tulangan sengkang = 240 Mpa

2. Alternatif II : Menggunakan kolom persegi dengan mutu beton K - 300 Dimensi

:

K1 = 35cm x 35cm

K2 dan K3 = 25cm x 25cm

Mutu baja tulangan pokok = 400 Mpa

Mutu baja tulangan sengkang = 240 Mpa

c. Tahap Kreatif Pada Pekerjaan Balok

1. Alternatif I : Menggunakan balok dengan mutu beton K -175
Dimensi:
SL = 20cm x 30cm
B1 = 30cm x 60cm
B2 = 30cm x 40cm
RB = 20cm x 30cm
Mutu baja tulangan pokok = 400 Mpa
Mutu baja tulangan sengkang = 240 Mpa
2. Alternatif II : Menggunakan balok dengan mutu beton K - 300
Dimensi:
SL = 20cm x 25cm
B1 = 25cm x 45cm
B2 = 25cm x 35cm
RB = 20cm x 30cm

Mutu baja tulangan pokok = 400 Mpa
Mutu baja tulangan sengkang = 240 Mpa

- d. Tahap Kreatif Pada Pekerjaan Plat
 1. Alternatif I : Menggunakan plat dengan mutu beton K - 175
Tebal plat = 12 cm
Diameter tulangan = 8 mm
Mutu baja tulangan = 240 Mpa
 2. Alternatif II : Menggunakan plat dengan mutu beton K -300
Tebal plat = 12 cm
Diameter tulangan = 8 mm
Mutu baja tulangan = 240 Mpa

3. Tahap Analisis

Tabel 3 Analisa Fungsi Pekerjaan Pondasi

No.	Uraian	Kata Kerja	Fungsi Kata Benda	Jenis	Cost	Worth 1	Worth 2
1	Bored Pile	Meneruskan	Beban	P	Rp40,831,221.95	Rp47,769,336.58	Rp69,950,331.50
2	Pile Cap	Meneruskan	Beban	P	Rp90,746,376.00	Rp81,293,628.50	Rp53,696,152.41
Total					Rp131,577,597.95	Rp129,062,965.08	Rp123,646,483.91
Cost / Worth						1.019	1.064

Sumber : Hasil Analisis

Tabel 4 Matrik Evaluasi Pekerjaan Pondasi

No	Alternatif	Kriteria				Total	Ket
		A	B	C	D		
	Bobot	40	30	20	10		
1	Existing	0.000	0.333	0.333	0.333	20.000	Index
		0.000	10.000	6.667	3.333		Bobot
2	Alt I	0.333	0	0.333	0.333	23.3333	Index
		13.3333	0	6.667	3.333		Bobot
3	Alt II	0.667	0.667	0.333	0.333	56.667	Index
		26.667	20.0	6.667	3.333		Bobot

Sumber : Hasil Analisis

Tabel 5 Analisa Fungsi Pekerjaan Kolom

No.	Uraian	Kata Kerja	Fungsi Kata Benda	Jenis	Cost	Worth 1	Worth 2
1	Beton	Menyalurkan	Beban	P	Rp26,262,720.00	Rp24,776,638.81	Rp24,271,500.00
2	Tulangan	Menyalurkan	Beban	P	Rp107,962,630.82	Rp78,960,179.26	Rp51,107,708.58
3	Bekisting	Mencetak	Kolom	P	Rp18,569,376.00	Rp18,569,376.00	Rp18,341,064.00
Total					Rp152,794,726.82	Rp122,306,194.07	Rp93,720,272.58
Cost / Worth						1.249	1.630

Sumber : Hasil Analisis

Tabel 6 Matrik Evaluasi Pekerjaan Kolom

No	Alternatif	Kriteria				Total	Ket
		A	B	C	D		
	Bobot	40	30	20	10		
1	Existing	0.000	0.333	0.333	0.333	20	Index
		0.000	10.000	6.667	3.333		Bobot
2	Alt I	0.333	0.000	0.333	0.333	23.333	Index
		13.333	0.000	6.667	3.333		Bobot
3	Alt II	0.667	0.667	0.333	0.333	56.667	Index
		26.667	20.0	6.667	3.333		Bobot

Sumber : Hasil Analisis

Tabel 7 Analisa Fungsi Pekerjaan Balok

No.	Uraian	Kata Kerja	Fungsi Kata Benda	Jenis	Cost	Worth 1	Worth 2
1	Beton	Menopang	Beban	P	Rp39,291,120.00	Rp37,067,824.23	Rp36,939,375.00
2	Tulangan	Menopang	Beban	P	Rp102,578,149.61	Rp88,045,359.38	Rp72,538,935.23
3	Bekisting	Mencetak	Balok	P	Rp31,142,703.60	Rp31,142,703.60	Rp17,841,543.75
Total					Rp173,011,973.21	Rp156,255,887.21	Rp127,319,853.98
Cost / Worth						1.107	1.359

Sumber : Hasil Analisis

Tabel 8 Matrik Evaluasi Pekerjaan Balok

No	Alternatif	Kriteria				Total	Ket
		A	B	C	D		
	Bobot	40	30	20	10		
1	Existing	0.000	0.333	0.333	0.333	20	Index
		0.000	10.000	6.667	3.333		Bobot
2	Alt I	0.333	0.000	0.333	0.333	23.333	Index
		13.333	0.000	6.667	3.333		Bobot
3	Alt II	0.667	0.667	0.333	0.333	56.667	Index
		26.667	20.0	6.667	3.333		Bobot

Sumber : Hasil Analisis

Tabel 9 Analisa Fungsi Pekerjaan Pelat

No.	Uraian	Kata Kerja	Fungsi Kata Benda	Jenis	Cost	Worth 1	Worth 2
1	Beton	Menopang	Beban	P	Rp45,175,680.00	Rp42,141,207.14	Rp46,530,000.00
2	Tulangan	Menopang	Beban	P	Rp51,214,096.30	Rp19,662,582.55	Rp19,662,582.55
3	Bekisting	Mencetak	Balok	P	Rp41,255,271.43	Rp41,255,271.43	Rp42,933,325.00
Total					Rp137,645,047.73	Rp103,059,061.12	Rp109,125,907.55
Cost / Worth						1.336	1.261

Sumber : Hasil Analisis

Tabel 10 Matrik Evaluasi Pekerjaan Balok

No	Alternatif	Kriteria				Total	Ket
		A	B	C	D		
	Bobot	40	30	20	10		
1	Existing	0.000	0.333	0.333	0.333	20.000	Index
		0.000	10.000	6.667	3.333		Bobot
2	Alt I	0.667	0	0.333	0.333	36.6667	Index
		26.6667	0	6.667	3.333		Bobot
3	Alt II	0.333	0.667	0.333	0.333	43.333	Index
		13.333	20.0	6.667	3.333		Bobot

Sumber : Hasil Analisis

4. Tahap Rekomendasi
 Dari analisis *Value Engineering* yang dilakukan, maka pada pekerjaan pondasi dipilih pekerjaan alternatif II dengan menggunakan pondasi pile cap tebal 30 cm dengan mutu beton K-300. Pada pekerjaan kolom, balok, dan plat dipilih pekerjaan alternatif II dengan menggunakan mutu beton K-300.

IV. PENUTUP

4.1 Simpulan

Dari analisis *Value Engineering* yang dilakukan pada proyek pembangunan Gedung Kelas SMP Negeri 4 Denpasar dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Aplikasi *Value Engineering* pada pekerjaan struktur beton bertulang berdasarkan biaya, kualitas, waktu pelaksanaan, dan metode pelaksanaan dapat menghasilkan alternatif sebagai berikut:
 - a. Pada pekerjaan pondasi memunculkan alternatif desain dengan mengganti penggunaan pondasi *Pile Cap* tebal 40 cm dengan mutu beton K-275 menjadi *Pile Cap* tebal 30 cm dengan mutu beton K-300.
 - b. Pada pekerjaan kolom memunculkan alternatif desain dengan mengganti mutu beton K-275 menjadi K-300 dan menghasilkan dimensi kolom yang lebih kecil.
 - c. Pada pekerjaan balok memunculkan alternatif desain dengan mengganti mutu beton K-275 menjadi K-300 dan menghasilkan dimensi balok yang lebih kecil.
 - d. Pada pekerjaan pelat memunculkan alternatif desain dengan mengganti mutu beton K-275 menjadi K-300.
2. Setelah dilakukan analisa *Value Engineering* pada pekerjaan struktur beton bertulang dapat menghasilkan penghematan biaya total sebesar Rp.193.966.903,24 dari biaya pekerjaan struktur awal sebesar Rp. 653.472.381,47 atau 29,68%.

4.2 Saran-Saran

Berdasarkan analisa dari penulis, maka dapat disampaikan beberapa hal yang sebaiknya dilakukan dalam analisa *Value Engineering* suatu pembangunan gedung diantaranya sebagai berikut :

1. Penerapan *Value Engineering* hendaknya dilaksanakan pada awal proyek atau perencanaan pembangunan, sehingga dapat memberikan hasil yang optimal.
2. Dalam analisa *Value Engineering* sebaiknya dilakukan untuk semua item pekerjaan khususnya pekerjaan yang mempunyai bobot biaya yang besar sehingga menghasilkan penghematan biaya yang optimal.
3. Agar pelaksanaan analisa *Value Engineering* lebih bervariasi, sebaiknya digunakan alternatif yang lebih banyak karena saat ini muncul / berkembang berbagai material yang lebih murah dan bermutu.

DAFTAR PUSTAKA

- Departemen PU, "Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung". Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan, Bandung, 1983
- Ir.Imam Soeharto, "Manajemen Proyek", Penerbit Erlangga, 2001
- Mohammed Ali Berawi, M.Eng.Sc., Ph.D. "Aplikasi *Value Engineering* Pada Industri Konstruksi Bangunan Gedung", Penerbit Universitas Indonesia, 2014.
- Pramono Handi dan Rekan, "Desain Konstruksi Plat & Rangka Beton Bertulang", Andi, Yogyakarta, 2007
- Setiawan Radhika, "Aplikasi *Value Engineering* Pada Komponen Pelat dan Pondasi Pada Pembangunan Gedung Gelar Karya Mahasiswa Universitas Negeri Semarang", Skripsi Fakultas Teknik Sipil Universitas Negeri Semarang, Juni, 2007.
- (SK SNI 03-2874-2002), Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Bertulang Untuk Bangunan Gedung

ANALISIS KERUGIAN FINANSIAL AKIBAT KEMACETAN LALU LINTAS DI JALAN RAYA SEMINYAK KABUPATEN BADUNG

I Wayan Muka, AAA Md Cahaya Wardani, I Kadek Dwi Mahendra
Program Studi Teknik Sipil FT Unhi

ABSTRAK

Seminyak merupakan salah satu daerah di Bali yang menjadi tujuan pariwisata, tentunya hal ini mengakibatkan banyaknya pergerakan kendaraan di lokasi tersebut. Pertumbuhan arus kendaraan yang pesat dan tidak diimbangi dengan kapasitas jalan yang memadai tentunya akan menyebabkan kemacetan lalu lintas dan tingkat pelayanan jalan yang buruk.

Penelitian ini dilakukan untuk menganalisis kerugian finansial akibat kemacetan lalu lintas di jalan raya Seminyak Kabupaten Badung. Tujuan dari penelitian ini adalah; (1) Mengetahui volume lalu lintas pada ruas Jalan Raya Seminyak, (2) Mengetahui kinerja Jalan raya Seminyak

Data-data yang dipergunakan pada penelitian ini meliputi data sekunder dan data primer. Data sekunder didapat dari Badan Pusat Statistik (BPS) Kabupaten Badung, Dinas Perhubungan Kabupaten Badung, Data sekunder didapat dari hasil survey. Dan untuk analisis kapasitas jalan berpedoman pada MKJI tahun 1997.

Dari hasil analisis didapat kinerja ruas jalan volume lalu lintas 17.248 smp/jam, kapasitas ruas Jalan Raya Seminyak 1544,076 smp/jam, kecepatan rata-rata 10 km/jam, (DS) 11,704 smp/jam, dan tingkat pelayanan F. Yang artinya jalan Raya Seminyak dalam keadaan macet parah yang disebabkan karena berbagai faktor diantaranya banyaknya hambatan samping pada jalan raya seminyak salahsatunya adalah parkir di pinggir jalan,

Kata Kunci : Kapasitas, Tingkat Pelayanan Jalan

BAB I PENDAHULUAN

Latar Belakang

Bali merupakan salah satu pulau yang ada diantara 13.466 buah pulau yang mempunyai luas wilayah 5.636,66 km². Suatu pulau yang padat penduduk, jumlah penduduk di pulau Bali mencapai 3.891,428 jiwa. Pulau Bali terkenal akan pariwisata dan kebudayaannya, sehingga menjadikan Bali sebagai barometer pariwisata di Indonesia. Seminyak sebagai salah satu destinasi wisata yang paling banyak didatangi oleh wisatawan. (BPS Provinsi Bali, 2014).

Seminyak merupakan salah satu kawasan pariwisata yang terletak di Kabupaten Badung, Kecamatan Kuta dengan luas wilayah Kecamatan Kuta sebesar 17,5 km² dengan jumlah penduduk 110.300 jiwa dan tingkat kepadatan mencapai 5.724,89 jiwa/km²,

menjadikan Seminyak sebagai wilayah yang padat penduduk. Dengan meningkatnya jumlah penduduk tentu mempengaruhi pergerakan manusia, hal ini menyebabkan banyaknya pergerakan kendaraan pada ruas jalan di Seminyak. Pergerakan yang semakin besar namun tidak diimbangi dengan fasilitas pendukung, hal ini mengakibatkan terjadinya masalah pada sistem transportasi dikawasan Seminyak. Seperti terjadinya masalah lalu lintas dan berkurangnya tingkat pelayanan jalan, ini menyebabkan sistem jaringan transportasi tidak efisien. Meningkatnya volume dan tingkat kepadatan lalu lintas. Kawasan Seminyak tidak terlepas dari masalah kemacetan, keadaan kemacetan lalu lintas sangat jelas terlihat di setiap ruas jalan di kawasan Seminyak berdasarkan pengamatan langsung kepadatan lalu lintas biasanya terjadi pada jam puncak (*peak hour*)

yaitu pada pukul 09.30 – 13.30 WITA di siang hari, pukul 14.30 – 18.00 WITA pada sore hari dan 20.00 – 21.00 WITA pada malam hari.

Kemacetan adalah situasi atau keadaan tersendatnya atau bahkan terhentinya lalu lintas yang disebabkan oleh banyaknya jumlah kendaraan melebihi kapasitas jalan. Kemacetan banyak terjadi di kota-kota besar, terutamanya yang tidak mempunyai transportasi publik yang baik atau memadai ataupun juga tidak seimbang kebutuhan jalan dengan kepadatan penduduk, misalnya Jakarta dan Bangkok. Kemacetan lalu lintas menjadi permasalahan sehari-hari di Jakarta, Surabaya, Bandung, Medan dan kota-kota besar lainnya di Indonesia. Kemacetan juga sering dijumpai pada daerah-daerah perdagangan di kota-kota seluruh dunia.

Kemacetan memiliki dampak negatif yang sangat besar terhadap pengguna jalan. Kemacetan dilihat dari dampak sosial membuat stress, kesal, lelah, dan waktu yang terbuang. Dampak kemacetan dari sisi ekonomi jelas lebih terlihat dari sisi manfaat yang hilang dan biaya yang dikeluarkan. Sedangkan dampak kemacetan bagi lingkungan sekitar adalah terjadinya polusi udara yang diakibatkan oleh asap dari kendaraan dan juga terjadinya polusi suara yang mengakibatkan kebisingan bagi penduduk. Bagi pengguna kendaraan bermotor mengeluarkan biaya yang lebih banyak untuk pembelian bahan bakar. Bagi pekerja juga kehilangan pendapatan karena ketelambatan yang diakibatkan oleh kemacetan yang terjadi. Dalam situasi seperti ini, perlu dicari solusi untuk mengatasi kemacetan disamping keterlibatan masyarakat dalam berlalu lintas juga berperan besar dalam mengatasi masalah ini. Sehingga kerugian dari segi finansial dapat diminimalisir agar kesejahteraan masyarakat meningkat karena lalu lintas yang lancar dan nyaman bisa tercapai.

Penelitian yang dilakukan oleh Abudawal (2012) di Jl.I Gusti Ngurah Rai -Jl.Kampus Udayana sampai

persimpangan Jl. I Gusti Ngurah Rai- Jl. PerumTaman Griya Jimbaran. Hasil analisis penelitian tersebut menyebutkan bahwa tingkat pelayanan berubah dari tingkat pelayanan 'B' menjadi tingkat pelayanan 'C' dimana arus stabil, kecepatan mulai dibatasi oleh kondisi lalu lintas, pengemudi memiliki kebebasan yang cukup untuk memilih kecepatan, sedangkan biaya operasional kendaraan yang dialami oleh pengguna kendaraan berat bus (HV) biaya operasional kendaraan meningkat dari Rp. 2.476,522 menjadi Rp. 2.562,304 yang berarti mengalami peningkatan sebesar Rp.85,782. Untuk Kendaraan ringan (LV) biaya operasional kendaraan meningkat dari Rp.477,254 menjadi Rp.479,165 yang berarti mengalami peningkatan sebesar Rp.1,911 dan untuk sepeda motor (MC) biaya operasional kendaraan mengalami peningkatan dari Rp.49,155 menjadi Rp.50,805 yang berarti mengalami peningkatan sebesar Rp.1,65.

Swarnadwipa (2015) menganalisis Kinerja Ruas Jalan dan Biaya Operasional Kendaraan di Jalan Raya Seminyak, di mana hasil dari analisis diketahui bahwa kinerja ruas jalan raya Seminyak tanpa parkir lebih baik dibandingkan dengan adanya parkir, pada jam puncak mengalami penurunan kapasitas dari 2.373,42 smp/jam menjadi 1.344,32 smp/jam kecepatan berubah dari 36 km/jam menjadi 12 km/jam, derajat kejenuhan berubah dari 0,56 menjadi 0,99 dan tingkat pelayanan berubah dari C menjadi F. Sedangkan untuk Biaya Operasional Kendaraan dengan adanya parkir pinggir jalan meningkat dibandingkan tanpa adanya parkir pinggir jalan.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah diuraikan diatas, maka dapat dibuat perumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimanakah kapasitas dan tingkat pelayanan Jalan Raya Seminyak ?

1.3. Tujuan Penelitian

Berdasarkan pola pergerakan dan kepadatan lalu lintas yang dikaitkan

dengan masalah ekonomi, maka tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui kapasitas dan tingkat pelayanan jalan Raya Seminyak
2. Mengetahui besarnya kerugian finansial yang terjadi dilihat dari segi biaya akibat kemacetan di jalan Raya Seminyak.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Klasifikasi dan Fungsi Jalan

Sesuai dengan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 34 Tahun 2006 Tentang Jalan, sistem jaringan jalan di Indonesia dapat dibedakan atas jaringan jalan primer dan jalan sekunder.

2.1.1 Berdasarkan Sistem Jaringan Jalan

1. Sistem jaringan jalan primer
Sistem jaringan jalan primer disusun mengikuti ketentuan pengaturan tata ruang dan struktur pengembangannya wilayah tingkat nasional, yang menghubungkan secara terus menerus kota jenjang kesatu, kota jenjang kedua, kota jenjang ketiga dan kota-kota dibawahnya sampai kepersil dalam satu wilayah pengembangan.
2. Sistem jaringan jalan sekunder
Sistem jaringan jalan sekunder disusun mengikuti peraturan tata ruang kota yang menghubungkan kawasan-kawasan yang memiliki fungsi primer, fungsi sekunder kesatu, kedua, ketiga dan seterusnya sampai ke perumahan.

2.1.2 Berdasarkan Fungsinya

1. Jalan arteri, adalah jalan yang menghubungkan kota jenjang kesatu dengan kota jenjang kedua. Untuk jalan arteri wilayah perkotaan, mengikuti kriteria sebagai berikut :
 - 1) Jalan arteri primer dalam kota merupakan jalur arteri primer kota.
 - 2) Jalan arteri primer melalui atau menuju kawasan primer.
 - 3) Kecepatan rencana paling rendah 60 km/jam.

4) Lebar badan jalan tidak kurang dari 8 meter.

5) Kendaraan angkutan berat dan kendaraan umum bus dapat diijinkan menggunakan jalan ini.

2. Jalan kolektor primer, adalah jalan yang menghubungkan kota jenjang kedua dengan jenjang ketiga. Untuk wilayah perkotaan kriterianya :

1) Jalan kolektor primer kota merupakan terusan dari jalan kolektor primer luar kota.

2) Melalui atau menuju kawasan primer atau jalan arteri primer.

3) Dirancang untuk kecepatan rencana 40 km/jam.

4) Lebar badan jalan tidak kurang dari 7 meter.

5) Kendaraan angkutan berat dan kendaraan umum bus dapat diijinkan menggunakan jalan ini.

3. Jalan lokal primer, adalah jalan yang menghubungkan kota jenjang ketiga dengan persil atau dengan kota dibawahnya. Untuk kriteria jalan lokal primer adalah :

1) Merupakan terusan jalan primer luar kota.

2) Melalui atau menuju kawasan primer atau jalan primer lainnya.

3) diranjang untuk kecepatan rencana 20 km/jam.

4) Lebar badan jalan tidak kurang dari 6 meter.

5) kendaraan angkutan berat dan kendaraan umum bus dapat diijinkan menggunakan jalur ini.

4. Jalan arteri sekunder, adalah jalan yang menghubungkan kawasan primer dengan kawasan sekunder kesatu. Kriteria untuk jalan perkotaan :

1) irancang untuk kecepatan paling rendah 20 km/jam.

2) lebar jalan tidak kurang dari 7 meter.

- 3) kendaraan angkutan berat tidak diijinkan melewati jalan ini.
- 2.2 Kondisi Geometrik dan Kondisi Lingkungan**
- Dalam menghitung kapasitas dan ukuran jalan, data kondisi geometrik dan lingkungan yang perlu diketahui adalah sebagai berikut:
- 2.2.1. Kondisi Geometrik** yang dimaksud kondisi geometrik antara lain :
1. Jalur gerak, yaitu bagian jalan yang direncanakan khusus untuk kendaraan bermotor lewat, berhenti, dan parker (termasuk bahu).
 2. Jalur jalan yaitu seluruh bagian dari jalaur gerak, median dan pemisah luar.
 3. Median yaitu daerah yang memisahkan arah lalu lintas pada suatu segmen jalan.
 4. Lebar jalur yaitu lebar jalur jalan dilewati lalu lintas, tidak termasuk bahu.
 5. Lebar jalur efektif yaitu lebar rata-rata yang tersedia bagi gerak lalu lintas setelah dikurangi untuk parkir tepi jalan atau halangan lain sementara yang menutup jalan
 6. Kreb yaitu batas yang ditinggkan dari bahan kaku antar pinggir jalur lalu lintas dengan trotoar.
 7. Trotoar yaitu bagian yang disediakan bagipejalan kaki yang biasanya sejajar dengan jalan dan dipisahkan dari jalur jalan oleh kreb.
 8. Jarak penghalang kreb yaitu jarak dari kreb ke penghalang di trotoar (misalnya pohon dan tiang lampu)
 9. Lebar bahu yaitu di sisi jalur jalan yang disediakan untuk kendraan berhenti kadang-kadang, pejalan kaki dan kendaraan yang bergerak lambat.
 10. Lebar bahu efektif yaitu lebar bahu yang benar – benar tersedia untuk digunakan setelah pengurangan akibat seperti pohon,dsb.
 11. Panjang jalan yaitu segmen jalan yang dipelajari (termasuk persimpangan kecil).

12. Tipe jalan, menentukan jumlah lajur dan arah dalam suatu segmen jalan :

- 1) 2 lajur 1 arah (2/1)
- 2) 2 lajur 2 arah tak terbagi (2/2 UD)
- 3) 4 lajur 2 arah tak terbagi (4/2 UD)
- 4) 4 lajur 2 arah terbagi (4/2 D)
- 5) 6 lajur 2 arah terbagi (6/2 D)

13. Jumlah lajur, ditentukan dari marka jalan atau dari lebar efektif jalur untuk segmen jalan :

- 1) Lebar efektif 5 s/d 10,5 meter (jumlah 2 lajur)
- 2) Lebar efektif 10,5 s/d 16 meter (jumlah 2 lajur)

2 Kondisi Lingkungan

1. Ukuran kota adalah jumlah penduduk di dalam kota (juta jiwa) Ukuran kota ditentukan dari tabel 2.1 di bawah ini

Tabel 2.1 Kelas Ukuran Kota

Ukuran Kota (juta penduduk)	Kelas Ukuran Kota
< 0,1	Sangat kecil
0,1 – 0,5	Kecil
0,1 – 1,5	Sedang
1,5 – 3,0	Besar
>3,0	Sangat besar

Sumber:MKJI 1997

2. Hambatan samping adalah dampak kenerja lalu lintas dari aktifitas samping segmen jalan, seperti pejalan kaki (bobot = 0,5), kendaraan umum atau kendaraan lain berhenti (bobot = 1,0), kendaraan masuk atau keluar sisi jalan (bobot = 0,7) dan kendaran lambat (bobot = 0,4)

2.2.3 Variabel

Variabel yang digunakan dalam perhitungan dan ukuran kinerja segmen jalan adalah:

1. Arus lalu lintas (Volume)
 Dalam manual, nilai arus lalu lintas (Q) mencermnkan komposisi lalu lintas, dengan menyatakan arus dalam suatu mobil penumpang (smp). Semua nilai tersebut per

arah dan total diubah menjadi satuan mobil penumpang (smp) dengan menggunakan ekuivalen mobil penumpang (emp) yang diturunkan secara empiris tipe kendaraan berikut :

- 1) Kendaraan ringan (*Light Vehicle*) termasuk mobil penumpang , mini bus dan truk pic-up.
- 2) Kendaraan berat (*hight Vehcile*) termasuk bus dan truk.
- 3) Sepeda motor (*Motor Cycle*).
Pengaruh kendaraan tak bermotor dimasukkan sebagai kejadian terpisah dalam faktor hambatan samping. Ekuivalen mobil penumpang (emp).

Untuk masing – masing tergantung pada tipe jalan arus lalu lintas total yang dinyatakan dalam kendaraan/jam, dimana:

- 1) Satuan Mobil Penumpang didefinisikan sebagai satuan untuk arus lalu lintas sebagai tipe kendaraan diubah menjadi arus kendaraan ringan (termasuk mobil penumpang) dengan menggunakan smp

Ekuivalen Mobil Penumpang adalah faktor yang menunjukkan pengaruh beberapa tipe kendaraan dibandingkan kemudian diubah menjadi arus

kendaraan ringan (untuk mobil penumpang dan kendraan ringan yang sisinya mirip : emp = 1)

4 Kecepatan Arus Bebas

Kecepatan arus bebas (FV) didefinisikan sebagai kecepatan pada tingkat arus nol, yaitu kecepatan yang akan dipilih pengemudi jika mengendarai kendaraan bermotor tanpa dipengaruhi oleh kendaraan bermotor lain di jalan.

Kecepatan arus bebas mempunyai bentuk persamaan umum sebagai berikut:

$$FV = (Fv_0 + FV_n) \times FFV_{sf} \times FFV_{cs} \dots\dots\dots(2.1)$$

Dimana :

FV

= kecepatan arus bebas kendaraan ringan untuk kondisi sesungguhnya (km/jam)

FV_0 = kecepatan arus bebas dasar untuk kendaraan ringan pada jalan yang diamati untuk kondisi ideal

FV_w = penyesuaian kecepatan untuk lebar jalan

FFV_{sf} = faktor penyesuaian untuk hambatan samping dan lebar bahu

FFV_{cs} = faktor penyesuaian kecepatan untuk ukuran kota

Tabel 2.2 Kelas Hambatan Samping untuk Jalan Perkotaan

Frekuensi Berbobot Kejadian	Kondisi khusus	Kelas hambatan samping	
< 100	Per mukiman, hampir tidak ada kegiatan	Sanagat rendah	
100 – 299	Permukiman, beberapa angkutan umum, dll	Rendah	
300 – 499	Daerah industri dengan toko- toko di sisi jalan	Sedang	
500 – 899	Daerah niaga dengan aktifitas sisi jalan yang tinggi	Tinggi	

>900	Daerah niaga dengan aktifitas sisi yang sangat tinggi	Sangat tinggi	
------	---	---------------	--

Sumber:MKJI

1997

Tabel 2.3 Emp Untuk Jalan Perkotaan Tak terbagi

Tipe jalan : jalan tak terbagi	Arus lalu lintas total dua arah (kendaraan /jam)	Emp		
		HV	Lebar jalur lalu lintas Cw (m)	
			≤ 6	>6
Dua lajur tak terbagi (2/2 UD)	0	1,3	0,5	0,40
	≥ 1800	1,2	0,35	0,25
Empat lajur tak terbagi (4/2 UD)	0	1,3		
	≥ 3700	1,2		

Sumber:MKJI 1997

Tabel

Tabel 2.4 Kecepatan arus bebas dasar FV_0 untuk jalan perkotaan

Tipe jalan	Kecepatan arus bebas basar (Fv_0)			
	Kendaraan ringan (LV)	Kendaraan berat (HV)	Sepeda motor (MC)	Rata-rata
6 lajur terbagi (6/2 D) atau tiga lajur satu arah	61	52	48	57
4 lajur terbagi (4/2 D) atau 4 lajur tak terbagi (4/2 UD)	57	58	47	55
2 lajur tak terbagi (2/2 UD)	42	40	40	42

Sumber:MKJI 1997

Tabel 2.5 Faktor Koreksi Kapasitas Arus Bebas Akibat Lebar Jalur (FVw)

Tipe jalan	Lebar jalur efektif (W) (m)	FVw
4 lajur terbagi atau jalan satu arah	per lajur	
	3,00	4
	3,23	-2
	3,50	0
	3,75	2
	4,00	4
4 lajur tak terbagi	per lajur	
	3,00	-4
	3,25	-2
	3,50	0
	3,75	2
	4,00	4
2 lajur terbagi	per lajur	
	5,00	-9,5
	6,00	-3
	7,00	0
	8,00	3
	9,00	4
	10,00	6
11,00	7	

Sumber:MKJI 1997

Tabel 2.6 Faktor koreksi Kecepatan Arus Bebas Akibat Hambatan Samping (FF_{SF}) Untuk Jalan Yang Mempunyai Bahu

Tipe Jalan	Kelas Hambatan samping	Faktor Koreksi Akibat Hambatan Samping Dan Lebar Bahu Jalan (FF _S) Lebar Bahu Jalan Rata – Rata (M)			
		≤ 0,5	1	1,5	≥ 2,0
4 lajur terbagi (4/2 D)	Sangat rendah	1,02	1,03	1,03	1,04
	Rendah	0,98	1	1,02	1,03
	sedang	0,94	0,97	1	1,02
	Tinggi	0,89	0,93	0,96	0,99
4 lajur tak terbagi (4/2 UD)	Sangat tinggi	0,84	0,88	0,92	0,96
	Sangat rendah	1,02	1,03	1,03	1,04
	Rendah	0,98	1	1,02	1,03
	Sedang	0,93	0,96	0,99	1,02
	Tinggi	0,87	0,91	0,94	0,98

2 lajur tak terbagi atau jalan satu arah	Sangat tinggi	0,8	0,86	0,9	0,95
	Sangat rendah	1	1,01	1,01	1,01
	Rendah	0,95	0,98	0,99	1
	Sedang	0,9	0,93	0,96	0,99
	Tinggi	0,82	0,86	0,9	0,95
	Sangat tinggi	0,73	0,79	0,85	0,91

Sumber:MKJI 1997
Kecepatan arus bebas untuk jalan lebih dari delapan lajur dianggap sama dengan jalan enam lajur

Tabel 2.7 Faktor Koreksi Arus Bebas Akibat Hambatan Samping (FF_{sf}) Untuk Jalan Yang Mempunyai Kerb

Tipe Jalan	Kelas Hambatan Samping	Faktor Koreksi Akibat Hambatan Samping dan Jarak Penghalang (FF_{sf})			
		JarakKeb Ke Penghalang (m)			
		$\leq 0,5$	1,0	1,5	$\geq 2,0$
4 lajur terbagi (4/2 D)	Sangat rendah	1,0	1,0	1,0	1,02
	Rendah	0,97	0,96	0,99	1,00
	Sedang	0,93	0,95	0,97	0,99
	Tinggi	0,87	0,9	0,9	0,96
	Sangat tinggi	0,81	0,85	0,85	0,92
4 lajur tak terbagi (4/2 UD)	Sangat rendah	1,00	1,01	1,01	1,02
	Rendah	0,96	0,98	0,99	1,00
	Sedang	0,91	0,93	0,96	0,98
	Tinggi	0,84	0,87	0,9	0,94
	Sangat tinggi	0,11	0,81	0,85	0,9
2 lajur tak terbagi atau jalan satu arah	Sangat rendah	0,98	0,99	0,97	1,00
	Rendah	0,93	0,95	0,95	0,98
	Sedang	0,87	0,89	0,91	0,95
	Tinggi	0,78	0,81	0,84	0,88
	Sangat tinggi	0,68	0,72	0,77	0,82

Sumber:MKJI,

1997

Tabel 2.8 Faktor Koreksi Kecepatan Arus Bebas Akibat Ukuran Kota (FFVCS) untuk Jalan Perkotaan

Ukuran kota (jutaan penduduk k)	Faktor koreksi i
< 0,1	0,90
0,1 – 0,5	0,93
0,5 – 1,0	0,95
1,0 – 1,3	1,00
>1,3	1,03

Sumber:MK

Jl 1997

5 Kapasitas Jalan

Kapasitas jalan adalah kemampuan ruas jalan untuk menampung arus atau volume lalu lintas yang ideal dalam satuan waktu tertentu, dinyatakan dalam jumlah kendaraan yang melewati potongan jalan tertentu dalam satu jam (kendaraan / jam), atau dengan mempertimbangkan berbagai jenis kendaraan yang melalui suatu jalan digunakan satuan mobil penumpang sebagai satuan kendaraan dalam perhitungan kapasitas maka menggunakan satuan mobil penumpang per jam atau (smp) / jam.

Tabel 2.9 Kapasitas Dasar Jalan Perkotaan

Tipe Jalan	Kapasitas Dasar	Catatan
Empal lajur terbagi atau jalan satu arah	1650	Per lajur
Empal lajur tak terbagi	1500	Per lajur
Dua lajur tak terbagi	2900	Total dua lajur

Sumber:MKJI,1997

Tabel 2.10 Faktor Penyesuaian Lebar Jalan (F_{cw})

Tipe Jalan	Lebar jalur Efektif W _c (m)	F _{cw}
Empat lajur terbagi atau jalan satu arah	Per lajur 3	0,92

Pada saat arus rendah kecepatan lalu lintas kendaraan bebas tidak ada gangguan dari kendaraan lain, semakin banyak kendaraan yang melewati ruas jalan, kecepatan akan semakin turun sampai suatu saat tidak volume lalu lintas tidak bisa bertambah, di sinilah kapasitas terjadi. Setelah itu arus akan berkurang terus dalam kondisi arus yang dipaksakan sampai suatu saat kondisi macet total, arus tidak bergerak dan kepadatan tinggi.

Faktor yang mempengaruhi kapasitas jalan kota adalah lebar jalur atau lajur, ada tidaknya median jalan, hambatan bahu/ kreb jalan, gradien jalan, di daerah perkotaan atau luar kota, dan ukuran kota.

Rumus di wilayah perkotaan ditunjukkan berikut ini :

$$C = C_0 + F_{cw} + F_{csp} + F_{csf} + F_{ccs} \dots \dots \dots (2.2)$$

Dimana :

C = Kapasitas (smp/ jam)

C₀ = Kapasitas dasar (smp/jam), biasanya digunakan angka 2300 smp/jam

F_{cw} = Faktor penyesuaian lebar jalan

F_{csp} = Faktor penyesuaian pemisah arah

F_{csf} = Faktor penyesuaian hambatan samping dan bahu jalan/kreb

F_{ccs} = Faktor Penyesuaian ukuran kota

	3,25	0,96
	3,5	1
	3,75	1,04
	4	1,08
Empat lajur tak terbagi	Per lajur	
	3	0,91
	3,25	0,95
	3,5	1
	3,75	1,05
	4	1,09
Dua lajur terbagi	Total 2 lajur	
	5	0,56
	6	0,87
	7	1
	8	1,14
	9	1,25
	10	1,29
11	1,34	

Sumber:MKJI 1997

Tabel 2.11 Faktor Penyesuaian Pemisah Arah (FCsc)

Pemisah arah sp (% - %)	50 -50	55 - 45	60 - 40	65 - 35	70 - 30
Dua lajur 2/2	1 , 0 0	0 , 9 7	0 , 9 4	0 , 9 1	0 , 8 8
Empat lajur 4/2	1 , 0 0	0 , 9 9	0 , 9 7	0 , 9 6	0 , 9 4

Sumber:MKJI 1997

Tabel 2.12 Faktor Penyesuaian Hambatan Samping dan Lebar Bahu Jalan (Fccf) Pada Jalan Perkotaan Dengan Bahu

Tipe Jalan	kelas Hambatan Samping	faktor penyesuain hambatan samping dan lebar bahu (FCsf)			
		Lebar efektif rata-rata Ws (m)			
		0,5	1	1,5	2
Empat lajur terbagi (4/2 D)	Sangat rendah	0,06	0,98	1,01	1,03
	Rendah	0,94	0,97	1	1,02
	Sedang	0,92	0,95	0,98	1
	Tinggi	0,88	0,92	0,95	0,98
	Sangat tinggi	0,84	0,88	0,92	0,96
Empat lajur tak terbagi (4/2 D)	Sangat rendah	0,96	0,99	1,01	1,03
	Rendah	0,94	0,97	1	1,02
	Sedang	0,92	0,95	0,98	1
	Tinggi	0,87	0,91	0,94	0,98
	Sangat tinggi	0,8	0,86	0,9	0,95
Dua lajur tak ter bagi (2/2 d U) atau jalan satu arah	Sangat rendah	0,94	0,96	0,99	1,01
	Rendah	0,92	0,94	0,97	1
	Sedang	0,89	0,92	0,95	0,98
	Tinggi	0,82	0,86	0,9	0,95
	Sangat tinggi	0,73	0,79	0,85	0,91

Sumber:MKJI,1997

Tabel 2.13Faktor Penyesuaian Ukuran Kota (Fccs)

Ukuran Kota (juta penduduk)	Faktor penyesuai
< 0,1	0,86
0,1 – 0,5	0,90
0,5 – 1,5	0,94
1,5 – 3,0	1,00
>3,0	1,04

Sumber :MKJI,1997

Tabel 2.14 Faktor Penyesuaian Hambatan Samping dan Jarak Krib – Penghalang (Fcsf) Pada Jalan Perkotaan Dengan Krib

Tipe Jalan	Kelas Hambatan Samping	Faktor Penyesuai Untuk Hambatan Samping Dan Jarak Krib – Penghalang (Fcsf)			
		Jarak Krib – Penghalang Wk (M)			
		0,5	1	1,5	2
Empat lajur terbagi (4/2 D)	Sangat rendah	0,95	0,97	0,99	1,01
	Rendah	0,94	0,96	0,98	1
	Sedang	0,91	0,93	0,95	0,98
	Tinggi	0,86	0,89	0,92	0,95
	Sangat tinggi	0,81	0,85	0,88	0,92

Empat lajur tak terbagi (4/2 D)	Sangat rendah	0,95	0,97	0,99	1,01
	Rendah	0,93	0,95	0,97	1
	Sedang	0,9	0,92	0,95	0,97
	Tinggi	0,84	0,87	0,9	0,93
	Sangat tinggi	0,77	0,81	0,85	0,9
Dua lajur tak terbagi (2/2 UD) atau jalan satu arah	Sangat rendah	0,93	0,95	0,97	0,99
	Rendah	0,9	0,92	0,95	0,97
	Sedang	0,86	0,88	0,91	0,94
	Tinggi	0,78	0,81	0,84	0,88
	Sangat tinggi	0,68	0,72	0,85	0,82

Sumber:MKJI, 1997

2.2.6 Derajat Kejenuhan

Derajat kejenuhan (DS) didefinisikan sebagai rasio arus terhadap kapasitas, digunakan sebagai faktor utama dalam penentuan tingkat kinerja simpang dan segmen jalan. Nilai DS menunjukkan apakah segmen jalan tersebut mempunyai masalah kapasitas atau tidak.

$$DS = \dots\dots\dots (2.3)$$

Dimana :

D_s = derajat kejenuhan (smp / jam)

Q = volume lalu lintas

C = kapasitas (smp/jam)

Derajat kejenuhan (DS) dihitung dengan menggunakan arus dan yang dinyatakan dalam (smp/jam). D_s digunakan untuk analisa tingkat kinerja yang berkaitan dengan kecepatan.

diperlukan untuk mendapatkan berbagai informasi mengenai prasarana, lalu lintas yang bergerak di atasnya serta perilaku pengguna. Informasi tersebut dianalisis untuk memperoleh unjuk kerja lalu lintas, bila unjuk kerja berada dibawah standar pelayanan minimal, selanjutnya diusulkan perubahan geometrik atau pengaturan penggunaan ruang jalan. Pada bab ini akan diuraikan jenis-jenis survey yang diperlukan, informasi yang dikumpulkan dalam survai, merumuskan formulir survey, tata cara melakukan survai, serta pengolahan dan penyajian hasil survey yang dilakukan dalam rangka memperbaiki unjuk kerja lalu lintas. Informasi yang dikumpulkan meliputi :

1. Arus pada ruas
2. Pergerakan dipersimpangan
3. Arus lalu lintas
4. Komposisi kendaraan
5. Volume jam puncak (VJP)
6. Lalu lintas Harian Rata-rata (LHR)

Tabel 2.15 Tingkat Kinerja Jalan

Nilai DS	Tingkat Kinerja Jalan
$DS < 0,65$	Lancar
$0,65 < DS < 0,75$	Kurang lancar
$DS > 0,75$	Macet

Sumber:MKJI, 1997

2.5 Survey Lalu Lintas

Untuk mendapatkan informasi mengenai karakteristik lalu lintas maka

2.7 Tingkat Pelayanan (LOS)

Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI 1997) mendefinisikan tingkat pelayanan suatu ruas jalan sebagai ukuran yang mencerminkan persepsi pengemudi tentang kualitas mengendarai kendaraan. Untuk mengetahui tingkat pelayanan suatu jalan ditentukan dengan rumus sebagai berikut:

$$LOS = \frac{\text{Volume Lalu Lintas}}{\text{Kapasitas jalan}} = \frac{V \text{ smp/jam}}{C \text{ smp/jam}}$$

Tingkat pelayanan jalan (LOS) adalah suatu metode yang mungkin untuk memberikan batasan-batasan ukuran untuk dapat menjawab pertanyaan "Apakah Kondisi suatu Ruas jalan yang ada saat ini

masih memenuhi syarat untuk dilalui oleh volume maksimum lalu lintas

Tabel 2.22 Klasifikasi Tingkat Pelayanan Jalan
Tabel 2.22 Klasifikasi Tingkat Pelayanan Jalan

Tingkat Pelayanan	Rasio (V/C)	Karakteristik
A	$< 0,60$	Arus bebas, volume rendah dan kecepatan tinggi, pengemudi dapat memilih kecepatan yang dikehendaki
B	$0,60 < V/C < 0,70$	Arus stabil, kecepatan sedikit terbatas oleh lalu lintas, pengemudi masih dapat bebas dalam memilih kecepatannya.
C	$0,70 < V/C < 0,80$	Arus stabil, kecepatan dapat dikontrol oleh lalu lintas
D	$0,80 < V/C < 0,90$	Arus mulai tidak stabil, kecepatan rendah dan berbeda-beda, volume mendekati kapasitas
E	$0,90 < V/C < 1$	Arus tidak stabil, kecepatan rendah dan berbeda-beda, volume mendekati kapasitas
F	> 1	Arus yang terhambat, kecepatan rendah, volume diatas kapasitas, sering terjadi kemacetan pada waktu yang cukup lama.

Sumber:MKJI,1997

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Penelitian ini termasuk jenis penelitian kuantitatif dimana data – data yang dianalisis adalah berupa data-data kuantitas. Penelitian kuantitatif menggunakan dan mengembangkan model-model matematis, teori-teori dan hipotesis yang berkaitan dengan fenomena yang terjadi dalam masyarakat. Dalam penelitian ini menggunakan model-model matematis dalam kaitannya dengan kerugian finansial akibat kemacetan di jalan yang meliputi: lebar ruas jalan, volume lalu lintas, waktu tempuh dan Biaya Operasional Kendaraan

3.2 Lokasi Penelitian

Dalam penelitian ini ruas jalan Raya Seminyak diambil sebagai tempat penelitian karena pada ruas jala ini tingkat kemacetan yang terjadi cukup tinggi terutama pada jam - jam sibuk. Penyebab utamanya adalah karena menurunnya tingkat pelayanan pada ruas jalan tersebut dan tingginya volume lalu lintas di sepanjang Ruas Jalan

Seminyak. Pemilihan lokasi Jalan Raya Seminyak ini, di karnakan kawasan seminyak merupakan salah satu kawasan tujuan wisata yang berada didaerah Kuta, kujungan wisatawan ke daerah seminyak terbilang cukup banyak,hal ini dapat dilihat dari banyaknya volume lalu lintas pada Ruas Jalan Raya Seminyak mencapai 1463 smp/jam (Dinas Perhubungan Kabupaten Badung). Hal ini disebabkan karena jalan Raya Seminyak merupakan jalur penghubung menuju Legian, Pantai Kuta, Pantai Double Six dan Pantai Seminyak.

3.3 Waktu Penelitian

Data volume lalu lintas, arah gerakan dan klasifikasi jenis kendaraan dikumpulkan dengan pengamatan langsung dilapangan. Pencatatan dilaksanakan secara manual dan diklasifikasikan atas jenis kendaraan. Survey volume lalu lintas dilaksanakan pada hari Senin sampai degan hari Kamis, karena pada hari ini semua merupakan hari semua instansi pemerintahan, swasta dan sekolah melakukan aktifitas maksimum, sedangkan

pada hari Sabtu sampai Minggu merupakan hari dimana instansi pemerintah tidak melakukan kegiatan. Periode waktu survey yang digunakan adalah 12 jam yaitu dari pukul 09.30 WITA sampai dengan pukul 21.00 WITA. Pengambilan data survey dilakukan pada hari Senin 26 Juni 2017 sampai dengan hari Kamis 29 Juni 2017, dimana pembagian hari untuk pengamatan adalah:

1. Senin, 26 Juni dilakukan pengamatan data volume lalu lintas dari pukul 08.30 – 21.00 WITA.
2. Selasa, 27 Juni 2017 dilakukan pengamatan waktu tempuh perjalanan dari pukul 09.30 – 15.00 WITA.
3. Rabu, 28 Juni 2017 dilakukan pengamatan untuk hambatan samping yaitu data pejalan kaki dan pejalan kaki yang menggunakan zebracross dari pukul 08.30 – 21.00 WITA.
4. Kamis, 29 Juni 2017 dilakukan pengambilan data hambatan samping yaitu kendaraan keluar dan masuk serta kendaraan berhenti disepanjang jalan Raya Seminyak dari pukul 08.30 – 21.00 WITA.

3.4 Instrumen Penelitian

Alat yang dipergunakan dalam melakukan survei adalah :

1. Alat tulis, yang berfungsi untuk mencatat semua hasil penelitian.
2. Alat pengukur waktu, untuk mengukur perjalanan periode pengamatan kendaraan.
3. Rool meter, untuk mengukur lebar jalan dan bahu jalan.
4. Formulir pengamatan, yang digunakan untuk mencatat saat melakukan pengamatan.
5. Alat pengolah dan penghitung data (*laptop*)

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Data Sekunder

Data sekunder yang diperlukan pada penelitian ini diperoleh dari instansi-instansi terkait seperti Badan Pusat Statistik (BPS), Dinas Pehubungan, dan DISPENDA

kabupaten Badung yang berhubungan dengan penelitian ini.

4.1.1. Data Jumlah Penduduk

Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik (BPS) Kabupaten Badung, jumlah seluruh penduduk Wilayah Kabupaten Badung Tahun 2015 adalah 616,400 jiwa. Data ini diperlukan untuk menentukan kelas ukuran kota dalam perhitungan kapasitas jalan berdasarkan Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI). Berikut adalah rincian tabel jumlah penduduk Kabupaten Badung yang dapat dilihat pada tabel 4.1

Tabel 4.1 Jumlah Penduduk Kabupaten Badung

Wilayah	Jumlah Penduduk		
	2013	2014	2015
Kuta Selatan	134.530	140.480	146.520
Kuta	95.070	97.660	100.300
Kuta Utara	116.050	119.810	123.630
Menguwi	127.060	128.120	129.080
Abian Semal	90.130	90.550	90.890
Petang	26.160	26.080	25.980
Total	589.000	602.700	616.400

Sumber: Hasil Survei 2017

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Penelitian ini termasuk jenis penelitian kuantitatif dimana data – data yang dianalisis adalah berupa data-data kuantitas. Penelitian kuantitatif menggunakan dan mengembangkan model-model matematis, teori-teori dan hipotesis yang berkaitan dengan fenomena yang terjadi dalam masyarakat. Dalam penelitian ini menggunakan model-model matematis dalam kaitannya dengan kerugian finansial akibat kemacetan di jalan yang meliputi: lebar ruas jalan, volume lalu lintas, waktu tempuh dan Biaya Operasional Kendaraan

3.2 Lokasi Penelitian

Dalam penelitian ini ruas jalan Raya Seminyak diambil sebagai tempat penelitian karena pada ruas jalan ini tingkat kemacetan yang terjadi cukup tinggi terutama pada jam - jam sibuk. Penyebab utamanya adalah karena menurunnya tingkat pelayanan pada ruas jalan tersebut dan tingginya volume lalu lintas di sepanjang Ruas Jalan Seminyak. Pemilihan lokasi Jalan Raya Seminyak ini, di kawasan kawasan

seminyak merupakan salah satu kawasan tujuan wisata yang berada didaerah Kuta, kujungan wisatawan ke daerah seminyak terbilang cukup banyak,hal ini dapat dilihat dari banyaknya volume lalu lintas pada Ruas Jalan Raya Seminyak mencapai 1463 smp/jam (Dinas Perhubungan Kabupaten Badung). Hal ini disebabkan karena jalan Raya Seminyak merupakan jalur penghubung menuju Legian, Pantai Kuta, Pantai Double Six dan Pantai Seminyak.

3.3 Waktu Penelitian

Data volume lalu lintas, arah gerakan dan klasifikasi jenis kendaraan dikumpulkan dengan pengamatan langsung dilapangan. Pencatatan dilaksanakan secara manual dan diklasifikasikan atas jenis kendaraan. Survey volume lalu lintas dilaksanakan pada hari Senin sampai dengan hari Kamis, karena pada hari ini semua merupakan hari semua instansi pemerintahan, swasta dan sekolah melakukan aktifitas maksimum, sedangkan pada hari Sabtu sampai Minggu merupakan hari dimana instansi pemerintah tidak melakukan kegiatan. Periode waktu survey yang digunakan adalah 12 jam yaitu dari pukul 09.30 WITA sampai dengan pukul 21.00 WITA. Pengambilan data survey dilakukan pada hari Senin 26 Juni 2017 sampai dengan hari Kamis 29 Juni 2017, dimana pembagian hari untuk pengamatan adalah:

5. Senin, 26 Juni dilakukan pengamatan data volume lalu lintas dari pukul 08.30 – 21.00 WITA.
6. Selasa, 27 Juni 2017 dilakukan pengamatan waktu tempuh perjalanan dari pukul 09.30 – 15.00 WITA.
7. Rabu, 28 Juni 2017 dilakukan pengamatan untuk hambatan samping yaitu data pejalan kaki dan pejalan kaki yang menggunakan zebracross dari pukul 08.30 – 21.00 WITA.
8. Kamis, 29 Juni 2017 dilakukan pengambilan data hambatan samping yaitu kendaraan keluar dan masuk serta kendaraan berhenti disepanjang jalan Raya Seminyak dari pukul 08.30 – 21.00 WITA.

3.4 Instrumen Penelitian

Alat yang dipergunakan dalam melakukan survei adalah :

6. Alat tulis, yang berfungsi untuk mencatat semua hasil penelitian.
7. Alat pengukur waktu, untuk mengukur pergalan periode pengamatan kendaraan.
8. Rool meter, untuk mengukur lebar jalan dan bahu jalan.
9. Formulir pengamatan, yang digunakan untuk mencatat saat melakukan pengamatan.
10. Alat pengolah dan penghitung data (*laptop*)

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Data Sekunder

Data sekunder yang diperlukan pada penelitian ini diperoleh dari instansi-instansi terkait seperti Badan Pusat Statistik (BPS), Dinas Pehubungan, dan DISPENDA kabupaten Badung yang berhubungan dengan penelitian ini.

4.1.1. Data Jumlah Penduduk

Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik (BPS) Kabupaten Badung, jumlah seluruh penduduk Wilayah Kabupaten Badung Tahun 2015 adalah 616,400 jiwa. Data ini diperlukan untuk menentukan kelas ukuran kota dalam perhitungan kapasitas jalan berdasarkan Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI). Berikut adalah rincian tabel jumlah penduduk Kabupaten Badung yang dapat dilihat pada tabel 4.1

Tabel 4.1 Jumlah Penduduk Kabupaten Badung

Wilayah	Jumlah Penduduk		
	2013	2014	2015
Kuta Selatan	134.530	140.480	146.520
Kuta	95.070	97.660	100.300
Kuta Utara	116.050	119.810	123.630
Menguwi	127.060	128.120	129.080
Abian Semal	90.130	90.550	90.890
Petang	26.160	26.080	25.980
Total	589.000	602.700	616.400

Sumber: Hasil Survy 2017

4.2. Data Primer

Data primer merupakan data yang didapat dengan melakukan studi pengamatan langsung dilapangan. Adapun data primer yang dibutuhkan pada penelitian kali ini adalah data geometrik jalan, data volume lalu lintas, data kecepatan, dan data hambatan samping.

Data Kondisi Geometrik

Data kondisi geometrik adalah data tentang keadaan atau kondisi sijalan itu sendiri.

Tabel 4.2 Data Kondisi Geometrik Jalan Raya Seminyak

Nama Ruas Jalan	Tipe Jalan	Pajang Jalan (m)	Lebar Jalan (m)	Bahu Jalan (m)	Lebar Kereb (m)	Trotoar (m)	Median (m)
Jalan Raya Seminyak	Dua Lajur Dua Arah	1200	6,6	0,4	0,3	1,3	

Sumber: Hasil Survei 2017

Data Kondisi Arus Lalu Lintas

Data kondisi arus lalu lintas adalah data tentang situasi atau keadaan arus lalu lintas suatu ruas jalan. Pengamatan arus lalu lintas dilakukan pada ruas jalan yang menjadi obyek penelitian. Pengamatan yang dilakukan untuk mengetahui arus lalu lintas adalah volume lalu lintas atau jumlah kendaraan yang melalui ruas jalan yang digunakan sebagai obyek penelitian. Pada tabel 4.5 dapat dilihat volume lalu lintas di jalan Raya seminyak.

1. Volume lalu lintas dalam smp/jam

Untuk mendapatkan volume lalu lintas dalam smp/jam dengan mengalikan volume tiap kendaraan dengan nilai ekuivalen masing-masing kendaraan, yaitu:

- 1). Untuk sepeda motor = $0,5 \times MC (0,5 \times 14961 = 7481)$
- 2). Untuk kendaraan ringan = $1,0 \times LV (1,0 \times 9697 = 9697)$
- 3). Untuk kendaraan berat = $1,3 \times HV (54 \times 1,3 = 70)$

Berdasarkan nilai ekuivalen diatas maka didapat hasil analisis volume lalu lintas di jalan Raya Seminyak adalah 17248 smp/jam.

2. Volume lalu lintas macet pada jam puncak

Berdasarkan MKJI 1997, nilai DS yang masih bisa memenuhi kondisi jalan tidak macet adalah dibawah 0,75 sehingga lalu lintas akan macet jika nilai $DS \geq 0,75$.

Pengamatan geometrik dilakukan pada segmen jalan yang menjadi objek penelitian. Pengamatan yang dilakukan untuk mendapatkan data geometrik seperti lebar perkerasan jalan, lebar efektif jalan, lebar bahu jalan, jenis perkerasan, kondisi permukaan, dan kemiringan jalan. Berikut ditampilkan data geometrik jalan pada tabel 4.2

Untuk mendapatkan volume macet yaitu dengan mengalikan nilai kapasitas ruas jalan dengan nilai DS, kondisi macet pada ruas jalan Raya Seminyak adalah sebagai berikut:

$$17248 \times 0,75 = 12936 \text{ smp/jam}$$

Kemacetan terjadi bila volume kendaraan tiap jamnya (smp/jam) $\geq 0,75 \times$ kapasitas ruas jalan. Untuk kapasitas perjam jalan Raya Seminyak sesuai dengan data dari Dinas Perhubungan Kabupaten Badung adalah 1096,2 smp/jam. Sedangkan hasil survey lalu lintas lama kemacetan yang terjadi adalah 12 jam, dan volume perjamnya mencapai 1174 smp/jam. Berdasarkan tabel 4.6 dapat dilihat volume jam 08.30 – 09.30 sebesar 1174 smp/jam. Ini berarti terjadi kemacetan karena 1174 smp/jam.

Data Waktu Tempuh Perjalanan

Data waktu tempuh perjalanan adalah data yang berisikan waktu tempuh kendaraan yang melintas disepanjang ruas jalan Raya Seminyak, untuk pengamatan waktu tempuh dilakukan pada saat jam puncak kemacetan. 6

4.2.4 Data Hambatan Samping

Data hambatan samping merupakan data yang berisikan hambatan yang terdapat pada tempat penelitian, seperti: pejalan kaki, kendaraan berhenti, kendaraan kelura dan

masuk, serta pejalan kakai yang menggunakan zebracross.

4.3 Analisa Data Kinerja Ruas Jalan

4.3.1 Kecepatan Arus Bebas

Kecepatan arus bebas dasar mempunyai rumus:

$$FV = (FV_0 + FV_w) \times FF_{SF} \times FF_{VCS}$$

Dimana:

FV = Kecepatan arus bebas kendaraan untuk kondisi sesungguhnya (km/jam).

FV₀ = Kecepatan arus bebas dasar untuk kendaraan pada jalanyang diamati untuk kondisis ideal.

FV_w = Penyesuaian kecepatan untuk lebar jalan (km/jam).

FF_{SF} = Faktor penyesuaian untuk hambatan samping dan lebar bahu.

FF_{VCS} = Faktor penyesuaian kecepatan untuk ukura kota.

Sesuai dengan data masukan jalan dan tabel 2.4 sampai tabel 2.8, selanjutnya hasil perhitungan dapat ditampilkan sebagai berikut:

$$FV = (FV_{V_0} + FV_w) \times FF_{SF} \times FF_{VCS}$$

$$FV = (42 + -3) \times 0,73 \times 0,90$$

$$FV = 41,029 \text{ km/jam}$$

4.3.2 Kapasitas Jalan

Dalam menganalisis kapasitas jalan digunakan rumus sebagai berikut:

$$C = C_0 \times F_{cw} \times F_{csp} \times F_{csf} \times F_{ccs}$$

Dimana:

C = Kapasitas dasar (smp/jam)

C₀ = Kapasitas dasar (smp/jam) isanya dipakai 2900 smp/jam

F_{cw} = Faktor penyesuaian lebar jalan

F_{csp} = Faktor penyesuaian pemisah arah

F_{csf} = Faktor penyesuaian hambatan samping dan bahu jalan/kreb

F_{ccs} = Faktor penyesuaian ukuran kota

Maka:

Nilai C₀ didapat dari tabel 2.9.

Nilai F_{cw} didapat dari tabel 2.10

Nilai F_{csp} didapat dari tabel 2.11

Nilai F_{csf} didapat dari tabel 2.12

Nilai F_{ccs} didapat dari tabel 2.14

Hasil analisis kapasitas jalan dapat ditampilkan sebagai berikut:

$$C = C_0 \times F_{cw} \times F_{csp} \times F_{csf} \times F_{ccs}$$

$$C = 2900 \times 0,87 \times 1,00 \times 0,68 \times 0,90$$

$$C = 1544,076 \text{ smp/jam}$$

4.3.3 Derajat kejenuhan

Derajat jeneuh didapat dari volume lalulintas dan perhitungan kapasitas

jalan, maka derajat kejenuhan dapat diketahui. Hasil perhitungan derajat jeneuh adalah sebagai berikut:

$$DS = \frac{Q}{c}$$

$$DS = \frac{17248}{1544,076}$$

$$DS = 11,17043 \text{ smp/jam}$$

4.3.4 Waktu Tempuh Dan kecepatan

Kecepatan perjalanan menggunakan data survey perjalanan, dimana hasil analisis waktu tempuh perjalanaan adalah sebagaiberikut:

1. Jumlah sampel n = 42

2. Waktu perjalanan $\sum T = 742$ detik

1) Waktu tempuh rata-rata (\bar{T})

$$\bar{T} = \frac{\sum T}{n}$$

$$\bar{T} = \frac{742}{42}$$

$$\bar{T} = 17,667 \text{ detik (18 detik)}$$

Waktu perjalanan rata-rata kendaraan = 18 detik.

Jarak D = 50 meter

Waktu perjalan rata-rata $\bar{T} = 18$ detik

18 detik

2) Kecepatan perajalanaan rata-rata (\bar{V})

$$\bar{V} = \frac{\sum D}{\bar{T}}$$

$$\bar{V} = \frac{3,6 \times 50}{18}$$

$$\bar{V} = 10 \text{ km/jam}$$

$$\bar{V} = 10 \text{ km/jam}$$

$$\bar{V} = 10 \text{ km/jam}$$

$$\bar{V} = 10 \text{ km/jam}$$

$$\bar{V} = 10 \text{ km/jam}$$

$$\bar{V} = 10 \text{ km/jam}$$

Kecepatan perjalanan rata-rata kendaraan adalah = 10 km/jam.

1) Waktu perjalanan menggunakan data kecepatan arus bebas

Dari kecepatan arus bebas sesungguhnya, maka waktu perjalanan dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$T = \frac{L}{V}$$

Dimana:

L = 1,2 km

V = 41,029 km/jam

Maka

$$T = \frac{1,2 \text{ km}}{41,029 \text{ km/jam}} = 0,029 \text{ jam}$$

4.3.5 Tingkat Pelayanan Jalan (LOS)

Tingkat Pelayanan Jalan (LOS) adalah perhitungan suatu ruas jalan yang digunakan untuk mengetahui nilai kinerja jalan yang menjadi indikator dari

kemacetan. Untuk mengetahui nilai tingkat pelayanan di jalan Raya Seminyak digunakan rumus sebagai berikut:

$$LOS = \frac{V \text{ smp/jam}}{C \text{ smp/jam}}$$

$$LOS = \frac{17248 \text{ smp/jam}}{1544,076 \text{ smp/jam}}$$

$$LOS = 11,2 \text{ smp/jam}$$

Jadi Tingkat Pelayanan Jalan di Jalan Raya Seminyak adalah 11,2 smp/jam ini termasuk dalam Tingkat Pelayanan Jalan "F" yang terdapat pada tabel 2.22. yang artinya adalah Arus yang terhambat, kecepatan rendah, volume diatas kapasitas, sering terjadi kemacetan pada waktu yang cukup lama. dan ini sangat sesuai dengan keadaan dilapangan dimana sering terjadi kemacetan yang sangat parah di Jalan Raya Seminyak karena daerah Seminyak merupakan daerah tujuan wisata dan belanja yang sangat padat dan terdapat parkir di bahu jalan sepanjang jalan Raya Seminyak. Disamping itu sangat banyak terdapat pertokoan butik, restoran, vila dan pusat perbelanjaan yang menyebabkan berkurangnya kecepatan kendaraan di sana.

BAB V SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang didapat dari pembahasan didapatkan hasil sebagai berikut:

1. Kinerja Ruas Jalan
 - 1) Volume di jalan Raya Seminyak mencapai 17248 smp/jam ini menyebabkan terjadinya kemacetan pada ruas Jalan Raya Seminyak.
 - 2) Untuk kapasitas jalan yang di jalan Raya seminyak adalah 1544,076 smp/jam.
 - 3) Untuk derajat jenuh (DS) di jalan Raya Seminyak adalah Rp 11,17043 smp/jam
 - 4) Tingkat pelayanan jalan Raya Seminyak didapat 11,25 smp/jam dan termasuk dalam tingkat pelayanan "F" dengan pelayanan sistem transportasi terburuk.

5.2 Saran

Adapun saran yang disampaikan peneliti pada penelitian ini adalah:

1. Perlu dilakukannya penelitian lebih dengan waktu dan variasi hari survey

- yang lebih panjang unuk mendapatkan hasil dan data yang lebih akurat.
2. Perlu adanya pembenahan sistem jaringan transportasi terutama pada kawasan pariwisata di Kabupaten Badung, agar sistem jaringan transportasi di kawasan tersebut bisa bekerja secara efisien untuk melayani sistem transportasi.
3. Perlu adanya manajemen lalu lintas untuk membenahi sistem jaringan transportasi di kawasan pariwisata khususnya di Kabupaten Badung.
4. Adanya peran penting dari pemerintah setempat untuk menangani kemacetan di kawasan pariwisata agar dapat mengurangi keterlambatan yang terjadi, berupa pengaturan perparkiran di sepanjang jalan Raya Seminyak dan jalan-jalan lainnya di Kabupaten Badung
5. Perlunya dilakukan perhitungan kerugian finansial tidak hanya berdasarkan pada biaya operasional kendaraan dan nilai waktu perjalanan agar diketahui kerugian finansial akibat kemaacetan ruas jalan ini.

DAFTAR PUSTAKA

Sumber Buku :

- Abdwal. 2012. *Analisis Pengaruh Parkir Di Badan Jalan Terhadap Kinerja ruas Jalan Dan Biaya Operasional Kendaraan*. Denpasar: Universitas Udayana.
- Anonimus, 1997, *Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI)*. Jakarta: Departement Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Bina Marga.
- Dinas Perhubungan Kabupaten Badung, (2016). *Data Kepadatan Lalu Lintas (V/C Ratio) Ruas-Ruas Jalan Di Kabupaten Badung Tahun 2013*. Badung: Dishub Kabupaten Badung.
- Direktorat Jendral Perhubungan Darat. 1999 *Pedoman Pengumpulan Data Lalu Lintas Jalan*. Jakarta: Direktorat Bina Siste Lalu Lintas dan Angkutan Kota.
- Ivan Swarnadwipa Komang, 2015, *Analisis Parkir Di Badan Jalan Terhadap Kinerja Ruas Jalan Dan Biaya Operasional Kendaraan*. Denpasar: Universitas Udayana

Keputusan Presiden Republik Indonesia Nomor 36 tahun 2006. *Golongan Jenis Kendaraan Bermotor Pada Jalan*. Jakarta

Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 34 Tahun 2006. *Tentang Jalan dan Jaringan Jalan*

Suweda Wayan, 2008, *Manajemen Lalu Lintas*, Denpasar. Teknik Sipil FT Unud

Warpani,S. 1988. *Rekayasa Lalu Lintas*. Jakarta: Bhatara karya Aksara.

Sumber Internet :

Badungkab. 2016. Badung dalam angka 2016, [http : badungkab.bps.go.id](http://badungkab.bps.go.id).

Neraca. 2016. Klasifikasi Jalan Umum. [http: www.neraca.co.id/articcele/klasifikasi/jalan](http://www.neraca.co.id/articcele/klasifikasi/jalan).

Nama Rupabumi. [https : www.bakotsurtanal.go.id/pentingnya-pembakuan](https://www.bakotsurtanal.go.id/pentingnya-pembakuan)

Tim Nasional Pembakuan Nama Rupabumi, 2010. Pentingnya Pembakuan Nama- Wikibooks. 2016. Penerapan Geometri Jalan dan Kelas jalan.

[https:// id.m.wikibooks.org/wiki/kelasjalan](https://id.m.wikibooks.org/wiki/kelasjalan).

Wikibooks. 2016. Rekayasa Lalu Lintas/ Survey Lalu Lintas. [https: //id.m.wikkibooks.org/wiki/surveylalulintas](https://id.m.wikkibooks.org/wiki/surveylalulintas).

PERENCANAAN DIMENSI DINDING PENAHAN TANAH PADA TANAH LEMPUNG
(Studi Kasus: Dinding Penahan Tanah Proyek Pembangunan Terintegrasi Anjungan Cerdas
Di Kecamatan Mendoyo)

Made Novia Indriani, I Nyoman Suta Widnyana, I Putu Agus Ardika

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Hindu Indonesia
madenovia@gmail.com, gussuta@yahoo.co.id

ABSTRAK

Dinding penahan tanah adalah suatu bangunan yang berfungsi untuk menstabilkan kondisi tanah tertentu pada umumnya dipasang pada daerah tebing yang labil. Jenis konstruksi adalah pasangan batu dengan mortar, pasangan batu kosong, beton, kayu dan sebagainya. Fungsi utama dari konstruksi penahan tanah adalah menahan tanah yang berada dibelakangnya dari bahaya longsor akibat benda-benda yang ada di atas tanah (perkerasan & konstruksi jalan, jembatan, kendaraan dll), berat tanah dan berat air (tanah). Konstruksi dapat dikonstruksikan jenis klasik yang merupakan konstruksi dengan mengandalkan berat konstruksi untuk melawan gaya-gaya yang bekerja. Berdasarkan cara untuk mencapai stabilitasnya, maka dinding penahan tanah digolongkan sebagai berikut : Dinding gravitasi, Dinding penahan kantilever, Dinding conterfort, Dinding butters, Abutment jembatan,

Penelitian ini adalah perencanaan dimensi dinding penahan tanah pada proyek pembangunan terintegrasi anjungancerdas di kecamatan mendoyo. Hasil perhitungan akan dicek kembali dengan angka keamanan yang ditetapkan dengan menggunakan teori *rankine* dan teori *coloumb* dengan menggunakan data tanah hasil uji laboratorium. Pengumpulan data dilakukan dua cara yaitu pengumpulan data primer dengan cara mengambil sampel tanah dan menguji sampel tanah di laboratorium, data sekunder dilakukan dengan wawancara untuk melengkapi data-data yang dibutuhkan dalam perhitungan dinding penahan tanah.

Hasil analisis desain dimensi dinding penahan tanah batu kali adalah setinggi 8,319 meter, perencanaan awal setinggi 7,319 meter. Lebar bawah adalah 3 meter, sedangkan pada design awal lebar bawah hanya 0,75 meter. Dari hasil perhitungan dimensi dinding penahan tanah didapat besarnya daya dukung tanah adalah $321,372 \text{ kN/m}^2$, hasil tersebut lebih kecil dari daya dukung tanah yang diijinkan sebesar $759,893 \text{ kN/m}^2$. gaya geser adalah 2,01 dan gaya guling adalah 5,19, dimana dimensi tersebut sudah melebihi syarat minimum yang harus didapat adalah 2 untuk gaya geser dan gaya guling .

Kata Kunci : Dinding penahan tanah, gaya guling, gaya geser, daya dukung tanah

I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dinding penahan tanah merupakan komponen struktur bangunan yang penting untuk tanah berkontur atau tanah yang memiliki elevasi berbeda. Secara singkat dinding penahan tanah merupakan dinding yang di bangun untuk menahan massa tanah di atas struktur atau bangunan yang di buat. Pembangunan dinding penahan tanah harus berdasarkan analisis stabilitas dan faktor keamanan. Kegagalan struktur dinding penahan tanah dapat berakibat fatal yang menyebabkan kerugian harta benda dan hilangnya korban jiwa. Dinding penahan tanah dapat di katakan aman apabila dinding penahan tersebut telah di perhitungkan faktor keamanannya, baik terhadap bahaya

penurunan, daya dukung tanah, penggulingan, dan pergeseran. Analisis stabilitas merupakan salah aspek yang tidak boleh diabaikan, karena stabilitas dinding penahan sangat mempengaruhi usia desain dinding penahan itu sendiri (Sudarmanto,1992).

Pada pembangunan Terintegrasi Anjungan Cerdas di Kecamatan Mendoyo terdapat item pekerjaan pembangunan struktur dinding penahan tanah, dimana dinding penahan tanah tersebut menggunakan pasangan batu kali yang berfungsi untuk menahan tekanan tanah yang berada di atasnya.

1.2. Rumusan Masalah

Berapa dimensi yang diperlukan untuk merencanakan dinding penahan tanah pada

proyek Pembangunan Terintegrasi Anjungan Cerdas di Kecamatan Mendoyo?

1.3. Tujuan Penelitian

Untuk Mengetahui dimensi yang diperlukan dalam merencanakan dinding penahan tanah pada proyek Pembangunan Terintegrasi Anjungan Cerdas di Kecamatan Mendoyo

1.4. Batasan Masalah

Tidak menghitung material-material bahan pada pekerjaan dinding penahan tanah.

II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Dinding Penahan Tanah

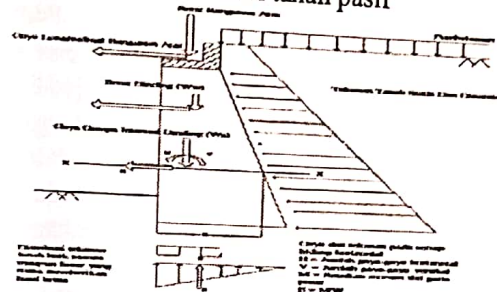
Dinding penahan tanah merupakan komponen struktur bangunan penting utama untuk jalan raya dan bangunan lingkungan lainnya yang berhubungan tanah berkontur atau tanah yang memiliki elevasi berbeda. Secara singkat dinding penahan tanah merupakan dinding yang dibangun untuk menahan massa tanah di atas struktur atau bangunan yang dibuat.

Dari jenis dinding penahan tanah yang ada diatas, yang digunakan sebagai simulasi untuk mengontrol gaya-gaya dalam pada dinding penahan tanah yaitu dinding yang terbuat dari beton/talud beton atau dinding kantilever yang terbuat dari beton bertulang dikarenakan di bidang konstruksi yang memanfaatkan sifat kantilevernya untuk menahan massa tanah yang ada di belakang dinding dan beton merupakan bahan komposit dari aggregate bebatuan dan semen sebagai bahan pengikat, yang dapat dianggap sebagai sejenis pasangan bata tiruan karena beton memiliki sifat yang hampir sama dengan bebatuan dan batu bata (berat jenis yang tertinggi, kuat tekan yang sedang dan kuat Tarik yang kecil). Beton dibuat dengan pencampuran bersama semen kering dan aggregate dalam komposisi yang tepat dan kemudian ditambah dengan air, yang menyebabkan semen mengalami hidrolisasi dan kemudian seluruh campuran berkumpul dan mengeras untuk membentuk sebuah bahan dengan sifat seperti bebatuan. Beton mempunyai satu keuntungan lebih dibandingkan dengan bebatuan, yaitu bahwa beton tersedia dalam bentuk semi cair selama proses pembangunan.

Tiap potongan dinding horizontal akan menerima gaya-gaya seperti terlihat pada Gambar 2.9, maka perlu dikaitkan stabilitas terhadap gaya-gaya yang bekerja

seperti:

- 1) Gaya vertikal akibat berat sendiri dinding penahan tanah
- 2) Gaya luar yang bekerja pada dinding penahan tanah
- 3) Gaya akibat tekanan tanah aktif
- 4) Gaya akibat tekanan tanah pasif



Gambar 2.9 Tegangan terhadap dinding
2.2 Tekanan Tanah Lateral

Untuk merencanakan bangunan penahan tanah, sering didasarkan atas keadaan yang meyakinkan keruntuhan total tidak akan terjadi. Gerakan beberapa centimeter sering tidak begitu penting sepanjang ada jaminan bahwa gerakan-gerakan yang lebih besar lagi tidak akan terjadi. Dalam perencanaan dinding penahan, biasanya dilakukan dengan cara menganalisis kondisi-kondisi yang akan terjadi pada keadaan runtuh, kemudian memberikan factor aman yang cukup yang dipertimbangkan terhadap keruntuhan tersebut.

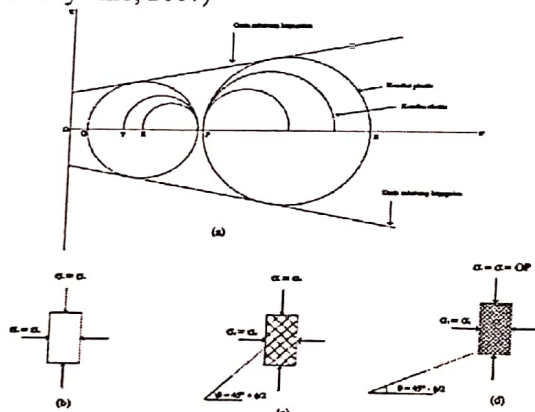
Analisis tekanan tanah lateral ditinjau pada kondisi keseimbangan plastis, yaitu pada saat masa tanah pada kondisi tepat akan runtuh (rinkine, 1857). Kedudukan keseimbangan plastis ini hanya dapat dicapai bila terjadi diformasi yang cukup pada massa tanahnya. Besar dan distribusi tekanan tanah adalah fungsi dari perubahan letak (*displacement*) dan regangan (*strain*).

Untuk mempelajari kondisi keseimbangan plastis ditinjau kondisi tegangan yang di tunjukan oleh lingkaran-lingkaran Mohr dalam gambar 2.10a. dalam gambar ini, setiap lingkaran dan memenuhi persyaratan keseimbangan elastic dengan satu dari tegangan utamanya (σ_1 atau σ_3) sama dengan OP . Disini hanya terdapat 2 lingkaran mohr melalui P yang menyinggung garis selubung kegagalan. Kedua lingkaran ini mewakili kondisi keseimbangan plastis tanah.

Kondisi-kondisi plastis bekerja pada suatu elemen tanah diperlihatkan dalam

Gambar 2.10b. elemen tanah mula-mula dipengaruhi oleh tegangan-tegangan utama $\sigma_1=OP$ dan $\sigma_3=OR$. Jika tekanan vertikal OP di tahan tetap dan tekanan lateral ditambah sampai bahan mengalami keruntuhan pada kedudukan OS (Gambar 2.10d), tegangan menjadi berotasi sehingga tegangan utama mayor menjadi OS . Pada kondisi ini lingkaran Mohr akan lewat P dan S dan bidang kegagalan dalam Gambar 2.10d membuat sudut $45^\circ - \phi/2$ dengan bidang horizontal. Gambar 2.10d menunjukkan kondisi permukaan bidang longsor akibat geser pada teori tekanan tanah pasif.

Jika pada kondisi Gambar 2.10b, tekanan arah lateral dikurangi sampai menjadi QP , maka keruntuhan tanah akan terjadi, karena lingkaran QP menyinggung garis selubung kegagalan. Disini, tegangan OP adalah tegangan mayor dan bidang keruntuhan akan membentuk sudut $45^\circ + \phi/2$ terhadap bidang horizontal (Gambar 2.10c). kondisi ini menunjukkan kondisi permukaan longsor akibat geser pada teori tekanan tanah aktif. (Hari Christday Hardiyatmo, 2007)



Gambar 2.10 konsep keseimbangan elastis dan plastis

- 1) Tegangan-tegangan sebelum runtuh (elastis) dan saat runtuh (plastis)
- 2) Kondisi awal dengan tegangan sel OP
- 3) Bidang longsor untuk teori tekanan tanah aktif
- 4) Bidang longsor untuk teori tekanan tanah pasif

$$K_0 = 1 - \sin\phi \quad \dots\dots\dots (2.27)$$

2.3 Stabilitas Dinding Penahan Tanah

Tekanan tanah dan gaya-gaya yang bekerja pada dinding penahan tanah sangat mempengaruhi stabilitas dinding penahan

tanah itu sendiri, secara umum pemampatan atau penggunaan bahan dalam konstruksi dinding penahan tanah yang berarti memberikan perkuatan pada massa tanah, memperbesar timbunan di belakang dinding penahan tanah. Perkuatan ini, juga mengurangi potensi gaya lateral yang menimbulkan perpindahan kearah horizontal dari pada dinding tersebut sebagai akibat adanya beban vertikal yang dipindahkan menjadi tekanan horizontal yang bekerja dibelakang dinding penahan tanah atau biasa dikenal sebagai tekanan tanah aktif. (Suryolelono, 1994). Analisis yang perlu dilakukan pada konstruksi dinding penahan tanah adalah:

2.3.1 Kestabilan Terhadap Guling

Kestabilan struktur terhadap kemungkinan terguling dihitung dengan persamaan berikut:

$$SF_{guling} = \frac{\Sigma M}{\Sigma M_H} \geq 2 \quad \dots\dots(2.28)$$

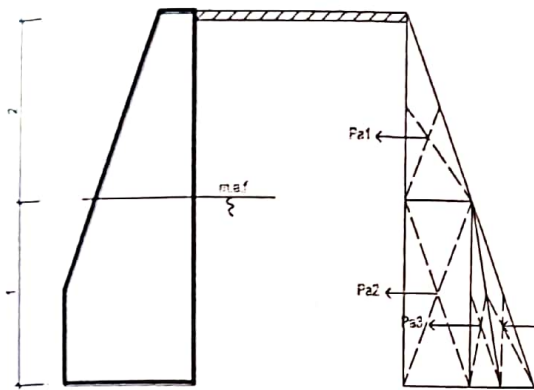
Keterangan :

ΣM = Jumlah dari momen-momen yang menyebabkan struktur terguling dengan titik pusat putaran di titik 0. ΣM disebabkan oleh tekanan tanah aktif yang bekerja pada elevasi $H/3$.

ΣM_H = Jumlah dari momen-momen yang mencegah struktur terguling dengan titik pusat putaran di titik 0. ΣM_H merupakan momen-momen yang disebabkan oleh gaya vertikal dari struktur dan berat tanah diatas struktur. Nilai angka keamanan minimum terhadap geser dalam perencanaan digunakan adalah 1,3. (Suryolelono,1994)

2.3.2 Ketahanan Terhadap Geser

Gaya aktif tanah (E_a) selain menimbulkan terjadinya momen juga menimbulkan gaya dorong sehingga dinding akan bergeser, bila dinding penahan tanah dalam keadaan stabil, maka gaya-gaya yang bekerja dalam keadaan seimbang ($\Sigma F=0$ dan $\Sigma M=0$). Perlawanan terhadap gaya dorong ini terjadi pada bidang kontak antara tanah dasar pondasi. (Sumber : Suryolelono, 1994)



Gambar 2.13 Perlawanan gaya dorong (Ea) pada dinding bidang kotak antara dasar dinding penahan tanah dan tanah dasar pondasi.

2.3.3 Daya Dukung Ijin Dari Tanah

Tekanan yang disebabkan oleh gaya-gaya yang terjadi pada dinding penahan ke tanah harus dipastikan lebih kecil dari daya dukung ijin tanah. Penentuan daya dukung ijin pada dasar dinding penahan/abutmen dilakukan seperti dalam perencanaan pondasi dangkal.

Eksentrisitas dari gaya-gaya ke pondasi seperti terlihat pada gambar 2.4 dapat dihitung dengan rumus berikut :

$$Eks = (0,5 \cdot B) - x \dots \dots \dots (2.33)$$

Tekanan ke tanah dihitung dengan rumus :

$$q_{max} = \frac{2V}{3(\frac{B}{3} - e)} \dots \dots \dots (2.34)$$

Keterangan:

- e = eksentrisitas
- B = alas pondasi dinding penahan tanah
- \$\Sigma\$ = tekanan

Jika nilai eks > B/6 maka nilai \$\sigma\$ akan lebih kecil dari 0. Hal tersebut adalah sesuatu yang tidak diharapkan. Jika hal ini terjadi maka lebar dinding penahan B perlu di perbesar Angka keamanan terhadap tekanan maksimum ke tanah dasar dihitung dengan rumus

$$SF_{dayadukung} = \frac{q_{ultimite}}{q_{max}} \dots \dots \dots (2.35)$$

Nilai minimum dari angka keamanan terhadap daya dukung yang biasa digunakan dalam perencanaan adalah 3.

2.3.4 Kapasitas Dukung Tanah

Analisis kapasitas dukung tanah mempelajari kemampuan tanah dalam mendukung beban fondasi yang bekerja di atasnya. Fondasi adalah bagian dari struktur yang berfungsi meneruskan beban akibat berat struktur secara langsung ketanah yang terletak dibawahnya.

Banyak cara yang telah dibuat

untuk merumuskan persamaan kapasitas dukung tanah, namun seluruhnya hanya merupakan cara pendekatan untuk memudahkan hitungan. Persamaan-persamaan yang dibuat di kaitkan dengan sifat-sifat tanah dan bentuk bidang geser yang terjadi saat keruntuhannya. (teori Terzaghi)

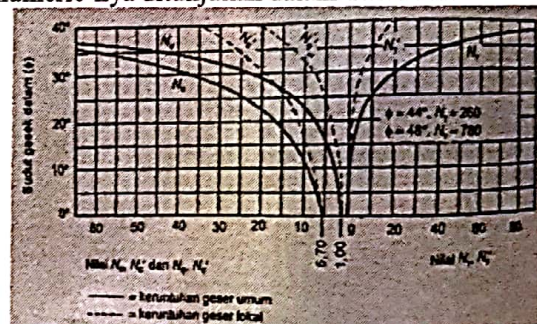
Rumus persamaan umum beban ultimit persatuan luas :

$$q_u = c \cdot N_c + P_o \cdot N_q + 0,5 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma \dots (2.36)$$

Keterangan:

- Qu = kapasitas dukung ultimit
- C = kohesi (kN/m²)
- P_o = Df \$\gamma\$ = Tekanan overburden (kN/m²)
- Df = kedalam fondasi (m)
- \$\gamma\$ = berat volume tanah (kN/m³)
- B = lebar fondasi (m)
- N_{\$\gamma\$}, N_c, N_q = factor kapasitas dukung tanah (fungsi \$\phi\$)

Nilai-nilai dari N_{\$\gamma\$}, N_c, N_q dalam bentuk grafik yang diberikan Terzaghi dapat dilihat pada Gambar 2.10 sedang nilai-nilai numeric-nya ditunjukkan dalam Table 2.1.



Gambar 2.14 Hubungan \$\phi\$ dan N_{\$\gamma\$}, N_c, N_q (Terzaghi, 1943)

Table 2.1 Nilai-nilai faktor kapasitas dukung tanah Terzaghi

\$\phi\$	Keruntuhan geser			Keruntuhan geser		
	N	N	N	N	N'	N'

0	5	1,	0,	5,	1,0
		0	0	7	
5	7				1,4
		1,	0,	6,	
1	7	6	5	7	1,9
0		2,	1,	8,	2,7
		3	2	0	
1					3,9
5	9				
		4,	2,	9,	5,6
2	6	4	5	7	
0		7,	5,	11,	8,3
		1	0	8	
2	2,	4			11,7
5	9				
		12,7	9	14	

Sumber : (Terzaghi, 1943)

2.3.4.1. Tekanan overburden total (total overburden pressure)(p)

Tekanan overburden total (*total overburden pressure*) adalah intensitas tekanan total yang terdiri dari berat material diatas dasar fondasi total, yaitu berat tanah dan air sebelum fondasi dibangun.

2.3.4.2. Kapasitas dukung ultimit (ultimit bearing capacity) (qu)

Kapasitas dukung ultimit (*ultimit bearing capacity*) adalah bagian maksimum persatuan luas yang masih dapat didukung oleh fondasi, dengan tidak terjadi kegagalan geser pada tanah yang mendukungnya. Besarnya beban yang didukung, termasuk beban struktur, bebal pelat fondasi, dan tanah urug diatasnya.

2.3.4.3. Kapasitas dukung ultimit neto (net ultimate bearing capacity) (qun)

Kapasitas dukung ultimit neto (*net ultimate bearing capacity*) adalah nilai intensitas beban fondasi neto di mana tanah akan megalami keruntuhan geser, dengan :

$$q_{un} = q_u - \gamma \cdot D_f \dots\dots\dots (2.37)$$

keterangan :

qun = kapasitas dukung ultimit neto (t/m²)

qu = kapasitas dukung ultimit (t/m²)

2.3.4.4. Tekanan fondasi total (total foundation pressure) (q)

Tekanan fondasi total (*total foundation pressure*) atau intensitas pembebanan kotor (*gross loading intensity*) adalah intensitas tekanan total pada tanah

dasar fondasi, sesudah struktur selesai dibangun dengan pembebanan penuh. Beban-bebannya termasuk berat kotor fondasi, berat struktur atas, dan berat kotor tanah urug termasuk air diatas dasar pondasi.

2.3.4.5. Tekanan fondasi neto (net foundation pressure) (qn)

Tekanan fondasi neto (*net foundation pressure*) untuk suatu fondasi tertentu adalah tamabahan tekanan pada dasar fondasi, akibat beban mati dan beban hidup dari struktur. Bila dinyatakan dalam persamaan, maka:

$$q_n = q - \gamma \cdot D_f \dots\dots\dots (2.38)$$

Keterangan :

qn = tekanan fondasi neto (t/m²)

2.3.4.6. Kapasitas dukung perkiraan (presumed bearing capacity)

Kapasitas dukung perkiraan (*presumed bearing capacity*) adalah intensitas beban neto yang dipandang memenuhi syarat untuk jenis tanah tertentu untuk maksud perancangan awal. Nilai tertentu tersebut didasarkan pada pengalaman local, atau dengan hitungan yang diperoleh dari pengujian kekuatan atau pengujian pembebanan dilapangan, dengan memperhatikan faktor aman terhadap keruntuhan geser.

2.3.4.7. Kapasitas dukung ijin (allowable bearing capacity) (qa)

Kapasitas dukung ijin (*allowable bearing capacity*) adalah besarnya intensitas beban neto maksimum dengan mempertimbangkan besarnya kapasitas dukung, penurunan dan kemampuan struktur untuk menyesuaikan terhadap pengaruh penurunan tersebut.

2.3.4.8. Faktor aman (F)

Faktor aman (F) dalam tinjauan kapasitas dukung ultimit neto didefinisikan sebagai (Sumber: Hary Christady Hardiyatmo, 2007):

$$F = \frac{q_{un}}{q_n} = \frac{q_{un} - \gamma \cdot D_f}{q - \gamma \cdot D_f} \dots\dots\dots (2.39)$$

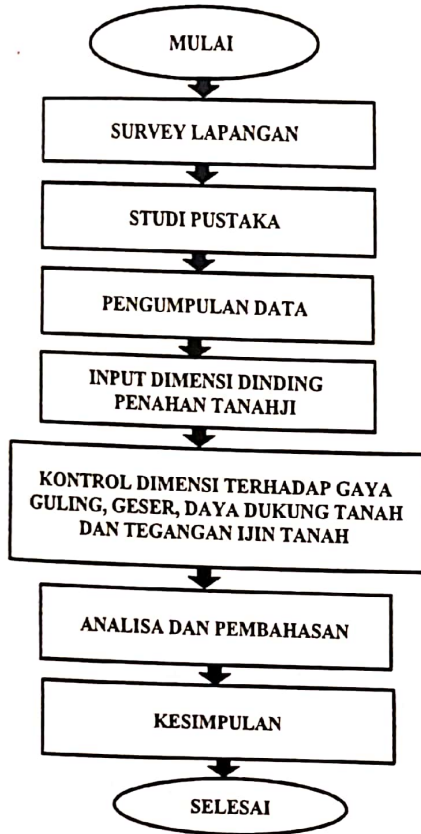
2.3.5 Tegangan Tarik Pada Dinding Pasangan Batu

Prinsip yang digunakan untuk menentukan besarnya tegangan pada dinding pasangan batu sama seperti menentukan tegangan pada tanah dasar dimana tegangan pada bidang horisontal dihitung dengan rumus :

$$\sigma_{min}^{max} = \frac{\Sigma V}{B} \left(1 \pm \frac{6.e.k.s.}{B}\right) \dots\dots (2.40)$$

Dinding pasangan batu dianggap aman jika tegangan minimum pada suatu bidang horizontal lebih besar atau sama dengan nol.

III Metode Penelitian



Gambar 3.1. Diagram Alir Kerangka Penelitian

IV. ANALISIS HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Data Hasil Uji Laboratorium

Berdasarkan hasil uji laboratorium di dapatkan data sebagai berikut:

4.1 Hasil Data Pemeriksaan Tekanan bebas

Waktu Merai Detik	Pemendekan Tanah		Luas Tampang Tanah		Beban		Tekanan	
	Pembacaan arloji (a)	La = 10 ⁻² (cm)	Regangan e = ΔL (%)	Koreksi 1 - e	Luas dikoreksi A = 1 - e	Pembacaan arloji (b)		Beban P (kg)
1	0	0,000	0,000	1,000	19,635	0	0,493	0,025
2	50	0,500	0,500	0,995	19,734	10	1,938	0,099
3	100	1,000	1,000	0,990	19,833	24	3,960	0,202
4	200	2,000	2,000	0,980	20,036	35	5,549	0,283
5	300	3,000	3,000	0,970	20,242	43	6,704	0,341
6	400	4,000	4,000	0,960	20,453	47	7,282	0,371
7	500	5,000	5,000	0,950	20,668	43	6,704	0,341
8	600	6,000	6,000	0,940	20,888	30	4,825	0,246

Lanjutan tabel 4.1

Diameter Contoh	5 cm
Tinggi Contoh	10 cm
Luas Mula - mula	19.635 cm ²
Volume Contoh	196.350 cm ³
Berat Contoh	255.50 gr
Berat Volume	1.301 gr/cm ³
Kuat Tekan (qu)	0.380 kg/cm ²
Kadar Air (w)	30.00 %
Sudut (α)	55 ⁰
Sudut Geser (φ)	20 ⁰
Kohesi (Cu)	0.190 kg/cm ²
Kalibrasi Alat	0,14443(b) + 0,49347

Sumber : Hasil Analisis (2017)

Tabel 4.2 Hasil Pemeriksaan Kadar Air

LANGKAH PENGUJIAN	PERHITUNGAN	SAT	HASIL	KISARAN
Berat Ring	W1	gr	58,7	
Berat Cawan	W2	gr	0	
Berat Ring + Cawan + Tanah Basah	W3	gr	132,2	
Berat Tanah Basah	$W = W3 - W1 - W2$	gr	73,53	
Volume Ring (Volume Tanah Basah)	V	cm ³	49,85	
Berat Volume Tanah Basah	$\gamma_b = W / V$	gr/cm ³	1,475	
Berat Ring + Cawan + Tanah Kering	W4	gr	112,9	
Berat Tanah Kering	$W_s = W4 - W1 - W2$	gr	54,30	
Berat Air	$W_w = W - W_s$	gr	19,24	
Kadar Air	$W = W_w / W_s \times 100\%$	%	35,44	$0 < w < \sim$
Berat Volume Tanah Kering	$\gamma_d = \gamma_b / (1 + w)$	gr/cm ³	0,197	
Hasil Pengujian Berat Jenis	Gs	-	2,63	
Volume Tanah Kering	$V_s = W_s / G_s$	cm ³	20,72	
Volume Pori	$V_v = V - V_s$	cm ³	29,13	
Deraat Kejenuhan	$V_w = W_w / \gamma_w$	cm ³	19,24	
	$S_r = V_w / V_v \times 100\%$	%	66,04	$0 \leq S_r \leq 100$
Porositas	$N = V_v / V \times 100\%$	%	58,44	$0 < n < 100$
Angka Pori	$e = V_v / V_s$	-	1,41	$0 < e < \sim$

Sumber : Hasil Analisis (2017)

4.2 Data Hasil survey lapangan

Berdasarkan Data Hasil survey lapangan Dinding Penahan Tanah pada proyek Pembangunan Terintegrasi Anjungan Cerdas di Kecamatan Mendoyo adalah sebagai berikut:

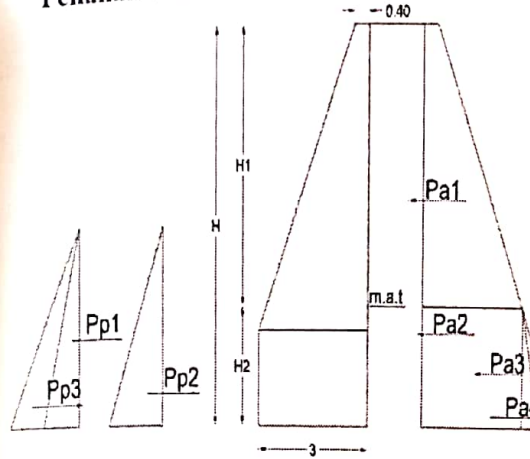
Tabel 4.3 Data Hasil Survey Lapangan

No	Keterangan	Nilai	Satuan
1	Lebar atas Dinding Penahan Tanah (A)	40	cm

2	Tinggi di atas muka air tanah (H_1)	481,9	cm
3	Tinggi muka air tanah (H_2)	250	cm
4	Lebar pondasi dinding penahan tanah (B)	75	cm
5	Tinggi total dinding penahan tanah (H)	731,9	cm
6	Beban yang bekerja (q)	40	kN

Sumber : Hasil Analisis (2017)

4.4 Perhitungan design Dinding Penahan Tanah



Gambar 4.3 Gaya-gaya yang bekerja pada dinding penahan tanah redesign
Tabel 4.4 Dicoba dimensi dinding penahan tanah design baru sebagai berikut :

No	Keterangan	Nilai	Satuan
1	Lebar atas Dinding Penahan Tanah (A)	40	cm
2	Tinggi di atas muka air tanah (H ₁)	581,9	cm
3	Tinggi muka air tanah (H ₂)	250	cm
4	Lebar pondasi dinding penahan tanah (B)	300	cm
5	Tinggi total dinding penahan tanah (H)	831,9	cm
6	Beban yang bekerja (q)	40	kN

Sumber : Hasil Analisis Agus Ardika (2017)

4.4.1 Perhitungan tekanan tanah aktif

Koefisien tekanan tanah aktif :

$$K_a = \frac{1 - \sin\phi}{1 + \sin\phi} \tan^2\left(45 - \frac{\phi}{2}\right)$$

$$= \tan^2\left(45 - \frac{20^\circ}{2}\right) = 0.49$$

Tekanan tanah aktif :

$$P_{a1} = 0,5 \cdot K_a \cdot \gamma_b \cdot H_1^2$$

$$= 0,5 \cdot 0.49 \cdot 14,75 \cdot 5,819^2$$

$$= 122,364 \text{ kN}$$

$$P_{a2} = K_a \cdot \gamma_b \cdot H_2^2$$

$$= 0,49 \cdot 14,75 \cdot 2,5^2$$

$$= 45,172 \text{ kN}$$

$$P_{a3} = 0,5 \cdot K_a \cdot \gamma_{sat} \cdot H_2^2$$

$$= 0,5 \cdot 0,49 \cdot 2,55 \cdot 2,5^2$$

$$= 3,905 \text{ kN}$$

$$P_{a4} = 0,5 \cdot \gamma_w \cdot H_2^2$$

$$= 0,5 \cdot 19,24 \cdot 2,5^2$$

$$= 60,125 \text{ kN}$$

$$P_a = P_{a1} + P_{a2} + P_{a3} + P_{a4}$$

$$= 122,364 + 45,172 + 3,905 + 60,125$$

$$= 231,566 \text{ kN}$$

Momen aktif :

$$M_{a1} = P_{a1} \cdot \left[\left(\frac{1}{3} \cdot H_1 \right) + H_2 \right]$$

$$= 122,364 \cdot \left[\left(\frac{1}{3} \cdot 5,819 \right) + 2,5 \right]$$

$$= 239,846 \text{ kNm}$$

$$M_{a2} = P_{a2} \cdot 0,5 \cdot H_2$$

$$= 45,172 \cdot 0,5 \cdot 2,5$$

$$= 56,465 \text{ kNm}$$

$$M_{a3} = P_{a3} \cdot \left[\left(\frac{1}{3} \cdot H_1 \right) + H_2 \right]$$

$$= 3,905 \cdot \left[\left(\frac{1}{3} \cdot 5,819 \right) + 2,5 \right]$$

$$= 10,074 \text{ kNm}$$

$$M_{a4} = P_{a4} \cdot \frac{1}{3} \cdot H_2$$

$$= 60,125 \cdot \frac{1}{3} \cdot 2,5$$

$$= 50,104 \text{ kNm}$$

$$M_a = M_{a1} + M_{a2} + M_{a3} + M_{a4}$$

$$= 239,846 + 56,465 + 10,074 + 50,104$$

$$= 300,024 \text{ kNm}$$

4.4.2 Perhitungan tanah pasif

Koefisien tekanan tanah pasif :

$$K_p = \tan^2\left(45 + \frac{\phi}{2}\right)$$

$$= \tan^2\left(45 + \frac{20^\circ}{2}\right) = 2,01$$

Tekanan tanah pasif:

$$P_{p1} = 0,5 \cdot \gamma_w \cdot H_2^2$$

$$= 0,5 \cdot 19,24 \cdot 2,5^2$$

$$\begin{aligned}
 P_{p2} &= 60,125 \text{ kN} \\
 &= 0,5 \cdot \gamma' \cdot K_p \cdot D_f^2 + \\
 &\quad 2 \cdot c \cdot \sqrt{K_p} \cdot D_f \\
 &= 0,5 \cdot 12,89 \cdot 2,01 \cdot 1^2 \\
 &\quad + 2 \cdot 19 \cdot \sqrt{2,01} \cdot 1 \\
 &= 66,829 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P_{p3} &= 0,5 \cdot \gamma_{sat} \cdot H^2 \\
 &= 0,5 \cdot 2,55 \cdot 2,5^2 \\
 &= 7,969 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P_p &= P_{p1} + P_{p2} + P_{p3} \\
 &= 60,125 + 66,829 + \\
 &\quad 7,969 \\
 &= 134,922 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

Momen pasif :

$$\begin{aligned}
 M_{p1} &= 2 \cdot P_{p1} \cdot \frac{1}{2} \cdot H_2 \\
 &= 2 \cdot 60,125 \cdot \frac{1}{2} \cdot 2,5 \\
 &= 150,313 \text{ kNm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 M_{p2} &= 2 \cdot P_{p2} \cdot D_f \\
 &= 2 \cdot 66,829 \cdot 1 \\
 &= 133,657 \text{ kNm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 M_{p3} &= 2 \cdot P_{p3} \cdot \frac{1}{2} \cdot H_2 \\
 &= 2 \cdot 7,969 \cdot \frac{1}{2} \cdot 2,5 \\
 &= 19,922 \text{ kNm}
 \end{aligned}$$

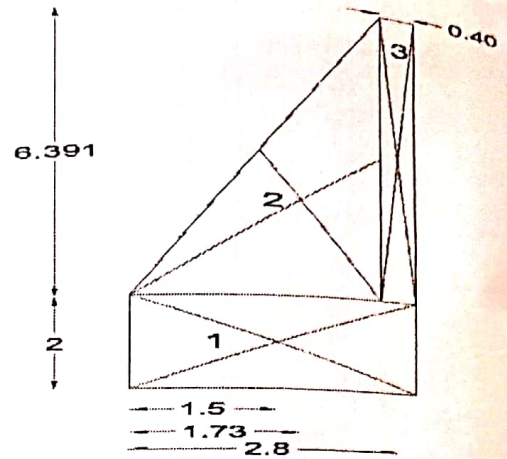
$$\begin{aligned}
 M_p &= M_{p1} + M_{p2} + M_{p3} \\
 &= 150,313 + 133,657 + \\
 &\quad 19,922 \\
 &= 303,892 \text{ kNm}
 \end{aligned}$$

3. Perhitungan Berat Sendiri Struktur

Tabel 4.5 Berat sendiri konstruksi dengan tinjauan terhadap titik A

No.	Berat Sendiri (kN)	Lengan terhadap titik A (m)	Momen terhadap titik A (kNm)
1	$3 \cdot 2,5 \cdot 55 = 412,5$	1,5	$412,5 \cdot 1,5 = 618,75$
2	$\frac{1}{2} \cdot 1 \cdot 5,819 \cdot 55 = 276,839$	1,73	$276,839 \cdot 1,73 = 478,931$
3	$0,4 \cdot 5,819 \cdot 55 = 128,018$	2,8	$128,018 \cdot 2,8 = 358,450$
	$\Sigma G = 750,541$		$\Sigma M = 737,651$

Sumber : Hasil Analisis (2017)



Gambar 4.4 Perhitungann Berat Sendiri Konstruksi Terhadap Titik A
Sumber : Hasil Analisis

4.4.4 Kapasitas Dukung Tanah Design Baru

Kapasitas dukung ultimit :

$$q_u = c \cdot N_c + p_0 \cdot N_q + \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma$$

N_c, N_q, N_γ = faktor kapasitas dukung tanah (fungsi ϕ) . $\phi = 20^\circ$

Diambil dari grafik yang diberikan Terzaghi dapat dilihat pada Gambar 2.10

$$N_c = 17,7$$

$$N_q = 7,4$$

$$N_\gamma = 5,0$$

$$p_0 = D_f \cdot \gamma = 1 \cdot 12,89 = 12,89 \text{ kN/m}^2$$

$$q_u$$

$$= c \cdot N_c + p_0 \cdot N_q + \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma$$

$$= 19,17,7 + 12,89 \cdot 7,4 + \frac{1}{2} \cdot 12,89 \cdot 3,5 \cdot 0$$

$$= 440,375 \text{ kN/m}^2$$

Kapasitas dukung ultimit neto :

$$q_{un} = q_u - p_0 = 440,375 - 12,89 = 427,485 \text{ kN/m}^2$$

Tekanan pondasi neto :

$$q_n = q - p_0 = 750,541 - 12,89 = 737,651 \text{ kN/m}^2$$

Faktor aman (F) :

$$F = \frac{q_{un}}{q_n}$$

$$= \frac{427,485}{593,276} = 0,721$$

Kapasitas dukung ijin :

$$q_a = \frac{q_u}{F}$$

$$= \frac{440,375}{0,580} = 759,893 \text{ kN/m}^2$$

4.4.5 Faktor Keamanan Terhadap Kuat Dukung Tanah, Geser dan Guling Struktur Design Baru

Tinjauan terhadap titik A.

$$\sum M = 1254,039 \text{ kNm}$$

$$V = \sum G = 750,541 \text{ kN}$$

$$e = \frac{1}{2} \cdot B - \frac{\sum M}{V} = \frac{1}{2} \cdot 3 -$$

$$\frac{1254,039}{750,541} = 0,171$$

$$e_{ijin} = \frac{1}{6} \cdot B = \frac{1}{6} \cdot 3 = 0,50$$

Jika $e > e_{ijin}$; maka $\sigma_{maks} =$

$$\frac{2 \cdot V}{3 \cdot \left(\frac{B}{2} - e \right)} < q_a$$

σ_{maks}

$$= \frac{2 \cdot 750,541}{3 \cdot \left(\frac{3}{2} - 0,171 \right)}$$

$$= 321,372 \text{ kN/m}^2 < q_a$$

(AMAN)

Stabilitas terhadap geser

Gaya vertikal $V = \sum G$

$f = \text{tg } \varphi \rightarrow$

$\text{tg } 20 = 0,36$

$$SF = \frac{V \cdot f + \frac{2}{3} \cdot c \cdot B + P_p}{P_a}$$

$$SF = \frac{750,541 \cdot 0,36 + \frac{2}{3} \cdot 19 \cdot 3 + 134,899}{231,566}$$

$SF = 2,01 > 2 \rightarrow$

(AMAN)
Stabilitas terhadap guling

$M_a = 300,024 \text{ kNm}$

$M_p = 303,892 \text{ kNm}$

$\sum M = 1254,039 \text{ kNm}$

$SF = \frac{\sum M + M_p}{M_a} = \frac{1254,039 + 303,892}{300,024}$

$= 5,19 > 2$ (AMAN)

Tabel 4.6 Rekapitulasi hasil perhitungan Dinding Penahan Tanah Batu Kali

	DPT Existing	DPT Design Baru
Dimensi (tinggi x lebar)	7,319 m x 0,75 m	8,319 m x 3 m
Kapasitas Dukung Tanah (q_a)	363,813 kN/m^2	759,893 kN/m^2
daya Dukung Tanah	597,182 kN/m^2	321,372 kN/m^2
SF Gaya Geser	1,28	2,01
SF Gaya Guling	1,88	5,19

Sumber : Hasil Analisis (2017)

Hasil analisis Dimensi dinding penahan tanah batu kali design baru adalah setinggi 8,319 meter, lebar bawah untuk design baru adalah 3 meter dan lebar atas adalah 0,40 meter. Dimensi dinding penahan tanah batu kali design baru sudah memenuhi syarat faktor keamanan terhadap gaya guling adalah 5,19, faktor keamanan terhadap gaya geser adalah 2,01 lebih besar dari pada angka keamanan yaitu 2 dan untuk daya dukung tanah adalah 321,372 hasil tersebut lebih kecil dari daya dukung tanah yang di

ijinkan adalah 759,893. Karena gaya guling, gaya geser dan daya dukung tanah sudah memenuhi syarat, maka dinding penahan tanah design baru di nyatakan aman.

V PENUTUP

1.1. Simpulan

Hasil analisis Dimensi dinding penahan tanah batu kali design baru adalah setinggi 8,319 meter, lebar bawah untuk design baru adalah 3 meter dan lebar atas adalah 0,40 meter. Dimensi dinding penahan tanah batu kali design baru sudah memenuhi syarat faktor keamanan terhadap gaya guling adalah 5,19, faktor keamanan terhadap gaya geser adalah 2,01 lebih besar dari pada angka keamanan yaitu 2 dan untuk daya dukung tanah adalah 321,372 hasil tersebut lebih kecil dari daya dukung tanah yang di ijinkan adalah 759,893. Karena gaya guling, gaya geser dan daya dukung tanah sudah memenuhi syarat, maka dinding penahan tanah design baru di nyatakan aman.

1.2. Saran

Dapat dilanjutkan dengan meneliti dinding penahan tanah batu kali dengan lokasi yang berbeda.

DAFTAR PUSTAKA

- Gunawan, Rudi, Ir. 1990. *Pengantar Teknik Pondasi Edisi Baru*, Yogyakarta, Kanisius.
- Hardiyatmo, H. C, 2003 *Mekanika Tanah II*, Edisi Ketiga, Yogyakarta, Gadjah Mada University Press.
- Hardiyatmo, H. C, 2007, *Mekanika Tanah II*, Edisi Keempat, Yogyakarta, Gadjah Mada University Press.
- Hakam A. dan Mulya R.P 2011, *Stabilitas dinding penahan tanah kantilever pada ruas jalan Silaing Padang – Bukit Tinggi KM 64+500*.
- Heri Pranata, 2010, *Analisis Dinding Penahan Tanah Dengan Perhitungan Manual Dan Kontrol Gaya-Gaya Dalam Yang Bekerja Pada Diding Penahan Tanah*, Universitas Negeri Yogyakarta.
- Ir. A. As'ad Sonet, MT., 2003, *Diktat Metode Elemen Hingga*, Universitas Brawijaya, Malang.
- Muh. Subhan A.K, Shristady H. dan Triwoyono A. 2007, *Identifikasi sebab-sebab kerusakan oprit jembatan dan alternatif penanganaya (Studi Kasus : Jembatan Nambo-Bungkutoko Kota Kediri)*
- Suryolelono, K. B, & Dip, H. E, 1994, *teknik pondasi bagian I (pondasi telapak dan dinding penahan tanah)*, Yogyakarta, Universitas Gadjah Mada.
- Sudarmanto, 1992, *Konstruksi Beton 2*.
- Terzaghi, K, & peck, R. B, 1993, *Mekanika Tanah dalam Praktik Rekayasa*, Jakarta, Penerbit Erlanga

ANALISIS KEBUTUHAN MODAL KERJA KONTRAKTOR BERDASARKAN JENIS SISTEM PEMBAYARAN

(Studi Kasus: Pembangunan Gedung RSUD Sanjiwani Gianyar)

Made Sudiarsa, Putu Gede Sanchaya Buana, Gede Yasada

Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Bali

Bukit Jimbaran, PO Box 1064 Tuban Badung Bali

madesudiarsa42@yahoo.com

ABSTRAK

Proyek konstruksi merupakan suatu rangkaian yang hanya satu kali dilaksanakan dan umumnya berjangka waktu pendek, dengan sumber daya terbatas. Sebelum pelaksanaan proyek konstruksi berjalan, biasanya dimulai dengan penyusunan rencana kerja dan waktu pelaksanaan proyek (*time schedule*). Realisasi rencana kerja di lapangan sering mengalami keterlambatan dalam pengerjaannya, karena realisasi penerimaan sangat ditentukan oleh pemilihan sistem pembayaran yang digunakan oleh kontraktor akan mempengaruhi aliran kas proyek (*cash flow*), besarnya modal kerja yang diperlukan, progres dari suatu pekerjaan, dan untuk menentukan alternatif kebijakan yang perlu dilakukan agar proyek tidak mengalami defisit.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui sistem pembayaran yang memerlukan modal kerja yang lebih sedikit dan menguntungkan kontraktor dalam aspek keuntungan proyek. Analisis menggunakan 2 alternatif kebijakan yang dilakukan oleh kontraktor saat proyek berlangsung alternatif 1 dengan melakukan pinjaman ke Bank dan alternatif 2 dengan kebijakan pembayaran material. Dari hasil analisis penelitian ini didapat sistem pembayaran MC tidak memerlukan modal kerja karena kondisi *cash flow* proyek selalu surplus sedangkan untuk sistem pembayaran termin memerlukan modal kerja berupa pinjaman bank sebesar Rp 410.000.000,00 agar kondisi *cash flow* proyek tidak mengalami defisit, seperti yang dilakukan pada alternatif kebijakan yaitu dengan melakukan pinjaman ke Bank.

Kata Kunci : *Cash Flow, Sistem Pembayaran, Modal Kerja*

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Proyek konstruksi merupakan rangkaian yang hanya satu kali dilaksanakan dan umumnya berjangka waktu pendek, dengan sumber daya terbatas. Sumber daya pada proyek konstruksi berupa tenaga kerja, peralatan, material, metode dan finansial.

Sebelum pelaksanaan proyek konstruksi berjalan, biasanya dimulai dengan penyusunan rencana kerja waktu kegiatan yang disesuaikan dengan metode konstruksi yang akan digunakan. Pengaruh perencanaan terhadap proyek konstruksi akan berdampak pada pendapatan dalam proyek itu sendiri. Salah satunya adalah penjadwalan (*time schedule*). Biasanya realisasi rencana kerja di lapangan sering mengalami keterlambatan dalam pengerjaannya, karena realisasi penerimaan sangat ditentukan oleh cara pembayaran yang telah ditetapkan dalam kontrak konstruksi.

Terbatasnya dana yang dimiliki *owner* menyebabkan pembayaran kepada kontraktor seringkali terlambat, sehingga mempengaruhi kerja kontraktor, dimana apabila kontraktor tidak mempunyai modal yang cukup maka akan dilakukan pinjaman bank.

Tersedianya modal kerja dari kontraktor akan pekerjaan proyek konstruksi dimana kontraktor dapat terus bekerja tanpa harus menunggu turunnya dana dari *owner* ataupun meminjam dari bank sehingga dapat memperlancar pelaksanaan proyek konstruksi dan dapat memenuhi target penjadwalan waktu kerja proyek konstruksi. Profit kontraktor merupakan keuntungan yang diperoleh pada suatu proyek yaitu selisih antara RAB dengan RAP. Untuk mendapatkan keuntungan, kontraktor harus mampu mengatur sumber daya yang ada. Semakin pintar kontraktor

mengatur modal yang dimiliki semakin besar pula keuntungan yang diperoleh. Keterbatasan finansial ini seringkali kurang dicermati, dimana kontraktor cenderung berusaha untuk mendapatkan untung yang sebesar-besarnya.

Sistem pembayaran pada proyek konstruksi akan mempengaruhi perencanaan modal kerja kontraktor. Adapun jenis-jenis sistem pembayaran proyek yaitu pembayaran bulanan (*Monthly Payment*), pembayaran termyn (*Termyn Payment*), dan pembayaran sekali akhir (*Turn Key Payment*).

Maka dari itu pemilihan sistem pembayaran yang digunakan oleh kontraktor akan sangat berpengaruh, karena akan digunakan untuk menyusun jadwal penerimaan dan pengeluaran proyek. Jadwal penerimaan dan pengeluaran harus direncanakan secara tepat dan akurat karena akan mempengaruhi aliran kas proyek (*cash flow*), besarnya modal kerja yang diperlukan, progress dari suatu pekerjaan, dan untuk menentukan kebijakan yang perlu dilakukan agar proyek tidak mengalami defisit. Oleh karena itu, sistem pembayaran sangat mempengaruhi rancana modal kerja kontraktor pada proyek konstruksi yang juga berimbas pada keuntungan yang akan diperoleh pada akhir proyek.

Kondisi seperti diatas sering terjadi pada kontraktor yang mengerjakan proyek pembangunan gedung seperti Pembangunan Gedung RSUD Sanjiwani Gianyar. Maka daripada itu penulis mengangkat penelitian tentang "Analisis kebutuhan modal kerja kontraktor berdasarkan jenis sistem pembayaran pada proyek "Pembangunan Gedung RSUD Sanjiwani Gianyar"

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang dapat diambil dari latar belakang diatas adalah :

- Berapa besar Rencana Anggaran Pelaksanaan (RAP) pada proyek tersebut.
- Berapa besar modal kerja yang diberikan bila menggunakan sistem pembayaran bulanan (*Monthly Payment*) atau sistem pembayaran termyn (*Termyn Payment*)?
- Sistem pembayaran manakah yang memberikan profit dan keuntungan *cash flow* lebih besar bagi kontraktor?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian diatas adalah sebagai berikut:

- Untuk mengetahui Rencana Anggaran Pelaksanaan (RAP) pada proyek tersebut.
- Untuk mengetahui kebutuhan modal kerja dengan sistem pembayaran bulanan (*Monthly Payment*) atau sistem pembayaran termyn (*Termyn Payment*)
- Untuk mengetahui sistem pembayaran lebih menguntungkan bagi kontraktor.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Manajemen Proyek

Manajemen Proyek adalah merencanakan, menyusun organisasi, memimpin dan mengendalikan sumber daya perusahaan untuk mencapai tujuan jangka pendek yang telah ditentukan (H. Kurzner, 1982).

2.2 Cara Pembayaran Proyek

Kontrak berdasarkan aspek cara pembayaran didasarkan atas prestasi pekerjaan yang sudah dikerjakan penyedia jasa. Cara pembayaran prestasi pekerjaan penyedia jasa dapat dibedakan :

- Pembayaran bulanan (*monthly payment*) yaitu prestasi penyedia jasa dihitung setiap akhir bulan. Setelah prestasi tersebut diakui pengguna jasa maka penyedia jasa dibayar sesuai prestasi tersebut.
- Pembayaran atas prestasi (*progress/stage payment*)
Pembayaran kepada penyedia jasa dilakukan atas dasar prestasi/kemajuan pekerjaan yang telah dicapai sesuai ketentuan dalam kontrak, jadi tidak atas dasar prestasi yang dicapai dalam satu waktu.
- Turnkey*

Dalam bentuk kontrak *turnkey* penyedia jasa harus mendanai dahulu seluruh pekerjaan sesuai dengan kontrak. Setelah pekerjaan selesai 100% dan diterima dengan baik oleh pengguna jasa barulah penyedia jasa mendapatkan bayaran sekaligus.

2.3 Rencana Anggaran Pelaksanaan (RAP)

RAP adalah rencana anggaran biaya proyek pembangunan yang dibuat oleh kontraktor untuk memperkirakan berapa sebenarnya biaya sesungguhnya yang dibutuhkan untuk menyelesaikan suatu kontrak

kerja proyek konstruksi, sedangkan RAB adalah besarnya seluruh biaya yang diperlukan untuk merealisasikan pembangunan suatu konstruksi tersebut siap untuk dimanfaatkan sesuai dengan fungsi yang telah direncanakan. Jadi dari pengertian tersebut bisa kita lihat bahwa selisih antara RAP dan RAB merupakan gambaran awal untuk memperkirakan laba rugi perusahaan kontraktor. Jadi fungsi RAP itu sangat penting dalam menunjang keberhasilan sebuah proyek konstruksi.

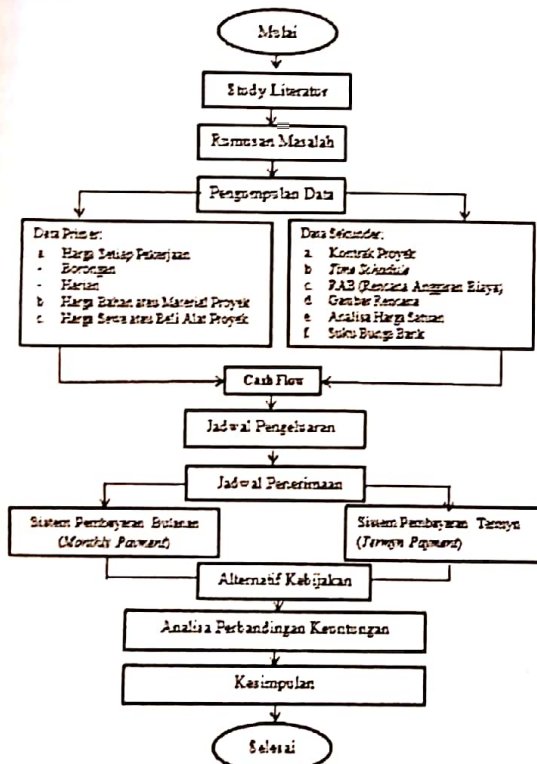
2.4 Aliran Arus Kas (Cash Flow)

Cash flow atau arus kas proyek adalah arus kas yang mencakup prakiraan penerimaan dan pengeluaran dana yang diperlukan untuk pelaksanaan proyek selama jangka waktu kontrak. Cash flow atau arus kas adalah penggambaran jumlah kas masuk (penerimaan kas) dan jumlah kas keluar (pengeluaran kas) dalam suatu periode tertentu.

III. METODE PENELITIAN

3.1 Tahapan Penelitian

Adapun rancangan dari penelitian ini adalah :



Gambar 1. Bagan Alir Penelitian

3.2 Tahapan Analisa Data

Tahapan dalam analisa data merupakan urutan langkah yang dilaksanakan secara sistematis sesuai dasar teori

permasalahan sehingga didapat analisis yang akurat untuk mencapai tujuan penulis. Adapun tahapan analisa data adalah :

- Menyusun Rencana Anggaran Pelaksanaan (RAP) dengan langsung mensurvei harga-harga bahan material, upah tenaga kerja serta harga-harga borongan.
- Menyusun jadwal penerimaan dan jadwal pengeluaran proyek.
- Membuat alternatif kebijakan yang dapat dilakukan oleh kontraktor.
- Menghitung kebutuhan modal kerja berdasarkan sistem pembayaran bulanan (Monthly Payment) dan sistem pembayaran termyn (Termyn Payment).

IV. PEMBAHASAN

4.1 Gambaran Umum Proyek

Proyek Pembangunan Gedung RSUD Sanjiwani Gianyar dibangun dengan tiga lantai dengan Luas total bangunan Proyek Pembangunan Gedung Rawat Inap ini adalah 151,96 m² yang terdiri dari 3 Lantai. Dana yang dihabiskan dalam pelaksanaan proyek Pembangunan Gedung RSUD Sanjiwani Gianyar sebesar Rp. 4.236.959.000,00 yang berasal dari APBD Kabupaten Gianyar.

4.2 Biaya Langsung Proyek

Pada proyek Pembangunan Gedung RSUD Sanjiwani Gianyar biaya langsung meliputi biaya bahan, biaya upah tenaga kerja, dan biaya alat. Dalam menghitung biaya langsung dibutuhkan data-data proyek seperti dokumen analisa harga satuan pekerjaan, daftar harga bahan yang sesuai dengan harga nyata di pasaran, daftar harga upah tenaga kerja borongan maupun harian, dan daftar harga sewa alat-alat.

4.3 Biaya Tak Langsung

Biaya tak langsung tidak akan dicantumkan pada RAB akan tetapi perhitungan biaya tak langsung dilakukan pada Rencana Anggaran Pelaksanaan (RAP). Biaya tak langsung pada proyek Pembangunan Gedung RSUD Sanjiwani Gianyar meliputi gaji karyawan yang ditanggung oleh 2 proyek, ATK dan biaya lain-lain ditanggung oleh Proyek pembangunan Gedung RSUD Sanjiwani Gianyar.

4.4 Rekapitulasi Rencana Anggaran Pelaksanaan (RAP)

Berdasarkan hasil perhitungan biaya langsung dan biaya tak langsung proyek Pembangunan Gedung RSUD Sanjivani Gianyar dapat direkapitulasi Rencana Anggaran Pelaksanaan (RAP) sebagai berikut:

Tabel 1. Rekapitulasi RAP

No	Uraian	Jumlah
1	BIAYA LANGSUNG	
a	Biaya Bahan	2,005,686,816.936
b	Biaya Upah	693,687,394.08
c	Biaya Alat	40,350,000.00
d	Biaya Subkontraktor	288,981,615.00
	SUB TOTAL	3,028,705,826.02
2	BIAYA TIDAK LANGSUNG	149,625,000.00
	SUB TOTAL	149,625,000.00
	TOTAL RAP	3,178,330,826.02

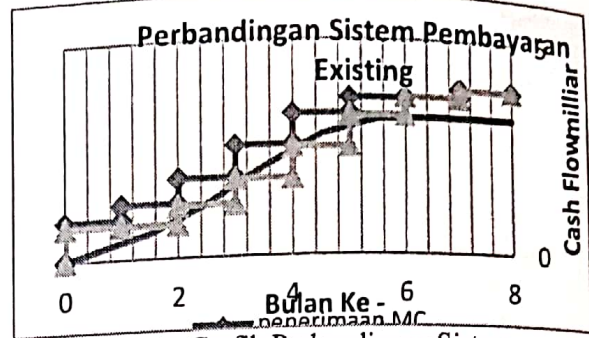
4.5 Analisa Penyusunan Aliran Arus Kas (Cashflow)

Proses penyusunan aliran arus kas (*cashflow*) didasarkan pada unsur-unsur utama *cashflow* yaitu, jadwal pengeluaran, jadwal penerimaan, kas awal, finansial, dan kas akhir. Pada analisa ini akan dibuat beberapa jenis alternatif *cashflow* berdasarkan sistem pembayaran proyek dan alternatif *cash flow* yang dapat dilakukan. Tahap terakhir pada analisa ini adalah pemilihan alternatif *cashflow* yang menghasilkan kas akhir yang terbesar dari alternatif-alternatif *cashflow* yang ada.

4.6. Cash Flow Proyek

4.6.1 Cash Flow Proyek Existing

Cas flow proyek *existing* ini adalah *cash flow* proyek sesuai dengan rencana yang tidak dilakukan alternatif kebijakan, baik pengeluaran dan penerimaannya, pengeluaran yang terjadi mengacu kepada *time schedule* yang ada dan penerimaan sesuai dengan kontrak.



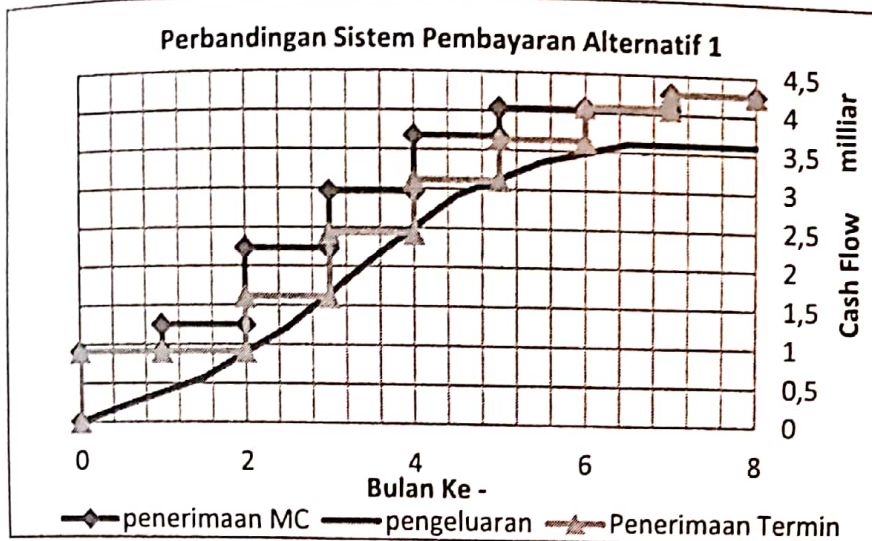
Gambar 2. Grafik Perbandingan Sistem Pembayaran Existing

Grafik diatas menjelaskan perbandingan antara sistem pembayaran termin dengan sistem pembayaran MC existing. Dimana dengan menggunakan sistem pembayaran MC dana pada proyek selalu dalam keadaan surplus, sedangkan dengan menggunakan sistem pembayaran termin terjadi defisit pada bulan ke 3 sampai bulan ke 5 sehingga diperlukan tambahan modal kerja dari luar proyek seperti pinjaman dari bank.

4.6.2 Cash Flow Proyek Alternatif Kebijakan 1

Adapun kebijakan dalam Alternatif Kebijakan 1

- Menggunakan DP 20%
- Melakukan pinjaman dana sebesar Rp.410.000.000,00 pada bulan ke-3
- Pinjaman diangsur dengan tahapan sebagai berikut.
 - a. Bulan ke-4 diangsur 10% dari pinjaman
 - b. Bulan ke-5 diangsur 20% dari pinjaman
 - c. Bulan ke-6 diangsur 20% dari pinjaman
 - d. Bulan ke-7 diangsur 50% dari pinjaman



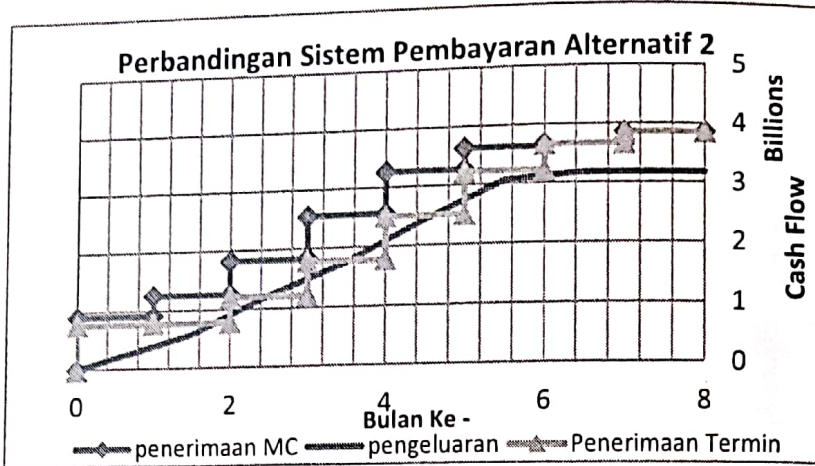
Gambar 3. Grafik Perbandingan Sistem Pembayaran Alternatif Kebijakan 1

Grafik diatas menjelaskan perbandingan antara sistem pembayaran termin dengan sistem pembayaran MC alternatif kebijakan 1. Dimana setelah dilakukan peminjaman dana kepada bank kedua sistem tersebut tidak mengalami defisit tetapi untuk sistem pembayaran MC tidak perlu dilakukan peminjaman dana kepada bank karena pada *cash flow existing* dengan sistem pembayaran MC tidak terjadi defisit. Peminjaman dana kepada bank akan mengurangi keuntungan dari kontraktor itu sendiri.

4.6.3 *Cash Flow* Proyek Alternatif Kebijakan 2

Adapun kebijakan dalam Alternatif Kebijakan 2

- Menggunakan DP 20%
- Melakukan sistem pembayaran biaya material secara bertahap dengan penjelasan sebagai berikut.
 1. Biaya material bulan ke-4 dibayarkan 50% dari total biaya material sisanya dibayar pada bulan ke 5.
 2. Biaya material bulan ke-5 dibayarkan 10% dari total biaya material sisanya dibayar pada bulan ke 6.
 3. Biaya material bulan ke-6 dibayarkan 50% dari total biaya material sisanya dibayar pada bulan ke 7.



Gambar 4. Grafik Perbandingan Sistem Pembayaran Alternatif Kebijakan 2

Grafik diatas menjelaskan perbandingan antara sistem pembayaran termin dengan sistem pembayaran MC alternatif kebijakan 2. Dimana dengan sistem pembayaran termin terjadi defisit pada bulan ke 3 walaupun sudah dilakukan upaya pengaturan pembayaran material kepada supllier, sedangkan dengan sistem pembayaran MC dana pada proyek selalu dalam keadaan surplus dan cash flow pada alternatif kebijakan 2 dengan sistem pembayaran MC lebih baik karena jadwal pengeluaran yang terjadi lebih terkontrol.

4.7. Aliran Arus Kas (Cashflow)

Setelah ditentukan rencana pemasukan, pengeluaran, dan alternatif kebijakan maka disusun aliran arus kas (*cashflow*) dari sistem pembayaran bulanan (*Monthly Payment*) dan sistem

pembayaran Termin (*Termyn Payment*) sebagai berikut:

- a. Sistem Pembayaran Bulanan (*Monthly Payment*)

Pada aliran arus kas dengan sistem pembayaran MC existing dana pada proyek selalu dalam keadaan surplus, begitu juga dengan sistem pembayaran MC alternatif 1 dana pada proyek selalu dalam keadaan surplus tetapi pada alternatif ini dengan sistem pembayaran MC tidak perlu dilakukan peminjaman dana kepada pihak bank karena pada *cash flow* existing dengan sistem pembayaran MC tidak terjadi defisit, peminjaman dana disini hanya akan mengurangi keuntungan dari kontraktor. Pada alternatif kebijakan 2

dengan sistem pembayaran MC juga dana pada proyek selalu dalam keadaan surplus dan cash flow yang terjadi lebih baik, karena pengeluaran yang terjadi sudah terkontrol dengan pengaturan pembayaran material kepada pihak kontraktor.

- b. Sistem Pembayaran Termin (*Termyn Payment*)

Pada aliran arus kas dengan sistem pembayaran termin existing dana pada proyek pada bulan ke 1 sampai bulan ke 2 dalam keadaan surplus sedangkan pada bulan ke 3 sampai bulan ke 5 dana proyek mengalami defisit sehingga perlu dilakukan peminjaman dana kepada pihak bank agar proyek tidak defisit, seperti yang dilakukan pada alternatif kebijakan 1 dimana dilakukan pinjaman kepada pihak bank sebesar Rp. 410.000.000,00 pada bulan ke 3 agar dana pada proyek tidak defisit. Sedangkan upaya untuk mengatur pembayaran material kepada supplier seperti yang dilakukan pada alternatif kebijakan 2 dana pada proyek tetap terjadi defisit pada bulan ke 3.

4.7.1. Rekapitulasi Kas Akhir

Dari beberapa alternatif rencana aliran arus kas (*cashflow*) dapat direkapitulasi kas akhir sebagai berikut:

Tabel 2. Rekapitulasi Kas Akhir

No	Alternatif	Total Kas Akhir
1	Sistem Pembayaran MC (Existing)	Rp. 671.900.957,21

2	Sistem Pembayaran Termin (Existing)	Rp. 671.900.957,21
3	Sistem Pembayaran MC (Alternatif Kebijakan 1)	Rp. 652.396.668,75
4	Sistem Pembayaran Termin (Alternatif Kebijakan 1)	Rp. 652.396.668,75
5	Sistem Pembayaran MC (Alternatif Kebijakan 2)	Rp. 671.900.957,21
6	Sistem Pembayaran Termin (Alternatif Kebijakan 2)	Rp. 671.900.957,21

Dari tabel diatas. menjelaskan tentang semua total kas akhir dari alternatif aliran arus kas yang telah dibuat. Dari ke-3 alternatif tersebut menghasilkan sistem pembayaran MC alternatif kebijakan 2 yang paling menguntungkan, yaitu sebesar Rp. 671.900.957,21.

V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1. Simpulan

Dari pembahasan dan analisa yang telah dilakukan maka dapat ditarik kesimpulan bahwa:

- a. Rencana Anggaran Pelaksanaan (RAP) pada proyek Pembangunan Gedung RSUD Sanjiwani Gianyar sebesar Rp. 3.384.830.826,02 yang terdiri dari biaya langsung sebesar Rp. 3.028.705.826,02 dan biaya tak langsung sebesar Rp. 347.875.000,00.
- b. Pada aliran arus kas (*cash flow*) untuk sistem pembayaran MC tidak memerlukan modal kerja karena kondisi *cash flow* proyek selalu surplus sedangkan untuk sistem pembayaran termin memerlukan modal kerja berupa pinjaman bank sebesar Rp 410.000.000,00 agar kondisi *cash flow* proyek tidak mengalami defisit, seperti yang dilakukan pada alternatif kebijakan 1.

- c. Dari beberapa alternatif rencana aliran arus kas (*cashflow*) yang menghasilkan keuntungan yang paling besar dan *cash flow* yang paling baik adalah alternatif kebijakan 2 dengan sistem pembayaran MC (*Monthly Payment*), yaitu dengan cara mengatur pembayaran material kepada supplier.

5.2. Saran

Adapun saran yang ingin penulis sampaikan dalam penyusunan skripsi ini adalah:

- a. Bagi pihak kontraktor dapat menjadikan hasil penelitian ini sebagai acuan dalam penyusunan aliran arus kas dan kebijakan-kebijakan penyusunan kontrak.
- b. Dalam negosiasi kontrak kerja dengan pemilik proyek, kontraktor supaya dapat mengupayakan sistem pembayaran yang paling menguntungkan untuk diterapkan selama berlangsungnya pelaksanaan proyek.
- c. Dalam penyusunan Rencana Anggaran Pelaksanaan diharapkan lebih teliti lagi dalam survey harga bahan, upah dan alat agar mendapatkan harga yang lebih ekonomis.
- d. Kepada pihak kontraktor agar melakukan pendekatan terhadap supplier sehingga mendapat harga terbaik dan dapat dipercayai untuk tenggang waktu dalam pelunasan material.
- e. Penelitian dapat dikembangkan lagi dengan mencoba beberapa alternatif lagi yang mungkin dapat diterapkan untuk penyusunan *cash flow*

DAFTAR PUSTAKA

- Asiyanto . 2005 . "Construction Project Cost Management" . Jakarta : Pradyna Paramita
- Dipohusodo . 1996 . *Manajemen Proyek Kontruksi* . Jakarta : Jilid 2
- Irika Widiasanti dan Lenggogeni . 2013 . "Manajemen Konstruksi". Bandung : Remaja Rosdakarya
- Kerzner . 1982 . Project Management for Executives . New York : Van Nostrand Reinhold
- Sawitra Punarbawa . 2016 . Analisis Aliran Arus Kas (Cash Flow) Pada Proyek Pembangunan Puskesmas I Abiansemal

Berdasarkan Cara Pembayaran.
Jimbaran : Politeknik Negeri Bali
Martho F. Tolangi, dkk, "Analisis Cash
Flow Optimal Pada Kontraktor Proyek
Pembangunan Perumahan", Jurusan
Teknik Sipil, Universitas Sam
Ratulangi, Vol.1 No. 1, (60-64),
November 2012

Soeharto, Iman. 1995 . *Manajemen Proyek
dari Konseptual Sampai Operasional* .
Jakarta : Erlangga
Wulfram, Ervianto. 2004 . *Manajemen
Proyek Konstruksi* . Yogyakarta : ANDI

KAJIAN POTENSI KEMACETAN LALU LINTAS DI SIMPANG TIGA JALAN RAYA SUNSET ROAD – JALAN RAYA KEROBOKAN – JALAN RAYA SEMINYAK BADUNG

Gede Yasada, Made Bella Paramiswari
Politeknik Negeri Bali, Jurusan Teknik Sipil PO Box 1064

ABSTRAK

Tugas Akhir ini berjudul Kajian Potensi Kemacetan Lalu Lintas Di Simpang Tiga Jalan Raya Sunset Road-Jalan Raya Kerobokan-Jalan Raya Seminyak Badung. Pada tugas akhir ini metode yang digunakan adalah metode survei lalu lintas di simpang tiga jalan raya sunset road-jalan raya kerobokan-jalan raya seminyak dan metode analisis dengan peraturan MKJI. Dari perhitungan kapasitas didapatkan nilai pada hari Senin pada pagi sebesar 2422,681 smp/jam, siang sebesar 2366,819 smp/jam, sore sebesar 2419,124 smp/jam. Rabu, pagi sebesar 2320,774 smp/jam, siang sebesar 2490,786 smp/jam dan sore sebesar 2404,315 smp/jam. Sabtu, pagi sebesar 2535,207 smp/jam, siang sebesar 2588,231 smp/jam dan sore sebesar 2463,082 smp/jam. Dari perhitungan derajat kejenuhan dan simpang (Delay) bisa diketahui tingkat pelayanan. diketahui derajat kejenuhan pada hari Senin pagi sebesar 1,114, siang sebesar 1,22, sore sebesar 1,23, pada hari Rabu pagi sebesar 1,173, siang sebesar 1,20, sore sebesar 1,23, pada hari Sabtu pagi sebesar 0,98, siang sebesar 1,101, sore sebesar 1,195. tundaan simpang (Delay) pada hari Senin pada pagi didapat sebesar 24,612 det/smp, siang sebesar 41,672 det/smp, sore sebesar 45,256 det/smp tingkat pelayanan rata-rata D dan E, pada hari Rabu pada pagi sebesar 34,37 det/smp, siang sebesar 39,98 det/smp, sore sebesar 49,256 det/smp tingkat pelayanan rata-rata D dan E, pada hari Sabtu pada pagi sebesar 18,15 det/smp, siang sebesar 25,39 det/smp, sore sebesar 38,79 det/smp Tingkat Pelayanan rata-rata C and D.

Kata Kunci : kapasitas, derajat kejenuhan, tundaan.

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan Kota Denpasar sebagai ibu Kota Provinsi Bali dan pusat aktivitas masyarakat Bali dalam bidang ekonomi, pendidikan, perdagangan, pemerintah dan kegiatan – kegiatan lainnya. Maka, kebutuhan akan prasarana Transportasi yang semakin padat menyebabkan sering timbulnya kemacetan pada ruas – ruas jalan Seperti halnya terjadi di simpang tiga Jalan Raya Sunset Road – jalan Raya Kerobokan – Jalan Raya Seminyak Badung merupakan salah satu ruas jalan yang memiliki tingkat kemacetan lalu lintas Untuk mengetahui efektifitasnya jalur kendaraan yang terdapat di sepanjang Simpang tiga Jalan Raya Sunset Road – jalan Raya Kerobokan – Jalan Raya Seminyak Badung, maka sangat penting dan perlu untuk melakukan survey kendaraan yang melintas di sepanjang Simpang tiga Jalan Raya Sunset Road – jalan Raya Kerobokan – Jalan Raya Seminyak Badung untuk melakukan analisis tingkat kepadatan kendaraan pada jalur di Simpang tiga Jalan

Raya Sunset Road – jalan Raya Kerobokan – Jalan Raya Seminyak Badung.

1.2 Rumusan Masalah

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

1. Bagaimana kondisi kinerja Simpang tiga Jalan Raya Sunset Road – jalan Raya Kerobokan – Jalan Raya Seminyak Badung ditinjau dari volume dan kapasitas?
2. Bagaimana tingkat kemacetan lalu lintas di Simpang tiga Jalan Raya Sunset Road – jalan Raya Kerobokan – Jalan Raya Seminyak Badung?
3. Bagaimana solusi untuk mengurangi atau mengatasi kemacetan di Simpang tiga Jalan Raya Sunset Road – jalan Raya Kerobokan – Jalan Raya Seminyak Badung?

1.3 Tujuan dan Manfaat Penelitian

Adapun tujuan yang ingin dicapai dari penelitian yang akan dilakukan adalah :

1. Untuk mengetahui kinerja di Simpang tiga Jalan Raya Sunset Road – jalan Raya Kerobokan – Jalan Raya

Seminyak Badung bila dibandingkan volume dan kapasitas.

2. Untuk mengetahui kemacetan lalu lintas di Simpang tiga Jalan Raya Sunset Road – jalan Raya Kerobokan – Jalan Raya Seminyak Badung.
3. Mengetahui solusi mengurangi atau mengatasi kemacetan di Simpang tiga Jalan Raya Sunset Road – jalan Raya Kerobokan – Jalan Raya Seminyak Badung.

Adapun manfaat dari penelitian yang akan dilakukan adalah:

1. Untuk mendapatkan kelancaran, ketertiban dan kenyamanan berlalu lintas.
2. Bagi mahasiswa, dapat dijadikan sebagai tambahan pemahaman tentang ilmu lalu lintas dan transportasi.
3. Bagi pemerintah, dapat memberikan pelayanan kelancaran arus lalu lintas di Simpang tiga Jalan Raya Sunset Road – jalan Raya Kerobokan – Jalan Raya Seminyak Badung.

2. LANDASAN TEORI

2.1 Pengertian Survei

Data yang dikumpulkan terdiri dari data primer dan data sekunder. Pengumpulan data primer dilakukan dengan cara survey lapangan, sedangkan data sekunder didapatkan dari instansi yang berwenang dalam penentuan kebijakan transportasi seperti Dinas Perhubungan dan Pemerintah Daerah (Ofyar Z Tamin, 2000).

2.2 Geometrik Jalan

Berbagai jalan akan menunjukkan kinerja yang berbeda pada pembebanan lalu lintas tertentu, misalnya jalan terbagi dan jalan tak terbagi. Lebar jalur lalu lintas, kecepatan arus beban dan kapasitas meningkat dengan pertambahan lebar jalur lalu lintas.

2.3 Pengertian Persimpangan

Persimpangan merupakan daerah pertemuan dua atau lebih ruas jalan, bergabung, berpotongan atau bersilang. Persimpangan juga dapat disebut sebagai pertemuan antara dua jalan atau lebih, baik sebidang maupun tak sebidang atau titik jaringan jalan dimana jalan-jalan bertemu dan lintas jalan saling berpotongan (Morlok, 1991).

2.4 Koefisien smp

Jumlah kendaraan ini dikelompokkan berdasarkan masing-masing jenis kendaraan yaitu kendaraan ringan (LV), kendaraan berat (HV), sepeda motor (MC) dan kendaraan tak bermotor (UM) Nilai smp menurut MKJI 1997 adalah sebagai berikut (Dirjen Bina Marga Dep. PU, 1997) :

Tabel 2.1 Satuan Mobil Penumpang (SMP)

NO	JENIS KENDARAAN	KELAS	SMP	
			RUAS	SIMPANG
1	Sedan/jeep, Microbus/pick up	LV	1,00	1,00
2	Bus standar, Truk sedang/berat	HV	1,20	1,30
3	Sepeda Motor	MC	0,25	0,40
4	Becak, Sepeda, Andong dll	UM	0,80	1,00

Sumber: Dirjen Bina Marga Dep, 1997

2.5 Kapasitas Persimpangan Tak Bersinyal Menurut MKJI 1997 Kapasitas, dihitung dari rumus sebagai berikut :

$$C = C_0 \times F_W \times F_M \times F_{CS} \times F_{RSU} \times F_{LT} \times F_{RT} \times F_{MI}$$

Dimana :

C_0 = Kapasitas Dasar

F_W = Faktor Penyesuaian Lebar Masuk

F_M = Faktor Penyesuaian Median Jalan Utama

F_{CS} = Faktor Penyesuaian Ukuran Kota

F_{RSU} = Faktor penyesuaian tipe lingkungan jalan, hambatan samping dan kendaraan tak bermotor

F_{LT} = Faktor penyesuaian-% Belok kiri

F_{RT} = Faktor penyesuaian-% Belok kanan

F_{MI} = Faktor penyesuaian rasio arus jalan minor

2.6 Derajat Kejenuhan (*Degree of Saturation*)

Yang dimaksud dengan derajat kejenuhan adalah hasil bagi arus lalu lintas terhadap kapasitas biasanya dihitung perjam. Derajat kejenuhan dihitung dengan menggunakan rumus berikut.

$$DS = Q_{TOT} / C$$

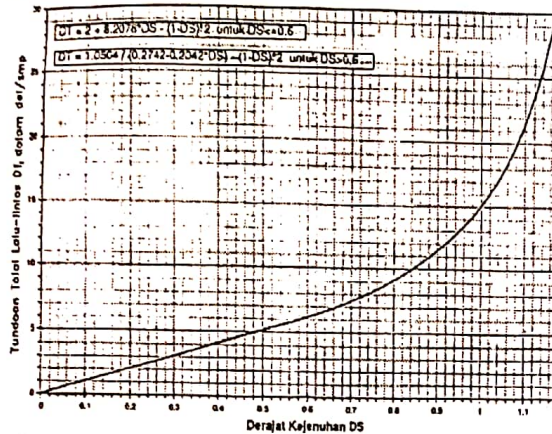
Dimana:

- DS = Derajat kejenuhan
- Q_{TOT} = Volume arus lalu lintas total pada persimpangan (smp/jam)
- C = Kapasitas (smp/jam)

2.7 Tundaan

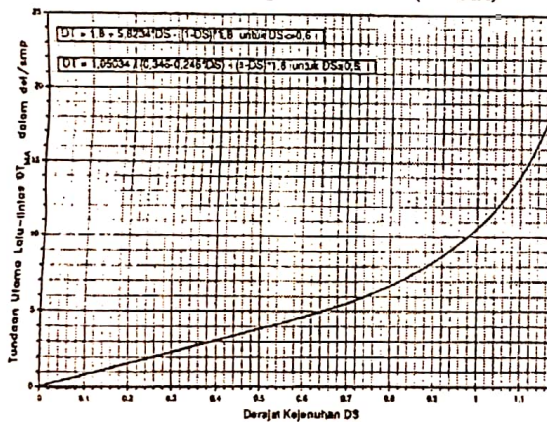
Tundaan (D) rata-rata adalah rata-rata waktu tunggu tiap kendaraan yang masuk dalam pendekat.

1. Tundaan lalu lintas simpang.



Gambar 1. Tundaan lalu lintas simpang (DT_i)

2. Tundaan lalu lintas jalan utama (DT_{MA})



Gambar 2. Tundaan lalu lintas jalan utama (DT_{MA})

3. Penentuan tundaan lalu lintas jalan minor (DT_{MI})

$$D_{TMI} = (Q_{TOT} \times D_{TI} - Q_{MA} \times D_{TMA}) / Q_{MI}$$

/ Q_{MI}

Dimana:

- D_{TMI} = Tundaan untuk jalan minor.
- D_{TMA} = Tundaan untuk jalan mayor .
- Q_{TOT} =Volume arus lalu lintas total pada persimpangan (smp/jam)
- Q_{MA} =Volume arus lalu lintas pada jalan mayor.

Q_{MI} = Volume lalu lintas pada jalan minor.

4. Tundaan geometrik simpang (DG)

Untuk $DS < 1,0$;

$$DG = (1-DS) \times (P_T \times 6 + (1-P_T) \times 3) + DS \times 4 \text{ (det/ smp).}$$

Untuk $DS \geq 1,0$: $DG = 4$.

Dimana :

DG = tundaan geometrik simpang.

DS = derajat kejenuhan.

P_T = rasio belok total.

5. Tundaan simpang (D)

Tundaan simpang dihitung sebagai berikut :

$$D = DG + DT_i \text{ (det/smp).}$$

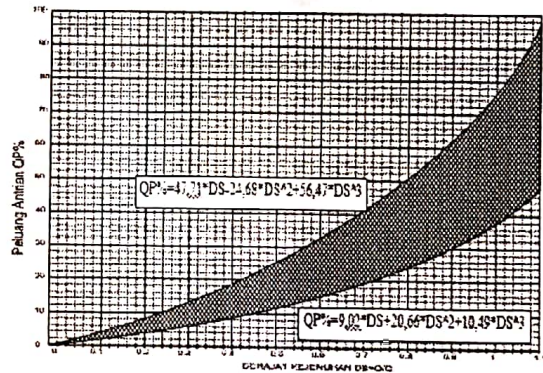
Dimana :

DG = tundaan geometrik simpang.

DT_i = tundaan lalu lintas simpang.

2.8 Peluang Antrian

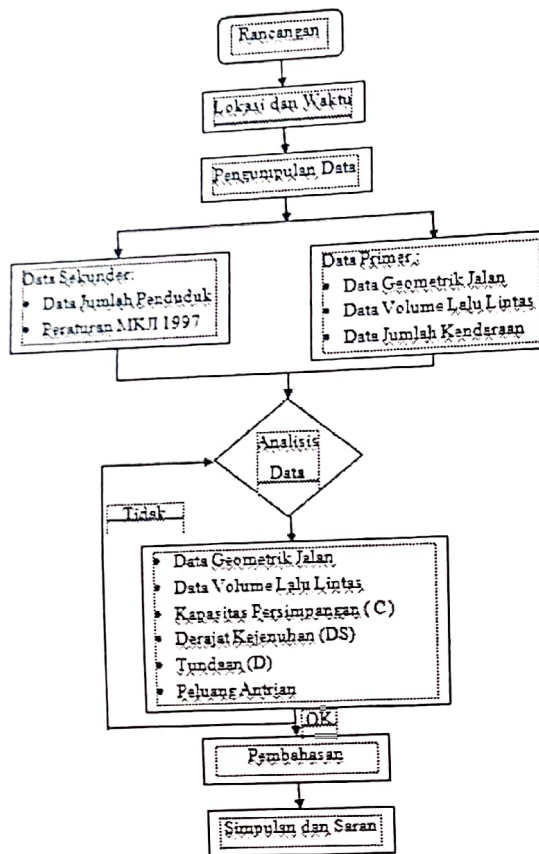
Peluang antrian dinyatakan pada range nilai yang didapat dari kurva hubungan antara peluang antrian ($QP\%$) dengan derajat jenuh (DS), yang merupakan peluang antrian dengan lebih dari dua kendaraan di daerah pendekat yang mana saja, pada simpang tak bersinyal.



Gambar 3. Peluang Antrian ($QP\%$)

3. METODE PENELITIAN

Penyusunan Tugas Akhir ini diawali dengan menemukan aspek yang akan dibahas yang mengenai Kajian Potensi Kemacetan Lalu Lintas Di Simpang Tiga Jalan Raya Sunset Road – jalan Raya Kerobokan – Jalan Raya Seminyak



Gambar 4. Bagan Alir Metode Pelaksanaan

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Existing

Simpang tak bersinyal Jalan Sunset Road – Jalan Kerobokan – Jalan Seminyak akan dihitung dengan program Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI). Dihitung sebagai berikut :

1. Perhitungan Kapasitas

Tabel 3.1 Hasil Perhitungan Kapasitas Existing

Har	Jam puncak	Kapasitas dasar (C _d)	Lama pendinginan (FW)	Medan (FM)	Ukuran lora (FCS)	Hambatan samping (FRSL)	Beban lora (FLT)	Beban lora (FRT)	Rasio motor lora (FAM)	Kap (C)
senin	Pagi	3200	0,901	1,35	0,94	0,94	1,194	0,933	0,813	24%
	Siang	3200	0,901	1,35	0,94	0,94	1,203	0,935	0,808	24%
	Sore	3200	0,901	1,35	0,94	0,94	1,212	0,925	0,800	24%
Rabu	Pagi	3200	0,901	1,35	0,94	0,94	1,159	0,922	0,814	25%
	Siang	3200	0,901	1,35	0,94	0,94	1,247	0,923	0,809	24%
	Sore	3200	0,901	1,35	0,94	0,94	1,203	0,919	0,813	24%
Sabtu	Pagi	3200	0,901	1,35	0,94	0,94	1,269	0,942	0,814	25%
	Siang	3200	0,901	1,35	0,94	0,94	1,304	0,936	0,812	25%
	Sore	3200	0,901	1,35	0,94	0,94	1,219	0,943	0,811	24%

- $F_w = 0,62 + 0,0646 \times W_1$
 $W_1 = (a/2 + b/2 + c)/\text{jumlah lengan}$
- $F_{LT} = 0,84 + 1,61 \times P_{LT}$; $P_{LT} = Q_{LT}/Q_v$
- $F_{RT} = 1,09 - 0,922 \times P_{RT}$; $P_{RT} = Q_{RT}/Q_v$

- $F_{MI} = -0,555 \times P_{MI}^2 + 0,555 \times P_{MI} + 0,69$
 $P_{MI} = (A + B)/(A + B + C)$

2. Perhitungan Perilaku Lalu Lintas
Tabel 3.2 Hasil Perhitungan Perilaku Lalu Lintas Existing

Har	Jam puncak	DS	DTI det'smp	DMA det'smp	DMI det'smp	DG	DS det'smp	QP %
Senin	Pagi	1,114	22,612	14,802	26,508	4	24,612	100,65 - 47,89
	Siang	1,22	41,677	23,289	34,36	4	45,672	124,08 - 61,64
	Sore	1,23	45,256	24,604	54,538	4	49,256	126,50 - 62,739
Rabu	Pagi	1,173	30,37	18,59	36,38	4	34,37	113,22 - 56,69
	Siang	1,20	35,98	21,04	42,71	4	39,98	119,36 - 59,52
	Sore	1,23	45,256	24,604	37,181	4	49,256	126,501 - 55,83
Sabtu	Pagi	0,98	14,15	9,97	16,25	4,02	18,15	76,26 - 38,99
	Siang	1,101	21,39	14,15	24,86	4	25,39	98,04 - 49,60
	Sore	1,195	34,79	20,538	41,63	4	38,79	118,21 - 38,07

- $DS = Q_{tot}/C$
- $DT_1 = 1,0504/(0,2724 - 0,2024 \times DS) - (1 - DS) \times 2$
- $DMA = 1,05034/(0,346 - 0,246 \times DS) - (1 - DS) \times 1,8$
- $DMI = (Q_{tot} \times DT - Q_{MA} \times DMA)/Q_{MI}$
- $DG = (1 - DS) \times (P_{TX6} + (1 - P_T) \times 3) + DS \times 4$;
untuk $DS < 1,0$: untuk $DS > 1,0$: $DG = 4$
- $D = DG + DT_1$
- Peluang Antrian Atas
- $QP\% = 47,77 \times DS - 24,68 \times DS^2 + 56,47 \times DS^3$
- Peluang Antrian Bawah
- $QP\% = 9,02 \times DS + 20,66 \times DS^2 + 10,49 \times DS^3$

4.2 Solusi

Sesuai dengan hasil perhitungan diatas pada hari senin (pagi, siang, sore), rabu (pagi, siang, sore), sabtu (pagi, siang, sore) memiliki kondisi tingkat pelayanan C, D dan E maka untuk solusi pada permasalahan yang timbul di simpang tiga jalan sunset road – jalan kerobokan – jalan seminyak yaitu pelebaran jalan pada jalan kerobokan, jalan seminyak dan pembatasan pada kendaraan berat (HV) menuju kesimpang tiga jalan sunset road – jalan kerobokan – jalan seminyak. sebagai berikut:

1. Perhitungan Kapasitas

Tabel 4.3 Hasil Perhitungan Kapasitas yang udah direkayasa

hari	jam puncak	Kapasitas dsr (C)	lebar perdekrit rata-rata (FW)	lebar jalan utama (FNO)	ukuran kota (FCS)	hambatan samping (FRSU)	bebek kiri (FLT)	bebek kanan (FRT)	rasio minor/total (FMD)	Kap smp
senin	Pagi	3200	0,980	1,05	0,94	0,94	1,197	0,932	0,813	265
	Siang	3200	0,980	1,05	0,94	0,94	1,207	0,903	0,809	256
	Sore	3200	0,980	1,05	0,94	0,94	1,216	0,924	0,809	264
Rabu	Pagi	3200	0,980	1,05	0,94	0,94	1,157	0,920	0,814	252
	Siang	3200	0,980	1,05	0,94	0,94	1,251	0,922	0,809	271
	Sore	3200	0,980	1,05	0,94	0,94	1,272	0,924	0,812	277
Sabtu	Pagi	3200	0,980	1,05	0,94	0,94	1,240	0,941	0,813	276
	Siang	3200	0,980	1,05	0,94	0,94	1,275	0,939	0,811	282
	Sore	3200	0,980	1,05	0,94	0,94	1,206	0,943	0,812	268

- $F_w = 0,62 + 0,0646 \times W_1$
 $W_1 = (a/2 + b/2 + c)/\text{jumlah lengan}$
 - $F_{LT} = 0,84 + 1,61 \times P_{LT}$; $P_{LT} = Q_{LT}/Q_v$
 - $F_{RT} = 1,09 - 0,922 \times P_{RT}$; $P_{RT} = Q_{RT}/Q_v$
 - $F_{MI} = -0,555 \times P_{MI}^2 + 0,555 \times P_{MI} + 0,69$
- $$P_{MI} = (A + B)/(A + B + C)$$

2. Perhitungan Perilaku Lalu Lintas
 Tabel 4.4 Hasil Perhitungan Perilaku lalu lintas yang udah direkayasa

Hari	jam puncak	DS	DT det'smp	DMA det'smp	DMI det'smp	DG	D det'smp	QP%
Senin	Pagi	1,02	15,96	11,08	18,38	4	19,96	82,97-41,
	Siang	1,12	23,22	15,12	26,91	4	27,22	101,88-50
	Sore	1,12	23,22	15,12	26,84	4	27,22	101,88-50
Rabu	Pagi	1,07	18,36	11,66	21,76	4	22,36	91,97-46,
	Siang	1,09	19,78	11,48	23,51	4	23,78	95,81-48,
	Sore	1,06	17,72	11,75	20,63	4	21,72	90,09-45,
Sabtu	Pagi	0,89	10,64	13,67	9,59	4,12	15,06	62,72-32
	Siang	1,00	14,63	12,34	15,72	4	18,63	79,5-40,6
	Sore	1,09	19,78	11,48	23,76	4	23,78	95,81-48,

- $DS = Q_{tot}/C$
 - $DT_1 = 1,0504/(0,2724 - 0,2024 \times DS) - (1 - DS) \times 2$
 - $D_{MA} = 1,05034/(0,346 - 0,246 \times DS) - (1 - DS) \times 1,8$
 - $D_{MI} = (Q_{tot} \times DT - Q_{MA} \times D_{MA})/Q_{MI}$
 - $DG = (1 - DS) \times (P_T \times 6 + (1 - P_T) \times 3) + DS \times 4$;
 untuk $DS < 1,0$: untuk $DS > 1,0$: $DG = 4$
 - $D = DG + DT_1$
- Peluang Antrian Atas
- $QP\% = 47,77 \times DS - 24,68 \times DS^2 + 56,47 \times DS^3$
- Peluang Antrian Bawah
- $QP\% = 9,02 \times DS + 20,66 \times DS^2 + 10,49 \times DS^3$

5. SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Tabel 5.1 Hasil Perhitungan Existing Kinerja Simpang

Hari	jam puncak	Kapasitas (C) smp/jam	DS	Delay smp/jam	Tingkat Pelayanan
Senin	Pagi	2422,681	1,114	24,612	D
	Siang	2366,819	1,22	41,672	E
	Sore	2419,124	1,23	45,256	E
Rabu	Pagi	2320,774	1,173	34,37	D
	Siang	2490,786	1,20	39,98	D
	Sore	2404,315	1,23	49,256	E
Sabtu	Pagi	2535,207	0,98	18,15	C
	Siang	2588,231	1,101	25,39	D
	Sore	2463,082	1,195	38,79	D

Dari ringkasan perhitungan kinerja persimpangan diatas dapat diketahui tingkat pelayanan pada persimpangan Jalan Sunset Road – Jalan Kerobokan – Jalan Seminyak bila dilihat dari delay yaitu : pada hari senin, pagi tingkat pelayanan didapatkan D, siang dan sore tingkat pelayanan didapatkan E, pada hari Rabu, pagi, siang dan sore didapatkan tingkat pelayanan E, pada hari sabtu pagi didapatkan tingkat pelayanan C, siang dan sore didapatkan tingkat pelayanan D.

Tabel 5.2 Hasil Perhitungan Solusi Kinerja Simpang

Hari	jam puncak	Kapasitas (C) smp/jam	DS	Delay smp/jam	Tingkat Pelayanan
Senin	Pagi	2638,89	1,02	19,96	C
	Siang	2565,45	1,12	27,22	D
	Sore	2644,69	1,12	27,22	D
Rabu	Pagi	2520,96	1,07	22,36	C
	Siang	2714,92	1,09	23,78	C
	Sore	2776,75	1,06	21,72	C
Sabtu	Pagi	2760,08	0,89	15,06	C
	Siang	2820,56	1,00	18,63	C
	Sore	2686,80	1,09	23,78	C

Dari ringkasan perhitungan kinerja persimpangan diatas dapat diketahui tingkat pelayanan pada persimpangan Jalan Sunset Road – Jalan Kerobokan – Jalan Seminyak bila dilihat dari delay yaitu : pada hari senin pagi tingkat pelayanan didapatkan C, siang dan sore tingkat pelayanan didapatkan D, pada hari Rabu, pagi, siang dan sore didapatkan tingkat pelayanan D, pada hari sabtu pagi, siang dan sore didapatkan tingkat pelayanan C.

5.2 Saran

1. Di karenakan adanya jam sibuk kemacetan tidak bisa di alihkan menuju ke jalur lain maka jalan di lebarkan pada ruas jalan kerobokan, jalan seminyak dan

- pembatasan pada kendaraan berat (HV) menuju kesimpang tiga jalan sunset road – jalan kerobokan – jalan seminyak
2. Penulis berharap penelitian ini bermanfaat dan seandainya bisa diperdalam penulis menyarankan agar pada saat melakukan survei harus dilakukan sesuai dengan waktu yang telah ditentukan untuk mendapatkan data yang valid.

- [4]. Direktorat Jendral Bina Marg, Jakarta
- [5]. Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI), 1997, Simpang Tak Bersinyal, Jakarta
- [6]. Prof. Ir. Leksmono Suryo Putranto, M.T., Ph.D, Rekayasa Lalu Lintas, Indeks, Jakarta, 2016

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Bukhari R.A, dkk, Rekayasa Lalu Lintas, Bidang Studi Teknik Transportasi, Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh, 1997
- [2]. Badan Pusat Statistik 2014. Denpasar Dalam Angka Tahun 2014, Kantor Statistik Denpasar.
- [3]. Departemen Pekerjaan Umum 1997, Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI),

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 batas kanan 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.
5. Penyunting berhak mengedit redaksional tanpa mengubah arti. Tim Redaksi akan memutuskan naskah yang akan diterbitkan setelah melalui suatu penilaian Tim Penyunting Ahli.
6. Naskah yang dimuat diberikan nomor bukti pemuatan.
7. Jurnal Widya Teknik terbit setiap semester, yaitu pada bulan April dan Oktober. Naskah sudah diterima redaksi paling lambat 60 hari sebelum penerbitan.
8. Naskah yang dikirimkan berupa cetakan di atas kertas HVS ukuran A4 dan soft copy dalam media CD-R atau melalui e-mail.
9. Naskah dapat dikirim ke alamat redaksi: Fakultas Teknik Unhi Denpasar, Jl. Sangalangit, Penatih, Tembau, Denpasar. Email: teknik.unhi@gmail.com atau teknik@unhi.ac.id.

Amretham tu widya



Fakultas Teknik - UNHI
Jl. Sanggalangit, Tembau, Denpasar - Bali
Telp. (0361) 464700, 464800
www.unhi.ac.id
email : teknik@unhi.ac.id

