



# WIDYA TEKNIK

Media Informasi Ilmu Pengetahuan dan Teknologi

MUTU BATU-BATA AKIBAT TAMBAHAN SERBUK KAYU BAYUR  
DARI SEGI BENTUK, WARNA, KERETAKAN, BERAT DAN KUAT TEKAN  
I Ketut Gede Angga Bagaskara, I Wayan Artana, Ida Ayu Putu Sri Mahapatni

EVALUASI FAKTOR PENYEBAB TERJADINYA  
*CONTRACT CHANGE ORDER* (CCO) PADA PROYEK THE HAVA VILLA  
Putu Agus Setyawan, A.A.A Made Cahaya Wardani, Cokorda Putra

ANALISIS KECELAKAAN LALU LINTAS DI RUAS  
JALAN NASIONAL KOLEKTOR PRIMER DI KABUPATEN GIANYAR  
DENGAN METODE STATISTIK REGRESI LINIER BERGANDA  
I Kadek Agus Pande Purnanta, Ida Ayu Sri Mahatpani, I Made Harta Wijaya

PERBANDINGAN WAKTU DAN BIAYA PADA PEKERJAAN PASANGAN  
DINDING DENGAN METODE *TIME STUDY* PADA PROYEK KONSTRUKSI  
GEDUNG  
I Made Prana Arya, I Wayan Muka, Ida Ayu Putu Sri Mahapatni

OPTIMALISASI BIAYA DAN WAKTU PADA PROYEK KONTRUKSI  
PEMBANGUNAN GEDUNG DENGAN METODE *TIME COST TRADE OFF*  
Putu Agus, I Wayan Muka, Made Novia Indriani

PERBANDINGAN PERILAKU DAN KINERJA  
STRUKTUR BETON BERTULANG ANTARA ANALISIS  
DINDING PENGISI BATA MERAH, BATA RINGAN,  
DAN TANPA DINDING PENGISI (*OPEN FRAME*)  
I Komang Widiarsa dan I Nyoman Suta Widnyana

ANALISIS KINERJA RUAS JALAN AKIBAT ADANYA GERAKAN PUTAR  
BALIK PADA BUKAAN MEDIAN JALAN NASIONAL DENPASAR  
Yuda Pratama Artha, Ida Bagus Wirahaji dan Md Adi Widyatmika

Diterbitkan Oleh:

Program Studi Teknik Sipil

Fakultas Teknik – Universitas Hindu Indonesia

Jurnal Widya Teknik	Volume 013	Nomor 01	Halaman 1 - 66	ISSN 1979- 973X	Denpasar, April 2020
---------------------------	---------------	-------------	-------------------	-----------------------	----------------------------

# Widya Teknik

## Media Informasi Ilmu Pengetahuan dan Teknologi

### Dewan Redaksi

#### Penanggung Jawab

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

#### Ketua

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

#### Sekretaris

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

#### Penyunting Ahli

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

#### Penyunting Pelaksana

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

#### Pengelola/Sirkulasi

I Komang Widanta Ruma, S.S., M.Si.  
A. A Istri Ita Ryandewi, S.S.  
I Gusti Agung Ayu Ratih Ningrat Sari, S.Ag.

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

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

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



# Widya Teknik

Media Informasi Ilmu Pengetahuan dan Teknologi

Vol. 013, No.01, April 2020

Widya Teknik – ISSN: 1979-973X

## Daftar Isi

	Hal
• MUTU BATU-BATA AKIBAT TAMBAHAN SERBUK KAYU BAYUR DARI SEGI BENTUK, WARNA, KERETAKAN, BERAT DAN KUAT TEKAN I Ketut Gede Angga Bagaskara, I Wayan Artana, Ida Ayu Putu Sri Mahapatni .....	1
• EVALUASI FAKTOR PENYEBAB TERJADINYA <i>CONTRACT CHANGE ORDER (CCO)</i> PADA PROYEK THE HAVA VILLA Putu Agus Setyawan, A.A.A Made Cahaya Wardani, Cokorda Putra .....	10
• ANALISIS KECELAKAAN LALU LINTAS DI RUAS JALAN NASIONAL KOLEKTOR PRIMER DI KABUPATEN GIANYAR DENGAN METODE STATISTIK REGRESI LINIER BERGANDA I Kadek Agus Pande Purnanta, Ida Ayu Sri Mahatpani, I Made Harta Wijaya.....	19
• PERBANDINGAN WAKTU DAN BIAYA PADA PEKERJAAN PASANGAN DINDING DENGAN METODE <i>TIME STUDY</i> PADA PROYEK KONSTRUKSI GEDUNG I Made Prana Arya, I Wayan Muka, Ida Ayu Putu Sri Mahapatni.....	27
• OPTIMALISASI BIAYA DAN WAKTU PADA PROYEK KONTRUKSI PEMBANGUNAN GEDUNG DENGAN METODE TIME COST TRADE OFF Putu Agus, I Wayan Muka, Made Novia Indriani .....	36
• PERBANDINGAN PERILAKU DAN KINERJA STRUKTUR BETON BERTULANG ANTARA ANALISIS DINDING PENGISI BATA MERAH, BATA RINGAN, DAN TANPA DINDING PENGISI ( <i>OPEN FRAME</i> ) I Komang Widiarsa dan I Nyoman Suta Widnyana.....	46
• ANALISIS KINERJA RUAS JALAN AKIBAT ADANYA GERAKAN PUTAR BALIK PADA BUKAAN MEDIAN JALAN NASIONAL DENPASAR Yuda Pratama Artha, Ida Bagus Wirahaji dan Md Adi Widyatmika.....	59

Diterbitkan oleh :

Program Studi Teknik Sipil

Fakultas Teknik Universitas Hindu Indonesia Denpasar

Jurnal Widya Teknik	Volume 013	Nomor 01	Halaman 1-66	ISSN 1979-973X	Denpasar April 2020
---------------------------	---------------	-------------	-----------------	-------------------	---------------------------

## Pengantar Redaksi

**OM Swastyastu,**

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

Jurnal Widya Teknik pada Edisi 013, Nomor 01, April 2020 menyajikan berbagai topik, antara lain: I Ketut Gede Angga Bagaskara, dkk meneliti mutu batu-bata akibat tambahan serbuk kayu bayur dari segi bentuk, warna, keretakan, berat dan kuat tekan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan serbuk kayu 8% menunjukkan warna merah tua, ukuran penyusutan sekitar kurang lebih 1 cm, bentuk siku tajam, keretakan mencapai kurang lebih 10% dan kuat tekan rata-rata sebesar 4,99 kN, dibandingkan dengan penambahan serbuk kayu 35% menunjukkan warna merah kecoklatan, ukuran penyusutan sekitar kurang lebih 1,5-2cm, bentuk melengkung, keretakan yang dialami cukup kecil hampir tidak terlihat dan kuat tekan rata-rata sebesar 2,5 kN dan penambahan serbuk kayu 40% menunjukkan warna hampir 25% kecoklatan, ukuran penyusutan sekitar kurang lebih 2-3cm, bentuk melengkung sekitaran 1cm dari bentuk semula, keretakan hampir tidak terlihat dan kuat tekan rata-rata sebesar 1,61 kN, bahkan penambahan serbuk kayu 45% tidak diuji karena sudah tidak memenuhi syarat dari pandangan luar dan ukuran. Sebaiknya dalam pembuatan batu bata, agar tidak melakukan penambahan serbuk kayu bayur diatas 35% karena penambahan diatas nilai tersebut dapat menurunkan mutu batu bata

Putu Agus Setyawan, dkk, meneliti Evaluasi Faktor Penyebab Terjadinya *Contract Change Order* (CCO) Pada Proyek The Hava Villa. Berdasarkan hasil penelitian yaitu secara teknis kesemuanya itu yang paling besar pengaruh dan dampaknya terhadap perubahan nilai kontrak adalah perubahan desain yang mengakibatkan penambahan nilai kontrak sebesar 9.47% dari nilai kontrak awal, disusul eskalasi sebesar 1.69% dan akibat perhitungan MC sebesar 3.06%. Namun yang paling besar pengaruh dan dampaknya terhadap perubahan waktu penyelesaian kontrak adalah perubahan desain yang mengakibatkan penambahan waktu sebesar 35.11% dari waktu kontrak awal, sedangkan penambahan lingkup pekerjaan hanya mengakibatkan penambahan sebesar 10.31% dari waktu kontrak awal.dengan 7%.

I Kadek Agus Pande Purnanta, dkk menganalisis Kecelakaan Lalu Lintas Di Ruas Jalan Nasional Kolektor Primer Di Kabupaten Gianyar Dengan Metode Statistik Regresi Linier Berganda. Hasil penelitian yaitu hubungan antara variabel bebas dan variabel terikat, berpengaruh positif dan signifikan. Hal ini diperoleh bahwa penyebab kecelakaan lalulintas yaitu pelaku kecelakaan, jenis kendaraan,dan faktor manusia. Ketiga hal tersebut saling mempengaruhi terjadinya kecelakaan lalulintas, dan model

yang dihasilkan berdasarkan analisis regresi linier berganda dengan program SPSS maka dihasilkan model regresi sebagai berikut:

$Y = -44,074 + 0,288X_1 + 0,964X_2 + 0,692X_3$ . Hal ini berarti diperoleh bahwa setiap peningkatan yang terjadi pada setiap variabel yaitu pelaku kecelakaan, jenis kendaraan, Faktor manusia menyebabkan peningkatan pada kejadian kecelakaan lalu lintas diruas Jalan Nasional Kolektor Primer Kabupaten Gianyar

I Made Prana Arya, dkk menganalisis Perbandingan Waktu Dan Biaya Pada Pekerjaan Pasangan Dinding Dengan Metode *Time Study* Pada Proyek Konstruksi Gedung. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa untuk waktu pengerjaan pemasangan dinding bata ringan dengan waktu kurang lebih 10,00 menit, sedangkan pengerjaan batako memerlukan waktu pemasangan kurang lebih 15,34 menit dan pasangan bata merah memerlukan waktu kurang lebih 25,42 menit dan untuk biaya bahan dan pekerja pemasangan dinding batako lebih murah dengan biaya Rp. 79.150,00, sedangkan biaya bahan dan pekerja pemasangan bata merah memerlukan biaya Rp. 112.584,00 dan untuk biaya dan pekerja pemasangan bata ringan memerlukan biaya Rp. 118.651,00

Putu Agus, dkk meneliti Optimalisasi Biaya Dan Waktu Pada Proyek Kontruksi Pembangunan Gedung Dengan Metode *Time Cost Trade Off*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa analisa *Time Cost Trade Off* dengan penambahan jam kerja (lembur) didapatkan biaya optimum pada penambahan tiga jam kerja lembur yang menghasilkan pertambahan biaya optimum sebesar Rp 44.272.314, dari biaya total normal Rp 5.422.471.439 menjadi Rp5.466.743.753. Waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan pekerjaan 240 hari menjadi 227 hari agar proyek bisa diselesaikan sesuai dengan jadwal awal yang telah direncanakan.

I Komang Widiarsa, dkk meneliti Perbandingan Perilaku Dan Kinerja Struktur Beton Bertulang Antara Analisis Dinding Pengisi Bata Merah, Bata Ringan, Dan Tanpa Dinding Pengisi (*Open Frame*). Hasil analisis menunjukkan bahwa simpangan struktur masing-masing model berturut-turut sebesar 4 mm, 5 mm, 16 mm dan 19 mm untuk IF2, IF1, OF2 dan OF1 dari arah X. Sedangkan Untuk arah Y sebesar 5 mm, 6 mm, 16 mm dan 20 mm untuk IF2, IF1, OF2 dan OF1. Dari simpangan dilihat bahwa model IF2 lebih kaku dibandingkan dengan model IF1. Sedangkan kedua model IF lebih kaku di bandingkan dengan kedua model OF, hal tersebut karena pemodelan *strut* membuat perilaku struktur menjadi lebih kaku. Hasil analisis *pushover* menunjukkan bahwa model IF2 mampu menerima gaya geser paling besar 988 ton untuk arah X dan 1060 ton untuk arah Y dengan level kinerja O (*Operasional*). Model IF1 mampu menerima gaya geser dasar 922 ton untuk arah X dan 978 ton untuk arah Y dengan level kinerja O (*Operasional*), sedangkan OF2 dengan level kinerja IO (*Immediate Occupancy*) mampu menerima gaya geser dasar 365 ton pada arah X dan 382 ton pada arah Y, serta model OF1 memiliki kemampuan menerima gaya geser dasar 348 ton arah X dan 376 pada arah Y.

Yuda Pratama Artha, dkk menganalisis Kinerja Ruas Jalan Akibat Adanya Gerakan Putar Balik Pada Buka Median Jalan Nasional Denpasar. Hasil analisis menunjukkan bahwa kinerja ruas jalan By Pass Ngurah Rai arah Denpasar-Nusa Dua dengan adanya fasilitas putar balik diperoleh: Volume lalu lintas tanpa gerakan putar balik 2.120 smp/jam, dengan adanya gerakan putar balik volume berkurang 1,8% menjadi 2080 smp/jam; Kapasitas Ruas semula 1,519 smp/jam berkurang sebesar 3,2% menjadi 1,471 smp/jam; Derajat Kejenuhan bertambah 7,9% dari 1,52% menjadi 1,64%; Kecepatan Tempuh menjadi menurun 3,8% dari 46,8 km/jam menjadi 45,0 km/jam. Tingkat Pelayanan menjadi menurun akan tetapi masih termasuk dalam kategori F. Untuk mengurangi pengaruh gerakan putar balik terhadap menurunnya kinerja jalan, sebaiknya dibuat fasilitas tambahan lajur khusus untuk kendaraan yang melakukan gerakan putar balik.

**OM Shanti Shanti Shanti OM**

Denpasar, 2 April 2020

Tim Redaksi

## **MUTU BATU-BATA AKIBAT TAMBAHAN SERBUK KAYU BAYUR DARI SEGI BENTUK, WARNA, KERETAKAN, BERAT DAN KUAT TEKAN**

**I Ketut Gede Angga Bagaskara<sup>1</sup>, I Wayan Artana<sup>2</sup>, Ida Ayu Putu Sri Mahapatni<sup>3</sup>**

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Hindu Indonesia  
Jalan Sanggalagit, Tembawu, Penatih, Denpasar

---

### **ABSTRAK**

Kebutuhan akan batu bata sangat penting peranannya dibidang bangunan, sementara kualitas bata masih banyak yang perlu diperbaiki dan biaya produksinya harus dikurangi. Oleh sebab itu riset dibidang peningkatan mutu batu bata perlu ditingkatkan. Pemanfaatan limbah dalam proses pembuatan batu bata merah adalah salah satu alternatif untuk mengurangi biaya produksi, dan mengurangi campuran tanah liat pada proses pembuatan batu bata merah. Pemanfaatan limbah yang akan digunakan pada penelitian ini yaitu serbuk kayu bayur.

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen yang menguji kualitas batu bata merah dengan tambahan campuran limbah serbuk kayu bayur. Serbuk kayu bayur yang digunakan merupakan limbah dari penggergajian kayu jenis kayu bayur yang menggunakan alat gergaji baik gergaji manual maupun gergaji mesin. Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui mutu batu bata merah yang meliputi pandangan luar (bentuk, warna), berat, ukuran dan kuat tekan batu bata.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan serbuk kayu 8% menunjukkan warna merah tua, ukuran penyusutan sekitar kurang lebih 1 cm, bentuk siku tajam, keretakan mencapai kurang lebih 10% dan kuat tekan rata-rata sebesar 4,99 kN, dibandingkan dengan penambahan serbuk kayu 35% menunjukkan warna merah kecoklatan, ukuran penyusutan sekitar kurang lebih 1,5-2cm, bentuk melengkung, keretakan yang dialami cukup kecil hampir tidak terlihat dan kuat tekan rata-rata sebesar 2,5 kN dan penambahan serbuk kayu 40% menunjukkan warna hampir 25% kecoklatan, ukuran penyusutan sekitar kurang lebih 2-3cm, bentuk melengkung sekitaran 1cm dari bentuk semula, keretakan hampir tidak terlihat dan kuat tekan rata-rata sebesar 1,61 kN, bahkan penambahan serbuk kayu 45% tidak diuji karena sudah tidak memenuhi syarat dari pandangan luar dan ukuran. Sebaiknya dalam pembuatan batu bata, agar tidak melakukan penambahan serbuk kayu bayur diatas 35% karena penambahan diatas nilai tersebut dapat menurunkan mutu batu bata

**Kata kunci :** Tanah liat, Serbuk Kayu Bayur, Kuat Tekan

## 1. PENDAHULUAN

Bangunan adalah struktur buatan manusia yang terdiri atas dinding dan atap yang didirikan secara permanen disuatu tempat. Bangunan juga bisa disebut dengan rumah dan gedung, yaitu segala sarana, prasarana atau infrastruktur dalam kebudayaan atau kehidupan manusia dalam membangun peradabannya. Bangunan memiliki beragam bentuk, ukuran, dan fungsi, serta telah mengalami penyesuaian sepanjang sejarah yang disebabkan oleh beberapa faktor, seperti bahan bangunan, kondisi cuaca, harga, kondisi tanah, dan alasan estetika. Dalam hal ini penulis lebih menjurus ke bahan pembuatan dinding. Dinding merupakan suatu struktur padat yang membatasi dan kadang melindungi suatu area. umumnya, dinding membatasi suatu bangunan dan menyokong srtuktur lainnya, membatasi suatu ruang di alam terbuka. Dinding bangunan memiliki dua fungsi utama, yaitu menyokong atap dan langit langit, membagi ruangan, serta melindungi terhadap cuaca. Pada hal ini penulis lebih berfokus pada penelitian tentang penutup dinding yaitu batu bata merah.

Batu bata merah adalah salah satu unsur bangunan dalam pembuatan konstruksi bangunan yang terbuat dari tanah lempung ditambah air dengan atau tanpa bahan campuran lain melalui beberapa tahap pengerjaan, seperti menggali, mengolah, mencetak, mengeringkan, membakar pada temperatur tinggi hingga matang dan berubah warna serta akan mengeras seperti batu setelah didinginkan hingga tidak dapat hancur lagi bila direndam dalam air.

Kebutuhan akan batu bata sangat penting peranannya dibidang bangunan, sementara kualitas bata masih banyak yang perlu diperbaiki dan biaya produksinya harus dikurangi. Oleh sebab itu riset dibidang peningkatan mutu batu bata perlu ditingkatkan. Pemanfaatan limbah dalam proses pembuatan batu bata merah adalah salah satu alternatif untuk mengurangi biaya produksi, dan mengurangi campuran tanah liat pada proses pembuatan batu bata merah. Pemanfaatan limbah yang akan digunakan

pada penelitian ini yaitu serbuk gergaji. Pemanfaatan limbah ini sangat menguntungkan karena serbuk gergaji sangat mudah di temukan. Selain itu dengan mengolah limbah serbuk gergaji sesuai degan *go konstruktion* (konstruksi yang bersinergi dengan alam).

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Batu Bata

Definisi batu bata merupakan suatu unsur bangunan yang diperuntukkan pembuatan konstruksi bangunan dan yang dibuat dari tanah dengan atau tanpa campuran bahan-bahan lain, dibakar cukup tinggi, hingga tidak dapat hancur lagi bila direndam dalam air. Batu bata merah adalah batu buatan yang terbuat dari suatu bahan yang dibuat oleh manusia supaya mempunyai sifat-sifat seperti batu. Hal tersebut hanya dapat dicapai dengan memanasi (membakar) atau dengan pengerjaan-pengerjaan kimia.

#### 2.1.1 Kualitas batu Bata Merah

Pengujian terhadap kualitas batu bata merah dengan campuran Serbuk Kayu harus memenuhi syarat-syarat batu bata merah. Adapun syarat-syarat batu bata merah dalam NI-10,1978 dan SII-0021-78 adalah sebagai berikut.

#### *Pandangan luar.*

Batu bata harus mempunyai rusuk-rusuk yang tajam dan siku, bidang sisinya harus datar, tidak menunjukkan retak-retak dan perubahan bentuk yang berlebihan, tidak mudah hancur atau patah, warnanya seragam, dan berbunyi nyaring bila dipukul.

#### *Ukuran-ukuran*

Ukuran-ukuran batu bata merah ditentukan dan dinyatakan dalam perjanjian antara pembeli dan penjual (pembuat). Sedangkan ukuran batu bata merah yang standar menurut NI-10, 1978: 6 yaitu batu bata merah dengan panjang 240 mm, lebar 115 mm, tebal 52 mm, dan batu bata merah dengan panjang 230 mm, lebar 110 mm, tebal 50 mm. sedangkan standar ukuran batu



bata merah menurut SII-0021-78 yang terlihat pada Tabel 2 di bawah ini.

**Tabel 2.2** Modul Standar Ukuran Batu Bata Merah

Modul	Tebal (mm)	Lebar (mm)	Panjang (mm)
M-5a	60	90	190
M-5b	65	140	190
M-6	50	110	220

Sumber SII-0021078

Penyimpangan ukuran maksimum batu bata merah yang disyaratkan dalam SII-0021-78, adalah sebagai berikut:

**Table 2.3** Daftar Penyimpangan Ukuran Maksimum Batu Bata Merah Penyimpangan Ukuran Maksimum (mm)

Sumber : SII-0021-78

Kel as	M-5a dan M-5b			M-6		
	Tebal	Lebar	Panjang	Tebal	Lebar	Panjang
25	2	3	5	2	3	5
50	2	3	5	2	3	5
100	2	3	4	2	3	4
150	2	2	4	2	2	4
200	2	2	4	2	2	4
250	2	2	4	2	2	4

Penyimpangan ukuran standar batu bata merah terbesar yang disyaratkan dalam NI-10-78, yaitu 3% untuk panjang maksimum; lebar maksimum 4%; dan tebal maksimum 5%. Sedangkan selisih antara batu bata merah berukuran maksimum dengan batu bata merah berukuran minimum yang diperbolehkan, yaitu untuk panjang 10 mm, lebar 5 mm, dan tebal 4 mm.

#### Kuat Tekan

Kualitas batu bata merah dapat dibagi atas tiga tingkatan dalam hal kuat tekan dan penyimpangan ukuran menurut NI-10, 1987:6, yaitu :

- Batu bata merah mutu tingkat I dengan kuat tekan rata-rata lebih besar dari 100 kg/cm<sup>2</sup> dan ukurannya tidak ada yang menyimpang.
- Batu bata merah mutu tingkat II dengan kuat tekan rata-rata antara

100 kg/cm<sup>2</sup> sampai 80 kg/cm<sup>2</sup> dan ukurannya yang menyimpang satu buah dari sepuluh benda percobaan.

- Batu bata merah mutu tingkat III dengan kuat tekan rata-rata antara 80 kg/cm<sup>2</sup> sampai 60 kg/cm<sup>2</sup> dan ukurannya menyimpang dua buah dari sepuluh benda percobaan.

**Tabel 2.8** persyaratan dan Klasifikasi Bata Standar

Batu Bata Merah pejal	Kuat tekan bruto minimum (kg/cm <sup>2</sup> )	Penyerapan air minimum (% berat)
A1	20	-
A2	35	-
B1	50	35
B2	70	25

A1 dan A2 untuk dipakai dalam konstruksi yang tidak memikul beban, dimana A1 dipasang pada tempat yang terlindung dari cuaca luar dan diberi lapisan pelindung dan A2 sama dengan A1 tetapi dapat tanpa lapisan pelindung. B1 dan B2 dapat dipakai dalam konstruksi yang memikul beban dimana B1 ditempat-tempat yang terlindung dari cuaca luar dan B 2 dapat ditempat yang tak terlindung dari cuaca.

## 2.2 Tanah

Tanah dapat didefinisikan sebagai akumulasi partikel mineral yang tidak mempunyai atau lemah ikatan partikelnya, yang terbentuk karena pelapukan dari batuan. Diantara partikel-partikel tanah terdapat ruang kosong yang disebut pori-pori yang berisi air dan udara. Ikatan yang lemah antara partikel – partikel tanah disebabkan oleh karbonat dan oksida yang tersenyawa diantara partikel – partikel tersebut, atau dapat juga disebabkan oleh adanya material organik. Bila hasil dari pelapukan tersebut berada pada tempat semula maka bagian ini disebut sebagai tanah sisa (residu soil). Hasil pelapukan terangkut ke tempat lain dan mengendap di beberapa tempat yang berlainan disebut tanah bawaan (transportation soil). Media

pengangkut tanah berupa gravitasi, angin, air, dan gletsyer. Pada saat akan berpindah tempat, ukuran dan bentuk partikel – partikel dapat berubah dan terbagi dalam beberapa rentang ukuran.

#### Klasifikasi Tanah

Pada sistem klasifikasi tanah yaitu pengelompokan tanah sesuai dengan perilaku umum dari tanah pada kondisi fisis tertentu. Tujuan dari klasifikasi tanah adalah untuk menentukan dan mengidentifikasi tanah, untuk menentukan kesesuaian terhadap pemakaian tertentu, dan berguna untuk menyampaikan informasi mengenai keadaan tanah dari suatu daerah dengan daerah lainnya dalam bentuk suatu data dasar (Bowles,1984).

Sistem klasifikasi tanah yang umum digunakan diantaranya yaitu sebagai berikut:

a. Sistem *Unifed (Unified Soil Classification / USCS)*

Pada sistem ini dapat dibagi menjadi 3 kelompok besar yaitu :

- 1) Tanah berbutir kasar, < 50% lolos saringan no.200. Sifat teknis tanah ini ditentukan oleh ukuran butir dan gradasi butiran. Tanah bergradasi baik/seimbang memberikan kepadatan yang lebih baik dari pada tanah yang berbutir seragam.
- 2) Tanah berbutir halus, > 50% lolos saringan no. 200. Tanah ini ditentukan oleh sifat plastisitas tanah, sehingga pengelompokan berdasarkan plastisitas dan ukuran butiran.
- 3) Tanah organik (Gambut/Humus), secara laboratorium dapat ditentukan jika perbedaan batas cair tanah contoh yang belum dioven dengan yang telah dioven sebesar > 25%.

b. Sistem Klasifikasi AASHTO

Sistem klasifikasi AASHTO (*American Association of State Highway and Transportation Official*) ini dikembangkan pada tahun 1929 sebagai *Public Road Administrasion Classification System*. Berdasarkan sifat tanahnya dapat

dikelompokkan menjadi 2 kelompok besar yaitu :

- 1) Kelompok tanah berbutir kasar (<35% lolos saringan no.200).

**Tabel 2.5 Tanah Berbutir Kasar**

Kode	Karakteristik Tanah
A – 1	Tanah yang terdiri dari kerikil dan pasir kasar dengan sedikit atau tanpa butir halus, dengan atau tanpa sifat plastis.
A – 2	Terdiri dari pasir halus dengan sedikit sekali butir halus lolos saringan no.200 dan tidak plastis.
A – 3	Kelompok batas tanah berbutir kasar dan halus dan merupakan campuran kerikil/pasir dengan tanah berbutir halus cukup banyak (<35%),

- 2) Kelompok tanah berbutir halus (>35% lolos saringan no.200)

**Tabel 2.6 Tanah Berbutir Halus**

Kode	Karakteristik Tanah
A – 4	Tanah lanau dengan sifat plastisitas renda
A – 5	Tanah lanau yang mengandung lebih banyak butir – butir plastis, sehingga sifat plastisnya lebih besar dari A – 4.
A – 6	Tanah lempung yang masih mengandung butiran pasir dan kerikil, tetapi sifat perubahan volumenya cukup besar.
A – 7	Tanah lempung yang lebih bersifat plastis dan mempunyai sifat perubahan yang cukup besar.

### 2.3 Serbuk Kayu

Serbuk kayu merupakan limbah industri penggergajian kayu. Selama ini limbah serbuk kayu banyak menimbulkan masalah dalam penanganannya yang selama ini dibiarkan membusuk, ditumpuk dan dibakar yang kesemuanya berdampak negatif terhadap lingkungan sehingga penanggulangannya perlu dipikirkan. Salah satu jalan yang dapat ditempuh adalah memanfaatkannya menjadi produk yang bernilai tambah dengan teknologi aplikatif dan kerakyatan sehingga hasilnya mudah disosialisasikan kepada masyarakat.

Serbuk kayu ini dapat diperoleh dari beragam sumber, seperti limbah pertanian dan perkayuan. Jumlah serbuk

kayu yang dihasilkan dari eksploitasi/pemanenan dan pengolahan kayu bulat sangat banyak. Produksi total kayu gergajian Indonesia mencapai 2,6 juta m<sup>3</sup> per tahun, dengan asumsi bahwa jumlah limbah yang terbentuk 54,24% dari produksi total. Oleh karena itu, maka dihasilkan limbah penggergajian kayu sebanyak 1,4 juta m<sup>3</sup> per tahun dan angka ini cukup besar karena mencapai sekitar separuh dari produksi kayu gergajian (Pari, dkk, 2002). Balai Penelitian Hasil Hutan (BPHH) pada kilang penggergajian di Sumatera dan Kalimantan serta Perum Perhutani di Jawa menunjukkan bahwa rendemen rata-rata penggergajian adalah 45%, sisanya 55% berupa limbah. Sebanyak 10% dari limbah penggergajian tersebut merupakan serbuk gergaji (Wibowo, 1990).

### 3. METODE PENELITIAN

Metode yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen. Metode dimana menunjukkan sebab akibat dari satu dan yang lainnya serta membandingkan hasil yang diperoleh. Dalam penelitian ini akan mencoba eksperimen batu bata dengan mencampurkan limbah serbuk kayu. Pengujian yang dilakukan dalam penelitian ini meliputi pengujian bahan dasar pembentuk batu bata dan pengujian kuat tekan batu bata. Pengujian akan dilakukan ketika batu bata tersebut telah dikeringkan selama 14 hari dan telah melalui tahap pembakaran.

#### 3.1 Bahan Penelitian

Bahan yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah Tanah Liat, yang di diambil dari daerah desa Kaliakah, kecamatan Negara, kabupaten Jembrana, Air yang di ambil dari Laboratorium Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Hindu Indonesia, dan Serbuk Kayu bayur yang mana sebelum pencampuran serbuk kayu harus sudah dicuci bersih dan dijemur hingga kering.

#### 3.2 Alat-Alat Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain: cetakan batu bata dengan ukuran 200 x 100 x 50 mm; ember sebagai penampung air; gelas ukur unruk mengukur air; timbangan untuk mengukur berat batu bata; sekop untuk mengaduk adonan batu bata; cawan besar sebagai tempat mengaduk dan mesin uji tekan yang digunakan untuk mengetahui kuat tekan batu bata yang diujikan.

#### 3.3 Pembuatan Benda Uji

Perancangan campuran dilakukan dengan cara menambahkan serbuk kayu sebanyak 8%, 35%, 40%, 45% ke dalam adonan tanah yang sudah di sediakan dan setelah adonan tersebut sudah jadi sebaiknya di diamkan selama  $\pm 2$  hari supaya adonan tersebut menjadi basi. Kebutuhan benda uji yang akan dibuat untuk melakukan uji kuat tekan dalam hal ini membuat masing-masing 10 benda uji dalam setiap persentase penambahan serbuk kayu dan dengan ukuran balok ukura 200 x 100 x 50 mm.

#### 3.4 Pengujian Batu Bata

Pengujian di lakukan pada batu bata yang di jemur selama 14 hari dan sudah melalui proses pembakaran. Pengujian yang dilakukan meliputi uji tekan, bentuk, warna, keretakan, dan berat. Untuk bentuk, warna, dan keretakan dilakukan secara pengamatan visual saja. Pengujian ini dilakukan di Laboraturium Beton, Fakultas Teknik, Univesitas Hindu Indonesia, Jalan Sanggalangit, Tembawu, Penatih, Dendapasar.

### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini terdiri dari dua fase yaitu fase pertama pembuatan benda uji batu bata dan fase kedua pengujian nilai kuat tekan di laboratorium. Untuk fase pertama pembuatan benda uji batu bata dilakukan di desa Kaliakah, kecamatan Negara, kabupaten Jembrana, sedangkan untuk pengujian parameter uji kuat tekan batu bata dilakukan di Laboratorium Fakultas Teknik Universitas Hindu Indonesia. Proses

pembuatan batu bata dilakukan dengan pencampuran limbah serbuk kayu. Dalam hal ini, dilakukan pencampuran limbah tersebut bertujuan sebagai pengganti tanah liat. Komposisi yang digunakan bervariasi yaitu 8 %, 35%, 40% dan 45 % dengan perbandingan campuran tanah liat dan air.

#### **4.1 Pengujian Batu Bata Merah Secara Visual**

Hasil pengujian batu bata merah dengan penambahan serbuk kayu sebesar 8%, 35%, 40%, 45% meliputi pengujian bentuk, warna, berat dan keretakan.

##### *Pengamatan Warna Batu Bata Merah*

Hasil pengamatan warna batu bata merah dengan penambahan serbuk kayu bayur dengan persentase 8%. 35%, 40%, 45% setelah melalui proses pembakaran, untuk penambahan serbuk kayu sebesar 8% menunjukkan hasil warna hampir sempurna dengan warna merah tua, penambahan serbuk kayu sebesar 35% menunjukkan hasil warna merah tua tetapi sedikit kecoklatan, penambahan serbuk kayu sebesar 40% menunjukkan hasil warna merah dan hampir 25% kecoklatan, sedangkan untuk penambahan serbuk kayu sebesar 45% memiliki warna merah kecoklatan dan hampir sebagian mulai menghitam.

##### *Pengujian Ukuran Batu Bata Merah*

Hasil pengujian ukuran rata-rata batu bata merah dengan penambahan serbuk kayu bayur dengan persentase 8%. 35%, 40%, 45% setelah melalui proses pembakaran, untuk penambahan serbuk kayu sebesar 8% menunjukkan hasil penyusutan ukuran panjang sebesar 1 cm dari ukuran semula, untuk penambahan serbuk kayu sebesar 35% menunjukkan hasil penyusutan panjang sebesar 1,5 cm samapai 2 cm dari ukuran semula, untuk penambahan serbuk kayu sebesar 40% menunjukkan hasil penyusutan panjang sebesar 2 cm samapai 3 cm dari ukuran semula, sedangkan untuk penambahan serbuk kayu sebesar 45% tidak dapat di uji karena tidak memenuhi syarat dari segi warna dan bentuk.

##### *Pengujian Bentuk dan Keretakan Batu Bata Merah*

Hasil pengujian bentuk dan keretakan pada batu bata merah dengan penambahan serbuk kayu bayur dengan persentase 8%. 35%, 40%, 45% setelah melalui proses pembakaran, untuk penambahan sebesar 8% tidak mengalami perubahan dari segi bentuk sedangkan pada keretakan mencapai mencapai sekitar 10% dari luas permukaan karena serbuk kayu terlalu sedikit menutupi rongga pada batu bata merah, untuk penambahan sebesar 35% telah mengalami perubahan bentuk dimana pada batu bata merah ada penyusutan sedikit melengkung karena diakibatkan terlalu banyak terdapat serbuk kayu sehingga daya rekat tanah sedikit mengalami penurunan sedangkan pada keretakan yang dialami cukup kecil karena serbuk kayu mampu mengisi setiap rongga yang terdapat pada batu bata merah, untuk penambahan sebesar 40% mengalami perubahan dari segi bentuk lebih melengkung sekitaran hampir 1 cm dari bentuk semula karena serbuk kayu yang terdapat pada batu bata terlalu banyak sehingga tanah tidak mampu mengikat sempurna dan untuk penambahan 45% tidak diujikan karena sudah tidak memenuhi syarat.

#### **4.2 Hasil Penelitian Kuat Tekan**

Proses perhitungan kuat tekan bahan sampel batu bata diperlukan parameter hasil pengukuran yaitu luas bidang tekan dan beban tekan. Kedua parameter tersebut diukur dengan menggunakan alat yaitu untuk luas bidang tekan menggunakan mistar (panjang dan lebar) dan beban tekan menggunakan alat mesin uji tekan.

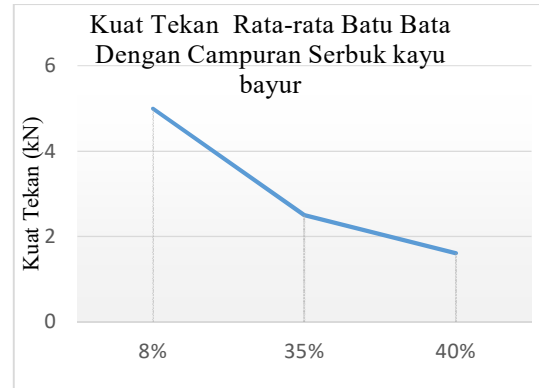
Berdasarkan hasil penelitian yang telah diperoleh yaitu pengujian kuat tekan pada bahan sampel batu bata dengan komposisi serbuk kayu bayur pada sampel seperti yang terlihat di tabel 3.2. Material yang digunakan dalam pembuatan batu bata ini yaitu tanah liat, air dan tambahan serbuk kayu bayur yang bervariasi komposisinya. Setelah pembuatan batu bata dicetak kemudian dikeringkan sampai batu bata kering selama tujuh hari kemudian dibakar selama  $\pm 24$  jam. Hasil pengujian kuat tekan

bata dengan persentase variasi campuran serbuk kayu bayur untuk mendapat nilai kuat tekan batu bata yang ada. Berdasarkan tabel 4.3, 4.4, 4.5 terlihat bahwa dari 10 sampel yang dibuat memiliki nilai kuat tekan yang hampir merata di setiap persentase. Hal ini disebabkan karena serbuk kayu bayur pada komposisi serbuk kayu bayur tersebut telah memiliki kemampuan untuk mengisi rongga pori tanah secara maksimun. pada persentase 45% tidak dapat di uji karena sudah tidak memenuhi syarat dari segi bentuk dan warna setelah dilakukan pembakaran karena terlalu banyak terisi bahan campuran serbuk kayu.

**Tabel 4.4** Hasil Pengujian Kuat Tekan Rata-rata Batu Bata Dengan Campuran Serbuk kayu bayur

Kode Sampel	Kuat Tekan Max.	Kuat Tekan Min	Kuat Tekan Rata-rata
8%	5,2	4,8	4,99
35%	2,7	2,3	2,5
40%	1,8	1,5	1,61
45%	-	-	-

Dari tabel 4.4 menunjukkan bahwa hasil pengujian kuat tekan rata-rata batu bata merah dengan penambahan 8% serbuk kayu bayur sebesar 4,99 N, penambahan 35% serbuk kayu bayur sebesar 2,5 N, penambahan 40% serbuk kayu bayur sebesar 1,61 N, sedangkan untuk penambahan 45% serbuk kayu bayur tidak diujikan karena tidak memenuhi syarat. Berdasarkan hasil tersebut menunjukkan bahwa ada kecenderungan penurunan kuat tekan dengan adanya penambahan serbuk kayu bayur.



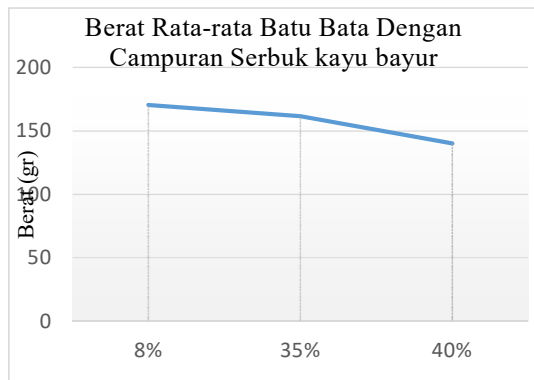
**Gambar 4.1** Grafik Pengujian Kuat Tekan Rata-rata Batu Bata Dengan Campuran Serbuk kayu bayur (Sumber: Hasil Penelitian, 2019)

Dari grafik 4.1 terdapat perbedaan kuat tekan yang sangat signifikan dari beberapa perbedaan penambahan serbuk kayu bayur dimana penambahan 8% serbuk kayu bayur sebesar 4,99 N, penambahan 35% serbuk kayu bayur sebesar 2,5 N, penambahan 40% serbuk kayu bayur sebesar 1,61 N.

**Tabel 4.5** Hasil Pengujian Berat Rata-rata Batu Bata Dengan Campuran Serbuk kayu bayur

Kode Sampel	Berat Max. (gr)	Berat Min. (gr)	Berat Rata-rata (gr)
8%	171,5	169	170,69
35%	166,5	159,5	161,6
40%	144	133,5	140,1
45%	-	-	-

Dari tabel 4.5 menunjukan bahwa pada persentase 8% penambahan serbuk kayu bayur memiliki berat rata-rata sebesar 170,69 gram, untuk penambahan 35% penambahan serbuk kayu bayur memiliki berat rata-rata sebesar 161,6 gram, dan untuk penambahan 40% penambahan serbuk kayu bayur memiliki berat rata-rata sebesar 140,1 gram, sedangkan penambahan persentase serbuk kayu bayur sebesar 45% tidak diujikan karena sudah tidak memenuhi syarat.



**Gambar 4.2** Grafik Pengujian Berat Rata-rata Batu Bata Dengan Campuran Serbuk kayu bayur. (Sumber: Hasil Penelitian, 2019)

Dari grafik 4.2 terdapat perbedaan berat yang tidak terlalu signifikan dari beberapa perbedaan penambahan serbuk kayu bayur, dimana pada persentase 8% penambahan serbuk kayu bayur memiliki berat rata-rata sebesar 170,69 gram, untuk penambahan 35% penambahan serbuk kayu bayur memiliki berat rata-rata sebesar 161,6 gram, dan untuk penambahan 40% penambahan serbuk kayu bayur memiliki berat rata-rata sebesar 140,1 gram.

## 5. SIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Simpulan

Berdasarkan hasil pengujian dan pembahasan yang telah dilakukan terhadap hasil uji batu bata dengan material tambahan serbuk kayu bayur, maka diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Penambahan serbuk kayu bayur dalam batu bata sebanyak 8% menunjukkan mutu yang paling baik jika dilihat dari segi bentuk dan warna, sedangkan dari segi keretakan paling tinggi tetapi masih di layak digunakan jika dibandingkan dengan penambahan serbuk kayu bayur dalam batu bata sebanyak 35% dan 40%.
2. Penambahan serbuk kayu bayur dalam batu bata sebanyak 8% menunjukkan hasil kuat tekan yang paling baik dengan kuat tekan rata-rata 4,99 kN jika dibandingkan dengan penambahan 35% dan 40%. Penambahan serbuk kayu

bayur dalam batu bata sebanyak 45% tidak memenuhi syarat dalam pengujian ini karena jika dilihat dari segi bentuk sudah melengkung dan tidak beraturan, dari segi warna menunjukkan warna coklat kehitaman. Sebaiknya dalam pembuatan batu bata, sebaiknya menghindari penggunaan penambahan serbuk kayu bayur diatas 35% karena penambahan diatas nilai tersebut dapat menurunkan mutu batu bata

### 5.2 Saran

Saran yang dapat diambil dari penelitian ini, yaitu:

1. Untuk hasil yang lebih maksimal, perlu dilakukan variasi waktu pengeringan dengan variasi 7 hari, 14 hari dan 28 hari.
2. Disarankan melakukan penelitian menggunakan jenis serbuk kayu lainnya.

### DAFTAR PUSTAKA

- Abdul, H., Dafid, I., Riman, 2011. *Upaya Peningkatan Kuat Tekan Dan Tarik Belah Batako Dengan Penambahan Serbuk Kayu*.
- AASHTO, 1929. *Klasifikasi Batu Bata Berdasarkan Sifat Tanah*
- Bowles. 1984. *System klasifikasi Tanah Dengan Pengelompokan Tanah Sesuai dengan Prilaku Umum dari Tanah*.
- Departemen Pekerjaan Umum. 1982. *Persyaratan Batu Bata (SII-0021-78 dan PUBI 1982. Persyaratan Batu-Bata)*.
- Departemen Pekerjaan Umum. 1987. *Kuat Tekan Batu Bata (NI-10, 1987:6. Kuat Tekan Batu-Bata)*.
- Departemen Pekerjaan Umum. 2000. *Klasifikasi Batu Bata (SNI 15-2094-2000. Klasifikasi Batu Bata)*.

Faisol, K. A., Novareza, O., Santoso, P. B. 2017. Jurnal dengan judul *Peningkatan Kualitas Produk Batu Bata Merah Dengan Memanfaatkan Limbah Abu Serat Sabut Kelapa Dan Abu Serbuk Gergaji*. Program Studi Teknik Industri Manufaktur, Program Magister Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya Malang Jl. Mayjend Haryono No. 167 Malang.

Fatriasari, et al., 2011. *Limbah Serbuk Gergaji Yang Dihasilkan Dari Industri Penggergajian Dapat Dimanfaatkan Untuk Berbagai Keperluan, Diantaranya Pembuatan Etanol*.

Muhammad, I. S., Edison, B, S.Pd, MT, Fahmi, K, S.Pd, MT, 2014.jurnal dengan judul *Pengaruh Penambahan Campuran Serbuk Kayu Terhadap Kuat Tekan Beton*.

Sri. H. 2010. Jurnal dengan judul *Kualitas Batu Bata Dengan Penambahan Serbuk Gergaji*. Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang (UNNES), Kampus Unnes Gd E4, Sekaran, Gunungpati, Semarang.

Wesly,1977. *Proses Penghancuran dalam Pembentukan Tanah dari Batuan Terjadi secara Fisis atau Kimiawi*.

Wibowo, 1990. *Jumlah Serbuk Gergaji Yang Dihasilkan Dari Eksploitasi/Pemanenan Dan Pengolahan Kayu Yang Sangat Banyak*.

# EVALUASI FAKTOR PENYEBAB TERJADINYA *CONTRACT CHANGE ORDER* (CCO) PADA PROYEK THE HAVA VILLA

PUTU AGUS SETYAWAN  
A.A.A MADE CAHAYA WARDANI  
COKORDA PUTRA

## ABSTRAK

Proyek konstruksi merupakan suatu rangkaian kegiatan yang hanya satu kali dilaksanakan dan umumnya berjangka pendek. Pelaksanaan proyek dihadapkan pada permasalahan diantaranya *Contract Change Order* yang akan menghasilkan amandemen kontrak. Penelitian ini merupakan suatu studi terapan yang tujuannya adalah untuk mengetahui solusi yang terkait *Contract Change Order* (CCO) terhadap *Cost variant* (perbedaan anggaran) dan *Time variant* (perbedaan waktu). Data yang digunakan adalah data dokumen kontrak pembangunan proyek The Hava Villa. Berdasarkan analisis dari semua amandemen dan *Influence diagram* dari semua faktor yang saling mempengaruhi satu sama lain pada akhirnya bermuara kepada tiga variabel yaitu : Perubahan nilai kontrak, Perubahan waktu penyelesaian kontrak, Perubahan administrasi kontrak.

Secara teknis kesemuanya itu yang paling besar pengaruh dan dampaknya terhadap perubahan nilai kontrak adalah perubahan desain yang mengakibatkan penambahan nilai kontrak sebesar 9.47% dari nilai kontrak awal, disusul eskalasi sebesar 1.69% dan akibat perhitungan MC sebesar 3.06%. Namun yang paling besar pengaruh dan dampaknya terhadap perubahan waktu penyelesaian kontrak adalah perubahan desain yang mengakibatkan penambahan waktu sebesar 35.11% dari waktu kontrak awal, sedangkan penambahan lingkup pekerjaan hanya mengakibatkan penambahan sebesar 10.31% dari waktu kontrak awal.

**Kata Kunci :** proyek konstruksi, amandemen, penyesuaian harga, perubahan waktu.

### 1. Latar Belakang

Proyek merupakan suatu rangkaian kegiatan yang hanya satu kali dilaksanakan dan umumnya berjangka waktu pendek. Suatu proses yang mengolah sumber daya proyek ( *manpower, material, machines, method, money* ) menjadi suatu fisik bangunan. Karakteristik proyek dapat di pandang dalam tiga dimensi, yaitu unik, melibatkan sejumlah sumber daya, dan membutuhkan organisasi. Dalam melaksanakan proses penyelesaiannya, suatu proyek harus sesuai dengan spesifikasi yang ditetapkan sesuai *time schedule*, dan sesuai biaya yang direncanakan (Ervianto, 2005).

Proyek, selalu terkait dengan biaya, waktu dan kualitas dari konstruksinya. Tahap awal dalam proyek konstruksi adalah tahap perencanaan. Perencanaan kegiatan-kegiatan proyek merupakan masalah yang sangat penting karena perencanaan kegiatan

merupakan dasar untuk proyek bisa berjalan dan agar proyek yang dilaksanakan dapat selesai dengan waktu yang optimal. Pada proses pelaksanaan suatu proyek konstruksi, akan selalu dipengaruhi oleh kegiatan sebelumnya yaitu mulai dari ide dan perencanaan yang telah direncanakan.

Dalam pelaksanaannya, proyek konstruksi sering dihadapkan pada permasalahan, salah satu diantaranya adalah terjadinya perubahan-perubahan. Perubahan tersebut dapat terjadi pada tahap awal, tahap pertengahan, maupun tahap akhir proyek. Hanna A.S (2002) mendefinisikan perubahan atau *change order* (CO) pada proyek konstruksi sebagai sebuah kejadian yang berakibat pada terjadinya modifikasi

Menurut Hinze (2001) dan Abdel Rashid., et al. (2012) sumber perubahan itu dapat disebabkan karena permintaan *owner*, kondisi lapangan yang tidak terduga, permintaan kontraktor, dan kesalahan



konsultan dalam perancangan. Untuk itu perlu dilakukan penyesuaian dan hal ini seringkali berkonsekuensi pada perubahan biaya dan perubahan waktu pelaksanaan proyek. Pada gilirannya penyesuaian yang dilakukan harus juga diakomodasi pada aspek administrasi dan kontrak berupa *Contract Change Order* (CCO).

Pada proyek pembangunan The Hava Villa dalam perjalanan pelaksanaan konstruksinya mengalami banyak perubahan kontrak yang menyebabkan perpanjangan waktu (*time extension*) dari 10 Agustus 2018 sd 9 November 2019 menjadi Februari 2020, dan penambahan maupun pengurangan nilai (harga) kontrak sebagai akibat dari perubahan (revisi) desain karena alasan-alasan maupun penyebab-penyebab lainnya. Perubahan tersebut disetujui oleh owner maupun kontraktor. Semua proses prosedur, dokumen- dokumen pendukung dan hasil dari perubahan kontrak yang telah disetujui dan disepakati dituangkan dalam dokumen Amandemen Kontrak. Dalam proyek The Hava Villa sebagian besar menggunakan sistem Kontrak Harga Satuan Pekerjaan. Sistem kontrak ini dinilai paling mudah untuk dilaksanakan dan menganut pembagian risiko perubahan kontrak yang seimbang antara Pengguna Jasa dan Penyedia Jasa. Dengan sistem Kontrak Harga Satuan Pekerjaan, sangat dimungkinkan terjadinya perubahan-perubahan kontrak baik perubahan waktu pelaksanaan maupun perubahan volume, desain dan nilai (harga) kontrak. Dengan adanya *Contract Change Order* (CCO), memberikan dampak yang besar terhadap pelaksanaan kontrak konstruksi, seperti diantaranya anggaran proyek menjadi lebih besar dari rencana, waktu pelaksanaan mengalami perpanjangan, munculnya desain atau item pekerjaan baru yang semula belum direncanakan, dan sebagainya.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang permasalahan diatas, dapat dirumuskan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimanakah evaluasi faktor penyebab terjadinya CCO pada pekerjaan konstruksi gedung The Hava Villa?
2. Bagaimanakah perbedaan biaya dan waktu berdasarkan perencanaan dengan realisasi dilapangan akibat CCO?

## 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Untuk mengetahui evaluasi faktor penyebab terjadinya CCO pada pekerjaan konstruksi gedung The Hava Villa
2. Untuk mengetahui selisih biaya dan waktu berdasarkan perencanaan dengan realisasi dilapangan akibat CCO

## 2. Tinjauan Pustaka

### 2.1 Istilah-Istilah Dalam Perubahan Kontrak

Perubahan kontrak dalam pelaksanaan pekerjaan konstruksi, terjadinya merupakan hal yang umum terjadi. Hal ini dapat disebabkan oleh berbagai faktor yang mempengaruhi pelaksanaan pekerjaan konstruksi itu sendiri. Besarnya kemungkinan terjadinya perubahan dalam pelaksanaan pekerjaan konstruksi menyebabkan perlunya pengaturan yang jelas mengenai perubahan kontrak konstruksi. Dalam hal perubahan kontrak konstruksi tersebut, terdapat tiga istilah yang sering digunakan, yaitu Adendum, *Contract Change Order* (CCO), dan Variation Order. Agar lebih mudah dipahami, berikut akan diberikan penjelasan mengenai definisi dari masing-masing istilah tersebut.

### 2.2 Adendum dan Amandemen

Dilihat dari arti katanya, addendum adalah lampiran, suplemen, tambahan. Pendapat lain menyatakan jika pada saat kontrak berlangsung ternyata ter dapat hal-hal yang belum cukup diatur dalam kontrak tersebut, dapat dilakukan musyawarah untuk suatu mufakat akan hal yang belum diatur tersebut. Untuk itu ketentuan atau hal-hal yang belum diatur tersebut harus dituangkan dalam bentuk tertulis sama seperti kontrak

yang telah dibuat. Pengaturan ini umum disebut dengan adendum atau amandemen. Banyak pihak yang menganggap sama arti dari kata adendum dan amandemen. Dari segi arti katanya, dalam Kamus Besar Bahasa Indonesia (*Online Version*), definisi kata adendum dan amandemen memang terlihat mirip. Amandemen/amendemen berarti : 1. Usul perubahan undang-undang yang dibicarakan di Dewan Perwakilan Rakyat dsb: hak -; 2. penambahan pada bagian yang sudah ada. Adendum : 1. Jilid tambahan (pada buku); lampiran; 2. ketentuan atau pasal tambahan, misal dalam akta. Jadi menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia, kata amandemen dan adendum sama-sama mengandung arti 'penambahan'. Berdasarkan arti kata tersebut diatas, dapat dilihat bahwa kata amandemen memiliki makna yang lebih luas dari adendum. Kata amandemen mengandung arti merubah, sedangkan kata adendum (berasal dari bahasa inggris *add*) mengandung arti penambahan. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa jika adendum merupakan bagian dari amandemen, dimana jika terjadi penambahan/pengurangan, maka otomatis terjadi perubahan. Dalam perkembangannya, istilah yang umum digunakan dalam kontrak konstruksi di Indonesia adalah adendum, seperti yang disebutkan dalam Permen PU No: 07/PRT/M/2011 Tentang Standar Dan Pedoman Pengadaan Pekerjaan Konstruksi Dan Jasa Konsultansi, Pasal 34 ayat (1).

## 2.2 *Change Order*

Dalam setiap proyek konstruksi sering kali terjadi perubahan atau yang biasa disebut dengan *change order*. *Change order* tersebut bisa terjadi sejak awal, pertengahan maupun pada akhir pekerjaan konstruksi. Menurut Fisk (2006) *change order* merupakan surat kesepakatan antara pemilik proyek dan kontraktor untuk menegaskan adanya revisi-revisi rencana, dan jumlah kompensasi biaya kepada kontraktor yang terjadi pada saat pelaksanaan konstruksi, setelah penandatanganan kontrak kerja antara pemilik dan kontraktor. Sedangkan pengertian *Change Order* menurut Direktorat Jenderal Bina Marga,

Departemen Pekerjaan Umum (1999) adalah pekerjaan tambah kurang untuk menyesuaikan volume lapangan atau perubahan skedul tanpa merubah pasal-pasal kontrak. Berdasarkan pengertian tersebut, *change order* dapat didefinisikan sebagai suatu kesepakatan antara pemilik proyek dan kontraktor untuk merevisi pekerjaan (baik volume maupun skedul) sesuai dengan kondisi lapangan. Lebih lanjut, Untung Slamet menyatakan bahwa Adendum dan Amandemen Kontrak merupakan produk lanjutan dari CCO (*Contract Change Order*). Jika terjadi CCO berarti akan terjadi Adendum atau Amandemen Kontrak, sedangkan jika terjadi Adendum atau Amandemen Kontrak belum tentu telah terjadi CCO. Hal ini dikarenakan Adendum atau Amandemen bisa hanya merubah atau menambah isi atau pasal yang terdapat dalam kontrak tanpa merubah ruang lingkup pekerjaan, sehingga Adendum atau Amandemen tidak selalu diikuti dengan CCO. Adapun karakteristik CCO menurut Perpres 54/2010 Pasal 87 adalah:

- (1) Dalam hal terdapat perbedaan antara kondisi lapangan pada saat pelaksanaan, dengan gambar dan/atau spesifikasi teknis yang ditentukan dalam Dokumen Kontrak, PPK bersama Penyedia Barang/Jasa dapat melakukan perubahan Kontrak yang meliputi:
  - a. Menambah atau mengurangi volume pekerjaan yang tercantum dalam kontrak;
  - b. Menambah dan / atau mengurangi jenis pekerjaan;
  - c. Mengubah spesifikasi teknis pekerjaan sesuai dengan kebutuhan lapangan;
  - d. Mengubah jadwal pelaksanaan.
- (2) Pekerjaan tambah sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dilaksanakan dengan ketentuan tidak melebihi 10% (sepuluh perseratus) dari harga yang tercantum dalam perjanjian/Kontrak awal; dan tersedianya anggaran.
- (3) Penyedia Barang/Jasa dilarang mengalihkan pelaksanaan pekerjaan utama berdasarkan Kontrak, dengan

melakukan subkontrak kepada pihak lain, kecuali sebagian pekerjaan utama kepada penyedia Barang/Jasa spesialis.

- (4) Pelanggaran atas ketentuan sebagaimana dimaksud pada ayat (3), Penyedia Barang/Jasa dikenakan sanksi berupa denda yang bentuk dan besarnya sesuai dengan ketentuan sebagaimana diatur dalam Dokumen Kontrak.
- (5) Perubahan kontrak yang disebabkan masalah administrasi, dapat dilakukan sepanjang disepakati kedua belah pihak.

Ketentuan mengenai perubahan kontrak dalam Perpres No. 70 Tahun 2012 terdapat pada pasal 87 Dalam hal terdapat perbedaan antara kondisi lapangan pada saat pelaksanaan, dengan gambar dan/ atau spesifikasi teknis yang ditentukan dalam Dokumen Kontrak, PPK bersama Penyedia Barang/Jasa dapat melakukan perubahan pada Kontrak yang meliputi:

- a. Menambah atau mengurangi volume pekerjaan yang tercantum dalam Kontrak;
- b. Menambah dan/atau mengurangi jenis pekerjaan;
- c. Mengubah spesifikasi teknis pekerjaan sesuai dengan kebutuhan lapangan; atau
- d. Mengubah jadwal pelaksanaan.

### 2.3 Amandemen Kontrak

Amandemen Kontrak adalah perubahan Kontrak atas dasar kesepakatan kedua belah Pihak yaitu Kontraktor dan Pengguna Jasa dan harus mengikuti peraturan perundangan yang berlaku. Berdasarkan ketentuan-ketentuan yang ada sebenarnya CCO (*Contract Change Order*), Addendum dan Amandemen Kontrak adalah istilah yang sama, hanya Addendum dan Amandemen Kontrak merupakan produk lanjutan dari CCO (*Contract Change Order*). Jika terjadi CCO berarti akan terjadi Addendum atau Amandemen Kontrak, sedangkan jika terjadi Addendum atau Amandemen belum tentu telah terjadi CCO. Dilihat dari dasar alasannya Perpres 54

tahun 2010 Pasal 87 Ayat 1 tentang Perubahan Kontrak menyatakan, dalam hal terdapat perbedaan antara kondisi lapangan pada saat pelaksanaan, dengan gambar dan/atau spesifikasi teknis yang ditentukan dalam Dokumen Kontrak, PPK bersama Penyedia Barang/Jasa dapat melakukan perubahan Kontrak yang meliputi:

- a. Menambah atau mengurangi volume pekerjaan yang tercantum dalam Kontrak;
- b. Menambah dan/atau mengurangi jenis pekerjaan;
- c. Mengubah spesifikasi teknis pekerjaan sesuai dengan kebutuhan lapangan; atau
- d. Mengubah jadwal pelaksanaan.

Peraturan Presiden Nomor 16 Tahun 2018 Tentang Pengadaan Barang/Jasa Pemerintah ditetapkan Presiden Joko Widodo pada tanggal 16 Maret 2018. Perpres 16 Tahun 2018 Tentang Pengadaan Barang/Jasa Pemerintah diundangkan Menkumham Yasonna H. Laoly dalam Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2018 Nomor 33, dan mulai berlaku pada tanggal 22 Maret 2018. Pada bagian kelima tentang Perubahan Kontrak Pasal 54 yaitu :

1. Dalam hal terdapat perbedaan antara kondisi lapangan pada saat pelaksanaan dengan gambar dan/atau spesifikasi teknis/KAK yang ditentukan dalam dokumen Kontrak, PPK bersama Penyedia dapat melakukan perubahan kontrak, yang meliputi:
  - a. Menambah atau mengurangi volume yang tercantum dalam kontrak;
  - b. Menambah dan/atau mengurangi jenis kegiatan;
  - c. Mengubah spesifikasi teknis sesuai dengan kondisi lapangan; dan/atau
  - d. Mengubah jadwal pelaksanaan.
2. Dalam hal perubahan kontrak sebagaimana dimaksud pada ayat (1) mengakibatkan penambahan nilai kontrak, perubahan kontrak dilaksanakan dengan ketentuan penambahan nilai kontrak akhir tidak melebihi 10%

(sepuluh persen) dari harga yang tercantum dalam Kontrak awal.

### 3. Metode penelitian

Metode penelitian pada dasarnya merupakan cara ilmiah untuk mendapatkan data dengan tujuan dan kegunaan tertentu. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah Metode Deskriptif Kuantitatif. Penelitian Kuantitatif adalah suatu proses menemukan pengetahuan yang menggunakan data berupa angka sebagai alat menganalisis keterangan mengenai apa yang ingin diketahui. (Kasiram (2008) dalam bukunya Metodologi Penelitian Kualitatif dan Kuantitatif). Sedangkan Penelitian Deskriptif dilakukan untuk mendeskripsikan suatu gejala, peristiwa, dan kejadian yang terjadi secara faktual, sistematis, dan akurat. Pada penelitian ini, penulis berusaha mendeskripsikan peristiwa yang menjadi pusat penelitian tanpa memberikan perlakuan khusus terhadap peristiwa tersebut. Menurut Sugiyono (2008), Penelitian Deskriptif adalah penelitian yang dilakukan untuk mengetahui nilai variabel mandiri, baik satu variabel atau lebih (independen) tanpa membuat perbandingan atau menghubungkan dengan variabel yang lain. Penelitian deskriptif ini adalah salah satu jenis penelitian kuantitatif non eksperimen yang tergolong mudah dan menggambarkan data kuantitatif yang diperoleh menyangkut keadaan subjek atau fenomena dari sebuah populasinya.

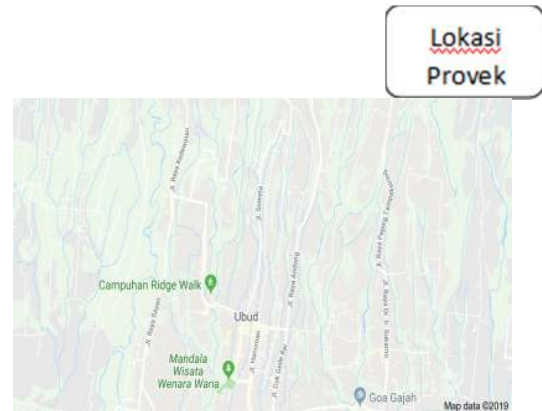
Penelitian ini merupakan studi kebijakan ataupun studi terapan yang tujuannya adalah untuk mengetahui permasalahan terkait *Contract Change Order (CCO)* terhadap *Cost variant* (perbedaan anggaran) dan *Time variant* (perbedaan waktu), dengan pendekatan metode *Influence Diagram*. Data yang digunakan adalah data dokumen kontrak pembangunan gedung The Hava Villa, dokumen amandemen kontrak, gambar konstruksi, schedule dan dokumen lainnya yang terkait dengan Amandemen.

### 3.2 Subyek Penelitian

Obyek penelitian ini adalah pada Proyek Pembangunan Gedung The Hava

Villa yang berada pada wilayah Kecamatan Ubud Kabupaten Gianyar.

Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Peta Lokasi dibawah ini :



Gambar 3.1 Peta Lokasi Proyek.  
(Sumber: Google.com.)

### 3.3 Metode Pengumpulan Data

Pengumpulan data yang dilakukan meliputi data primer (*Primary Data*) dan Data Sekunder (*Secondary Data*).

#### 3.3.1 Data Primer (*Primary Data*)

Data primer merupakan sumber data yang diperoleh langsung dari sumber asli (tidak melalui perantara). Data primer dapat berupa opini subjek (orang) secara individual atau berkelompok, hasil observasi terhadap suatu benda (fisik), kejadian atau kegiatan, dan hasil pengujian. Data primer penelitian ini berupa :

1. *Interview* (wawancara) mencakup data jumlah pekerja, mandor, kepala tukang dan tukang, juga alokasi disetiap pekerjaannya.
2. *Interview* mengenai faktor yang mempengaruhi terjadinya perubahan atau CCO

#### 3.3.2 Data Sekunder (*Secondary Data*)

Data yang dikumpulkan dalam studi ini meliputi data sekunder. Data sekunder adalah data-data pendukung yang dapat dijadikan input dan referensi yang digunakan dalam melakukan analisis penjadwalan yang mengalami keterbatasan kebutuhan jumlah tenaga kerja pada setiap

satuan pekerjaan. Data sekunder dapat berupa :

1. *Time Scedule* (Penjadwalan)
2. Kurva S
3. Laporan harian dan mingguan pekerjaan dan Kontrak proyek.

### 3.4 Proses Analisis Data

Dalam melakukan analisis data, proses awal yang dilakukan adalah membuat diagram kronologis terjadinya CCO pada setiap dokumen Amandemen. Dari setiap diagram kronologis amandemen, selanjutnya mencari (mengidentifikasi) penyebab awal yang mendasari terjadinya CCO (amandemen) tersebut. Penyebab awal inilah yang disebut dengan faktor *independent*, yaitu faktor atau variable yang tidak dipengaruhi/ disebabkan oleh faktor atau variable lainnya. Langkah selanjutnya adalah membuat *Influence Diagram*, dengan cara menggabungkan semua diagram alir kronologis amandemen yang sudah dibuat sebelumnya. Melalui *Influence Diagram* dapat diketahui adanya keterkaitan dan

ketergantungan antara variabel penyebab amandemen yang satu dengan yang lainnya. Dari diagram ini semakin jelas teridentifikasi faktor-faktor apa saja yang menjadi faktor *independent* penyebab terjadinya CCO. Tahap terakhir adalah mengetahui dampak/akibat dari faktor-faktor tersebut yang berpengaruh terhadap pelaksanaan proyek terutama pengaruhnya terhadap perbedaan waktu (*time variant*)

Amandemen kontrak yang terjadi pada proyek Pembangunan The Hava Villa yang berpengaruh terhadap perubahan nilai kontrak, terbagi menjadi dua perubahan, yaitu perubahan penambahan dan pengurangan. Akan tetapi perubahan penambahan adalah yang paling dominan terjadi dan yang paling mempengaruhi terhadap perubahan nilai kontrak. Perubahan pengurangan hanya sebagian kecil terjadi dan tidak terlalu berpengaruh. Perubahan nilai kontrak dari setiap amandemen disajikan pada Tabel 4.1 di bawah ini:

Tabel 4.1 Kronologis Perubahan Nilai Kontrak

No	Change Order	Alasan Perubahan	Perubahan Nilai		Penambahan (Rp)	Pengurangan (Rp)
			Awal	Akhir		
1	I	Perubahan Desain	4,572,068,000.00	4,995,185,825.00	423,117,825.00	
2	II	Eskalasi	15,178,300,211.00	15,434,150,234.00	255,850,023.00	
3	III	Perhitungan MC	1,978,550,000.00	1,978,489,450.00		60,550.00
		Jumlah	21,728,918,211.00	22,407,825,509.00	678,967,848.00	60,550.00
		Selisih		678,907,298.00		678,907,298.00

Sumber : Hasil olahan pada dokumen proyek The Hava Villa

Dari alasan-alasan perubahan Change Order, berdasarkan *Influence Diagram* dapat dicari faktor-faktor apa saja yang menyebabkan terjadinya perubahan nilai

kontrak. Berikut Tabel 4.2 di bawah ini adalah faktor penyebab terjadinya CCO yang mengakibatkan perubahan nilai kontrak.

Tabel 4.2 Faktor yang Mengakibatkan perubahan nilai kontrak

No	Alasan Perubahan	Faktor Penyebab	Penambahan Nilai (Rp)	Pengurangan Nilai (Rp)	Prosentase Thd Kontrak Awal
1	Perubahan Desain	1. Penyelidikan Tanah	433,117,825.00		9.47
		2. Desain Drawing Kurang Matang			
2	Eskalasi	Inflasi	255,850,023.00		1.69
3	Perhitungan MC	1. Kondisi Lapangan		60,550,000.00	3.06
		2. Desain Drawing Kurang Detail			

Sumber : Hasil olahan pada dokumen proyek The Hava Villa

Dari Tabel 1 dan 2 di atas, terlihat bahwa terdapat tiga alasan yang mengakibatkan perubahan nilai kontrak yaitu :

1. Perubahan Desain, yaitu perubahan pada desain rencana struktur tebal plat lantai setelah dilakukan penyelidikan tanah ulang, mengakibatkan penambahan sebesar 9.47% dari nilai kontrak awal.
2. Eskalasi, sesuai dengan kesepakatan dalam kontrak bahwa untuk proyek multi *years* dapat dilakukan penyesuaian harga (eskalasi), mengakibatkan penambahan sebesar 1.69% dari nilai kontrak awal.
3. Perhitungan *Mutual Check* (MC), mengakibatkan pengurangan sebesar 3.06% dari nilai kontrak awal. Pada saat dilakukan perhitungan MC, terjadi pengurangan volume pekerjaan dan pengurangan beberapa item pekerjaan yang tidak jadi dilaksanakan. Hal ini disebabkan karena pada tahap perencanaan, desain terlalu boros dan kurang detail dalam melakukan pengukuran volume di lokasi pekerjaan.

Berdasarkan Tabel 4.2 di atas, faktor penyebab perubahan nilai kontrak dibagi menjadi dua, yaitu :

1. Faktor yang mengakibatkan penambahan nilai kontrak :
  - a. Penyelidikan tanah yang kurang detail pada saat tahap perencanaan
  - b. Desain rencana (*shop drawing*) yang kurang matang
  - c. Inflasi
2. Faktor yang mengakibatkan pengurangan nilai kontrak :
  - a. Kondisi lapangan/lokasi pekerjaan
  - b. Desain rencana (*shop drawing*) yang kurang detail dan teliti

Perubahan waktu pelaksanaan kontrak yang terjadi pada proyek Pembangunan The Hava Villa adalah perubahan penambahan waktu yang sebagian besar disebabkan oleh faktor Desain. Penambahan waktu penyelesaian kontrak dari setiap amandemen disajikan pada Tabel 3 di bawah ini.

Tabel 4.3 Kronologis Perubahan Waktu Kontrak

No	Change Order	Alasan Perubahan	Perubahan Waktu (Hari)		Penambahan (Hari)	Prosentase Thd Waktu Kontrak Awal
			Awal	Akhir		
1	I	Perubahan Desain	262	354	92	35.11
2	II	Penambahan Lingkup Pekerjaan	194	214	20	10.31
				629		

Sumber : Hasil Olahan Pada Dokumen Proyek Pembangunan The Hava Villa

Dari Tabel 3 di atas, penambahan waktu yang terjadi adalah sebesar 112 hari atau sebesar 45.42% dari waktu penyelesaian kontrak awal, dengan rincian alasan perubahan sebagai berikut :

1. Perubahan desain, mengakibatkan penambahan waktu sebesar 92 hari atau sebesar 35.11% dari waktu kontrak awal.

2. Penambahan Lingkup Pekerjaan secara total mengakibatkan penambahan waktu sebesar 20 hari atau sebesar 10.31% dari waktu kontrak awal.

Berdasarkan *Influence Diagram* dan Tabel 3, faktor penyebab terjadinya perubahan waktu penyelesaian kontrak seperti pada Tabel 4 di bawah ini.

Tabel 4.4 Faktor yang Mengakibatkan Perubahan Waktu Kontrak

No	Change Order	Alasan Perubahan	Penambahan (Hari)	Faktor Penyebab
1	I	Perubahan Desain	92	1. Desain ( shop drawing ) yang kurang matang
2	II	Penambahan Lingkup Pekerjaan	20	1. Kebijakan pemberi jasa 2. Perubahan kondisi lapangan

## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan, dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Evaluasi faktor penyebab terjadinya CCO pada pekerjaan konstruksi gedung The Hava Villa adalah akibat kondisi lapangan, penyelidikan tanah, inflasi, cuaca, penambahan volume, dan beberapa perubahan desain yang mengakibatkan perubahan biaya proyek akibat penambahan ataupun pengurangan item pekerjaan dan 2 kali perubahan durasi proyek. Semua perubahan ini telah disetujui oleh 2 belah pihak dengan cara setiap ada perubahan, kontraktor akan melakukan pengajuan perubahan kepada pengguna jasa.
2. Untuk perbedaan biaya dan waktu berdasarkan perencanaan dan realisasi dilapangan akibat CCO, yang paling besar pengaruh dan dampaknya terhadap perubahan nilai kontrak adalah perubahan desain yang mengakibatkan penambahan nilai kontrak sebesar 9.47% dari nilai kontrak awal, disusul eskalasi sebesar 1.69% dan akibat perhitungan MC sebesar 3.06%. Faktor-faktor yang menyebabkan perubahan nilai kontrak adalah sebagai berikut :
  1. Perubahan desain disebabkan oleh faktor penyelidikan tanah yang kurang

detail dan gambar desain yang kurang matang.

2. Eskalasi disebabkan oleh faktor inflasi.
3. Perhitungan MC disebabkan oleh faktor kondisi lapangan/lokasi pekerjaan dan gambar desain yang kurang detail dan teliti.

Disamping karena perubahan nilai kontrak, amandemen juga disebabkan oleh adanya perubahan waktu penyelesaian kontrak yang disebabkan oleh perubahan desain, penambahan volume, kondisi cuaca yang ekstrem, dan penambahan lingkup kerja. Namun yang paling besar pengaruh dan dampaknya terhadap perubahan waktu penyelesaian kontrak adalah Perubahan desain yang mengakibatkan penambahan waktu sebesar 35.11% dari waktu kontrak awal, sedangkan penambahan lingkup pekerjaan hanya mengakibatkan penambahan sebesar 10.31% dari waktu kontrak awal. Faktor-faktor yang menyebabkan perubahan waktu kontrak adalah sebagai berikut :

1. Kondisi cuaca ekstrem disebabkan oleh faktor cuaca, dan penambahan lingkup kerja disebabkan oleh faktor perubahan kondisi alam pada Daerah Tersebut.
2. Perubahan desain disebabkan oleh faktor penyelidikan tanah yang kurang detail dan gambar desain yang kurang matang.

Dari semua kesimpulan diatas secara teknis CCO terjadi karena adanya perubahan desain yang disebabkan oleh penyelidikan tanah yang kurang detail dan mencari kesesuaian lapangan sehingga waktu dan biaya jadi bertambah. Solusi agar kejadian tidak terulang maka diperlukan perencanaan yang sedetail mungkin dan dilakukan *feasibility study* untuk meminimalisir terjadinya perubahan desain yang bisa mengakibatkan waktu dan penambahan biaya.

## 5.2 Saran

Saran dari penelitian ini adalah :

1. Hasil yang diperoleh dari penelitian ini dapat dipertimbangkan penerapannya dalam pelaksanaan proyek untuk meminimalisir hal-hal yang bisa terjadi dalam penawaran proyek sebelum maupun saat proyek itu dilaksanakan.
2. Penelitian tentang pekerjaan tambah kurang/CCO pada proyek dapat dikembangkan lebih lanjut dengan menggunakan alternatif lain dan diharapkan dapat memberikan hasil yang lebih optimal.

## DAFTAR PUSTAKA

Ananta, Firdani., 2015. *Estimasi Biaya Tahap Konseptual Pada Proyek Pelebaran Jalan Provinsi Di Aceh Tamiang*. Sumatera.

Adoe, M., 2010. *Identifikasi Faktor Penyebab Keterlambatan Pelaksanaan Proyek Konstruksi Gedung*. Universitas Nusa Cendana, Kupang.

Aceng Maulana., 2016. *Faktor Penyebab Terjadinya Contract Change Order ( CCO ) Dan Pengaruhnya Terhadap Pelaksanaan Proyek Konstruksi Pembangunan Bendung*. Vol 02 No.02

Ana Yuni., 2018. *Analisis Faktor Penyebab Contract Change Order Dan Pengaruhnya Terhadap Kinerja Kontraktor Pada Proyek Konstruksi Pemerintah*. Rekayasa Sipil, Vol. 7 No.1

Dzulqarnain., 2017. *Analisis Faktor Penyebab Dan Akibat Contract Change Order Terhadap Biaya Dan Waktu Pada Proyek Konstruksi Jalan Di Sulawesi Selatan*. Universitas Hasanuddin, Makassar.

Ervianto W., 2005. *Manajemen Proyek Konstruksi*. Andi, Yogyakarta.

Hana, A.S., 2002. *Quantitative Definition Of Projects Impacted By Change Order*. Journal Of Conctruction Engineering And Management.

Hartoyo., 2012. *Amandemen Kontrak Loan dan APBN*.

Hinze, J., 2001. *Construction Contracts*. McGraw Hill. Second Edition.

Husen, Abrar., 2010. *Manajemen Proyek*. Penerbit Andi. Yogyakarta

Messah, Y.A., 2013. *Pengendalian Waktu dan Biaya Pekerjaan Konstruksi Sebagai Dampak Dari Perubahan Desain*. Kupang.

Kasiram, Moh., 2008. *Metodologi Penelitian*. Malang.

Oetomo Wateno & Priyanto., 2017. *Analisis Waktu dan Biaya Dengan Metode Crash Duration Pada Keterlambatan Proyek Pembangunan Jembatan Sei Hanyu Kabupaten Kapuas*. Kalimantan.

Schaufelberger & Holm., 2002. *Management Of Construction Project A Constructur's Perspective*. Prentice Hall, New Jersey.

Soeharto, Iman., 1995. *Manajemen Proyek Dari Konseptual Sampai Operasional*. Erlangga, Jakarta.

Sugiono., 2008. *Metode Penelitian Kuantitatif & Kualitatif*. Bandung

Sandyavitri, A., 2008. *Pengendalian Dampak Perubahan Desain Terhadap Waktu dan Pekerjaan Konstruksi*. Skripsi Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Riau, Pekanbaru.

Wahyudi., 2015. *Pengendalian Waktu dan Biaya Dalam Penyelenggaraan Sebuah Proyek Konstruksi*. Sumatra.



**ANALISIS KECELAKAAN LALU LINTAS DI RUAS JALAN NASIONAL  
KOLEKTOR PRIMER DI KABUPATEN GIANYAR DENGAN METODE  
STATISTIK REGRESI LINIER BERGANDA**

**I Kadek Agus Pande Purnanta, Ida Ayu Sri Mahatpani, I Made Harta Wijaya**

Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil, Universitas Hindu Indonesia

Email: [guspandeagus@gmail.com](mailto:guspandeagus@gmail.com)

***ABSTRAK***

Jalan merupakan bagian yang sangat penting dalam sistem transportasi lalu lintas, baik transportasi darat, laut maupun udara. Kurangnya perhatian terhadap masalah keselamatan akan menyebabkan kecelakaan lalu lintas semakin meningkat. Pelayanan transportasi sangat berkaitan erat dengan aspek keselamatan baik orang maupun barang, kota yang sedang berkembang segala sektor berpacu untuk maju. Ruas Jalan Nasional Kolektor Primer Kabupaten Gianyar. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui hubungan antara variabel-variabel yang menyebabkan kecelakaan lalu lintas serta mengetahui model analisis kecelakaan lalu lintas pada ruas jalan nasional kolektor primer Kabupaten Gianyar. Jenis penelitian menggunakan metode analisis kuantitatif dengan metode *Regresi linear* berganda. Teknik pengumpulan data dengan mengumpulkan data sekunder yaitu data kecelakaan dari tahun 2013 sampai tahun 2017, dan data primer dengan metode penyebaran kuisioner. Berdasarkan hasil penelitian maka hubungan antara variabel bebas dan variabel terikat, berpengaruh positif dan signifikan. Hal ini diperoleh bahwa penyebab kecelakaan lalu lintas yaitu pelaku kecelakaan, jenis kendaraan, dan faktor manusia. Ketiga hal tersebut saling mempengaruhi terjadinya kecelakaan lalu lintas, dan model yang dihasilkan berdasarkan analisis regresi linier berganda dengan program SPSS maka dihasilkan model regresi sebagai berikut:

$Y = -44,074 + 0,288X_1 + 0,964X_2 + 0,692X_3$ . Hal ini berarti diperoleh bahwa setiap peningkatan yang terjadi pada setiap variabel yaitu pelaku kecelakaan, jenis kendaraan, Faktor manusia menyebabkan peningkatan pada kejadian kecelakaan lalu lintas di ruas Jalan Nasional Kolektor Primer Kabupaten Gianyar.

**Kata Kunci:** Kecelakaan lalu lintas, Pelaku kecelakaan, Tipe kendaraan, Faktor manusia

**1. PENDAHULUAN**

**1.1 Latar Belakang**

Jalan merupakan kebutuhan yang sangat penting dalam sistem transportasi lalu lintas, baik transportasi darat, laut maupun udara. Kurangnya perhatian terhadap masalah keselamatan akan menyebabkan kecelakaan lalu lintas semakin meningkat. Pelayanan transportasi sangat berkaitan erat dengan aspek keselamatan baik orang maupun barang, kota yang sedang berkembang segala sektor berpacu untuk maju. Ruas Jalan Nasional Kolektor Primer Kabupaten Gianyar termasuk salah satu kota yang sedang

berkembang, hal ini menyebabkan jumlah kendaraan makin meningkat, terutama pada jalan yang menghubungkan antar provinsi dan dalam provinsi (Fitri, 2009).

Kecelakaan lalu lintas merupakan masalah yang membutuhkan penanganan serius karena besarnya kerugian yang diakibatkan. Untuk itu perlu dilakukan analisis terhadap data kecelakaan lalu lintas dan untuk mengetahui seberapa besar tingkat kecelakaan yang terjadi di Ruas Jalan Nasional Kolektor Primer Kabupaten Gianyar. Semakin tinggi teknologi dan perkembangan ekonomi suatu daerah, maka semakin banyak pula jenis transportasi yang

digunakan oleh masyarakat di Ruas Jalan Nasional Kolektor Primer Kabupaten Gianyar. data tingkat kecelakaan lalu lintas memerlukan data dari tahun-tahun sebelumnya agar kita dapat membandingkan seberapa besar kenaikan tingkat kecelakaan yang akan terjadi pada tahun yang akan datang (Fitri, 2009).

Kecelakaan lalu lintas yang terjadi di Indonesia masih dapat ditekan dengan memperhatikan perencanaan prasarana jalan dan kelengkapan sarana angkutan jalan yang sesuai dengan klasifikasi jalan. Berdasarkan 26.948 kecelakaan lalu lintas yang terjadi di Indonesia, resiko menjadi korban kecelakaan sebanyak 6%. Faktor penyebab terjadinya kecelakaan lalu lintas, 89,56% adalah manusia, 4,80% kendaraan, dan 5,64% adalah faktor jalan dan lingkungan (Harsono, 1992).

Dalam model kecelakaan lalu lintas. Adapun 3 penelitian yang dikutip yaitu: oleh Erlin Yuniardini, Dewi Sriastuti Nababan, Agustan, 2018 Penelitian yang dilakukan tentang “pengaruh faktor manusia dan kendaraan terhadap kecelakaan lalu lintas Di Ruas Jalan Kolektor Primer Di Kabupaten Gianyar. Hasil penelitian yang di peroleh yaitu: Nilai koefisien dari eterminasi faktor manusia (X1) dan faktor kendaraan (X2) adalah sebesar 52,12% sedangkan sisanya yaitu 47,88% dipengaruhi oleh fariabel-fariabel lainya yang tidak diteliti dalam penelitian ini. Oleh Winayati, Fadrisal Lubis, Penelitian yang dilakukan tentang karekteristik kejadian kecelakaan lalulintas pada ruas jalan Yos Sudarso Rumbai Kota Pekanbaru”. Hasil penelitian yang diperoleh yaitu: Berdasarkan hasil analisa korelasi, maka pada jalan Yos Sudarso Kota Pekanbaru didapat hubungan antara kecelakaan dan jumbelah penduduk 2,89%, Kecelakaan disebabkan oleh jumlah kendaraan, dan kecelakaan yang disebabkan oleh sepeda motor 7,40%. Oleh Ishaq Faraby, 2012 Penelitian yang dilakukan tentang” Faktor-Faktor penyebab kecelakaan lalu lintas dengan menggunakan metode analisis regresi linier berganda” Hasil penelitian yang diperoleh yaitu: Karakteristik kecelakaan yang terjadi

menunjukkan bahwa tipe kecelakaan dengan tabrak samping paling sering terjadi( $\pm 45\%$ ), untuk waktu kejadian paling sering adalah pada selang waktu pukul 14.00-22.00( $\pm 50\%$ ), Sedangkan kendaraan yang sering terlibat dalam kecelakaan adalah sepeda motor ( $\pm 75\%$ ).

Berdasarkan penelitian terdahulu, serta analisis yang digunakan, penulis tertarik untuk meneliti tingkat kecelakaan lalu lintas di Ruas Jalan Nasional Kolektor Primer Kabupaten Gianyar, merupakan jalan yang sangat padat lalu- lintasnya, hal tersebut akibat banyaknya pertokoan dan aktifitas masyarakat lainnya. Menurut data dari kepolisian Negara republik Indonesia daerah Bali resort kota Gianyar, menyatakan bahwa Ruas Jalan Nasional Kolektor Primer Kabupaten Gianyar termasuk kategori daerah rawan kecelakaan yang dikenal dengan blackspout dari tahun 2016-2018 kecelakaan yang terjadi di Ruas Jalan Nasional Kolektor Primer Kabupaten Gianyar karena pengendara sering melanggar rambu lalu lintas. Dalam Tugas Akhir ini dicoba untuk meneliti kecelakaan yang terjadi di Ruas Jalan Nasional Kolektor Primer Kabupaten Gianyar dengan menggunakan metode statistik regresi linier berganda. tujuan untuk mengetahui hubungan antara fariabel-fariabel yang menyebabkan kecelakaan lalu lintas penelitian yang diperoleh dari penerapan metode stasistik regresi linier berganda hubungan antara variable bebas dan variable terikat

## 1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang akan dibahas dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana hubungan antara variabel-variabel yang menyebabkan kecelakaan lalulintas pada Ruas Jalan Nasional Kolektor Primer Kabupaten Gianyar dengan metode *Statistik Regresi Linier Berganda*?
2. Bagaimana model Analisis kecelakaan lalulintas pada Ruas Jalan Nasional Kolektor Primer Kabupaten Gianyar dengan metode *Statistik Regresi Linier Berganda*?

### 1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah:

- 1 Mengetahui hubungan antara variabel-variabel yang menyebabkan kecelakaan lalu lintas pada Ruas Jalan Nasional Kolektor Primer Kabupaten Gianyar
- 2 Mengetahui model Analisis kecelakaan lalu lintas pada Ruas Jalan Nasional Kolektor Primer Kabupaten Gianyar dengan metode *Statistik Regresi Linier Berganda*.

### 1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Bagi Penulis  
Bagi penulis dapat menambah pengetahuan dan pengalaman dengan cara mengaplikasikan pengetahuan teoritis yang diperoleh dibangku kuliah dengan praktek sebenarnya.
2. Bagi Lembaga Pendidikan  
Bagi Lembaga Pendidikan sebagai sarana informasi bagi pembaca dan sebagai bahan referensi bagi pihak yang membutuhkan.
3. Bagi pihak kepolisian (POLRES) dan instansi terkait lainnya.  
Bagi pihak kepolisian sebagai sarana informasi tingkat kecelakaan yang mungkin akan terjadi di Tahun 2019, Sehingga pihak kepolisian dan instansi terkait lainnya dapat merencanakan kebijakan yang akan dilakukan untuk memperkecil kemungkinan tingkat kecelakaan tersebut

### 1.5 Batasan Penelitian

Agar dalam pembahasan nanti tidak terlalu luas dan hasilnya dapat mendekati tujuan penelitian, maka ada beberapa komponen yang harus dibatasi diantaranya:

1. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data tingkat kecelakaan lalu lintas perbulan di Polres Kota Gianyar khususnya Ruas Jalan Nasional Kolektor Primer Kabupaten Gianyar selama 5 tahun, dari tahun (2013 - 2017).
2. Hanya meninjau di Ruas Jalan Nasional Kolektor Primer Kabupaten Gianyar dari

simpang Batubulan simpang Sakah sampai di simpang Semabaung.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Kecelakaan Lalu Lintas

Menurut Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2009 Tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan. Kecelakaan Lalu Lintas adalah suatu peristiwa di Jalan yang tidak diduga dan tidak disengaja melibatkan Kendaraan dengan atau tanpa Pengguna Jalan lain yang mengakibatkan korban manusia dan atau kerugian harta benda.

Sedangkan ketentuan umum lainnya yang berkaitan dengan Lalu Lintas adalah sebagai berikut:

1. Lalu Lintas adalah gerak Kendaraan dan orang di Ruang Lalu Lintas Jalan.
2. Kendaraan adalah suatu sarana angkut di jalan yang terdiri atas Kendaraan Bermotor dan Kendaraan Tidak Bermotor.
  - a. Kendaraan Bermotor adalah setiap Kendaraan yang digerakkan oleh peralatan mekanik berupa mesin selain Kendaraan yang berjalan di atas rel.
  - b. Kendaraan Tidak Bermotor adalah setiap Kendaraan yang digerakkan oleh tenaga manusia dan/atau hewan.
  - c. Kendaraan Bermotor Umum adalah setiap Kendaraan yang digunakan untuk angkutan barang dan/atau orang dengan dipungut bayaran.
  - d. Sepeda Motor adalah Kendaraan Bermotor beroda dua dengan atau tanpa rumah – rumah dan dengan atau tanpa kereta samping atau Kendaraan Bermotor beroda tiga tanpa rumah -rumah.
3. Jalan adalah seluruh bagian Jalan, termasuk bangunan pelengkap dan perlengkapannya yang diperuntukkan bagi Lalu Lintas umum, yang berada pada permukaan tanah, di atas permukaan tanah, di bawah permukaan tanah dan/atau air, serta di atas permukaan air, kecuali jalan rel dan jalan kabel.

4. Parkir adalah keadaan Kendaraan berhenti atau tidak bergerak untuk beberapa saat dan ditinggalkan pengemudinya.
5. Berhenti adalah keadaan Kendaraan tidak bergerak untuk sementara dan tidak ditinggalkan pengemudinya.
6. Rambu Lalu Lintas adalah bagian perlengkapan Jalan yang berupa lambang, huruf, angka, kalimat, dan/atau perpaduan yang berfungsi sebagai peringatan, larangan, perintah, atau petunjuk bagi Pengguna Jalan.
7. Marka Jalan adalah suatu tanda yang berada di permukaan Jalan atau di atas permukaan Jalan yang meliputi peralatan atau tanda yang membentuk garis membujur, garis melintang, garis serong, serta lambang yang berfungsi untuk mengarahkan arus Lalu Lintas dan membatasi daerah kepentingan Lalu Lintas.
8. Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas adalah perangkat elektronik yang menggunakan isyarat lampu yang dapat dilengkapi dengan isyarat bunyi untuk mengatur Lalu Lintas orang dan/atau Kendaraan di persimpangan atau pada ruas Jalan.
9. Pengguna Jalan adalah orang yang menggunakan Jalan untuk berlalu lintas.
10. Pejalan Kaki adalah setiap orang yang berjalan di Ruang Lalu Lintas Jalan.
11. Pengemudi adalah orang yang mengemudikan Kendaraan Bermotor di Jalan yang telah memiliki Surat Izin Mengemudi.
12. Penumpang adalah orang yang berada di Kendaraan selain Pengemudi dan awak Kendaraan.

### 3. METODE PENELITIAN

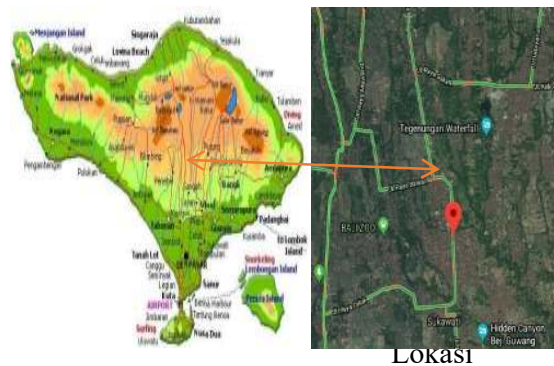
#### 3.1 Jenis Penelitian

Jenis penelitian menggunakan metode analisis kuantitatif. Analisis kuantitatif adalah suatu penelitian dapat didekati dari dua sudut pendekatan, yaitu analisis kuantitatif secara deskriptif, dan analisis kuantitatif secara inferensial.

Masing-masing pendekatan ini melibatkan pemakaian dua jenis statistik yang berbeda. Yang pertama menggunakan statistik deskriptif dan yang kedua menggunakan statistik inferensial. Kedua jenis statistik ini memiliki karakteristik yang berbeda, baik dalam hal teknik analisis maupun tujuan yang akan dihasilkan dari analisisnya itu (Sudijono, 1987)

#### 3.2 Lokasi Penelitian

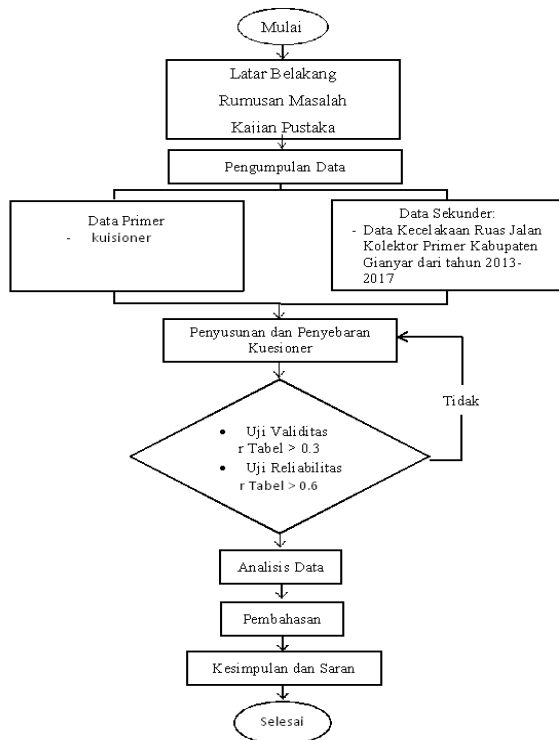
Lokasi penelitian Ruas Jalan Nasional Kolektor Primer di Kabupaten Gianyar.



(Sumber: Google)

#### Kerangka Penelitian

Keseluruhan tahapan penelitian diatas dapat dilihat pada bagan alir.



Gambar 3.2 Kerangka Penelitian

#### 4. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

##### 4.1 Hasil Analisis Regresi Linier Berganda

Analisis yang dipergunakan dalam penelitian ini adalah analisis regresi linier berganda dengan dibantu oleh *software* SPSS (*Statistical Program for Social Science*) versi 24. Tujuan dari analisis ini untuk mengetahui hubungan antara variable dependen (Y) terhadap variable independen (X) diantaranya X1, X2, dan X3.

Tabel 4.1 Hasil Analisis Regresi Linier Berganda

Variabel Independen	Standardized Coefficients (B)	t <sub>hitung</sub>	Sig.	Keterangan
Konstanta (Constant)	-44,074	-4.500	.000	Signifikan
Pelaku kecelakaan	.288	2.458	.019	Signifikan
Jenis kendaraan	.964	3.286	.002	Signifikan
Faktor manusia	.692	4.541	.000	Signifikan
R	: 0,758	F <sub>hitung</sub>		: 16,167
R Square	: 0,574	Sig. F		: 0,000
Adjusted R Square	: 0,538			

Sumber: Hasil Analisis 2019

Berdasarkan hasil analisis regresi linier berganda pada Tabel 4.9 dapat dibuat model regresi linier berganda sebagai berikut:

$$Y = -44,074 + 0,288X_1 + 0,964X_2 + 0,692X_3$$

- (1) Nilai konstanta sebesar -44,074 berarti bahwa jika variabel bebas Pelaku kecelakaan (X1), Jenis kendaraan (X2), Faktor manusia (X3) bernilai nol atau konstan maka variabel Y akan sebesar konstanta yaitu sebesar -44,074.
- (2) Nilai koefisien variabel Pelaku kecelakaan (X1) sebesar 0,288 berarti bahwa jika variabel bebas Pelaku kecelakaan (X1) meningkat sebesar 1 satuan sedangkan variabel bebas lainnya bernilai konstan maka variabel Y akan meningkat sebesar 0,288.
- (3) Nilai koefisien variabel Jenis kendaraan (X2) sebesar 0,964 berarti bahwa jika variabel bebas Jenis kendaraan (X2) meningkat sebesar 1 satuan sedangkan variabel bebas lainnya bernilai konstan maka variabel Y akan meningkat sebesar 0,964.
- (4) Nilai koefisien variabel Faktor manusia (X3) sebesar 0,692 berarti bahwa jika variabel bebas Faktor manusia (X3) meningkat sebesar 1 satuan sedangkan variabel bebas lainnya bernilai konstan maka variabel Y akan meningkat sebesar 0,692.

#### 4.2 Uji Kelayakan Model

##### 4.2.1 Uji Hipotesis (Uji t)

Pengujian statistik t bertujuan untuk mengetahui seberapa jauh pengaruh variabel independent secara individual dalam menjelaskan variasi variabel dependen. Berdasarkan dasar signifikansi, kriterianya adalah sebagai berikut:

1. Jika signifikansi  $> 0,05$  maka  $H_0$  diterima,  $H_1$  ditolak
2. Jika signifikansi  $\leq 0,05$  maka  $H_0$  ditolak,  $H_1$  diterima

Tabel 4.2 Hasil Uji t

Variabel Independen	Standardized	$t_{hitung}$	Sig.	Keterangan
	Coefficients (B)			
Konstanta (Constant)	-44,074	-4.500	.000	Signifikan
Pelaku kecelakaan	.288	2.458	.019	Signifikan
Jenis kendaraan	.964	3.286	.002	Signifikan
Faktor manusia	.692	4.541	.000	Signifikan
R	: 0,758	$F_{hitung}$	: 16.167	
R Square	: 0,574	Sig. F	: 0,000	
Adjusted R Square	: 0,538			

*Coefficients* di atas maka dapat disimpulkan bahwa variabel bebas tersebut berpengaruh terhadap variabel Y. Berdasarkan hasil tabel *Coefficients* di atas dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Pengaruh variabel bebas Pelaku kecelakaan (X1) terhadap variabel Y  
Variabel bebas X1 menghasilkan nilai  $t_{hitung} = 2,458$  dengan nilai signifikansi (sig) sebesar 0.019. Nilai signifikansi ini lebih kecil dari  $\alpha = 0.05$ , sehingga dapat disimpulkan bahwa variabel bebas Pelaku kecelakaan (X1) berpengaruh terhadap variabel Y.
2. Pengaruh variabel bebas Jenis kendaraan (X2) terhadap variabel Y  
Variabel bebas Jenis kendaraan (X2) menghasilkan nilai  $t_{hitung} = 3,286$  dengan nilai signifikansi (sig) sebesar 0.002. Nilai signifikansi ini lebih kecil dari  $\alpha = 0.05$ , sehingga dapat disimpulkan bahwa variabel bebas Jenis kendaraan (X2) berpengaruh terhadap variabel Y.
3. Pengaruh variabel bebas Faktor manusia (X3) terhadap variabel Y  
Variabel bebas Faktor manusia (X3) menghasilkan nilai  $t_{hitung} = 4,541$  dengan nilai signifikansi (sig) sebesar 0.000. Nilai signifikansi ini lebih kecil dari  $\alpha = 0.05$ , sehingga dapat disimpulkan bahwa variabel bebas Faktor manusia (X3) berpengaruh terhadap variabel Y.

#### 4.2.2 Uji Anova (F)

Pengujian statistik F bertujuan untuk mengetahui pengaruh secara simultan dari

variabel independen terhadap variabel dependen yang ditunjukkan pada tabel ANOVA. Kriteria dari pengujian hipotesis adalah sebagai berikut.

- a. Nilai signifikansi  $\leq 0,05$  maka hipotesis diterima. Artinya terdapat pengaruh antara variabel independen terhadap variabel dependen secara simultan.
- b. Nilai signifikansi  $> 0,05$  maka hipotesis ditolak. Artinya tidak terdapat pengaruh antara variabel independen terhadap variabel dependen secara simultan

Tabel 4.3 Anova (b) Uji F

ANOVA <sup>a</sup>						
Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	167.600	3	55.867	16.167	.000 <sup>b</sup>
	Residual	124.400	36	3.456		
	Total	292.000	39			
a. Dependent Variable: Kecelakaan Lalu Lintas						
b. Predictors: (Constant), Faktor Manusia, Pelaku Kecelakaan, Jenis Kendaraan						

Sumber: Hasil Analisis 2019

Pada tabel ANOVA di atas dapat diketahui bahwa nilai  $F_{hitung}$  adalah sebesar 16,167 dengan signifikansi (sig.) sebesar 0.000. Tolak  $H_0$  jika nilai signifikansi  $< \alpha = 0.05$ . Karena nilai signifikansi lebih dari 0,05 maka menolak  $H_0$ , sehingga terima  $H_1$  yang berarti bahwa kombinasi dari variabel bebas X1, X2, dan X3 signifikan digunakan untuk menduga variabel Y. Artinya ada pengaruh secara bersama-sama variabel bebas X1, X2, dan X3 terhadap variabel Y

Tabel 4.4 Model Summary

Model Summary <sup>b</sup>				
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.758 <sup>a</sup>	.574	.538	1.859
a. Predictors: (Constant), Faktor Manusia, Pelaku Kecelakaan, Jenis Kendaraan				
b. Dependent Variable: Kecelakaan Lalu Lintas				

Sumber: Hasil Analisis 2019

Besarnya pengaruh variabel bebas terhadap variabel terikat yang ditunjukkan oleh nilai determinasi total (*Adjusted R Square*) sebesar 0,538 mempunyai arti bahwa sebesar 53,8% variasi kecelakaan

lalu lintas dipengaruhi oleh variasi pelaku kecelakaan, jenis kendaraan, dan factor manusia, sedangkan sisanya sebesar 46,2% dijelaskan oleh faktor lain yang tidak dimasukkan ke dalam model.

## 5. PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dengan judul Analisis kecelakaan lalulintas di ruas Jalan Kolektor Primer di Kabupaten Gianyar dengan metode *statistik regresi linier berganda* dapat disimpulkan hubungan yaitu *analisis regresi linier berganda* yang bertujuan untuk mengetahui ada atau tidaknya hubungan ketiga variable bebas. Dapat disimpulkan :

1. Hubungan antara variabel bebas dan variabel terikat, berpengaruh positif dan signifikan. Hal ini berarti bahwa penyebab kecelakaan lalulintas yaitu pelaku kecelakaan, jenis kendaraan, dan faktor manusia. Ketiga hal tersebut saling mempengaruhi terjadinya kecelakaan lalulintas.
2. Model yang dihasilkan berdasarkan *analisis regresi linier berganda* dengan program SPSS maka dihasilkan model regresi sebagai berikut:

$$Y = -44,074 + 0,288X_1 + 0,964X_2 + 0,692X_3$$

Menurut penjabaran diatas hal ini berarti diperoleh bahwa setiap peningkatan yang terjadi ada setiap variabel yaitu bebas Pelaku kecelakaan, Jenis kendaraan, Faktor manusia menyebabkan peningkatan pada kejadian kecelakaan lalu lintas diruas Jalan Nasional Kolektor primer Kabupaten Gianyar. Sehingga kecelakaan lalu lintas dipengaruhi oleh setiap variabel Pelaku kecelakaan, Jenis kendaraan, Faktor manusia.

### 5.2 Saran

Saran yang dapat diajukan berdasarkan hasil penelitian ini dengan mengacu pada analisis data dan pembahasan sebagai berikut:

1. Kecelakaan lalu lintas dapat berkurang jika setiap pengendara bermotor dapat

memperhatikan keselamatan masing-masing dengan memperhatikan factor - faktor penyebab kecelakaan, jenis kendaraan yang digunakan agar dipastikan sesuai dan sudah aman, dan juga factor diri sendiri yang terpenting. Jika seluruh factor diperhatikan maka dapat mengurangi terjadinya kecelakaan lalu lintas.

2. Pada penelitian selanjutnya agar dilakukan penelitian lebih lanjut dengan menggunakan analisis statistik yang lebih tepat

## DAFTAR PUSTAKA

- Arikunto. 2010. *Prosedur Penelitian: Suatu Pendekatan Praktek*. Jakarta. Rineka Cipta.
- Azwar, Azrul dan Prihartono Joedo. 1986. *Metodologi Penelitian*. Salemba 4, Jakarta.
- Fitri. 2009. *Analisa Kecelakaan Lalu Lintas di Riau. Tugas Akhir Mahasiswa Universitas Tabrani*. Pekanbaru.
- Ghozali, Imam. 2009. *Aplikasi Analisis Multivariate dengan Program SPSS*. Semarang: UNDIP.
- Harsono. 1992. *Konsep Metodologi Keselamatan Lalu lintas Indonesia*. Nova: Bandung.
- Lestari. 2018. *kajian mata rantai keselamatan lalu lintas di Jalan Tol Purbaleunyi*. Purbaleunyi
- Michael H. Walizer & Paul L Wienir. 1987. *Metode dan Analisis Penelitian: Mencari Hubungan*. Jilid 2. Jakarta: Erlangga.
- Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 13 tahun 2014. *Pengertian rambu Lalulintas*.
- Singgih, Santoso. 2010. *Regresi Linier Berganda*. Jakarta.
- Sitinjak J. R. T dan Sugiarto. 2006. LISREL. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Suharjo, Bambang. 2013. *Statistika Terapan*. Graha Ilmuwan Indonesia
- Sudijono. 1987. *Pengantar Statistik Pendidikan*. Jakarta: Raja Grafindo Persada.

- Suryabrata, Sumadi. 2004. *Psikologi Pendidikan*. Jakarta: Raja Grafindo Persada.
- Steenbrink. 1974. *Jenis Angkutan Transportasi*. Jakarta
- Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2009. *Tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan*.
- Wordpress. 2008. *Penggunaan Regresi dengan menggunakan Aplikasi SPSS*.
- Walizer. 1987. *Pengertian dari Reliability*. Surabaya.



## PERBANDINGAN WAKTU DAN BIAYA PADA PEKERJAAN PASANGAN DINDING DENGAN METODE *TIME STUDY* PADA PROYEK KONSTRUKSI GEDUNG

I Made Prana Arya<sup>1</sup>, I Wayan Muka<sup>2</sup>, Ida Ayu Putu Sri Mahapatni<sup>3</sup>

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik  
Universitas Hindu Indonesia

Email: pranaarya11@gmail.com, [iwymuka@gmail.com](mailto:iwymuka@gmail.com), dayumaha71@yahoo.com

### ABSTRAK

Dinding adalah elemen vertikal ruang, merupakan bagian bangunan yang menjadi alat penyekat antar ruang maupun penyekat antar bagian dalam gedung dengan bagian luar gedung. Banyak bahan yang dapat dipakai untuk konstruksi sebuah dinding, seperti batu bata, batu alam, batako, kayu / papan, triplek, beton, besi, dan lain-lain. Material dinding merupakan suatu bagian yang cukup penting dalam suatu proyek konstruksi. Bahan material dinding terus berkembang seiring dengan tuntutan kebutuhan dalam mencapai biaya, waktu, mutu yang paling efektif dan efisien. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbandingan waktu yang diperlukan antara pemasangan bata merah, batako, dan bata ringan menggunakan metode *time study* dan untuk mengetahui perbandingan harga antara pemasangan bata merah, batako, dan bata ringan.

Metode yang di gunakan adalah metode *time study* dengan mengamati pekerja di lapangan dan memasukan data-data yang di dapat pada lembar-lembar *time study*. Dalam penelitian ini untuk masing-masing material diteliti 5 pekerja dan 1 pekerja diamati sebanyak 9 kali agar mendapat nilai rata-rata pekerja pemasangan.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa untuk waktu pengerjaan pemasangan dinding bata ringan dengan waktu kurang lebih 10,00 menit, sedangkan pengerjaan batako memerlukan waktu pemasangan kurang lebih 15,34 menit dan pasangan bata merah memerlukan waktu kurang lebih 25,42 menit dan untuk biaya bahan dan pekerja pemasangan dinding batako lebih murah dengan biaya Rp. 79.150,00, sedangkan biaya bahan dan pekerja pemasangan bata merah memerlukan biaya Rp. 112.584,00 dan untuk biaya dan pekerja pemasangan bata ringan memerlukan biaya Rp. 118.651,00

**Kata Kunci:** Waktu, Biaya, *Time Study*.

### 1. PENDAHULUAN

Seiring dengan kemajuan teknologi dan pesatnya perkembangan pembangunan gedung di pulau Bali, beberapa proyek pembangunan gedung diambil oleh pemerintah dan pihak swasta. Untuk proyek pemerintah biasanya pembangunan sekolah dan pembangunan fasilitas umum, untuk kontraktor swasta cenderung mengambil proyek hotel, resort dan villa.

Dilihat dari cara pembangunan, jelaslah keperluan material yang di perlukan berbeda-beda. Sekarang ini, perkembangan material bahan bangunan semakin maju. Mulai dari pengganti bata dan batako dengan menggunakan bata ringan, atau plat

lantai diganti menggunakan penutup yang berbahan ringan, atau seringkali disebut dengan *metal deck*, serta untuk atap yang tidak lagi menggunakan kayu sebagai kuda-kuda, atau seringkali orang menyebutnya sebagai rangka atap baja ringan (Felix Hidayat, 2010:). Pemilihan bahan untuk suatu proyek bangunan biasanya sangat dipengaruhi dari anggaran dana yang telah tersedia baik dari pemerintah maupun dari pihak swasta. Permasalahan yang dikaji adalah bahan manakah diantara bata merah dan bata ringan yang mempunyai waktu, biaya dan kualitas yang lebih efiseien. Dinding adalah elemen vertikal ruang, merupakan bagian bangunan yang menjadi

alat penyekat antar ruang maupun penyekat antar bagian dalam gedung dengan bagian luar gedung. Banyak bahan yang dapat dipakai untuk konstruksi sebuah dinding, seperti batu bata, batu alam, batako, kayu / papan, triplek, beton, besi, dan lain-lain. Material dinding merupakan suatu bagian yang cukup penting dalam suatu proyek konstruksi. Bahan material dinding terus berkembang seiring dengan tuntutan kebutuhan dalam mencapai biaya, waktu, mutu yang paling efektif dan efisien. Munculnya teknologi bata ringan sebagai material dinding, cukup memberikan dampak positif bagi masyarakat pada umumnya dan dunia konstruksi khususnya. Penentuan keputusan pada sebuah proyek mengenai bahan mana yang akan dipakai, akan memiliki dampak yang cukup besar pada perencanaan jadwal dan biaya proyek. Selain itu mutu konstruksi harus terus terjaga sepanjang siklus proyek berlangsung. Penelitian ini bertujuan untuk memberikan perbandingan harga material, kecepatan pengerjaan antara batako, bata merah, dan bata ringan untuk pekerjaan pemasangan dinding.

### 1.1 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, dapat dirumuskan permasalahan yang dihadapi, yaitu :

1. Bagaimanakah perbandingan waktu pengerjaan pasangan bata merah, batako, dan bata ringan menggunakan metode *time study* ?
2. Bagaimanakah perbandingan biaya pada pemasangan bata merah, batako, dan bata ringan ?

### 1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian yang akan dilakukan, yaitu :

1. Untuk mengetahui perbandingan waktu yang diperlukan antara pemasangan bata merah, batako, dan bata ringan menggunakan metode *time study*.
2. Untuk mengetahui perbandingan biaya antara pemasangan bata merah, batako, dan bata ringan.

### 1.3 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan pada penelitian ini, yaitu :

1. Memberikan gambaran secara mendetail terhadap perbandingan waktu *real* pemasangan di lapangan dan biaya pelaksanaan pekerjaan pasangan antaran bangunan yang menggunakan material batako, bata merah, dan bata ringan.
2. Mengetahui lebih jauh karakteristik material pendukung yang berfungsi sebagai pasangan dinding atau pembatas antar ruang ini.

### 1.4 Batasan Masalah

Agar penelitian ini lebih terarah dan tidak menyimpang dari permasalahan yang ada sehingga pembahasan dapat tertuju dan terarah, maka dibutuhkan batasan masalah. Adapun batasan-batasan masalah tersebut adalah sebagai berikut:

1. Penelitian dilakukan pada proyek Kendran *Village Resort* dan di proyek Pembangunan Gedung SMA Negeri 2 Abiansemal.
2. Perhitungan waktu pemasangan diambil per  $1m^2$ .
3. Perhitungan biaya pemasangan dinding dihitung per  $1m^2$ .
4. Pengamatan dilakukan sebanyak 9 kali pada masing – masing pekerja.
5. Untuk setiap material diteliti sebanyak 5 pekerja .

## 2. LANDASAN TEORI

### 2.1 Proyek

Proyek merupakan tugas yang perlu dirumuskan untuk mencapai sasaran yang dinyatakan secara konkret dan diselesaikan dalam periode tertentu dengan menggunakan tenaga manusia dan alat-alat yang terbatas (Dimiyati dan Nurjaman, 2014). Proyek adalah usaha yang bersifat sementara untuk menghasilkan produk atau layanan yang unik. Pada umumnya, proyek melibatkan beberapa orang yang saling berhubungan aktivitasnya dan sponsor utama proyek biasanya tertarik dalam penggunaan sumber daya yang efektif untuk

menyelesaikan proyek secara efisien dan tepat waktu (Dimiyati dan Nurjaman, 2014).

## 2.2 Proyek Konstruksi

Proyek konstruksi adalah proyek yang memiliki karakteristik kegiatan utamanya adalah studi kelayakan, *design engineering*, pengadaan dan konstruksi. Produknya berupa pembangunan jembatan, gedung, pelabuhan, jalan raya dan sebagainya, yang biasanya menyerap kebutuhan sumber daya yang besar serta dapat dimanfaatkan oleh orang banyak (Dimiyati dan Nurjaman, 2014). Proyek konstruksi merupakan suatu rangkaian kegiatan yang hanya satu kali dilaksanakan dan umumnya berjangka waktu pendek. Dalam rangkaian tersebut, terdapat suatu proses yang mengolah sumber daya proyek menjadi suatu hasil kegiatan yang berupa bangunan. Proses yang terjadi dalam rangkaian tersebut tentunya melibatkan pihak-pihak yang terkait, baik secara langsung maupun tidak langsung. Hubungan antara pihak-pihak yang terlibat dalam suatu proyek dibedakan atas hubungan fungsional dan hubungan kerja (Ervianto, 2005).

## 2.3 Pengertian Time Study

Time study adalah teknik pengukuran dengan cara pengumpulan data berdasarkan waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan suatu pekerjaan (Pilcher, 1992). Menurut Ervianto (2004), Time Study meliputi :

1. *Timing*, kegiatan pengukuran waktu terhadap suatu jenis kegiatan tertentu, alat yang umum digunakan *stopwatch*.
2. *Rating*, kegiatan membandingkan kinerja antara pelaksanaan pekerja yang sedang diteliti terhadap kinerja standar.
3. *Standard Time*, melakukan pengamatan terhadap waktu dari suatu kegiatan dengan kinerja standar.

Proses pengerjaan dari metode ini sangat sederhana. Seorang peneliti hanya perlu mengukur lamanya waktu kerja dari seorang pekerja dalam menyelesaikan suatu pekerjaan kemudian mencatatnya, begitu juga untuk pekerjaan selanjutnya hingga

didapat data yang dijadikan sebagai waktu standard. Dalam metode time study terdapat beberapa istilah antara lain :

1. *Standard rating* Untuk suatu aktivitas sangat sulit ditentukan, tetapi peneliti perlu menetapkan satu dipikiran dan secara konsisten. Standard rating yang digunakan pada penelitian ini adalah 100 mengikuti *British Standard*.
2. *Observed time* adalah data berupa waktu yang didapat selama pengamatan
3. *Observed rating* adalah data yang didapat selama pengamatan seperti yang terlihat pada tabel rating yang diambil dari (Heap, 1987).

Berikut adalah tabel *Rating* (Tabel 2.1) yang memuat nilai-nilai koefisien pekerja berdasarkan dari rating pekerja. Nilai-nilai tersebut akan digunakan dalam perhitungan *Time Study* untuk menemukan *Basic Time* dari kegiatan masing-masing pekerjaan.

Tabel 2.1 Penilaian Kualitas Kerja (*Rating*)

Rating	Deskripsi	Deskripsi Penulis
0	Tidak ada kegiatan	Tidak mengkasikan pekerjaan
50	Sangat malas, lambat, pekerja terlihat mengantuk dan bekerja tanpa semangat	Pekerja melakukan pekerjaan sangat lambat, terputus-putus, dan berpindah tempat tetapi dalam 1 proyek
75	Tenang, tak terburu-buru, terlihat lambat tapi pekerja tetap bekerja cepat, terlihat profesional	Pekerja melakukan pekerjaan dengan santai namun tidak terhenti
100 (standar)	Sangat cepat, bekerja dengan cekatan, gerakan yang efisien, pekerja sangat terlatih	Pekerja melakukan pekerjaan dengan cepat sehingga hasil pekerjaan yang di dapat lebih banyak
125	Kecepatan khusus, membutuhkan bayak tenaga dan konsentrasi, biasanya tidak berlangsung lama,pekerja sangat terlatih dan kemampuan tinggi	Pekerja melakukan pekerjaan dengan sangat cepat,focus,terlihat bahwa pekerja terlatih
150	Kecepatan khusus, membutuhkan banyak tenaga dan konsentrasi, biasanya tidak berlangsung lama, pekerja sangat terlatih dan kemampuan tinggi	Pekerja yang melakukan dengan kecepatan khusus, tidak berlangsung lama, pekerja sangat terlatih dan berkemampuan tinggi atau ahli

(Sumber : *Improving Site Productivity In The Construction Industry*, Alan Heap,1987)

4. *Basic time* adalah waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan suatu aktivitas dengan standard rating (Olomolaiye, et al, 1998). Persen dari basic time dapat dilihat pada tabel 2.2 sebagai berikut :

Tabel 2.2 Waktu relaksasi terhadap *basic time*

Kondisi Atau Penyebab	Deskripsi	Basic Time (%)
Standar	Kebutuhan pribadi (toilet, minum, cuci tangan,dan lain-lain) kelelahan normal	8
Posisi kerja	Berdiri	2
	Posisi cukup sulit	2 - 7
	Posisi sangat sulit (berbaring, tangan menjangkau maksimum, dan lain-lain)	2 - 7
Konsentrasi	Perhatian biasa, melihat gambar-gambar	0 - 5
	Perhatian extra,penjelasan yang rumit dan panjang	0 - 8
Lingkungan	Pencahayaan: cukup sampai remang-remang	0 - 5
	Ventilasi: cukup sampai berdebu lalu kondisi ekstrim atau sangat berdebu	0 - 5 - 10
	Kebisingan: tenang sampai sangat bising	0 - 5
	Panas: sejuk 26derajat celcius sampai panas 34 derajat celcius	0 - 70
Tenaga yang digunakan	Ringan: beban sampai 5 kg	1
	Sedang: beban sampai 20 kg	1 - 10
	Berat: beban sampai 40 kg	10 - 30
	Sangat berat: beban sampai 50 kg	30 - 50
Monoton atau kebosanan	Secara mental	0 - 4
	Secara fisik	0 - 5

(Sumber : *Improving Site Productivity In The Construction Industry*, Alan Heap,1987)

Tabel 2.3 Relaksasi akibat faktor panas dan kelembaban

Temperature Dry Bulb Dalam Celsius(°F)	Persen dari Basic Time
26 (79)	0
28 (82)	10
30 (86)	20
32 (90)	30
34 (93)	40

(Sumber : *improving site productivity in the construction industry*, Alan Heap,1987)

Data-data yang diperoleh dari lapangan diisikan pada lembaran-lembaran *time study*. Berikut adalah lembaran-lembaran yang digunakan dalam *time study* (pilcher, 1992) yang meliputi tabel 2.4 *Time study form*, Tabel 2.5 *Time study abstract sheet*, dan Tabel 2.6 *Standard time summary sheet*

Tabel 2.4 Time study form

Project		Study No : 1		
Operation	Time Started	Time Started	Observer	Date :
Element Description	R	WR	BT	Keterangan
Pengadukan Luluh				
Pemasangan Bata Ringan				
R = Rating		WR = Watch Reading		BT = Basic Time

(Sumber : *improving site productivity in the construction industry*, Alan Heap,1987)

Berikut ini Tabel 2.5 Time study abstract sheet yang akan digunakan setelah kita menghitung basic time konversi dari masing-masing pekerjaan

2.5 Time study abstract sheet

Times study abstract sheet											
Date :											
Elements	Basic times									Total	Rata-rata (menit)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9		

(Sumber : *improving site productivity in the construction industry*, Alan Heap,1987)

Berikut ini adalah Tabel 2.6 Standard time summary sheet yang akan digunakan setelah kita menghitung standard time konversi dari masing-masing pekerjaan. Standard time summary sheet untuk menghitung waktu pekerja tanpa dipengaruhi persen dari basic time.

Tabel 2.6 Standard time summary sheet

Standart Time Summary Sheet											Date	
Operation												
Description												
Element	Basic Time	% Relaxation						% Con	Total %	S.T	Q	Unit S.T
		S	P	A	C	E	M					
Pemasangan Bata merah												
Pengadukan spesi												
Total Basic Time								Total Standart Time				
S : Standart		P : Position		A : Attention			C : Condition		E : Effort			
M : Monotony		Con : Contingency			Q : Quality			ST : Standart Time				

(Sumber : *improving site productivity in the construction industry*, Alan Heap,1987)

### 3. METODE PENELITIAN

#### 3.1 Jenis Penelitian

Studi ini merupakan penelitian kuantitatif. kuantitatif dapat diartikan sebagai metode penelitian yang berlandaskan pada filsafat *positivisme*, digunakan untuk meneliti pada populasi atau sampel tertentu. Teknik pengambilan sampel pada umumnya dilakukan secara random, pengumpulan data menggunakan instrumen penelitian, analisis data bersifat kuantitatif atau statistik dengan tujuan untuk menguji hipotesis yang telah ditetapkan (Sugiyono, 2012). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbandingan pemasangan dinding dengan material: bata merah, batako, dan bata ringan dengan metode perhitungan waktu *time study* dan perhitungan biaya dengan bantuan aplikasi *microsoft excel* dan pendekatan studi yang digunakan dalam menjawab studi tersebut adalah melalui tahapan evaluasi dan kajian yang melingkupi pengumpulan data, analisa data, dan penyusunan laporan.

#### 3.2 Lokasi dan Waktu Penelitian

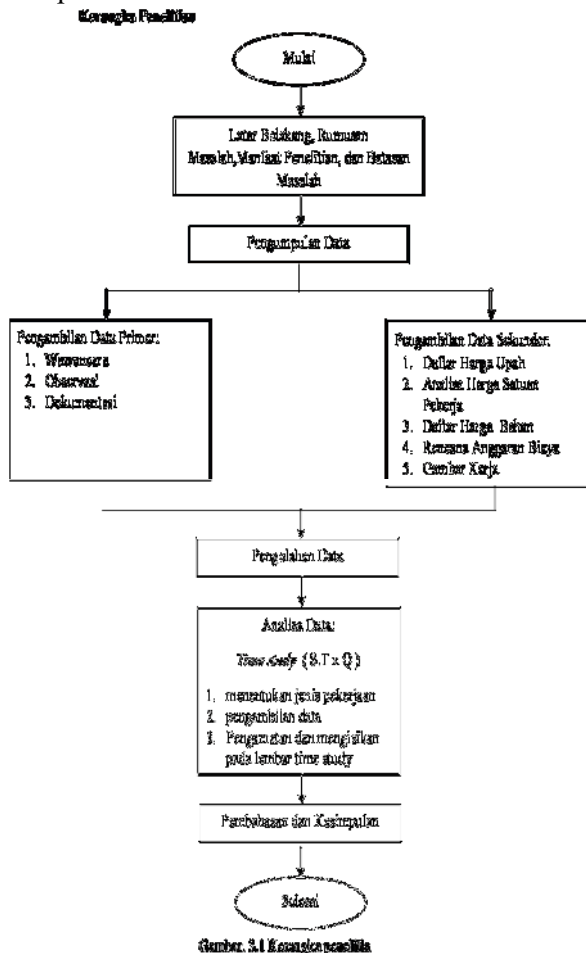
##### 3.2.1 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian adalah tempat dimana penelitian dilakukan. Penetapan lokasi penelitian merupakan tahapan yang sangat penting dalam penelitian kuantitatif, karena dengan ditetapkan lokasi penelitian

berarti objek dan tujuan penelitian sudah ditetapkan sehingga mempermudah proses penulisan penelitian. Lokasi penelitian ini di proyek Kendran *Village Resort* dan di proyek Pembangunan Gedung SMA Negeri 2 Abiansemal. Pelaksanaan penelitian hanya dilakukan pada pekerjaan pemasangan bata merah, batako, dan bata ringan.

### 3.2.2 Waktu Penelitian

Untuk waktu penelitian yang dilakukan adalah pada saat jam kerja efektif yaitu dari jam 8.00-17.00. Untuk pengambilan sample diambil 9 sample setiap bahan, dan untuk sample pengerjaannya per  $M^2$ . Untuk perkiraan pengambilan sample dibutuhkan waktu 1 sampai 2 bulan



## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Objek Penelitian

Objek penelitian dalam penelitian ini adalah mengenai perbandingan biaya dan waktu pada pemasangan dinding bata merah, batako, dan bata ringan dengan metode *time study*. Pada proyek konstruksi menggunakan material dinding bata merah dan batako terdapat di proyek Kendran *Village Resort* yang terletak di Kabupaten Gianyar, sedangkan proyek konstruksi yang menggunakan material dinding bata ringan terdapat di proyek Pembangunan Gedung SMA Negeri 2 Abiansemal yang terletak di Kabupaten Badung. Seperti yang diketahui, pembangunan di Provinsi Bali setiap tahun terus meningkat khususnya pembangunan di sektor pariwisata. Dilihat dari cara pembangunan, jelaslah keperluan material yang diperlukan berbeda-beda. Sekarang ini, perkembangan material bahan bangunan semakin maju, mulai dari pengganti bata merah dan batako dengan menggunakan bata ringan.

### 4.2 Gambaran umum proyek

#### 4.2.1 Proyek Kendran *Village Resort*

Pembangunan Proyek Kendran *Village Resort* berlokasi di Desa Kendran, Ubud, Gianyar, Bali. Proyek ini terdiri dari bangunan *Lobby*, Bangunan *Restaurant*, Bangunan *Office*, Yoga, *Wedding chapel*, 2 blok Bangunan Hotel dengan 33 *Suite Room* dan 2 *Owner Room*, juga terdiri dari 17 Bangunan *Villa* yang masing-masing Bangunan *Villa* terdiri atas 3 unit *Pool Villa* dilengkapi *Roof Top*, 9 unit *Pool Villa*, 5 Unit *Villa*, serta bangunan *Spa* dan *Main Pool*.

Total nilai proyek Pembangunan Kendran *Village Resort* ini berjumlah Rp.52.554.918.648,00 ( Lima Puluh Dua Miliar Lima Ratus Lima Puluh Empat Juta Sembilan Ratus Delapan Belas Ribu Enam Ratus Empat Puluh Delapan Rupiah). Pembangunan Proyek Kendran *Village Resort* ini dimulai dari bulan September tahun 2018 sampai dengan bulan Agustus tahun 2020 atau selama 24 bulan. Pembangunan Proyek Kendran *Village Resort* dibangun tanpa menggunakan jasa

kontraktor atau secara swakelola tetapi didalam proyek ini memiliki struktur organisasi yang lengkap, dari tahap perencanaan sampai tahap pelaksanaan dan pengawasan dimanajemen dengan baik.

**4.2.2 Proyek Pembangunan Gedung SMA Negeri 2 Abiansemal**

Pembangunan Proyek Gedung SMA Negeri 2 Abiansemal berlokasi di Desa Abiansemal, Kabupaten Badung, Bali. Proyek ini terdiri dari Bangunan Kantor, Bangunan *Basement*, Bangunan Ruang Kelas, Bangunan Suci (Padmasana, Paduraksa Tugu), Pos Jaga/Pos Satpam.

Total nilai Proyek Pembangunan Gedung SMA Negeri 2 Abiansemal ini berjumlah Rp. 56.413.091.306.,98 ( Lima Puluh Enam Miliar Empat Ratus Tiga Belas Juta Sembilan Puluh Satu Ribu Tiga Ratus Enam Koma Sembian Puluh Delapan ). Proyek Pembangunan Gedung SMA Negeri 2 Abiansemal ini dimulai dari bulan mei tahun 2019 sampai dengan bulan November 2019. Proyek Pembanguna Gedung SMA Negeri 2 Abiansemal di garap oleh PT. Sanur Jaya Utama dan memiliki struktur organisasi yang lengkap, dari tahap pelaksanaan dimanajemen dengan baik.



Gambar 4.1 Lokasi Pembangunan Proyek Kendran Village Resort  
Sumber: Google Maps, 2019



Gambar 4.2 Lokasi Proyek Pembangunan Gedung SMA Negeri 2 Abiansemal  
Sumber: Google Maps, 2019

**4.3 Perbandingan Waktu Dan Biaya Pemasangan**

**4.3.1 Perbandingan Waktu Pemasangan 1m<sup>2</sup>**

Dari hasil perhitungan waktu pemasangan bata merah, batako, dan bata ringan dalam pemasangan 1m<sup>2</sup> di atas dapat di simpulkan pada tabel di bawah ini:

Table 4.67 Perbandingan Waktu Pemasangan

Pasangan	Pekerja 1 + Pekerja 2 + Pekerja 3 + Pekerja 4 + Pekerja 5	Jumlah	Rata-Rata
Bata merah	24,9 + 25,1 + 24,7 + 25,5 + 26,9	127,1	25,42
Batako	15,1 + 15,5 + 14,7 + 15,7 + 15,7	76,7	15,34
Bata ringan	9,6 + 10,1 + 10,5 + 10,2 + 9,6	50,0	10,00
Waktu yang paling cepat dalam menyelesaikan 1m <sup>2</sup> yaitu			10,00

(Sumber: hasil analisis, 2019)

Jadi untuk waktu pengerjaan pemasangan dinding pemasangan bata ringan lebih cepat dengan waktu kurang lebih 10,00 menit, sedangkan pengerjaan batako memerlukan waktu pemasangan kurang lebih 15,34 menit dan pasangan bata merah memerlukan waktu kurang lebih 25,42 menit.

### 4.3.2 Biaya Bahan Dan Pekerja Pemasangan $1m^2$

Dari hasil perhitungan biaya bahan dan pekerja pemasangan bata merah, batako, dan bata ringan dalam pemasangan  $1m^2$  di atas dapat di simpulkan pada tabel 4.67 di bawah ini:

Tabel 4.67 Biaya Bahan Dan Pekerja Pemasangan  $1m^2$

Pekerjaan Pasangan	Biaya Bahan (Rp)	Biaya Pekerja Pemasangan (Rp)	Total (Rp)
Bata Merah	77.584,00	35.000,00	112.584,00
Batako	54.150,00	25.000,00	79.150,00
Bata Ringan	84.151,20	34.500,00	118.651,00

(Sumber : Data analisis,2019)

Jadi untuk biaya bahan dan pekerja pemasangan dinding pemasangan batako lebih murah dengan biaya Rp. 79.150,00, sedangkan biaya bahan dan pekerja pemasangan bata merah memerlukan biaya Rp. 112.584,00 dan untuk biaya dan pekerja pemasangan bata ringan memerlukan biaya Rp. 118.651,00

## 5. SIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang dilakukan, mengenai perbandingan biaya dan waktu pada pekerjaan pasangan dinding dengan metode *time study* pada proyek pada Pembangunan Proyek Kendran *Village Resort* dan Pembangunan Proyek Gedung SMA Negeri 2 Abiansemal, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Dari hasil perhitungan waktu menunjukkan bahwa pemasangan bata ringan lebih cepat dengan waktu yang diperlukan kurang lebih 10,00 menit / $1m^2$  pemasangan. Sedangkan untuk pemasangan batako memerlukan waktu kurang lebih 15,34 menit / $1m^2$  pemasangan dan untuk pemasangan bata merah memerlukan waktu kurang lebih 25,42 menit / $1m^2$  pemasangan.

2. Dari hasil perhitungan biaya bahan dan pekerja pemasangan menunjukkan bahwa pemasangan batako lebih murah dengan biaya yang diperlukan Rp. 79.150,00/ $1m^2$  pemasangan sedangkan untuk pemasangan bata merah memerlukan biaya Rp. 112.584,00/ $1m^2$  pemasangan dan untuk pemasangan bata ringan memerlukan biaya Rp.118.651,00/ $1m^2$  pemasangan.

### 5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian, pembahasan dan kesimpulan yang diperoleh dari penelitian ini, maka saran yang dapat diberikan adalah sebagai berikut:

1. Untuk pemilihan material dinding seperti bata merah, batako, dan bata ringan sebaiknya disesuaikan dengan kondisi di lapangan karena karena masing-masing bahan memiliki kelebihan dan kekurangan.
2. Bagi penelitian selanjutnya, dapat dibandingkan kualitas masing-masing pasangan dinding bata merah, batako dan bata ringan pada bangunan konstruksi gedung berlantai.

### DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standarisasi Nasional, 1989. *SK SNI S-04-1989-F : Spesifikasi Bahan Bangunan Bagian A, Bahan Bangunan Bukan Logam*. Jakarta: BSN.
- Dimiyati, Hamdan dan Kadar Nurjaman. (2014). *Manajemen Proyek*. Bandung:CV. Pustaka Setia.
- Ervianto, Wulfram I. 2004. *Teori – Aplikasi Manajemen Proyek Konstruksi*. Yogyakarta: Andi Offset.
- Ervianto, Wulfram I. (2005). *Manajemen Proyek Konstruksi*. Yogyakarta: CV. Andi Offset.
- Hadiatma, A. 2017, *Optimalisasi Biaya Dan Waktu Pada Pelaksanaan Pasangan Granit Dengan Metode Time Study*, Jurnal Teknik Sipil Universitas Brawija.
- Hidayat, F. 2010, *Study Perbandingan Biaya Material Pekerjaan Pasangan Dinding Bata Ringan Dengan Bata Merah*,



- Jurnal Teknik Sipil Universitas Katolik Parahyangan.
- Heap, Alan. 1987. *Improving Site Productivity in the Construction Industry*. Geneva: International Labour Office
- Kristina, R & Pujiandi, A. 2016, *Analisa Produktifitas Dinding Bata Ringan Dan Dinding Frecast Pada Bangunan Gedung Tinggi Hunian*, Jurnal Rekayasa Sipil.
- Muchdarsyah, Sinungan. 1992 *Produktifitas Apa dan Bagaimana*. Jakarta : Bumi Aksara
- Pilcher, Roy. 1992. *Principles of Construction Management*. Third Edition. McGraw-Hill Book Company Europe. England.
- Olomolaiye, P.O., Jayawardane, A.K.W., and Harris, F.C., *Construction Productivity Management*, 1998.
- Schwalbe, Kathy. 2006. *Information Technology Project Management*. Canada. Thomson Course Technology.
- Sugiyono. 2012. *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D*. Bandung:Alfabeta.
- Yayasan Dana Normalisasi Indonesia. 1978. *Pengertian Bata Merah Dan Proses Pembuatan Bata Merah*

# OPTIMALISASI BIAYA DAN WAKTU PADA PROYEK KONTRUKSI PEMBANGUNAN GEDUNG DENGAN METODE TIME COST TRADE OFF

Putu Agus<sup>1</sup>, I Wayan Muka<sup>2</sup>, Made Novia Indriani<sup>3</sup>

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Hindu Indonesia

Email : [putu.agus66@yahoo.com](mailto:putu.agus66@yahoo.com), [iwynmuka@gmail.com](mailto:iwynmuka@gmail.com), [madenovia@gmail.com](mailto:madenovia@gmail.com)

## ABSTRAK

Proyek Gedung Asrama Taruna dan Taruni Tahap III dipilih sebagai studi kasus dalam Tugas Akhir ini dikarenakan proyek ini mengalami keterlambatan pelaksanaan. Keterlambatan terjadi akibat perubahan desain arsitektur oleh *Owner* ditengah pengerjaan. Keterlambatan ini tentu akan berdampak pada penambahan biaya, sehingga penambahan biaya yang dikeluarkan harus dioptimalisasi agar mendapatkan biaya yang optimum dengan tetap memperhatikan standar mutu. Dengan adanya keterbatasan tenaga kerja, maka percepatan aktifitas adalah dengan penambahan jam kerja (lembur). Perhitungan percepatan menggunakan alternatif dengan penambahan jam kerja (lembur) dari satu jam s/d tiga jam dengan metode *Time Cost Trade Off* yaitu menghitung waktu percepatan pelaksanaan proyek dan penambahan biaya yang diperlukan. Berdasarkan hasil analisa *Time Cost Trade Off* dengan penambahan jam kerja (lembur) didapatkan biaya optimum pada penambahan tiga jam kerja lembur yang menghasilkan penambahan biaya optimum sebesar Rp 44.272.314, dari biaya total normal Rp 5.422.471.439 menjadi Rp5.466.743.753. Waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan pekerjaan 240 hari menjadi 227 hari agar proyek bisa diselesaikan sesuai dengan jadwal awal yang telah direncanakan.

**Kata kunci** : Lintasan Kritis, *Time Cost Trade Off*.

## ABSTRACT

*The Phase III Taruna and Taruni Dormitory Building Project was chosen as a case study in this Final Project because this project corrected the implementation delay. The delay occurred due to changes in architectural design by the owner in the middle of the work. This delay will of course have an impact on additional costs, so that additional costs must be optimized in order to get optimal costs while still paying attention to quality standards. With the limitations of labor, the acceleration of activity is to use work jam (overtime). Calculation of acceleration using an alternative using hours of work (overtime) from one hour to three hours with the Time Cost Trade Off method, which is to calculate the time of acceleration of project implementation and add to the costs required. Based on the analysis of Trade Off Time Costs using working hours (overtime), the optimal cost is obtained at three hours of overtime work which results in an optimal additional cost of Rp. 44,272,314, from the total normal cost of Rp. 5,422,471,439 to Rp5,466,743,753. 240 days to 227 days so that the project can be completed according to the agreed initial schedule.*

**Keywords** : *Critical Path, Time Cost Trade Off.*

## 1. PENDAHULUAN

Proyek merupakan suatu usaha yang bersifat sementara untuk menghasilkan suatu produk atau layanan serta memiliki batasan yang berbeda terhadap ruang lingkup waktu, dan biaya. Dalam pelaksanaan suatu proyek konstruksi, manajemen konstruksi merupakan salah satu aspek penting yang sangat mempengaruhi mutu, biaya, dan waktu pelaksanaan proyek konstruksi. Proyek konstruksi dapat berjalan dan terealisasi dengan baik akibat adanya suatu perencanaan yang baik pula. Pekerjaan-pekerjaan yang ada dalam proyek konstruksi begitu kompleks, sehingga pelaksana proyek dituntut untuk dapat mengendalikan berbagai pekerjaan dan aktivitas proyek agar proyek dapat berjalan tepat waktu dan sesuai rencana. [2]

Dalam pelaksanaan proyek konstruksi pembangunan gedung berbagai hal dapat terjadi yang bisa menyebabkan bertambahnya waktu pelaksanaan dan penyelesaian proyek menjadi terlambat. Penyebab keterlambatan yang sering terjadi dalam sebuah proyek konstruksi pembangunan gedung adalah akibat terjadinya perbedaan kondisi lokasi, perubahan *design*, pengaruh cuaca, kurang terpenuhinya kebutuhan pekerja, material atau peralatan, kesalahan perencanaan atau spesifikasi, dan pengaruh keterlibatan pemilik proyek (*Owner*). Keterlambatan pekerjaan proyek dapat diantisipasi dengan melakukan percepatan dalam pelaksanaannya, namun harus tetap memperhatikan faktor biaya. Keterlambatan ini tentu akan berdampak pada penambahan biaya, sehingga penambahan biaya yang dikeluarkan harus dioptimalisasi agar dapat seminimum mungkin dan tetap memperhatikan standar mutu. Percepatan dapat dilakukan dengan mengadakan penambahan jam kerja, alat bantu yang lebih produktif, penambahan jumlah pekerja, menggunakan material yang lebih cepat pemasangannya, dan metode konstruksi yang lebih cepat. Dengan adanya keterbatasan tenaga kerja, maka alternatif yang biasa digunakan untuk menunjang

percepatan aktifitas adalah dengan menambah jam kerja (lembur). [3]

Demi kelancaran jalannya sebuah proyek dibutuhkan manajemen yang akan mengelola proyek dari awal hingga proyek berakhir, yaitu manajemen proyek. Bidang manajemen proyek tumbuh dan berkembang karena adanya kebutuhan dalam dunia industri modern untuk mengkoordinasi dan mengendalikan berbagai kegiatan yang kian kompleks. Manajemen proyek mempunyai sifat istimewa, dimana waktu kerja manajemen dibatasi oleh jadwal yang telah ditentukan. Perubahan kondisi yang begitu cepat menuntut setiap pimpinan yang terlibat dalam proyek untuk dapat mengantisipasi keadaan, serta menyusun bentuk tindakan yang diperlukan. Hal ini dapat dilakukan bila ada konsep perencanaan yang matang dan didasarkan pada data, informasi, kemampuan dan pengalaman. Dalam manajemen proyek terdapat tiga hal yang penting diutamakan yaitu perencanaan, penjadwalan dan pengendalian proyek. [8]

Dari penelitian sebelumnya telah dilakukan penelitian tentang optimalisasi biaya Proyek konstruksi bangunan gedung dengan menggunakan *Metode Time Cost Trade Off* yaitu penelitian yang dilakukan [13] di Bali yang berjudul "Optimalisasi Rencana Biaya pada Proyek Konstruksi Gedung dengan menggunakan *Metode Time Cost Trade Off*" dengan tujuan untuk menganalisis seberapa besar peluang untuk memperoleh hasil maksimal dari rencana metode yang di terapkan percepatan waktu yang optimal.

Berdasarkan studi yang telah dilakukan pada data sekunder yang merupakan data-data penelitian. data yang digunakan seperti *Time Schedule* proyek tersebut, data yang menggambarkan volume dan biaya dalam analisa yang di kategorikan sebagai biaya langsung (*directcost*) dan biaya tidak langsung (*indirectcost*). Berdasarkan penelitian tersebut maka urgensi dari peneliti tertarik untuk menganalisis Optimalisasi Biaya Proyek konstruksi Pembangunan Gedung dengan

menerapkan Metode TCTO (*Time Cost Trade Off*) pada Proyek yang sedang berjalan di Tabanan yaitu Proyek Finalisasi Gedung Asrama Taruna dan Taruni Tahap III, karena proyek ini sudah berjalan dari tahap I, tahap II hingga tahap ke III dan mengalami keterlambatan waktu yang disebabkan oleh adanya pekerjaan tambah dan penyesuaian jam kerja tenaga terkait Operasional Gedung yang telah berjalan tanpa menghambat jalannya proses Operasional Gedung dengan adanya Proyek tahap ke III ini. karena peneliti ingin mengetahui penerapan Metode "*Time Cost Trade Off*" di Proyek yang sedang berjalan untuk mengetahui berapa estimasi biaya ke depan yang di butuhkan untuk melakukan percepatan serta membandingkan biaya yang di butuhkan. Proyek Finalisasi Gedung Asrama Taruna A Tahap III dan Gedung Asrama Taruni Tahap III hanya mencapai 7,891% dari progress rencana 12,907% pada minggu ke-12, sehingga mengalami keterlambatan sebesar 5,016%, yang setara dengan 13 hari. Keterlambatan terjadi akibat perubahan design arsitektur oleh *Owner* ditengah pengerjaan dan juga dimana area kerja yang tidak memadai, sehingga menghambat proses pemindahan material, hal ini menyebabkan pemenuhan kebutuhan material konstruksi juga menjadi terhambat. Untuk mengurangi biaya akibat keterlambatan, maka perhitungan percepatan digunakan sebagai alternatif dengan penambahan jam kerja (lembur) dari satu jam s/d tiga jam dengan metode *Time Cost Trade Off* yakni mempercepat pelaksanaan proyek dan juga memperhitungkan sejauh mana waktu dapat dipersingkat dan pertambahan biaya yang terjadi akibat percepatan tersebut sehingga dapat mengoptimalkan biaya pelaksanaan proyek konstruksi.

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa jika Penelitian sebelumnya lebih menekankan Analisis Pertukaran waktu dan biaya yang di peroleh untuk menunjang pelaksanaan proyek konstruksi seperti Penelitian yang di lakukan oleh [12] di Jakarta yang berjudul "Analisis Pertukaran Waktu dan Biaya

dengan Metode *Time Cost Trade Off* pada Proyek Pembangunan Gedung di Jakarta.

## 2. KAJIAN PUSTAKA

### 2.1 Pengertian Proyek Konstruksi

Proyek konstruksi merupakan suatu rangkaian kegiatan yang dilakukan untuk mencapai suatu hasil dalam bentuk fisik bangunan atau infrastruktur. Dalam rangkaian tersebut, ada suatu proses yang mengolah sumber daya proyek menjadi suatu hasil kegiatan yang berupa bangunan. Proses yang terjadi dalam rangkaian kegiatan tentunya melibatkan pihak-pihak yang terkait, baik secara langsung maupun tidak langsung. [2]

Kegiatan proyek dapat diartikan juga sebagai suatu kegiatan sementara yang berlangsung dalam jangka waktu yang terbatas, dengan alokasi sumber daya yang tertentu dan dimaksudkan untuk melaksanakan tugas yang sarasannya telah digariskan dengan jelas [9]. Wujud dari proses pelaksanaannya proyek tersebut dapat berupa bangunan gedung (perumahan, kantor, pabrik), bangunan sipil (jalan raya, jembatan, bendungan), membuat produk baru, ataupun melakukan penelitian dan pengembangan. Adapun ciri-ciri pokok proyek adalah:

- Memiliki tujuan khusus, produk akhir atau hasil kerja akhir
- Jumlah biaya, sasaran jadwal serta kriteria mutu dalam proses mencapai tujuan yang telah ditentukan
- Bersifat sementara, dalam arti umumnya dibatasi oleh selesainya tugas yang titik awal dan akhir ditentukan dengan jelas
- Nonrutin, tidak berulang-ulang dimana jenis dan intensitas kegiatan berubah sepanjang proyek berlangsung.

Dalam mencapai sasaran dan tujuan dari proyek yang telah ditentukan terdapat batasan-batasan dalam suatu proyek yaitu tiga kendala atau Triple Constraint yang terdiri dari:

#### 1. Biaya / Anggaran (Cost)

Proyek harus diselesaikan dengan biaya yang tidak melebihi anggaran yang telah direncanakan. Untuk proyek-proyek yang

melibatkan dana dalam jumlah besar dan jadwal yang bertahun-tahun, anggarannya bukan hanya ditentukan untuk total proyek tetapi dipecah bagi komponen-komponennya, atau periode tertentu yang jumlahnya disesuaikan dengan keperluan. Dengan demikian, penyelesaian bagian-bagian proyek pun harus memenuhi sasaran anggaran per periode.

## 2. Waktu / Jadwal (Time)

Proyek harus dikerjakan sesuai dengan kurun waktu dan tanggal akhir yang telah ditentukan. Bila hasil akhir adalah produk baru, maka penyerahannya tidak boleh melebihi batas waktu yang telah ditentukan.

## 3. Mutu

Produk atau hasil kegiatan proyek harus memenuhi spesifikasi dan kriteria yang dipersyaratkan. Memenuhi persyaratan mutu berarti memenuhi tugas yang dimaksudkan atau sering disebut sebagai *fit for the intend use*.

## 2.2 Optimalisasi

Optimalisasi adalah suatu proses penguraian durasi proyek untuk mendapatkan percepatan durasi yang paling baik (optimal) dengan menggunakan berbagai alternatif ditinjau dari segi biaya. Dengan optimalisasi ini maka diharapkan proyek dapat selesai lebih cepat dari yang telah dijadwalkan, dengan tetap memperhitungkan faktor biaya agar proyek tidak overbudget. Percepatan durasi sebuah proyek konstruksi dapat terjadi karena dua hal, yakni permintaan dari pihak Owner dan terjadinya keterlambatan pelaksanaan proyek. Tentunya kondisi percepatan berbeda. Jika percepatan durasi permintaan dari Owner, biaya yang dikeluarkan akan menjadi tanggung jawab dari pihak Owner. Berbeda dengan percepatan durasi karena adanya keterlambatan pelaksanaan proyek karena hal tersebut menjadi tanggung jawab dari pihak kontraktor sebagai pelaksana proyek konstruksi tersebut.

## 2.3 Perencanaan Biaya

Biaya memegang peranan penting dalam penyelenggaraan proyek. Untuk itu perencanaan biaya memerlukan langkah yang tepat. Langkah tersebut termasuk mempertimbangkan berbagai alternatif yang mungkin dapat menghasilkan biaya yang paling ekonomis bagi kinerja atau material yang sebanding. Anggaran Biaya ini akan menjadi sarana bagi pengendalian proyek. Adapun dua jenis perencanaan biaya yakni rencana anggaran biaya (RAB) dan rencana anggaran pelaksanaan (RAP).

## 2.4 Biaya Proyek

Perkiraan biaya memegang peranan yang penting dalam penyelenggaraan suatu proyek. Segala sesuatu mengenai penyelenggaraan kegiatan proyek mulai dari tahap perencanaan, pelaksanaan, dan pengendalian akan dihitung dalam nilai uang. Maka pengalaman dan ketelitian akan sangat penting dalam perhitungan penyusunan perkiraan biaya proyek [9] ada beberapa jenis biaya yang berhubungan dengan pembiayaan suatu proyek konstruksi yaitu jenis biaya langsung (Direct Cost) dan biaya tak langsung (Indirect Cost).

## 2.5 Mempercepat Waktu Penyelesaian Proyek

Mempercepat waktu penyelesaian proyek adalah suatu usaha menyelesaikan proyek lebih awal dari waktu penyelesaian dalam keadaan normal. Dengan diadakannya percepatan proyek ini akan terjadi pengurangan durasi kegiatan pada setiap kegiatan yang akan diadakan crash program. Dengan pengurangan durasi pada lingkup pekerjaan yang sama akan membutuhkan penambahan jam kerja per hari atau penambahan sumber daya yang diperlukan. Dengan penambahan tersebut akan menimbulkan tambahan biaya yang menyebabkan bertambahnya biaya total proyek. Jadi tujuan yang ingin dicapai dalam program mempercepat waktu proyek ini adalah mengejar jadwal penyelesaian kegiatan atau proyek dengan tambahan

biaya seminimal mungkin. Untuk itu perlu adanya identifikasi aktivitas yang memiliki biaya paling minimum untuk dipercepat dan berapa besar biaya yang timbul akibat pengurangan waktu. Informasi yang harus dimiliki untuk mendapatkan akselerasi meliputi:

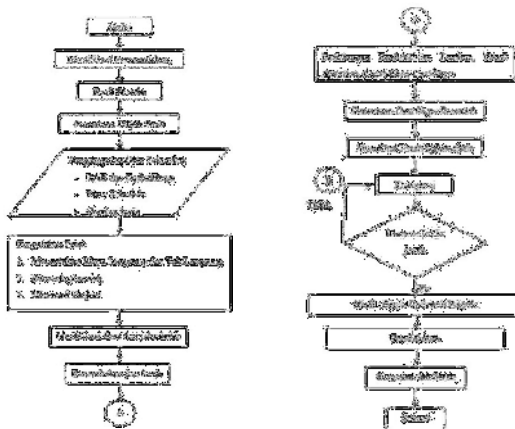
- Estimasi biaya aktivitas dibawah durasi normal atau durasi dari aktivitas yang diharapkan.
- Estimasi waktu untuk menyelesaikan aktivitas itu dengan crashing maksimum yaitu kemungkinan aktivitas yang paing pendek.
- Estimasi biaya aktivitas dengan biaya akselerasi maksimum.

Durasi crashing maksimum suatu aktivitas adalah durasi tersingkat untuk menyelesaikan suau aktivitas yang secara teknis masih mungkin dengan asumsi sumber daya bukan merupakan hambatan [9] Durasi percepatan maksimum dibatasi oleh luas proyek atau lokasi kerja, namun ada empat faktor yang dapat dioptimumkan untuk melaksanakan percepatan pada suatu aktivitas yaitu meliputi penambahan jumlah tenaga kerja, penjadwalan, kerja lembur, penggunaan peralatan berat dan perubahan metode konstruksi lapangan.

### 3. METODE PENELITIAN

#### 3.1 Kerangka Penelitian

Untuk memudahkan proses penelitian ini dibuat sebuah kerangka penelitian seperti gambar 3.1.



#### 3.2 Identifikasi Masalah

Identifikasi permasalahan merupakan langkah yang harus dilakukan. Identifikasi ini dimaksudkan sebagai penegasan batas - batas permasalahan, sehingga cakupan penulisan tidak keluar dari tujuannya. Terdapat dua hal pokok dalam identifikasi ini yaitu mengenai latar belakang permasalahan dan perumusan permasalahan

#### 3.3 Studi Pustaka

Sebelum menyelesaikan permasalahan yang ada, tentunya terlebih dahulu dipelajari teori-teori yang berhubungan dengan Metode Manajemen Proyek secara umum maupun secara khusus dan landasan teori yang berhubungan dengan waktu dan biaya, sehingga dapat dipahami dengan baik untuk dapat menyelesaikan permasalahan yang ada.

#### 3.4 Penentuan Objek Studi

Proyek yang ditinjau sebagai objek studi dalam penelitian Tugas Akhir ini adalah proyek Pembangunan Finalisasi Gedung Asrama Taruna A Tahap III dan Gedung Asrama Taruni Tahap III. Dimana pada pelaksanaan proyek ini telah mencapai minggu ke-12 dan mengalami keterlambatan sebesar 5,016% yang setara dengan 13 hari. Adapun yang menjadi penelitian dari proyek ini adalah kegiatan atau aktivitas yang terjadi pada lintasan kritis dan penambahan biaya langsung dan tak langsung yang harus dikeluarkan untuk melakukan percepatan/crash program dengan danya penambahan jam kerja.

#### 3.5 Pengumpulan Data

Pengumpulan data yang dimaksud adalah memperoleh data-data yang dipergunakan dalam menganalisis proyek. Dalam studi ini pengumpulan data yang dipergunakan diperoleh dengan mencari langsung kepihak-pihak yang terlibat dalam pelaksanaan proyek.

#### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

##### 4.1 Gambaran Umum Proyek

Dalam penelitian ini, objek studi yang ditinjau dalam penulisan Tugas Akhir ini adalah Proyek Finalisasi Gedung Asrama Taruna dan Taruni Tahap III yang berlokasi di Kerambitan Kabupaten Tabanan. Nilai pembangunan proyek tersebut sebesar Rp 6.627.465.000,00 (Enam milyar enam ratus dua puluh tujuh juta empat ratus enam puluh lima ribu rupiah) dengan sistem kontrak kerja Unit Price. Waktu pelaksanaan pekerjaan selama 240 (Dua ratus empat puluh) hari kalender mulai tanggal 9 April 2019 sampai dengan 4 Desember 2019. Dalam pelaksanaannya, proyek ini hanya mencapai 7,891% dari progress rencana 12,907% pada minggu ke-12, sehingga mengalami keterlambatan. Keterlambatan tersebut diantisipasi dengan melakukan percepatan dengan penambahan jam kerja (lembur) di setiap item pekerjaan tersisa yang berada pada lintasan kritis. Untuk lebih jelasnya Time Schedule dapat dilihat pada Lampiran A.

##### 4.2 Rincian Biaya Proyek

Biaya proyek adalah pengeluaran untuk pelaksanaan proyek. Biaya merupakan hal yang sangat penting dalam pelaksanaan suatu proyek. Biaya Proyek Pembangunan Finalisasi Gedung Asrama Taruna dan Taruni Tahap III ini merupakan biaya addendum final terakhir.

No.	Uraian Pekerjaan	Estimasi Biaya
1.	1. Pekerjaan Persiapan	Rp 1.200.000,00
2.	2. Pekerjaan Pondasi	Rp 1.500.000,00
3.	3. Pekerjaan Struktur	Rp 2.500.000,00
4.	4. Pekerjaan Finishing	Rp 1.000.000,00
5.	5. Pekerjaan Instalasi	Rp 500.000,00
6.	6. Pekerjaan Perawatan	Rp 300.000,00
7.	7. Pekerjaan Lain-lain	Rp 200.000,00
8.	8. Pekerjaan Bersih-bersih	Rp 100.000,00
9.	9. Pekerjaan Pengawasan	Rp 100.000,00
10.	10. Pekerjaan Lain-lain	Rp 100.000,00
<b>Total Biaya =</b>		<b>Rp 6.024.968.265,51</b>

##### 4.3 Rincian Biaya Tak Langsung

Biaya tak langsung (indirect cost) adalah biaya-biaya yang tidak secara langsung berhubungan dengan konstruksi, tetapi harus ada dan tidak dapat dilepaskan dari proyek tersebut. Yang termasuk biaya tak langsung adalah biaya overhead, dan biaya tak terduga. Setelah diketahui RAP maka biaya langsung dapat dicari dengan mencari selisih antara RAP dan biaya tak langsung. Adapun rincian biaya tak langsung dapat dilihat dalam tabel 4.3.

No.	Uraian Biaya	Estimasi	Total Biaya
1.	1. Biaya Overhead Pabrik	Rp 1.000.000,00	Rp 1.000.000,00
2.	2. Biaya Tak Terduga	Rp 500.000,00	Rp 500.000,00
3.	3. Biaya Lain-lain	Rp 100.000,00	Rp 100.000,00
<b>Total Biaya Tak Langsung =</b>		<b>Rp 1.600.000,00</b>	<b>Rp 1.600.000,00</b>
<b>Total Biaya =</b>		<b>Rp 6.024.968.265,51</b>	<b>Rp 6.024.968.265,51</b>

##### 4.4 Rincian Biaya Langsung

Biaya langsung (direct cost) adalah biaya yang langsung berhubungan dengan pekerjaan konstruksi di lapangan. Untuk mencari biaya langsung perlu diketahui terlebih dahulu nilai RAP dari proyek tersebut. Profit dari proyek konstruksi ini adalah 10%, sehingga nilai RAP adalah selisih antara Real Cost dengan profit 10% dari Real Cost. Setelah diketahui RAP maka biaya langsung dapat dicari dengan mencari selisih antara RAP dan biaya tak langsung. Perhitungan sebagai berikut:

- Real Cost = Rp 6.024.968.265,51
- Profit = Real Cost x 10%  
= Rp 6.024.968.265,51 x 10%  
= Rp 602.496.826,55
- RAP = Real Cost - Profit  
= Rp 6.024.968.265,51 - Rp 602.496.826,55  
= Rp 5.422.471.438,96
- Biaya Langsung = RAP - Biaya Tak Langsung  
= Rp 5.422.471.438,96 - Rp 461.549.047,97

= Rp 4,960,922,390.99

Adapun rincian biaya langsung tiap item pekerjaan dapat dilihat dalam Tabel 4.4

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

4.5 Perhitungan Crash Cost

Crash Cost adalah besarnya biaya yang diperlukan untuk menyelesaikan kegiatan dalam kurun waktu dipercepat (Crash Duration), dalam analisis ini percepatan durasi dilakukan dengan metode lembur.

Adapun perhitungan Crash Cost pekerja dapat dituliskan sebagai berikut:

1. Crash Duration (diketahui dari hasil perhitungan pada Tabel 4.5 (lembur 1 jam), Tabel 4.6 (lembur 2 jam), dan Tabel 4.7 (lembur 3jam)
2. Normal Cost tiap jam (diketahui dari hasil perhitungan pada Tabel 4.8)
3. Normal Cost per hari (diketahui dari hasil perhitungan pada Tabel 4.8)
4. Biaya lembur per hari:
  - Untuk lembur 1 jam  
= 1 x 1,5 x normal cost tiap jam
  - Untuk lembur 2 jam  
= (1 x 1,5 x normal cost tiap jam) + (1 x 2 x normal cost tiap jam)
  - Untuk lembur 3 jam  
= (1 x 1,5 x normal cost tiap jam) + (2 x 2 x normal cost tiap jam)
5. Crash Cost per hari = normal cost + biaya lembur per hari
6. Crash Cost = Crash Duration x Crash Cost per hari

Adapun perhitungan Pek. Genteng Aspal Bitutech + Papan Kalsiboard 6 mm lantai 1 (lembur 1 jam) dapat dilihat sebagai berikut:

1. Crash Duration = 32 hari

2. Normal Cost per jam = Rp 178.902,36 /jam
3. Normal Cost per hari = Rp 1.431.218,88/hari
4. Biaya lembur per hari = 1,5 x Rp 178.902,36 /jam  
= Rp 268.353,54/hari
5. Crash Cost per hari = Rp 1.431.218,88/hari + Rp 268.353,54/hari  
= Rp 1.699.572,42/hari
6. Crash Cost = 32 hari x Rp 1.699.572,42/hari  
= Rp 54.386.317,44/hari

Perhitungan selanjutnya untuk crash cost pekerja pada kegiatan kritis dapat dilihat pada Tabel 4.9 (lembur 1 jam), Tabel 4.10 (lembur 2 jam), dan Tabel 4.11 (lembur 3 jam).

NO	NAMA KEGIATAN	CRASH DURATION	NORMAL COST		BIAYA LEMBUR PERHARI (Rp)	CRASH COST PERHARI	CRASH COST
			PER JAM	PER HARI			
a	b	c	d	e	f = e + d	g = f x a	
1	Genteng Aspal Bitutech + Papan Kalsiboard 6 mm Lantai 1	32	Rp178.902,36	Rp1.431.218,88	Rp268.353,54	Rp1.699.572,42	Rp54.386.317,44
2	Rangka Bata Rangkap Genteng Aspal 1-00cm Lantai 1	27	Rp145.079,69	Rp1.320.677,50	Rp247.619,53	Rp1.568.297,03	Rp42.542.919,84
3	Genteng Aspal Bitutech + Papan Kalsiboard 6 mm Lantai 2	35	Rp145.079,69	Rp1.408.111,80	Rp251.570,96	Rp1.659.682,76	Rp58.187.346,56
4	Rangka Bata Rangkap Genteng Aspal 1-00cm Lantai 2	32	Rp145.079,69	Rp1.408.111,80	Rp251.570,96	Rp1.659.682,76	Rp52.710.233,28
5	Genteng Aspal Bitutech + Papan Kalsiboard 6 mm Lantai 3	35	Rp145.079,69	Rp1.408.111,80	Rp251.570,96	Rp1.659.682,76	Rp58.187.346,56
6	Genteng Aspal Bitutech + Papan Kalsiboard 6 mm Lantai 4	41	Rp145.079,69	Rp1.597.926,21	Rp283.681,09	Rp1.881.607,30	Rp77.249.201,09
7	Genteng Aspal Bitutech + Papan Kalsiboard 6 mm Lantai 5	35	Rp145.079,69	Rp1.408.111,80	Rp251.570,96	Rp1.659.682,76	Rp58.187.346,56

Tabel 4.9 Crash Cost Pekerja (lembur 1 jam) di hasilkan selisih antara Normal Cost dan Crash Cost, tambahan biaya sebesar Rp69,759,899.25 pada Crash Cost pekerja (lembur 1 jam) dengan durasi yang sudah melalui tahap Crash Duration, sehingga ada tambahan biaya.

NO	NAMA KEGIATAN	CRASH DURATION	NORMAL COST		BIAYA LEMBUR PERHARI (Rp)	CRASH COST PERHARI	CRASH COST
			PER JAM	PER HARI			
a	b	c	d	e	f = e + d	g = f x a	
1	Genteng Aspal Bitutech + Papan Kalsiboard 6 mm Lantai 1	30	Rp178.902,36	Rp1.312.218,88	Rp268.353,54	Rp1.580.572,42	Rp47.418.184,20
2	Rangka Bata Rangkap Genteng Aspal 1-00cm Lantai 1	25	Rp145.079,69	Rp1.320.677,50	Rp247.619,53	Rp1.568.297,03	Rp39.207.275,75
3	Genteng Aspal Bitutech + Papan Kalsiboard 6 mm Lantai 2	33	Rp145.079,69	Rp1.408.111,80	Rp251.570,96	Rp1.659.682,76	Rp54.768.180,38
4	Rangka Bata Rangkap Genteng Aspal 1-00cm Lantai 2	30	Rp145.079,69	Rp1.408.111,80	Rp251.570,96	Rp1.659.682,76	Rp49.782.830,80
5	Genteng Aspal Bitutech + Papan Kalsiboard 6 mm Lantai 3	33	Rp145.079,69	Rp1.408.111,80	Rp251.570,96	Rp1.659.682,76	Rp54.768.180,38
6	Genteng Aspal Bitutech + Papan Kalsiboard 6 mm Lantai 4	38	Rp145.079,69	Rp1.597.926,21	Rp283.681,09	Rp1.881.607,30	Rp71.594.271,40
7	Genteng Aspal Bitutech + Papan Kalsiboard 6 mm Lantai 5	33	Rp145.079,69	Rp1.408.111,80	Rp251.570,96	Rp1.659.682,76	Rp54.768.180,38

Tabel 4.10 Crash Cost Pekerja (lembur 2 jam) di hasilkan selisih antara Normal Cost dan Crash Cost, tambahan biaya sebesar Rp191,440,627.55 pada Crash Cost pekerja (lembur 2 jam) dengan durasi yang sudah melalui tahap Crash Duration, sehingga ada tambahan biaya.



NO	NAMA KEGIATAN	URAIAN DURATION	NORMAL COST			BIAYA LEMBUR PERHARI			URAIAN COST PERHARI	
			a	b	c	d = (c-a) / (2-b)	e = (c-a) / (2-b)	f = a * k	g = a * k	
1	Genteng Aspal Batared + Papan Kalkitred 6 mm (Lantai 1)	28	Rp170.902,16	Rp1.431.238,68	Rp991.292,98	Rp2.415,18,38	Rp2.415,18,38	Rp67.235,007,88		
2	Rangka Baja Ringan Genteng Aspal 1,50cm (Lantai 1)	24	Rp25.679,69	Rp1.130,617,50	Rp997.938,28	Rp2.228,375,78	Rp2.228,375,78	Rp5.485,818,75		
3	Genteng Aspal Batared + Papan Kalkitred 6 mm (Lantai 2)	31	Rp101.603,97	Rp1.088,111,80	Rp2.755,876,36	Rp6.765,638,66	Rp6.765,638,66	Rp209.674,318,08		
4	Rangka Baja Ringan Genteng Aspal 1,50cm (Lantai 2)	28	Rp100.801,89	Rp1.086,411,14	Rp2.754,821,41	Rp6.760,832,54	Rp6.760,832,54	Rp190.368,712,25		
5	Genteng Aspal Batared + Papan Kalkitred 6 mm (Lantai 3)	31	Rp694.224,91	Rp3.552.792,07	Rp2.445.232,07	Rp5.997.024,12	Rp5.997.024,12	Rp185.907.747,69		
6	Genteng Aspal Batared + Papan Kalkitred 6 mm (Lantai 4)	36	Rp185.792,79	Rp2.896.242,35	Rp2.671.860,36	Rp6.578.202,71	Rp6.578.202,71	Rp246.095.297,66		
7	Genteng Aspal Batared + Papan Kalkitred 6 mm (Lantai 5)	31	Rp597.612,92	Rp2.796.103,39	Rp2.218.571,07	Rp6.659.674,45	Rp6.659.674,45	Rp219.808.979,92		

**4.6 Analisis Time Cost Trade Off**

Dalam mempercepat penyelesaian suatu proyek dengan melakukan kompresi durasi, diupayakan agar penambahan dari segi biaya seminimal mungkin. Dalam proses mempercepat waktu penyelesaian proyek dengan melakukan penekanan (kompresi) durasi proyek dilakukan untuk semua aktivitas yang berada pada lintasan kritis dan dimulai dari aktifitas yang mempunyai cost slope terendah. Dari tahap pengkompresian tersebut akan dicari pengurangan durasi agar proyek dapat diselesaikan sesuai dengan waktu yang telah direncanakan dimana.

Berikut akan diuraikan proses perhitungan tahap pengkompresian dengan metode penambahan jam kerja (lembur) yaitu dari kondisi normal, tahap kompresi 1 sampai tahap kompresi optimum. Adapun proses perhitungan dalam tahap kompresi lembur 1 jam adalah sebagai berikut:

1. Tahap Normal
  - a. Durasi normal = 240 hari
  - b. Biaya overhead +  
Rp1.070.000,00+Rp753.121,03 +  
Biaya tak terduga perhari  
Rp. 100.000,00  
= Rp  
1.923.121,03
  - c. Biaya tak langsung  
(240 hari x Rp1.923.121,03)  
= Rp  
Rp461.549.047,97
  - d. Biaya langsung  
Rp4.960.922.390,99
  - e. Total cost = biaya tak  
langsung + biaya langsung  
= Rp461.549.047,97 +4.960.922.390,99  
=  
Rp5.422.471.438,96

2. Tahap Kompresi
    - a. No. item pekerjaan =16 (Rangka  
Baja Ringan GentengAspal L=60cm  
(lantai 1)
    - b. Cost slope = Rp907.938.28
    - c. Normal duration  
= 30 hari
    - d. Crash duration = 27 hari
    - e. Total crash = 3  
hari
    - f. Komulatif total crash = 3  
hari
    - g. Total durasi proyek = 240 - 3 =  
237 hari
    - h. Tambahan biaya =  
Rp907.938.28x3 hari  
= Rp2.723.814,84
    - i. Komulatif tambahan biaya =  
Rp2.723.814,84
    - j. Biaya langsung = biaya  
langsung normal+kumulatif  
tambahan biaya  
=  
Rp4.960.922.390,99+Rp2.723.814,84  
=  
Rp4.963.646.205,83
    - k. Tambahan biaya lembur =  
Rp200.625,00 x 27 hari  
= Rp5.410.112,36
    - l. Komulatif biaya lembur =  
Rp5.410.112,36
    - m. Biaya tak langsung = (237  
hari x Rp 1.923.121,03)+  
Rp5.410.112,36  
= Rp455.779.684,87 +Rp 5.410.112,36  
= Rp461.189.797,23
    - n. Total cost =  
Rp4.963.646.205,83 + Rp461.189.797,23  
=  
Rp5.424.836.003,06
- Untuk selanjutnya perhitungan kompresi untuk masing-masing penambahan jam kerja dapat dilihat pada Tabel 4.15 - Tabel 4.17.

No	Unit	Normal	Crash	Normal	Crash	Normal	Crash	Normal	Crash	Normal	Crash	Normal	Crash	Normal	Crash	Normal	Crash
1	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...

Hasil Analisis Waktu (2016)

No	Unit	Normal	Crash	Normal	Crash	Normal	Crash	Normal	Crash	Normal	Crash	Normal	Crash	Normal	Crash	Normal	Crash
1	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...

Hasil Analisis Percepatan (2016)

No	Unit	Normal	Crash	Normal	Crash	Normal	Crash	Normal	Crash	Normal	Crash	Normal	Crash	Normal	Crash	Normal	Crash
1	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...

Hasil Hasil Percepatan (2016)

Setelah dilakukan pengkompresian pada kegiatan-kegiatan yang terdapat pada lintasan kritis dan dimulai dengan cost slope terendah dapat diketahui biaya optimum dari analisa Time Cost Trade Off pada Tabel 4.15 – Tabel 4.17, yang dilakukan pada masing-masing penambahan jam kerja, dengan melihat perubahan biaya total proyek yang paling minimum dengan pengurangan durasinya hingga mencapai ketentuan 13 hari.

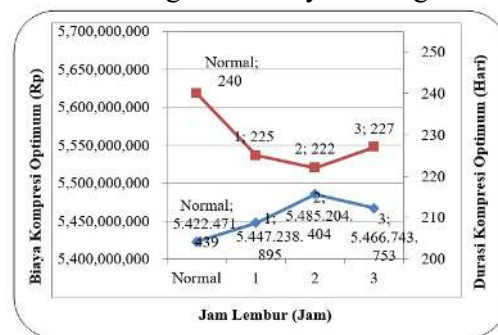
Dari Tabel 4.15 – Tabel 4.17 hasil analisis Time Cost Trade Off untuk masing-masing penambahan jam kerja dapat dilihat bahwa:

- Tabel 4.15 Analisis Time Cost Trade Off untuk penambahan lembur 1 jam. Pada komulatif crash duration, kompresi durasi optimum pada penambahan lembur kerja 1 jam mencapai 28 hari dari ketentuan 13 hari untuk kembali ke time schedule awal dengan total biaya proyek sebesar Rp5.500.143.921,44.
- Tabel 4.16 Analisis Time Cost Trade Off untuk penambahan lembur 2 jam. Pada Tabel 4.16 dapat dilihat komulatif crash duration mencapai 46 hari, melampaui batas 13 hari yang telah

ditentukan. Untuk itu komulatif crash duration dihitung hanya sampai tahap kompresi ke-3 yang mencapai 18 hari sesuai dengan ketentuan untuk kembali ke time schedule awal. Total biaya proyek sebesar Rp5.485.204.404. Besarnya biaya tambahan akibat lembur 2 jam adalah Rp62.732.965

- Tabel 4.17 Analisis Time Cost Trade Off untuk penambahan lembur 3 jam. Pada Tabel 4.17 dapat dilihat komulatif crash duration mencapai 59 hari, melampaui batas 13 hari yang telah ditentukan. Untuk itu komulatif crash duration dihitung hanya sampai tahap kompresi ke-2 yang mencapai 15 hari sesuai dengan ketentuan untuk kembali ke time schedule awal. Pada tahap kompresi ke-2 komulatif crash mencapai 15 hari melampaui batas 13 hari. Oleh sebab itu dilakukan pengurangan durasi sehingga mencapai 13 hari yang telah ditentukan. Total biaya proyek sebesar Rp5.466.743.753. Besarnya biaya tambahan akibat lembur 3 jam adalah Rp44.272.314. Perhitungan terdapat pada Tabel 4.18 hasil dari kompresi Tabel 4.17.

- Grafik 4.1 di jelaskan setelah diketahui biaya langsung, biaya tidak langsung dan biaya total percepatan proyek, maka langkah selanjutnya yaitu membuat grafik hubungan antara biaya total normal dan dengan percepatan tersebut sesuai dengan durasinya masing-masing.



Sumber: Hasil Perhitungan (2020)

No	Uraian	Unit	Jumlah	Biaya	Waktu	Biaya	Waktu	Biaya	Waktu	Biaya	Waktu
1	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
2	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
3	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
4	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
5	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
6	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
7	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
8	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
9	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
10	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
11	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
12	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
13	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
14	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
15	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
16	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
17	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
18	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
19	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
20	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
21	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
22	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
23	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
24	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
25	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
26	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
27	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
28	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
29	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
30	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
31	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
32	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
33	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
34	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
35	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
36	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
37	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
38	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
39	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
40	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
41	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
42	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
43	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
44	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
45	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
46	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
47	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
48	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
49	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
50	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
51	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
52	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
53	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
54	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
55	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
56	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
57	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
58	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
59	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
60	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
61	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
62	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
63	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
64	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
65	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
66	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
67	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
68	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
69	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
70	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
71	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
72	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
73	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
74	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
75	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
76	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
77	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
78	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
79	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
80	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
81	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
82	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
83	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
84	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
85	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
86	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
87	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
88	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
89	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
90	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
91	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
92	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
93	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
94	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
95	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
96	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
97	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
98	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
99	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
100	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...

Sumber: Hasil Pengolahan (2019)

Tabel 4.18 Time Cost Trade Off Analysis (lembur 3 jam) merupakan rangkaian perhitungan tabel 4.17 dan menjadi tahap akhir pengompresian yang menghasilkan waktu dan biaya sesuai dengan rencana waktu 13 hari dan perbandingan biaya yang lebih optimal dari tabel 4.15 – tabel 4.17.

## 5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis Time Cost Trade Off Analysis yang dilakukan pada Proyek Pembangunan Finalisasi Gedung Asrama Taruna A Tahap III dan Gedung Asrama Taruni Tahap III dapat disimpulkan bahwa :

1. Diperlukan penambahan waktu jam kerja (lembur) 3 jam yang menghasilkan pertambahan biaya minimum sebesar Rp 44.272.314, dari biaya total normal Rp 5.422.471.439 menjadi Rp 5.466.743.753.
2. Waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan sisa pekerjaan 240 hari menjadi 227 hari agar proyek bisa diselesaikan sesuai dengan jadwal awal yang telah direncanakan yaitu proyek diselesaikan pada bulan Desember dan juga menghindari sangsi akibat keterlambatan yang terjadi berupa denda.

## 6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Dipohusodo, I. 1997. Manajemen Proyek & Konstruksi Jilid II, Kanisius, Yogyakarta.
- [2] Ervianto, W. I. 2005. Manajemen Proyek Konstruksi (Edisi Revisi), Andi, Yogyakarta.
- [3] Husen, 2010. Manajemen Proyek, Perencanaan, Penjadwalan Dan Pengendalian Proyek, Andy, Yogyakarta.
- [4] Keputusan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi Republik Indonesia. Nomor Kep.102/MEN/VI/2004. Waktu Kerja Lembur dan Upah Kerja Lembur.

- [6] Nugraha, P., Ishak, N., dan Sutjipto, R. 1985. Manajemen Proyek Konstruksi 1, Penerbit Kartika Yusa, Surabaya.
- [7] Putra, O. K. 2013. Percepatan Pelaksanaan Proyek dengan Penambahan Jam Kerja Menggunakan Time Cost Trade Off Analysis (Studi Kasus : Proyek Pembangunan Villa Allila Kabupaten Badung) Tugas Akhir Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Udayana, Denpasar.
- [8] Santoso, B. 1997. Manajemen Proyek, Edisi Pertama, PT. Guna Widya, Jakarta.
- [9] Soeharto, I. 1997. Manajemen Proyek dari Konseptual Sampai Operasional, jilid I & II, Erlangga, Jakarta.
- [10] Trihendradi, 2010. Microsoft Project 2010 Pendekatan Siklus Proyek Langkah Cerdas Merencanakan Dan Mengelola, Andy, Yogyakarta.
- [11] Ibrahim, 1993. Manajemen Proyek, Rencana anggaran biaya, Efisiensi Waktu dan Biaya, Bandung.
- [12] Bagus Budi Setiawan, 2011. Analisis Pertukaran waktu dan biaya dengan Metode Time Cost Trade Off, Jakarta.
- [13] Ni Putu Irina Febiantari, 2016. Optimalisasi Rencana Biaya pada proyek konstruksi Gedung dengan Metode Time Cost Trade Off (Studi kasus ; Proyek Hotel Padang – Padang Inn Kabupaten Badung) Tugas Akhir Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Udayana, Denpasar

# PERBANDINGAN PERILAKU DAN KINERJA STRUKTUR BETON BERTULANG ANTARA ANALISIS DINDING PENGISI BATA MERAH, BATA RINGAN, DAN TANPA DINDING PENGISI (*OPEN FRAME*)

(Studi Kasus: Gedung Kantor dan Rumah Tinggal  
Jl. Gatot Subroto Barat No 288B Denpasar – Bali)

I Komang Widiarsa dan I Nyoman Suta Widnyana  
Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hindu Indonesia

## ABSTRAK

Analisis perilaku dan kinerja struktur beton bertulang sudah dilakukan dengan membuat empat model struktur dua model *open frame* dan dua model *infilled frame*. Model *open frame* pertama (OF1) dan kedua (OF2) ialah struktur beton bertulang dengan dinding pengisi sebagai beban. Sedangkan model *infilled frame* pertama (IF1) dan kedua (IF2) merupakan struktur beton bertulang dengan dinding pengisi sebagai *strut*. Perilaku struktur diamati dari hasil elastik linier berupa simpangan sedangkan kinerja struktur dievaluasi melalui analisis statik non linier *Pushover* menggunakan SAP2000.

Hasil analisis menunjukkan bahwa simpangan struktur masing-masing model berturut-turut sebesar 4 mm, 5 mm, 16 mm dan 19 mm untuk IF2, IF1, OF2 dan OF1 dari arah X. Sedangkan Untuk arah Y sebesar 5 mm, 6 mm, 16 mm dan 20 mm untuk IF2, IF1, OF2 dan OF1. Dari simpangan dilihat bahwa model IF2 lebih kaku dibandingkan dengan model IF1. Sedangkan kedua model IF lebih kaku di bandingkan dengan kedua model OF, hal tersebut karena pemodelan *strut* membuat perilaku struktur menjadi lebih kaku. Hasil analisis *pushover* menunjukkan bahwa model IF2 mampu menerima gaya geser paling besar 988 ton untuk arah X dan 1060 ton untuk arah Y dengan level kinerja O (*Operasional*). Model IF1 mampu menerima gaya geser dasar 922 ton untuk arah X dan 978 ton untuk arah Y dengan level kinerja O (*Operasional*), sedangkan OF2 dengan level kinerja IO (*Immediate Occupancy*) mampu menerima gaya geser dasar 365 ton pada arah X dan 382 ton pada arah Y, serta model OF1 memiliki kemampuan menerima gaya geser dasar 348 ton arah X dan 376 ton pada arah Y.

Kata kunci : dinding pengisi, *strut* diagonal, analisis *pushover*

## 1. PENDAHULUAN

Dinding pengisi merupakan salah satu komponen dari bangunan gedung yang berfungsi sebagai penyekat/pembatas ruangan. Dalam perencanaan suatu struktur gedung, struktur umumnya didesain sebagai

*open frame* dengan dinding pengisi yang dianggap hanya sebagai beban. Padahal, jika ditelaah lebih lanjut keberadaan dinding pengisi memiliki kecenderungan untuk berinteraksi dengan portal yang ditempatinya terutama apabila terdapat beban

vertikal maupun horizontal (akibat gempa) yang besar. Rangka yang terdapat dinding pengisi dibandingkan dengan rangka terbuka (*open frame*) jika dibebani dengan gaya gempa yang besar, perilaku berupa deformasi yang terjadi antara kedua model struktur akan berbeda karena dinding memberikan kontribusi berupa kekakuan untuk menahan beban gempa yang besar tersebut. (Dewobroto, 2005)

Struktur rangka dinding pengisi saat mengalami tingkat pembebanan yang relatif kecil, dinding pengisi berkontribusi terhadap kekakuan dan kekuatan struktur secara penuh. Pada kondisi tersebut, kekuatan dinding pengisi masih belum terlampaui dan belum terjadi kegagalan yang dapat menurunkan kekakuan struktur secara keseluruhan meskipun portalnya telah terjadi kerusakan. Namun apabila tingkat pembebanan yang terjadi lebih besar lagi dimana deformasi yang terjadi mengakibatkan kekuatan dinding pengisi terlampaui, akan timbul kerusakan pada dinding sebagai indikasi kegagalan dinding pengisi. Hal tersebut menyebabkan struktur portal dengan dinding pengisi mengalami penurunan kekakuan secara signifikan, sedangkan energi gempa yang sebelumnya diterima oleh struktur portal bersama dinding pengisi secara tiba-tiba diterima sepenuhnya hanya oleh portal yang akhirnya menyebabkan terjadinya kegagalan pada struktur portal. (Tjahjanto & Imran, 2009)

Pada penelitian ini akan menganalisis “Perbandingan Perilaku Dan Kinerja Struktur Beton Bertulang Antara Analisis Dinding Pengisi Bata Merah, Bata Ringan, Dan Tanpa Dinding Pengisi (*Open Frame*)”, evaluasi kinerja struktur dengan metode analisis *Pushover* sesuai

prosedur FEMA 356 dilakukan dengan menggunakan bantuan program SAP2000. Analisis dilakukan pada 4 model struktur dari bangunan berlantai 4 dengan fungsi kantor dan rumah tinggal yang berlokasi di Jl Gatot Subroto no.288B Denpasar, Bali. Dari keempat model tersebut dua model merupakan *open frame* dan dua model lainnya merupakan *infilled frame* dengan dinding bata merah dan bata ringan.

### 1.1 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang di atas, permasalahan yang dirumuskan pada studi analisis ini adalah:

1. Bagaimana perilaku struktur beton bertulang yang dimodel dengan dinding pengisi bata merah, dinding pengisi bata ringan dan tanpa dinding pengisi (*open frame*) yang ditinjau dari simpangan yang terjadi?.
2. Bagaimana kinerja struktur beton bertulang dengan dinding pengisi bata merah, dinding pengisi bata ringan dan tanpa dinding pengisi (*open frame*)?.

### 1.2 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penulisan ini adalah :

1. Untuk mengetahui perilaku struktur dengan tinjauan simpangan yang terjadi pada struktur!
2. Untuk mengetahui kinerja struktur dengan dinding pengisi bata merah, dinding pengisi bata ringan dan tanpa dinding pengisi (*open frame*)!

### 1.3 Manfaat Penelitian

Manfaat yang didapat dari dilakukannya studi analisis ini adalah sebagai berikut

1. Mendapatkan informasi tentang perilaku yang diberikan oleh dinding pengisi terhadap struktur dan mengetahui kinerja struktur dengan dinding pengisi dan tanpa dinding pengisi. Perilaku dan kinerja struktur tersebut akan memberikan gambaran tentang kapasitas lateral struktur beton bertulang dengan dinding pengisi bata dan dinding pengisi bata ringan di perencanaan.
2. Bagi pembaca adalah untuk bahan referensi untuk lebih memperdalam ilmu dalam memodel suatu bangunan yang menggunakan dinding pengisi bata maupun bata ringan.

#### 1.4 Batasan Masalah

Masalah pada analisis ini dibatasi pada :

1. Pemodelan yang dianalisis menggunakan *static pushover* adalah model struktur dengan dinding pengisi sebagai strut (*strut diagonal*).
2. Penelitian tidak meninjau adanya bukaan (pintu, jendela dan bukaan lainnya) pada dinding.
3. Pembebanan pada analisis ini hanya menggunakan beban mati, beban hidup dan beban gempa.
4. Analisis kinerja struktur berupa grafik perbandingan gaya geser dan perpindahan dibuat menggunakan analisis statik nonlinier *pushover* yang terdapat pada program SAP2000.
5. Perilaku struktur yang ditinjau hanya simpangan struktur akibat beban gempa.
6. Waktu getar struktur hanya ditinjau pada model OF1 sebagai acuan untuk memodel struktur lainnya.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Dinding Pengisi

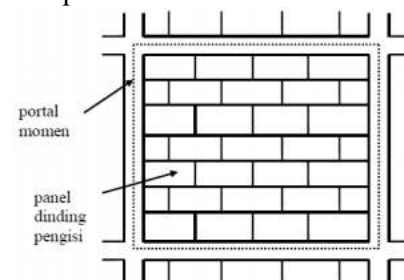
Dinding pengisi adalah bagian dari bangunan nonstruktural yang umumnya difungsikan sebagai penyekat ruangan, penutup bangunan dan bangunan exterior untuk keperluan estetika (memperindah) ruangan. Dinding pengisi memiliki banyak variasi pada elemen penyusunnya diantaranya bata merah, bata ringan dan lain-lain. Dalam kenyataan dilapangan umumnya dinding pengisi berguna untuk meningkatkan kekakuan dan kekuatan pada struktur beton bertulang.

### 2.2 Karakteristik Bata

Bata merah memiliki berat normal 2000 kg/m<sup>3</sup> dengan kuat tekan sebesar 3,91 MPa. Modulus elastisitas bata merah 1633,5 MPa dengan poisson ratio 0,15 dan regangan ultimate 0,0044 dan bata ringan memiliki berat normal 650 kg/m<sup>3</sup> dengan kuat tekan sebesar 2,97 MPa. Modulus elastisitas bata ringan 1750 MPa dengan poisson ratio 0,25 dan regangan ultimate 0,0066 (Tjahjanto dan Imran, 2009).

### 2.3 Rangka Dinding Pengisi (*Infilled Frame*)

Rangka dengan dinding pengisi (*infilled frame*) merupakan struktur yang terdiri dari kolom dan balok berbahan baja atau beton bertulang dimana terdapat dinding pengisi bata ataupun batako.



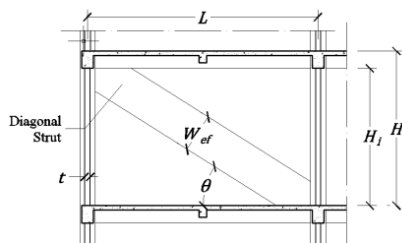
Gambar 1. Rangka dengan dinding

pengisi

Sumber: Agarwal & Shrikhande, 2006

Struktur rangka dinding pengisi yang kekuatan dan kekakuan dindingnya diabaikan dapat menyebabkan terjadinya keruntuhan pada bangunan bertingkat. Penyebab utama dari keruntuhan tersebut adalah adanya kekakuan dinding pengisi yang menimbulkan pola keruntuhan yang tersendiri.

*Equivalent Diagonal Strut* adalah metode untuk analisis inelastis portal dinding pengisi yang diajukan oleh Saneinejad – Hobbs (1995). Pengaruh beban lateral bolak-balik akibat gempa dapat diatasi dengan terbentuknya *strut* pada arah lain yang juga mengalami tekan. Apabila properti mekanik berupa dimensi dan modulus elastis dari *strut* diketahui, maka portal dinding pengisi dapat dianalisis sebagai portal terbuka (*open frame*) dengan dinding pengisi yang diwakili oleh *strut*. Sifat mekanis yang dicari dengan metode tersebut didasarkan atas kondisi keruntuhan yang bersifat non-linier dan sekaligus diperoleh juga resistensi atau kuat nominal dari *strut*. (Dewobroto, 2005)



Gambar 2. Parameter perhitungan lebar *equivalent diagonal strut*

Sumber: Agarwal & Shrikhande, 2006

$$\lambda h = \sqrt[4]{\frac{Ei \cdot t \cdot \sin 2\theta}{4 \cdot Ec \cdot Ic \cdot Hi}}$$

$$W_{ef} = 0,175 \cdot (\lambda h \cdot H)^{-0,4} \cdot \sqrt{H^2 + L^2}$$

$H$  adalah tinggi dari kolom terhitung dari as ke as tingkat,  $Ec$  dan

$Ei$  merupakan modulus elastisitas kolom dan modulus elastisitas pasangan dinding pengisi. Sedangkan  $Hi$  dan  $t$  adalah tinggi dan tebal dari dinding pengisi dan  $\theta$  sudut yang dibentuk antara *strut* dengan balok, diperhitungkan dalam satuan radian.

#### 2.4 Simpangan Batas

SNI 1726:2012 pasal 7.8.6 mengatur simpangan antar lantai tingkat akibat gempa desain ( $\Delta$ ) harus sebagai perbedaan defleksi pada pusat massa di tingkat teratas dan terbawah yang ditinjau. Simpangan antar lantai desain ( $\Delta$ ), tidak boleh melebihi simpangan antar lantai tingkat ijin ( $\Delta_{\alpha}$ ) seperti didapatkan dari Tabel 16 pada SNI 1726:2012.

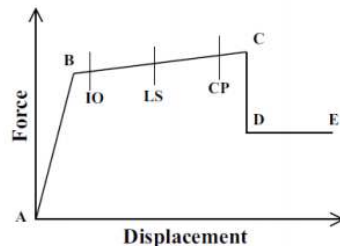
#### 2.5 Analisis Statik Non Linier Pushover

Analisis statik non linier *Pushover* menurut ATC-40 (California Seismic Safety Commission, 1996) adalah suatu analisis statik non linier dimana pengaruh gempa rencana terhadap struktur bangunan gedung dianggap sebagai beban-beban statis yang bekerja pada pusat massa masing-masing lantai, yang nilainya ditingkatkan secara berangsur-angsur sampai melampaui pembebanan yang menyebabkan terjadinya pelelehan (sendi plastis) pertama di dalam struktur bangunan gedung, kemudian dengan peningkatan beban lebih lanjut mengalami perubahan bentuk pasca elastis yang besar sampai mencapai kondisi plastis. Analisis dilakukan dengan memberikan suatu pola beban lateral statis pada struktur, yang kemudian ditingkatkan secara bertahap sampai suatu perpindahan target, kemudian menghasilkan kurva *Pushover*. (Utomo, Susanto, Tujono, & Wibowo, 2012)

## 2.6 Sendi Plastis Balok dan Kolom

Sendi plastis merupakan bentuk ketidakmampuan struktur dalam menahan gaya dalam. Pemodelan sendi digunakan untuk mendefinisikan perilaku non linier gaya-perpindahan atau momen-rotasi yang dapat ditempatkan pada beberapa tempat berbeda di sepanjang bentang balok atau kolom. Pemodelan sendi adalah rigid dan tidak memiliki efek pada perilaku linier.

Pada elemen kolom menggunakan tipe sendi *default* P-M2-M3, dengan pertimbangan bahwa elemen kolom terdapat hubungan gaya aksial dengan momen (diagram interaksi P-M). Sedangkan untuk elemen balok menggunakan *default* V2 dan *default* M3, dengan pertimbangan bahwa balok efektif menahan gaya geser pada sumbu lemah dan momen terhadap arah sumbu kuat, sehingga diharapkan sendi plastis terjadi pada balok. Sendi diasumsikan terletak pada masing-masing ujung pada elemen balok dan kolom. (Wibowo, Purwanto, & Yanto, 2010)



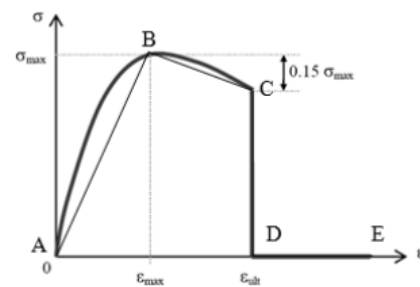
Gambar 3. Model sendi plastis untuk balok dan kolom  
Sumber: CSI, 2007

## 2.7 Sendi Plastis Strut

Dinding pengisi dimodelkan sebagai *strut* yang hanya berkontribusi terhadap kekakuan struktur jika mengalami gaya tekan saja. Dalam program SAP2000, *strut* tersebut dimodel sebagai *truss* dengan *input*

luas penampang dan hubungan tegangan-regangan material.

Untuk membatasi deformasi pasca puncak, diberikan kondisi *ultimate* pada hubungan tegangan-regangan material yaitu tercapainya regangan pada saat tegangan mengalami penurunan sebesar 15% terhadap tegangan maksimum. Setelah mencapai regangan ultimit, element *truss* dianggap tidak berkontribusi terhadap kekakuan struktur. Untuk mengakomodasi asumsi tersebut, dilakukan perpanjangan kurva tegangan regangan yaitu untuk regangan yang lebih besar dari regangan ultimit nilai tegangan adalah nol, ditunjukkan pada Gambar 4. (Tjahjanto & Imran, 2009)



Gambar 4. Hubungan tegangan-regangan tipikal material dinding pengisi

Sumber: Tjahjanto & Imran, 2009

Pada program SAP2000 nilai dari A, B, C, D, dan E dimasukkan dengan mendefinisikan *hinges properties* berupa hubungan tegangan-regangan dengan memasukkan nilai tersebut sesuai dengan tegangan dan regangan material. Posisi dari sendi plastis dianggap terjadi pada tengah bentang *strut*.

## 2.8 Perpindahan Target Pushover

Gaya dan deformasi setiap komponen dihitung terhadap perpindahan tertentu yang disebut



sebagai perpindahan target dan dianggap sebagai perpindahan maksimum yang mungkin dialami saat bangunan mengalami beban gempa rencana. (Dewobroto, 2005).

Pada metode *Coefficient Method* FEMA 356, perhitungan dilakukan dengan memodifikasi respons elastis linier sistem struktur SDOF ekuivalen dengan faktor modifikasi  $C_0$ ,  $C_1$ ,  $C_2$  dan  $C_3$  sehingga diperoleh perpindahan global maksimum (elastis dan inelastis) yang disebut perpindahan target.

Proses dimulai dengan menetapkan dahulu waktu getar efektif ( $T_e$ ) yang memperhitungkan kondisi inelastis bangunan. Waktu getar efektif dapat diperoleh dengan kurva idealisasi hasil analisis *Pushover*. Waktu getar alami efektif mencerminkan kekakuan linier dari sistem SDOF ekuivalen. Jika di-plot pada spektrum respon elastis akan menunjukkan percepatan gerakan tanah pada saat gempa yaitu akselerasi puncak ( $S_a$ ) versus waktu getar ( $T$ ) dengan redaman sebesar 5%. Puncak perpindahan spektra elastis ( $S_d$ ) dapat dihitung dengan persamaan dibawah.

$$S_d = S_a \left( \frac{T_e}{2 \cdot \pi} \right)^2$$

Selanjutnya perpindahan target ditentukan dari rumus berikut.

$$\delta_T = C_0 \cdot C_1 \cdot C_2 \cdot C_3 \cdot S_a \cdot \left( \frac{T_e}{2 \cdot \pi} \right)^2 \cdot g$$

Keterangan:

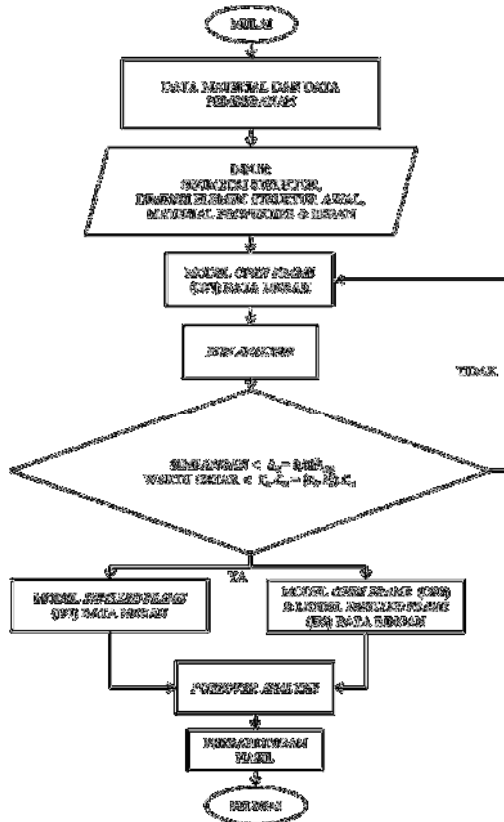
- $\delta_T$  = perpindahan target.
- $T_e$  = waktu getar alami efektif.
- $S_a$  = adalah akselerasi spektrum respons pada waktu getar alami fundamental efektif dan rasio redaman pada arah yang ditinjau.
- $V_y$  = adalah gaya geser dasar pada saat struktur leleh.
- $W$  = adalah berat efektif seismik.
- $C_m$  = faktor massa efektif,

- $\alpha$  = adalah rasio kekakuan pasca leleh dengan kekakuan elastik efektif, dimana hubungan gaya peralihan non-linier diidealisasikan sebagai kurva bilinear.
- $T_s$  = waktu getar karakteristik respons spektrum.
- $g$  = percepatan gravitasi  $9,81 \text{ m/s}^2$

### 3. METODE PENELITIAN

#### 3.1 Prosedur Analisis

Analisis data ini menggunakan alat bantu *software* SAP2000 dengan *static pushover analysis*. Analisis ini dilakukan dengan membandingkan 4 pemodelan struktur yaitu, Model pertama OF1 struktur beton bertulang dengan dinding pengisi bata merah sebagai beban. Model kedua IF1 struktur beton bertulang dengan rangka dinding pengisi bata merah sebagai *strut*. Model ketiga OF2 struktur beton bertulang dengan dinding pengisi bata ringan sebagai beban. Model keempat IF2 struktur beton bertulang dengan rangka dinding pengisi bata ringan sebagai *strut*.



Gambar 5. Diagram alir analisis

#### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

##### 4.1 Dimensi Elemen Struktur dan Lebar *Strut*

Dimensi elemen struktur awal pada model bata merah OF1 selanjutnya didesain dengan bantuan *software* SAP2000. Dimensi elemen-elemen struktur hasil desain berdasarkan SNI 1726:2012 ditampilkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Dimensi elemen struktur

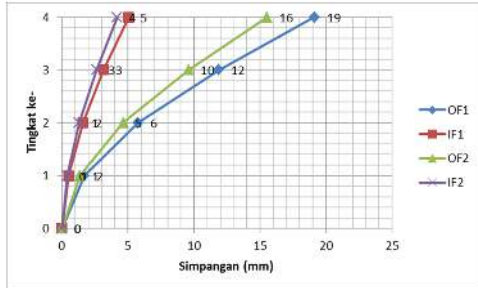
Lt	Kolom (mm)	Balok Induk Portal X-Z (mm)	Balok Anak (mm)	Pelat (mm)
4	400X400	300x400	150x300	120
3	400X400	300x400	150x300	120
2	400X400	300x400	150x300	120
1	400X400	300x400	150x300	120

Tabel 2. Lebar *strut*

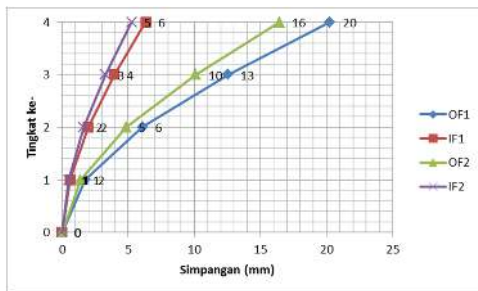
BATA MERAH						BATA RINGAN					
X			Y			X			Y		
<i>Wef</i> (mm)	$1/2Wef$ (mm)	$1/4Wef$ (mm)	<i>Wef</i> (mm)	$1/2Wef$ (mm)	$1/4Wef$ (mm)	<i>Wef</i> (mm)	$1/2Wef$ (mm)	$1/4Wef$ (mm)	<i>Wef</i> (mm)	$1/2Wef$ (mm)	$1/4Wef$ (mm)
744	372	186	647	324	162	739	370	185	643	321	161
744	372	186	647	324	162	739	370	185	643	321	161
744	372	186	647	324	162	739	370	185	643	321	161
744	372	186	647	324	162	739	370	185	643	321	161

## 4.2 Simpangan Antar Tingkat

Simpangan yang diperoleh dari hasil analisis struktur dengan program SAP2000 akibat kombinasi beban mati, hidup, dan gempa (D+L+E) ditampilkan pada Gambar 6 untuk simpangan arah X dan Gambar 7 untuk simpangan arah Y.



Gambar 6. Simpangan struktur arah X pada portal 2 akibat D+L+Ex



Gambar 7. Simpangan struktur arah Y pada portal B akibat D+L+Ey

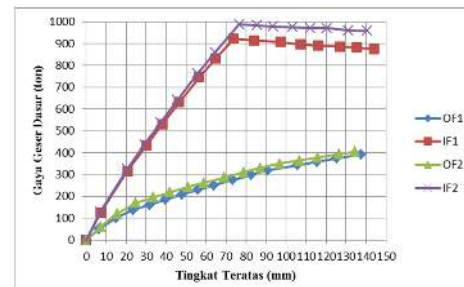
Gambar 6. menunjukkan simpangan atap pada arah X model OF1 merupakan yang terbesar dari model lainnya yaitu 19 mm. Pada model IF1 simpangan pada atap yang terjadi sebesar 5 mm, hanya 26,38% dari simpangan OF1. Sedangkan OF2 simpangan pada atap yang terjadi sebesar 3.18 kali dari model IF1 yaitu sebesar 16 mm. Pada IF2 simpangan yang terjadi sebesar 4 mm, hanya 26,88% dari simpangan OF2. Untuk simpangan arah Y yang ditampilkan pada Gambar 7. memperlihatkan. model OF1 merupakan yang terbesar dari model lainnya yaitu 20 mm. Pada model IF1 simpangan pada atap yang terjadi sebesar 6 mm, hanya 31,20% dari simpangan OF1. Sedangkan OF2 simpangan pada atap yang terjadi sebesar 2.54 kali dari model IF1 yaitu sebesar 16 mm. Pada IF2 simpangan yang terjadi

sebesar 5 mm, hanya 32,03% dari simpangan OF2

Dari hasil simpangan diatas bisa dilihat bahwan struktur dengan dinding pengisi bata ringan lebih kaku di bandingkan dengan struktur dengan dinding pengisi bata merah. Hal tersebut di karenakan berat volume bata merah jauh lebih besar yaitu  $2000 \text{ kg/m}^3$  sedangkan berat volume bata ringan sebesar 32,5% dari berat volume bata merah yaitu  $650 \text{ kg/m}^3$ . Serta modulus elastisitas kedua bata tersebut tidak jauh beda yaitu  $1633,5 \text{ MPa}$  untuk bata merah dan  $1750 \text{ MPa}$  untuk bata ringan sekitar 6.65% perbedaan modulus elastisitas kedua bata tersebut.

## 4.3 Kurva Pushover

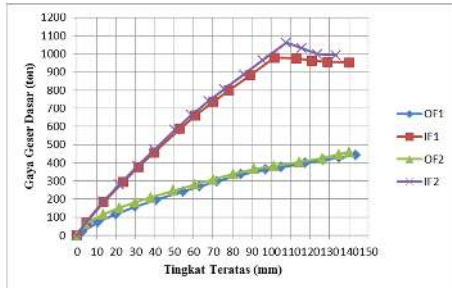
Hasil dari analisis statik non linier berupa kurva Pushover, menunjukkan hubungan antara gaya geser dasar dengan perpindahan atap. Kurva Pushover akibat PUSH X untuk model OF1, IF1, OF2 dan IF2 ditampilkan pada Gambar 8 dan akibat PUSH Y untuk keempat model tersebut ditampilkan pada Gambar 9.



Gambar 8. Kurva Pushover model OF1, IF1, OF2 dan IF2 akibat PUSH X

Dari Gambar 8. dapat dilihat IF2 mampu menerima beban lateral maksimum sampai dengan 988 ton dengan perpindahan atap sebesar 77 mm. Model IF1, mampu menerima beban lateral maksimum sampai dengan 922 ton dengan perpindahan atap sebesar 74 mm. Dapat diamati beban maksimum yang mampu diterima IF1 tidak sebesar yang dicapai IF2 karena berat dinding bata merah jauh lebih berat dari pada bata ringan. Model OF2, mampu menerima beban lateral sebesar 406 ton

dengan perpindahan atap sebesar 134 mm Model OF1, kekakuannya merupakan yang terlemah dari ketiga model lainnya ditunjukkan dari kemiringan kurva yang paling landai yaitu mampu menerima beban 392 ton dengan perpindahan atap 138 mm



Gambar 9. Kurva Pushover model OF1, IF1, OF2 dan IF2 akibat PUSH Y

Dari Gambar 9. dapat dilihat IF2 mampu menerima beban lateral maksimum sampai dengan 1060 ton dengan perpindahan atap sebesar 108 mm. Model IF1, mampu menerima beban lateral maksimum sampai dengan 978 ton dengan perpindahan atap sebesar 102 mm. Dapat diamati beban maksimum yang mampu diterima IF1 tidak sebesar yang dicapai IF2 karena berat dinding bata merah jauh lebih berat dari pada bata ringan. Model OF2, mampu menerima beban lateral sebesar 459 ton dengan perpindahan atap sebesar 140 mm Model OF1, kekakuannya merupakan yang terlemah dari ketiga model lainnya ditunjukkan dari kemiringan kurva yang paling landai yaitu mampu menerima beban 443 ton dengan perpindahan atap 140 mm.

#### 4.4 Evaluasi Kinerja Struktur

Hasil evaluasi kinerja struktur berupa level kinerja yang ditentukan saat struktur mencapai perpindahan targetnya ditampilkan pada Tabel 3 untuk arah X dan Tabel 4 untuk arah Y.

Tabel 3. Perbandingan hasil evaluasi kinerja struktur akibat PUSH X

	PUSH X			
	BATA MERAH		BATA RINGAN	
	OF1	IF1	OF2	IF2
$\delta_T$ (mm)	119	53	101	45
$V_T$ (ton)	364	700	356	639
Jumlah Sendi Plastis	236 B-IO 88 IO-LS	160 B-IO	276 B-IO 16 IO-LS	100 B-IO
Level Kinerja	IO	0	IO	0

Tabel 3. menunjukkan kinerja struktur masing-masing model akibat beban Pushover arah X. Model OF1 pada perpindahan atap mencapai 119 mm dengan beban yang mampu diterima sebesar 364 ton. Terdapat 88 sendi plastis yang mencapai level kinerja IO.

Model IF1 mencapai kinerjanya pada perpindahan atap mencapai 53 mm dengan beban yang diterima sebesar 700 ton. Terjadi 160 sendi plastis dalam kondisi B-IO.

Model OF2 mencapai kinerjanya saat perpindahan atap mencapai 101 mm, dengan beban yang diterima sebesar 356 ton. Terdapat 16 sendi plastis yang mencapai level kinerja IO.

Model M3, saat mencapai kinerjanya perpindahan atap mencapai 45 mm, lebih kecil dari IF1, dengan gaya geser dasar sebesar 639 ton, Terjadi 100 sendi plastis dalam kondisi B-IO.

Tabel 4. Perbandingan hasil evaluasi kinerja struktur akibat PUSH Y

	PUSH Y			
	BATA MERAH		BATA RINGAN	
	OF1	IF1	OF2	IF2
$\delta_T$ (mm)	133	65	115	55
$V_T$ (ton)	425	693	404	626
Jumlah Sendi Plastis	210 B-IO 60 IO-LS	246 B-IO	252 B-IO 28 IO-LS	208 B-IO
Level Kinerja	IO	0	IO	0

Tabel 4. menunjukkan kinerja struktur masing-masing model akibat beban Pushover arah Y. Model OF1 pada perpindahan atap mencapai 133 mm dengan beban yang mampu diterima sebesar 425

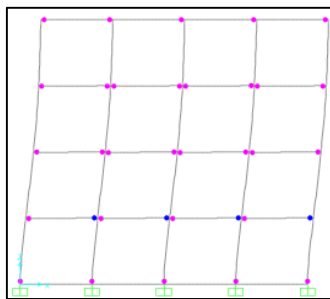
ton. Terdapat 60 sendi plastis yang mencapai level kinerja IO.

Model IF1 mencapai kinerjanya pada perpindahan atap mencapai 65 mm dengan beban yang diterima sebesar 693 ton. Terjadi 246 sendi plastis dalam kondisi B-IO.

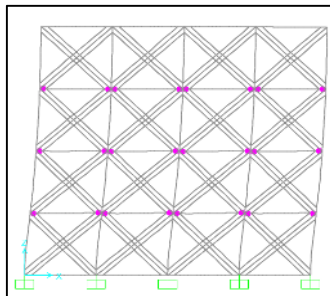
Model OF2 mencapai kinerjanya saat perpindahan atap mencapai 115 mm, dengan beban yang diterima sebesar 404 ton. Terdapat 28 sendi plastis yang mencapai level kinerja IO.

Model M3, saat mencapai kinerjanya perpindahan atap mencapai 55 mm, dengan gaya geser dasar sebesar 626 ton, Terjadi 208 sendi plastis dalam kondisi B-IO.

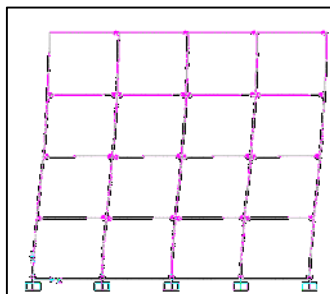
Kelelehan struktur saat mencapai perpindahan target hasil analisis Pushover dapat dilihat pada Gambar 10 dan Gambar 11.



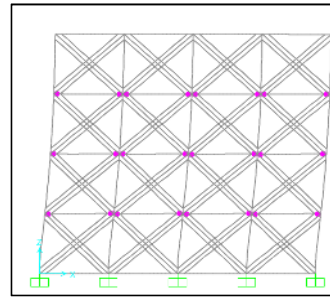
(a)



(b)



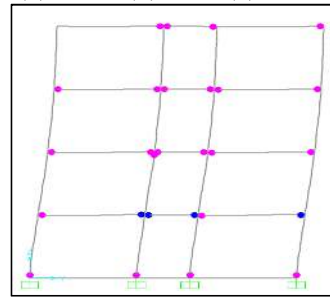
(c)



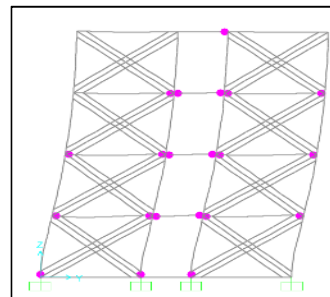
(d)

Gambar 10. Kelelehan struktur pada portal 2 saat mencapai perpindahan target akibat PUSH X

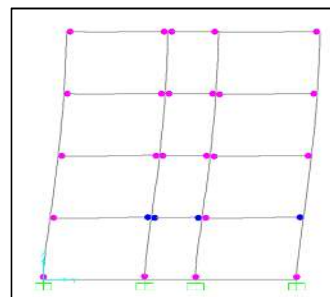
(a) OF1, (b) IF1, (c) OF2, (d) IF2



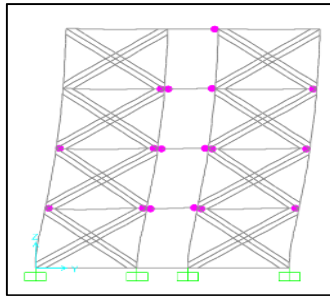
(d)



(d)



(d)



(d)

Gambar 11. Kelelehan struktur pada portal B saat mencapai perpindahan target akibat PUSH Y

(a) OF1, (b) IF1, (c) OF2, (d) IF2

## 5. SIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Simpulan

Analisis Perilaku Dan Kinerja Struktur Beton Bertulang Antara Analisis Dinding Pengisi Bata Merah, Bata Ringan, Dan Tanpa Dinding Pengisi (*Open Frame*) telah dilakukan dengan membuat 4 model struktur. Dari hasil analisis keempat model tersebut diperoleh kesimpulan sebagai berikut.

#### 1. Perilaku Struktur

- a. Dari simpangan arah X, model OF1 merupakan yang terbesar dari model lainnya yaitu 19 mm. Pada model IF1 simpangan pada atap yang terjadi sebesar 5 mm, hanya 26,38% dari simpangan OF1. Sedangkan OF2 simpangan pada atap yang terjadi sebesar 3.18 kali dari model IF1 yaitu sebesar 16 mm. Pada IF2 simpangan yang terjadi sebesar 4 mm, hanya 26,88% dari simpangan OF2.
- b. Untuk simpangan arah Y, model OF1 memiliki simpangan maksimum sebesar 20 mm. Pada model IF1 simpangan pada atap yang terjadi sebesar 6 mm, hanya 31,20% dari simpangan OF1. Sedangkan OF2 simpangan pada atap yang terjadi sebesar 2.54 kali dari model IF1 yaitu sebesar 16 mm. Pada IF2 simpangan yang terjadi sebesar 5 mm, hanya 32,03% dari simpangan OF2.
- c. Dari simpangan dilihat bahwa model IF2 lebih kaku dibandingkan dengan model IF1. Hal tersebut dikarenakan berat

volume bata merah jauh lebih besar yaitu  $2000 \text{ kg/m}^3$  sedangkan berat volume bata ringan sebesar 32,5% dari berat volume bata merah yaitu  $650 \text{ kg/m}^3$ . Serta modulus elastisitas kedua bata tersebut tidak jauh beda yaitu 1633,5 MPa untuk bata merah dan 1750 MPa untuk bata ringan, sekitar 6.65% perbedaan modulus elastisitas kedua bata tersebut. Sedangkan kedua model bata tersebut. Sedangkan kedua model IF lebih kaku di bandingkan dengan kedua model OF, hal tersebut karena pemodelan *strut* membuat perilaku struktur menjadi lebih kaku.

#### 2. Kinerja Struktur

- a. Kurva kapasitas untuk arah X keempat model menunjukkan bahwa IF2 memiliki kemampuan menerima beban lateral yang paling besar yaitu mencapai 988 ton. Kemudian disusul dengan IF1 dengan kemampuan menerima beban lateral mencapai 922 ton, dan OF2 hanya sebesar 365 ton pada simpangan atap 100 mm. OF1 memiliki kemampuan menerima beban lateral hampir sama dengan OF2 yaitu 343 ton pada simpangan atap 100 mm.
- b. Untuk arah Y, struktur IF2 memiliki kemampuan menerima beban lateral 1060 ton. IF1 mampu menerima beban 978 ton, sedangkan OF2 menerima beban lateral 382 ton, pada simpangan atap 100 mm dan OF1 mampu menerima beban 376 ton pada simpangan atap 100 mm, hamper sama dengan OF2.
- c. Dari perbandingan hasil evaluasi kinerja struktur arah X dan arah Y, berdasarkan jumlah sendi plastis yang terjadi pada perpindahan targetnya, IF1 dan IF2 memiliki level kinerja yang sama yaitu O (*Operasional*). Sedangkan OF1 dan OF2 masing-masing mencapai level kinerja IO (*Immediate Occupancy*).

### 5.2 Saran

Adapun saran pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang perbandingan perilaku dan kinerja struktur dengan pemodelan dinding pengisi berlubang karna pada

kenyataan struktur bangunan terdapat pintu dan jendela yang merupakan bukaan pada dinding pengisi.

2. Kedepannya perlu dilakukan analisis perilaku dan kinerja struktur beton bertulang dengan meninjau gaya-gaya dalam serta membandingkan waktu getar struktur. Karena dalam analisis ini perilaku struktur yang ditinjau hanya simpangan struktur.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Agarwal, P., & Shrikhande, M. (2006). *Earthquake Resistance Design of Structure*. New Delhi: Prentice-Hall, of India Limited.
- American Society of Civil Engineers. (2006). *Minimum Design Loads for Buildings and Other Structures*. Reston: ASCE.
- American Society of Civil Engineers. (2000). *Prestandard and Commentary for The Seismic Rehabilitation of Buildings (FEMA 356)*. Washington D.C.: FEMA.
- Asteris, P. G. (2008). *Finite Element Micro-Modelling of Infilled Frames*. *Electronic Journal of Civil Engineering*.
- ATC-58 Structural Performance Products Team. (2004). *Engineering Demand Parameters for Structural Framing Systems (ATC-58)*. Redwood City: ATC.
- Badan Standardisasi Nasional. (2012). *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung (SNI 1726:2012)*. Jakarta: BSN.
- Badan Standarisasi Nasional. (2013). *Beban Minimum untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur lain (SNI 1727:2013)*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Bell, D. K., & Davidson, B. J. (2001). *Evaluation of Earthquake Risk Building with Masonry Infill Panels*. *NZSEE 2001 Conference*. Auckland.
- Building Seismic Safety Council. (1997). *NEHRP Guidelines for The Seismic Rehabilitation of Buildings (FEMA 273)*. Washington D.C.: FEMA.
- Buonopane, S. G., & White, R. N. (1999). *Pseudodynamic Testing of masonry Infilled Reinforced Concrete Frame*. *Jurnal of Structural engineering* 125 (6), 578-589, 1999.
- California Seismic Safety Commission. (1996). *Seismic Evaluation and Retrofit of Concrete Buildings (ATC-40)*. Redwood City: ATC.
- Computers and Structures, Inc. (2011). *Automated Lateral Loads Manual*. Berkeley: CSI, Inc.
- Darma Giri, I. B. (2016). *Perilaku dan Kinerja Struktur Rangka Baja dengan Dinding Pengisi dan Tanpa Dinding Pengisi*. Denpasar: Universitas Udayana.
- Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah. (2002). *Standar Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung (SNI 03-1726-2002)*. Bandung: Puskim.
- Dewobroto, W. (2005). *Analisa Inelastis Portal - Dinding Pengisi dengan "Equivalent Diagonal Strut"*. *Jurnal Teknik Sipil ITB*. 83
- Dewobroto, W. (2005). *Evaluasi Kinerja Struktur Baja Tahan Gempa dengan Analisa Pushover*. *Civil Engineering National Conference, 17-18 Juni 2005*. Semarang: Unika Soegijapranata.
- Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan. (1983). *Peraturan Pembebanan Indonesia untuk Gedung 1983*. Bandung: Yayasan Lembaga Penyelidikan Masalah Bangunan.
- Ikhsansaleh, D. (2010, December 10). *Review Kegagalan Struktur Beton Akibat Gempa*. Console Talk FT UI: Terbaik 1. Jakarta, DKI Jakarta, Indonesia: Teknika FT UI.
- International Code Council. (2006). *International Building Code 2006*. U.S.A.: ICC, Inc

- Murty, C., Brzev, S., Faison, H., Comartin, C. D., & Irfanoglu, A. (2006). *Perilaku Bangunan Struktur Rangka Beton Bertulang dengan Dinding Pengisi dari Bata Terhadap Gempa*. Oakland: EERI.
- Smith, B. S., & Coull, A. (1991). *Tall Building Structures: Analysis and Design*. John Wiley & Son, Inc.
- Sukrawa, M., & Suastika, N. (2013). *Design Aspect of Including Infill Wall in Reinforced Concrete Frame Design. The 4th International Conference of EACEF, June, 26-28 2013*. Singapore: National University of Singapore.
- Tjahjanto, H. H., & Imran, I. (2009). *Kajian Performance Struktur Portal Beton Bertulang dengan Dinding Pengisi. Seminar dan Pameran HAKI*. HAKI.
- Tubuh, I. K. (2014). *Analisis Perilaku dan Kinerja Struktur Rangka Dinding Pengisi dengan Variasi Penempatan Dinding Pada Lantai Dasar*. Denpasar: Universitas Udayana.
- Utomo, C., Susanto, R. I., Tujono, S., & Wibowo, H. (2012). *Evaluasi Struktur dengan Pushover Analysis pada Gedung Kalibata Residences Jakarta*. Jurnal Karya Teknik Sipil .
- Vaseva, E. (2009). *Seismic Analysis of Infilled R/C Frame with Implementation of A Masonry Panel Models. 11th National Congress on Theoretical and Applied Mechanism*. Borovets
- Wibowo, Purwanto, E., & Yanto, D. (2010). *Menentukan Level Kinerja Struktur Beton Bertulang Pasca Gempa*. Media Teknik Sipil , 49-54.
- Wiranata, I. M. (2015). *Analisis Sistem Dinding Bata Sebagai Strut Dengan Sistem Open Frame*. Denpasar: Universitas Warmadewa.



# ANALISIS KINERJA RUAS JALAN AKIBAT ADANYA GERAKAN PUTAR BALIK PADA BUKAAN MEDIAN JALAN NASIONAL DENPASAR

Yuda Pratama Artha<sup>1</sup>, Ida Bagus Wirahaji<sup>2</sup> dan Md Adi Widiatmika<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Program Studi Teknik Sipil FT UNHI

e-mail: [agusyuda988@gmail.com](mailto:agusyuda988@gmail.com); [ib.wirahaji@gmail.com](mailto:ib.wirahaji@gmail.com); dan [adi.widiatmika@gmail.com](mailto:adi.widiatmika@gmail.com)

## ABSTRAK

Kelancaran dan ketepatan waktu dipengaruhi oleh ada tidaknya hambatan-hambatan yang ditentukan pada saat melakukan perjalanan. Kendaraan yang berbelok, baik ke kiri maupun ke kanan, umumnya akan mengurangi kecepatannya sehingga menghambat laju kecepatan kendaraan di belakangnya. Kendaraan yang berbelok ke kanan (*right turn*) tidak hanya mengurangi kecepatannya, bahkan sampai berhenti menunggu kendaraan di lajur kanan agar dapat lewat (*crossing*). Kendaraan yang melakukan gerakan putar balik arah ini difasilitasi dengan bukaan median. Tujuan dari penelitian ini yaitu menganalisis kinerja jalan akibat pengaruh gerakan putar balik pada bukaan median di ruas jalan By Pass Ngurah Rai.

Penelitian ini menggunakan metode MKJI 1997, lokasi yang diteliti adalah ruas jalan By Pass I Gusti Ngurah Rai pada Simpang Tirta Nadi – Simpang Pemelisan Km 7 dari Kota Denpasar. Pelaksanaan survei dilakukan selama 6 hari, dengan pengamatan dilakukan selama 13 jam. Dari jam 06.00 – 19.00 Wita. Dalam pengamatan, parameter yang dicari adalah volume lalu lintas, kecepatan tempuh dan hambatan samping.

Berdasarkan hasil analisis data yang dilakukan, bahwa kinerja ruas jalan By Pass Ngurah Rai arah Denpasar-Nusa Dua dengan adanya fasilitas putar balik diperoleh: Volume lalu lintas tanpa gerakan putar balik 2.120 smp/jam, dengan adanya gerakan putar balik volume berkurang 1,8% menjadi 2080 smp/jam; Kapasitas Ruas semula 1,519 smp/jam berkurang sebesar 3,2% menjadi 1,471 smp/jam; Derajat Kejenuhan bertambah 7,9% dari 1,52% menjadi 1,64%; Kecepatan Tempuh menjadi menurun 3,8% dari 46,8 km/jam menjadi 45,0 km/jam. Tingkat Pelayanan menjadi menurun akan tetapi masih termasuk dalam kategori F. Untuk mengurangi pengaruh gerakan putar balik terhadap menurunnya kinerja jalan, sebaiknya dibuat fasilitas tambahan lajur khusus untuk kendaraan yang melakukan gerakan putar balik.

**Kata Kunci: Putar Balik, Bukaan Median, Kinerja Ruas Jalan, MKJI 1997**

## 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Jalan sebagai salah satu prasarana transportasi darat mempunyai fungsi dasar, yaitu memberikan pelayanan yang optimum pada arus lalu lintas sesuai dengan kebijaksanaan yang digariskan pada Sistem Transportasi Nasional (Sistranas), yang tertuang dalam Keputusan Menteri Perhubungan, No. KM 49 Tahun 2005. Pelayanan optimum terhadap arus lalu lintas yang dimaksud di atas antara lain adalah lancar dan cepat. Lancar dan cepat dalam arti terwujudnya ketepatan waktu sesuai dengan waktu yang direncanakan oleh

pelaku transportasi dan sampai di tempat tujuan dalam kondisi selamat (Kepmen, 2005)

Beberapa faktor yang menyebabkan sulit terwujudnya kelancaran dan ketepatan waktu dalam berlalu lintas antara lain pertumbuhan penduduk yang meningkat pesat berdampak pada perubahan tata guna lahan, yaitu terbangunnya pemukiman-pemukiman dan pusat-pusat kegiatan lainnya yang menyebabkan meningkatnya bangkitan perjalanan. Demi keamanan dan kelancaran dibuat median pada ruas jalan untuk membatasi arah arus yang berlawanan arah. Akan tetapi, ada pihak yang

berkeberatan khususnya pemilik usaha dan masyarakat sekitar karena membatasi akses pelanggan maupun pengguna jalan lainnya. Untuk mengakomodasi hal tersebut maka dibuatkan bukaan pada median jalan agar pengguna jalan dapat melakukan putar balik arah pada daerah median jalan (Gumilar, 2010)

Penelitian mengenai pengaruh putar balik terhadap karakteristik arus lalu lintas telah dilakukan oleh peneliti-peneliti sebelumnya, yang lebih banyak meneliti pada U-Turn. Purba dan Harianto (2012), meneliti pengaruh gerak putar balik pada bukaan median terhadap karakteristik arus lalu lintas di Ruas Jalan Kota Sisingamangaraja Medan, dengan tipe jalan 6/2D. Dharmawan dan Oktariana (2013), mengkaji putar balik (*U-Turn*) terhadap kemacetan ruas jalan di perkotaan dengan mengambil studi kasus di ruas jalan Teuku Umar dan Jalan ZA. Pagar Alam Kota Bandar Lampung. Martadinata (2014), meneliti pengaruh *U-Turn* terhadap kinerja arus lalu lintas ruas Jalan Raden Eddy Martadinata Kota Samarinda. Ariwinata (2015), menganalisis bukaan median pada ruas jalan dibangun untuk melayani gerakan balik arah (*U-Turn*) bagi kendaraan yang akan berputar arah.

Penelitian di atas dilakukan terhadap lokasi bukaan median yang tidak menyediakan lajur untuk berputar arah, sehingga menghambat kendaraan di belakang saat kendaraan di depannya melakukan gerakan putar balik arah. Penelitian ini mengambil lokasi studi kasus pada bukaan median Jalan Arteri Nasional I Gusti Ngurah Rai, sebelah timur Rumah Sakit Bali Mandara. Lokasi ini dipakai sebagai objek kajian karena arus lalu lintas pada jalur ini melambat bahkan sering menyebabkan kemacetan karena adanya kendaraan yang melakukan gerakan putar balik arah (*U-Turn*).

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka dapat ditarik rumusan permasalahan sebagai berikut:

1. Bagaimanakah kinerja ruas jalan I Gst Ngurah Rai tanpa adanya gerakan putar balik pada bukaan mediannya?
2. Bagaimanakah kinerja ruas jalan I Gst Ngurah Rai dengan adanya gerakan putar balik pada bukaan mediannya?

## 1.3 Tujuan Penelitian:

Adapun tujuan yang hendak dicapai dalam penelitian gerakan putar balik pada bukaan median jalan adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui kinerja ruas jalan I Gst Ngurah Rai tanpa adanya gerakan putar balik pada bukaan mediannya.
2. Untuk mengetahui kinerja ruas jalan I Gst Ngurah Rai dengan adanya gerakan putar balik pada bukaan mediannya.

## 1.4 Batasan Penelitian

Penelitian ini dibatasi untuk mencegah adanya pembahasan di luar topik. Adapun batasan penelitiannya sebagai berikut:

1. Ruas Jalan yang diteliti adalah Jl. Bypass Ngurah Rai, KM 7 dari Kota Denpasar.
2. Jalur yang diteliti adalah arah Denpasar-Nusa Dua.
3. Metode analisis yang digunakan adalah metode MKJI 1997
4. Metode pengumpulan data dengan cara manual.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Klasifikasi Fungsi Jalan

Jalan dapat diklasifikasikan berdasarkan fungsinya sebagai berikut (UU\_No.\_38, 2004):

1. Jalan Arteri, merupakan jalan umum yang berfungsi melayani angkutan utama dengan ciri pekerjaan jarak jauh, kecepatan rata-rata tinggi, dan jumlah jalan masuk (akses) dibatasi secara berdaya guna.
2. Jalan Kolektor, merupakan jalan umum yang berfungsi melayani angkutan pengumpul atau oembagi dengan ciri perjalanan jarak sedang, kecepatan rata-rata sedang, dan jumlah jalan masuk dibatasi.

3. Jalan lokal, merupakan jalan umum yang berfungsi melayani angkutan setempat dengan ciri perjalanan jarak dekat, kecepatan rata-rata rendah, dan jumlah jalan masuk dibatasi.
4. Jalan lingkungan, merupakan jalan umum yang berfungsi melayani angkutan lingkungan dengan ciri perjalanan jarak dekat, kecepatan rata-rata rendah.

## 2.2 Karakteristik Jalan

Karakteristik suatu jalan akan mempengaruhi kinerja suatu ruas jalan. Menurut Rachman (2007), karakteristik jalan terdiri dari:

1. Geometrik Jalan, didefinisikan sebagai suatu bangun jalan raya yang menggambarkan tentang bentuk/ukuran jalan raya, seperti penampang melintang, memanjang, dan lain sebagainya yang terkait dengan bentuk fisik jalan.
2. Komposisi arus dan pemisahan arah, dimana volume lalu lintas dipengaruhi komposisi arus lalu lintas. Setiap kendaraan yang ada harus dikonversikan menjadi suatu kendaraan standar.
3. Perilaku pengemudi dan populasi kendaraan. Manusia sebagai pengemudi kendaraan merupakan bagian dari arus lalu lintas yaitu sebagai pemakai jalan. Faktor psikologi, fisik pengemudi sangat berpengaruh dalam menghadapi situasi arus lalu lintas.

## 2.3 Klasifikasi Kendaraan

Jenis kendaraan dibagi menjadi 3 golongan sebagai berikut (MKJI, 1997):

1. Kendaraan Ringan/Light Vehicle (LV), yaitu kendaraan bermotor beroda empat, dengan dua gandar berjarak 2,0-3,0 m. Termasuk kendaraan penumpang, oplet, mikrobus, angkot, pickup dan truk kecil.
2. Kendaraan Berat/*Heavy Vehicle* (HV), yaitu kendaraan bermotor dengan jarak as lebih dari 3,5 m, biasanya beroda lebih dari empat. Meliputi: bus, truk 2 as, truk 3 as, dan truk kombinasi sesuai sistem klasifikasi Bina Marga.
3. Sepeda Motor/*Motor Cycle* (MC), yaitu kendaraan bermotor dengan dua atau tiga

roda. Termasuk sepeda motor, kendaraan roda tiga sesuai sistem klasifikasi Bina Marga.

4. Kendaraan tak bermotor/*Unmotorized* (UM), yaitu kendaraan bertenaga manusia atau hewan di atas roda. Meliputi sepeda, becak, kereta kuda, dan kereta dorong sesuai sistem klasifikasi Bina Marga.

## 2.4 Median Jalan

Median jalan atau pemisah tengah didefinisikan sebagai suatu jalur bagian jalan yang terletak di tengah, tidak digunakan untuk lalu lintas kendaraan dan berfungsi memisahkan arus lalu lintas yang berlawanan arah serta mengurangi daerah konflik bagi kendaraan yang akan berbelok sehingga dapat meningkatkan keamanan dan kelancaran lalu lintas di jalan tersebut (Dir\_Pembinaan\_Jalan\_Kota, 1990).

Adapun fungsi, maksud dan tujuan dibuatnya fasilitas dari bukaan median pada ruas jalan adalah:

1. Mengoptimalkan akses setempat dan memperkecil gerakan kendaraan yang melakukan putar balik oleh penyediaan bukaan-bukaan median dengan jarak relatif dekat.
2. Memperkecil gangguan terhadap arus lalu lintas menerus dengan membuat jarak yang cukup panjang di antara bukaan median.

## 3. METODE PENELITIAN

### 3.1 Tahapan Gerakan Putar Balik Kendaraan

Gerakan putar balik kendaraan terdiri dari beberapa tahapan pergerakan yang mempengaruhi kondisi lalu lintas, yaitu (Dharmawan dan Oktariana, 2013):

1. Tahap pertama, kendaraan yang melakukan gerakan putar balik akan mengurangi kecepatannya dan akan berada pada posisi paling kanan.
2. Tahap kedua, saat kendaraan melakukan gerakan putar menuju ke jalur lawan, akan dipengaruhi oleh jenis kendaraan (kemampuan manuver dan radius putar).

Manuver kendaraan dipengaruhi lebar median dan gangguan pada ke dua arah.

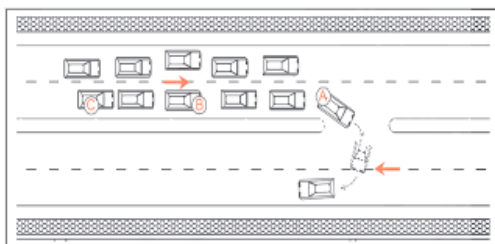
3. Tahap ketiga, adalah gerakan balik arah kendaraan, sehingga perlu diperhatikan kondisi arus lalu lintas arah berlawanan. Terjadi interaksi antara kendaraan balik arah dan kendaraan gerakan lurus pada arah yang berlawanan, dan penyatuan (konflik merger) dengan arus lawan arah untuk memasuki lajur yang sama.

#### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

##### 4.1 Tipe Operasional Putar Balik

Kendaraan yang melakukan gerakan putar balik akan mengurangi kecepatan dan memberikan tanda berbelok. Dua situasi yang muncul pada jalur yang memiliki fasilitas bukaan median adalah sebagai berikut (Purba dan Dwi, 2010):

1. Jika kendaraan yang melakukan gerakan putar balik adalah kendaraan yang pertama atau berada di tengah-tengah suatu kumpulan kendaraan yang beriringan, maka gerakan putar balik memberikan pengaruh yang berarti terhadap kendaraan lain, khususnya bagi kendaraan pada lajur cepat. Gambar 1 memperlihatkan kendaraan yang melakukan gerakan putar balik berada di depan.
2. Jika kendaraan yang melakukan gerakan putar balik adalah kendaraan yang berada di posisi akhir suatu kumpulan kendaraan yang beriringan, maka gerakan putar balik tidak mempunyai pengaruh terhadap kendaraan yang didepan.

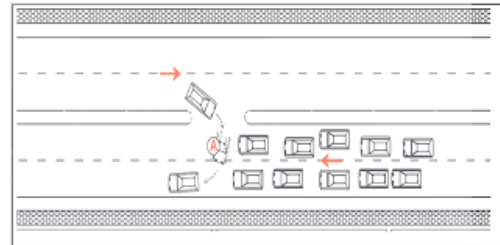


Gambar 1 Situasi operasional U-Turn pada Arus Lalu Lintas Searah  
Sumber: Purba dan Dwi (2010)

Berikut dua tipe situasi yang muncul pada arus lalu lintas berlawanan arah karena

gerakan *U-Turn*, yaitu (Purba dan Dwi, 2010):

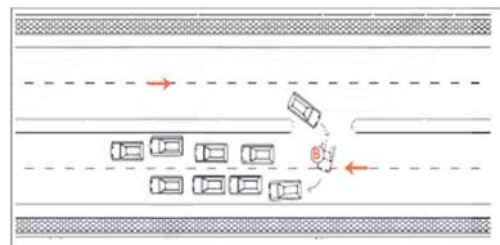
1. Jika kendaraan yang melakukan *U-Turn* di depan suatu iringan kendaraan pada arus yang berlawanan, akan memberikan pengaruh yang besar pada operasi dari arus tersebut, seperti diperlihatkan pada Gambar 2.



Gambar 2 Kendaraan Putar Balik berada di depan iring-iringan kendaraan pada lawan arah

Sumber: Purba dan Dwi (2010)

2. Jika kendaraan yang melakukan *U-Turn* setelah iringan kendaraan pada arus yang berlawanan, tidak memberikan pengaruh yang berarti pada arus yang berlawanan, seperti diperlihatkan pada Gambar 3.



Gambar 3 Kendaraan Putar Balik berada di belakang iring-iringan kendaraan pada lawan arah

Sumber: Purba dan Dwi (2010)

##### 4.2 Volume Lalu Lintas Pada Bukaan Median

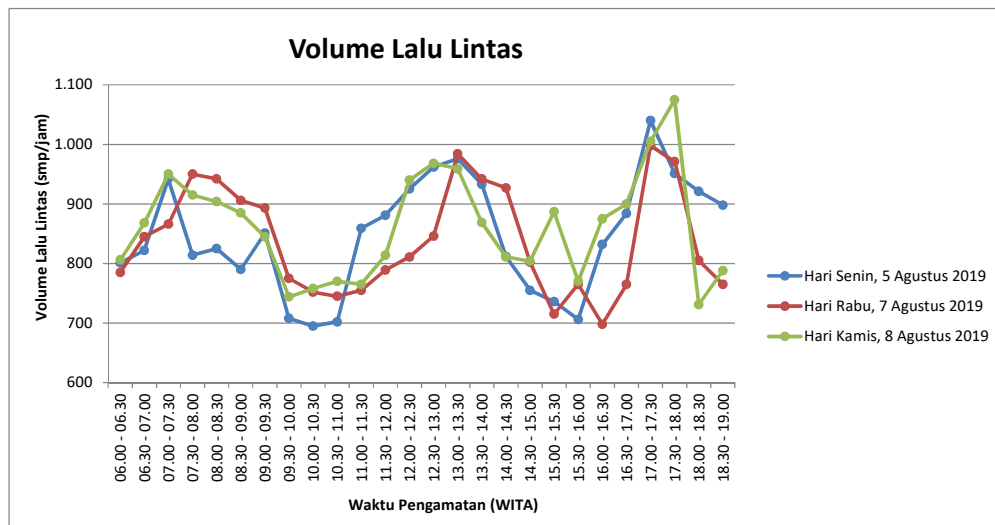
Pengumpulan data di lapangan dilakukan pada pk 06.00 – 19.00 Wita, pada hari Senin, 5 Agustus 2019, Rabu 7 Agustus 2019 dan Kamis 8 Agustus 2019. Volume jam puncak rata-rata pada segmen jalan By Pass Ngurah Rai terjadi pk 17.00-18.00 dan didapatkan volume sebesar 2080 smp/jam. Tabel 1 dan Gambar 4 memperlihatkan

volume lalu lintas dengan bukaan median  
Arah Denpasar-Nusa Dua

Tabel 1 Volume Lalu Lintas dengan bukaan median Arah Denpasar-Nusa Dua

No	Waktu	Volume Lalu Lintas (smp/jam)		
	Pengamatan	Senin, 5.8.2019	Rabu, 7.8.2019	Kamis, 7.8.2019
1	06.00 - 06.30	801	785	806
2	06.30 - 07.00	822	845	868
3	07.00 - 07.30	942	866	950
4	07.30 - 08.00	814	950	915
5	08.00 - 08.30	825	942	904
6	08.30 - 09.00	790	906	885
7	09.00 - 09.30	851	893	845
8	09.30 - 10.00	708	775	744
9	10.00 - 10.30	695	752	758
10	10.30 - 11.00	702	745	770
11	11.00 - 11.30	859	755	765
12	11.30 - 12.00	881	789	814
13	12.00 - 12.30	925	811	940
14	12.30 - 13.00	962	846	968
15	13.00 - 13.30	976	984	959
16	13.30 - 14.00	933	942	869
17	14.00 - 14.30	812	927	811
18	14.30 - 15.00	755	802	804
19	15.00 - 15.30	736	715	887
20	15.30 - 16.00	706	765	770
21	16.00 - 16.30	832	698	875
22	16.30 - 17.00	884	765	900
23	17.00 - 17.30	1.040	998	1.005
24	17.30 - 18.00	951	971	1.075
25	18.00 - 18.30	921	805	731
26	18.30 - 19.00	898	765	788

Sumber: Hasil Analisis (2019)



Gambar 4 Grafik Volume Lalu Lintas Arah Denpasar-Nusa Dua Dengan Buka Media Sumber: Hasil Analisis (2019)

#### 4.3 Volume Lalu Lintas Tanpa Buka Median

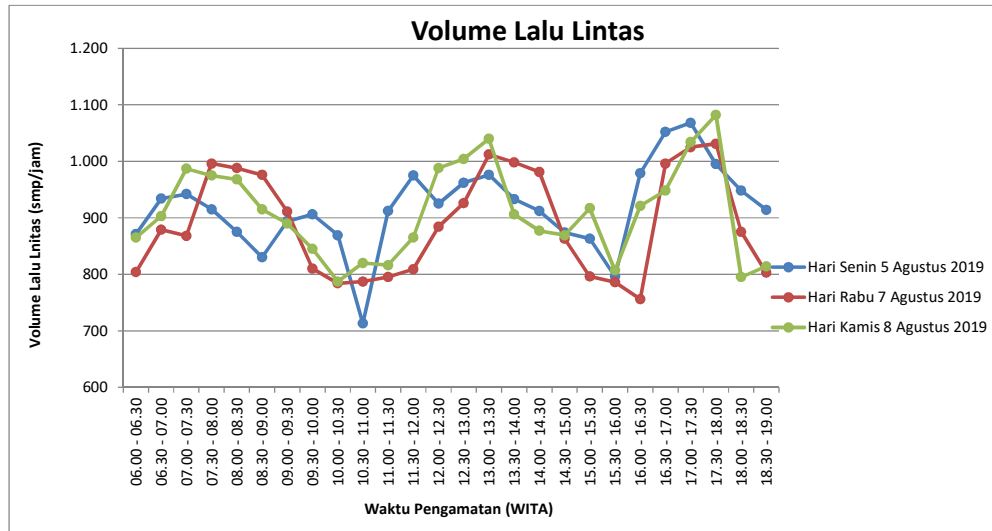
Pengumpulan data di lapangan dilakukan pada waktu yang sama, yaitu pk 06.00 – 19.00 Wita, pada hari Senin, 5 Agustus 2019, Rabu 7 Agustus 2019 dan Kamis 8 Agustus 2019. Volume jam puncak rata-rata pada segmen jalan By Pass Ngurah Rai terjadi pk 16.30-17.30 dan didapatkan volume sebesar 2.120 smp/jam. Tabel 2 dan Gambar 5 memperlihatkan volume lalu lintas dengan buka median Arah Denpasar-Nusa Dua.

Tabel 2 Volume Lalu Lintas tanpa buka median Arah Denpasar-Nusa Dua

No	Waktu Pengamatan	Volume Lalu Lintas (smp/jam)		
		Senin, 5.8.2019	Rabu, 7.8.2019	Kamis, 7.8.2019
1	06.00 - 06.30	871	804	865
2	06.30 - 07.00	934	879	903
3	07.00 - 07.30	942	868	987
4	07.30 - 08.00	915	996	975
5	08.00 - 08.30	875	988	968
6	08.30 - 09.00	830	976	915
7	09.00 - 09.30	894	911	890
8	09.30 - 10.00	906	810	845
9	10.00 - 10.30	869	784	787
10	10.30 - 11.00	713	787	820
11	11.00 - 11.30	912	795	816
12	11.30 - 12.00	975	809	865
13	12.00 - 12.30	925	884	988
14	12.30 - 13.00	962	926	1.004
15	13.00 - 13.30	976	1.012	1.040
16	13.30 - 14.00	933	998	906
17	14.00 - 14.30	912	981	877
18	14.30 - 15.00	874	863	869
19	15.00 - 15.30	863	796	917
20	15.30 - 16.00	796	786	807

21	16.00 - 16.30	979	756	921
22	16.30 - 17.00	1.052	996	948
23	17.00 - 17.30	1.068	1.025	1.034
24	17.30 - 18.00	995	1.031	1.082
25	18.00 - 18.30	948	875	795
26	18.30 - 19.00	914	803	814

Sumber: Hasil Analisis (2019)



Gambar 5 Grafik Volume Lalu Lintas Arah Denpasar-Nusa Dua Tanpa Buka Median  
Sumber: Hasil Analisis (2019)

#### 4.4 Perbandingan Kinerja Ruas Jalan

Setelah dilakukan perhitungan parameter kinerja jalan, selanjutnya disajikan Tabel 3, untuk mengetahui pengaruh adanya bukaan median – yang memungkinkan adanya gerakan putar balik – terhadap kinerja jalan.

Tabel 3 Perbandingan Kinerja jalan dengan dan tanpa adanya gerakan Putar Balik Arah Denpasar-Nusa Dua.

No	Kinerja Ruas Jalan	Satuan	Tanpa Putar Balik	Adanya Putar Balik	Prosentase (%)
1	Volume Lalu Lintas	smp/jam	2.120	2.080	1,8
2	Kapasitas	smp/jam	1.519	1.471	3,2
3	Derajat Kejenuhan	%	1,52	1,64	7,9
4	Kecepatan Tempuh	m/dt	46,8	45,0	3,8
5	Tingkat Pelayanan	-	F	F	0

Sumber: Hasil Analisis (2019)

## 5. SIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Simpulan

Dari pembahasan di atas dapat ditarik beberapa kesimpulan, sebagai berikut:

1. Volume lalu lintas tanpa adanya bukaan median lebih besar dan berkurang

dengan adanya gerakan putar balik akibat adanya bukaan median.

2. Kapasitas ruas jalan menjadi menurun dengan adanya gerakan putar balik akibat adanya bukaan median.

3. Derajat Kejenuhan bertambah dengan adanya gerakan putar balik pada bukaan median.
4. Kecepatan tempuh menjadi berkurang dengan adanya gerakan putar balik.
5. Tingkat Pelayanan Jalan mengalami penurunan tapi masih termasuk dalam kategori F

## 5.2 Saran:

Berdasarkan pembahasan di atas, maka beberapa hal yang dapat diberikan rekomendasi adalah sebagai berikut:

1. Sebaiknya dibangun fasilitas tambahan satu lajur khusus untuk kendaraan yang akan melakukan gerakan putar balik, sehingga tidak mengganggu kendaraan di belakangnya yang akan melakukan gerakan lurus.
2. Petugas kepolisian dalam hal ini Polantas agar disiagakan terutama pada jam-jam puncak yaitu pada sore hari antara Pk 16.30 – 18.30 Wita.
3. Mencegah adanya hambatan samping yang dapat mengurangi kapasitas ruas jalan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ariwinata. 2015. "Bukaan Median Pada Ruas Jalan Dibangun Untuk Melayani Gerak Balik Arah (U-Turn) Bagi Kendaraan Yang Akan Berputar Arah." *Jurnal Teknik Sipil*.
- Dharmawan, W.I., dan Oktariana, D. 2013. "Kajian Putar Balik (U-Turn) Terhadap Kemacetan Ruas jalan di Perkotaan (Studi Kasus: Ruas Jalan Teuku Umar dan Jalan ZA. Pagar Alam Kota bandar Lampung." *Jurnal Konferensi Nasional Teknik Sipil 7 (KoNTekS 7)* Vol. 7:189-197.
- Dir\_Pembinaan\_Jalan\_Kota. 1990. *Tata Cara Perencanaan Pemisah*. Jakarta Direktorat Jenderal Bina Marga.
- Gumilar, R.D. 2010. "Evaluasi U-Turn Ruas jalan Arteri Supadio Kabupaten Kubu Raya." *Jurnl Teknik Sipil P0ntianak*.
- Kepmen. 2005. *Sistem Transportasi Nasional*. Jakarta: Departemen Perhubungan.

- Martadinata, L.A. 2014. *Pengaruh U-Turn (Putar Balik Arah) Terhadap Kinerja Arus Lalu Lintas Ruas jalan Raden Eddy Martadinata Kota Samrinda*. Samarinda: Untag 1945.
- MKJI. 1997. "Manual Kapasitas Jalan Indonesia."
- Purba, E.A., dan Dwi, R. 2010. *Analisis Pengaruh Kendaraan Memutar Arah Terhadap Tundaan dan Antrian Kendaraan pada Jalan Semarang-Kendal Km. 8 (Depan Makam Belanda), Jurnal Teknik Sipil*. Yogyakarta: Jurusan Teknik Sipil dan Lingkungan, FT Undip.
- Purba, E.A., dan Harianto, J. 2012. *Pengaruh Gerak U-Turn Pada bukaan Median Terhadap Karakteristik Arus LaluLintas di Ruas Jalan Kota (Studi Kasus: Jl. Sisi ngamangaraja Medan)*. Medan: USU.
- Rachman, I. 2007. "Evaluasi Kinerja Jalan Jenderal Ahmad Yani depan Pasar Kosambi Bandung." *Jurnal Teknik Sipil ITB* Vol. 3, No. 1.
- UU\_No.\_38. 2004. "Tentang Jalan."



---

**PEDOMAN PENULISAN DAN PENGIRIMAN NASKAH  
JURNAL WIDYA TEKNIK**

1. Naskah berupa hasil penelitian atau kajian pustaka yang belum pernah dipublikasikan sebelumnya.
2. Naskah ditulis dalam bahasa Indonesia atau bahasa Inggris sesuai kaidah penulisan ilmiah.
3. Tata cara penulisan:
  - a. Sistematika penulisan: judul, Nama penulis dan Afiliasi, abstrak, latar belakang, tujuan penelitian, batasan penelitian, metodologi, analisis, simpulan, saran, daftar pustaka dan ucapan terimakasih.
  - b. Format naskah:
    - Naskah diketik 1,0 spasi dengan huruf Times New Roman ukuran 10 pt.
    - Margin yang digunakan 2,5 untuk semua margin. Setiap awal paragraf mundur 7 digit. Jumlah halaman maks 12 halaman termasuk daftar pustaka, tabel, gambar dan lain sebagainya.
    - Judul naskah maksimal 14 kata. Nama penulis tanpa gelar dan afiliasi ditulis.
    - Abstrak maksimal 200 kata dilengkapi dengan kata kunci diketik 1 spasi, maksimal 10 kata.
    - Penulisan persamaan harus mencantumkan nomor urut di batasan persamaan.
    - Gambar (foto, grafik, diagram, ilustrasi) dan tabel dicetak hitam putih dan dalam format digital yang tergabung dalam naskah.
4. Isi tulisan di luar tanggung jawab redaksi. Segala hal yang menyangkut perijinan pengutipan, penggunaan yang ditimbulkan software komputer, keaslian naskah dan hal lain yang terkait dengan kehakmilikan dan konsekuensi hukum yang ditimbulkan menjadi tanggungjawab penulis.
5. Penyunting berhak mengedit redaksional tanpa mengubah arti. Tim Redaksi akan memutuskan naskah yang akan diterbitkan setelah melalui suatu penilaian Tim Penyunting Ahli.
6. Tim redaksi berwenang menerima atau menolak naskah yang diajukan maupun meminta penulis memperbaiki naskahnya. Penulis dapat memberikan tambahan atas komentar/saran penyunting melalui Tim Redaksi
7. Naskah yang dimuat diberikan nomor bukti pemuatan. Tambahan copy atau cetak lepas yang diminta harus dibayar dengan harga khusus.
8. Jurnal Widya Teknik terbit dua kali dalam setahun yaitu pada bulan April dan Oktober. Naskah sudah diterima redaksi paling lambat 2 (dua) bulan sebelum penerbitan.
9. Naskah yang dikirimkan berupa cetakan di atas kertas HVS ukuran A4 dan soft copy dalam media CD-R atau melalui e-mail.
10. Naskah dapat dikirim ke alamat redaksi: Fakultas Teknik Unhi Denpasar, Jl. Sangalangit, Penatih, Tembau, Denpasar. Email: [teknik.unhi@gmail](mailto:teknik.unhi@gmail.com) atau [teknik@unhi.ac.id](mailto:teknik@unhi.ac.id).

**Amretham tu widya**



**Fakultas Teknik - Unhi**  
**Jl. Sangalangit, Tembawu, Denpasar - Bali**  
**Telp. (0361) 464700, 464800**  
**www.unhi.ac.id**  
**email : teknik@unhi.ac.id**

