

# JURNAL TEKNIK SIPIL

**Studi Potensi Lokasi Rawan Kecelakaan *Busway* Transjakarta  
Di Koridor 10**

( *Budi Hartanto Susilo, Firman* )

**Perbandingan Peningkatan Kuat Tekan Dengan Kuat Lentur  
Pada Berbagai Umur Beton**

( *Arusmalem Ginting* )

**Pengaruh Kecepatan Pengujian Terhadap Hasil Uji Tarik Pelat Baja**

( *Y. Djoko Setiyarto* )

**Sistem Informasi Penjadwalan dan Pengendalian Biaya Proyek  
Konstruksi**

( *Maksum Tanubrata, Marco Dirgahadi Lukman* )

**Perangkat Lunak Untuk Analisis dan Desain Kolom Langsing**

( *Verena Bernadetta C.N., Yosafat Aji Pranata* )

J. Tek.Sipil	Vol. 7	No. 2	Hlm.98-192	Bandung, Oktober 2011	ISSN 1411-9331
--------------	--------	-------	------------	-----------------------------	-------------------



# JURNAL TEKNIK SIPIL

## FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS KRISTEN MARANATHA

**Jurnal Teknik Sipil** adalah jurnal ilmiah jurusan teknik sipil Universitas Kristen Maranatha yang diterbitkan 2 kali setahun pada bulan April dan Oktober. Pertama kali terbit bulan Oktober 2003. Tujuan penerbitan adalah sebagai wadah komunikasi ilmiah dan juga penyebarluasan hasil penelitian, studi literatur dalam bidang teknik sipil atau ilmu terkait. Bila pernah dipresentasikan pada seminar agar diberi keterangan lengkap.

<b>Pelindung</b>	: Rektor Universitas Kristen Maranatha
<b>Penanggung Jawab</b>	: Dekan Fakultas Teknik Universitas Kristen Maranatha
<b>Pemimpin Redaksi</b>	: Ir. Maksum Tanubrata, MT.
<b>Ketua Dewan Penyunting</b>	: Dr. Yosafat Aji Pranata, ST., MT.
<b>Penyunting Pelaksana</b>	: Dr. Ir. Budi Hartanto Susilo, M.Sc. Anang Kristianto, ST., MT. Ir. Herianto Wibowo, M.Sc. Ir. Maria Christine, M.Sc. Hanny Juliany Dani, ST., MT.
<b>Desain Visual dan Editor</b>	: Aldrin Boy Rahardjo
<b>Sekretariat dan Sirkulasi</b>	: Dra. Dorliana
<b>Alamat Redaksi</b>	: Sekretariat Jurnal Teknik Sipil Jurusan Teknik Sipil, Universitas Kristen Maranatha Jl. Prof. drg. Suria Sumantri MPH. No. 65 Bandung 40164 Tel. 022 - 2012186 ext. 212 Fax. 022 - 2017622
<b>E-mail</b>	: jurnal_ts@eng.maranatha.edu
<b>Penerbit</b>	: Jurusan Teknik Sipil, Universitas Kristen Maranatha Jl. Prof. drg. Suria Sumantri MPH. No. 65 Bandung 40164



# JURNAL TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS KRISTEN MARANATHA

## DAFTAR ISI :

<b>Studi Potensi Lokasi Rawan Kecelakaan <i>Busway</i> Transjakarta Di Koridor 10</b> ( <i>Budi Hartanto Susilo, Firman</i> )	<b>98-109</b>
<b>Perbandingan Peningkatan Kuat Tekan Dengan Kuat Lentur Pada Berbagai Umur Beton</b> ( <i>Arusmalem Ginting</i> )	<b>110-125</b>
<b>Pengaruh Kecepatan Pengujian Terhadap Hasil Uji Tarik Pelat Baja</b> ( <i>Y. Djoko Setiyarto</i> )	<b>126-145</b>
<b>Sistem Informasi Penjadwalan dan Pengendalian Biaya Proyek Konstruksi</b> ( <i>Maksum Tanubrata, Marco Dirgahadi Lukman</i> )	<b>146-159</b>
<b>Perangkat Lunak Untuk Analisis dan Desain Kolom Langsing</b> ( <i>Verena Bernadetta C.N., Yosafat Aji Pranata</i> )	<b>160-191</b>

# STUDI POTENSI LOKASI RAWAN KECELAKAAN BUSWAY TRANSJAKARTA DI KORIDOR 10

**Budi Hartanto Susilo<sup>1</sup>, Firman<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Dosen Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Kristen Maranatha

<sup>2</sup>Mahasiswa Magister Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Lingkungan, Institut Teknologi Bandung

## ABSTRAK

Sejak 15 Januari 2004 Pemerintah Propinsi DKI Jakarta resmi mulai mengoperasikan sistem angkutan masal baru "TransJakarta" di kota metropolitan Jakarta dengan Koridor-1 yang telah selesai dibangun pada Tahap-I. Keseluruhan rencana meliputi 15 koridor *Busway* yang dibangun secara bertahap. Khusus pada koridor 10 kondisinya bertambah rumit karena banyaknya akses pintu masuk dan keluar tol. Hasil inspeksi keselamatan jalan ditemukan ada beberapa kendala yang dapat menyebabkan kecelakaan lalu lintas di sepanjang koridor 10. Beberapa hal yang perlu diperhatikan mengenai kecelakaan lalu lintas jalan di koridor 10 adalah akses pintu tol Tanjung Priok. Banyaknya kendaraan berat yang melewati lokasi tersebut dapat mengakibatkan rawan konflik pada jalur *Busway*. Ada beberapa rekomendasi yang diusulkan berdasarkan hasil investigasi Lokasi Rawan Kecelakaan dan pencegahannya yang dilakukan pada lokasi-lokasi yang dianggap paling mengkhawatirkan dari segi keamanan dan kenyamanan bagi lajur *Busway* seperti pembuatan lajur khusus *Busway* pada area simpang secara bertahap untuk menghindari konflik dengan kendaraan lainnya di simpang Enggano. Makalah ini bermaksud untuk mengurangi dampak dari pengoperasian *Busway* di Koridor 10 ditinjau dari segi aspek keselamatan jalan.

**Kata kunci:** potensi lokasi rawan kecelakaan, *busway* TransJakarta, koridor 10.

## ABSTRACT

*Since January 15, 2004 Government of DKI Jakarta Province officially started operating a new mass transit system "Trans Jakarta" in the metropolitan city of Jakarta in Corridor-1 which was completed in Phase-I. The overall plan covers 15 busway corridors are constructed in stages. Special on 10 corridors has complicated condition because of the large increase access entrance and exit toll. The result of road safety inspection found that there are several obstacles that can cause traffic accidents along the corridor busway 10. Some things to note about road traffic accidents in the corridor 10 is the access door Tanjung Priok toll. Number of heavy vehicles passing through these locations can lead to potential conflict in the Busway route. There are several proposed recommendations based on the results of the investigation and prevention Potential Accident Locations conducted in locations that are considered the most worrying in terms of safety and comfort for lane Busway like making a special lane for Busway at the intersection area in stages to avoid conflicts with other vehicles at intersections Enggano. This paper intends to reduce the impact of the operation of the Busway Corridor 10 in terms of road safety aspect*

**Keywords:** *Potential Accident Locations, Busway TransJakarta, Corridor 10.*

## 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Alat transportasi bus di kebanyakan belahan dunia saat ini tidaklah mendorong besarnya keinginan baik pelanggan. Pelayanan bus seringkali kurang dapat diandalkan, kurang nyaman, dan berbahaya. Sebaliknya, para pembuat rencana transportasi dan pejabat publik terkadang malah berbalik pada alternatif angkutan umum seperti kereta

Metro. Namun ada suatu alternatif antara layanan untuk orang kurang berada dan beban kota yang tinggi. *Bus Rapid Transit* (Angkutan Bus Cepat / BRT) bisa memberikan layanan angkutan berkualitas tinggi seperti Metro dengan besar biaya hanya sebagian dari biaya pilihan-pilihan lainnya (Wright, 2002).

Sejak 15 Januari 2004 Pemerintah Propinsi DKI Jakarta resmi mulai mengoperasikan sistem angkutan masal baru “**Trans Jakarta Busway**” di kota metropolitan Jakarta dengan Koridor-1 yang telah selesai dibangun pada Tahap-I. Keseluruhan rencana meliputi 15 koridor *Busway* yang dibangun secara bertahap. Pada Tahap-II dibangun dan dioperasikan Koridor 2 dan Koridor 3.

Berbeda dengan Koridor pertama yang relatif lebih kondusif dan longgar, maka kondisi pembangunan koridor-koridor yang belakangan menjumpai banyak keterbatasan dan hambatan. Jalur bus atau *busway* seringkali berebut ruang lalu lintas yang sangat terbatas sehingga harus berbagi dengan lalu lintas umum atau ‘*mix traffic*’. Khusus pada Koridor 9 dan 10 kondisinya bertambah rumit karena berbatasan langsung dengan jalan bebas hambatan (jalan tol) sehingga dapat terjadi konflik pada ramps-ramps atau pintu masuk/keluar jalan tol (Dishub DKI Jakarta, 2004).

## **1.2 Maksud dan Tujuan**

Maksud pekerjaan ini merekomendasikan perbaikan-perbaikan yang dapat dilakukan untuk meningkatkan keselamatan lalu lintas pengguna jalan di Koridor 10. Sedangkan tujuan dari penelitian ini adalah meningkatkan keselamatan lalu lintas pengguna jalan pada Koridor 10.

## **1.3 Ruang Lingkup Studi**

Ruang lingkup studi yang untuk melakukan evaluasi mengenai keselamatan lalu lintas di Koridor 10 meliputi:

- 1) Mendata, memetakan dan menganalisa lokasi rawan kecelakaan lalu lintas (lakalantas) di sepanjang Koridor 10 serta solusi yang harus dilakukan terkait pengoperasian Busway Transjakarta.
- 2) Menilai dan mengaudit kondisi geometrik jalur Busway yang sudah terbangun berdasarkan keselamatan bagi pengguna jalan dan lingkungan sepanjang Koridor 10.
- 3) Memprediksi potensi kecelakaan yang mungkin terjadi berdasarkan survei fisik dan geometrik jalan.

## **2. PENGGUNAAN BRT DI NEGARA MAJU**

### **2.1 Gambaran Umum**

Dengan kecenderungan saat ini, masa depan transportasi umum semakin diragukan. Kendaraan pribadi memenangkan pertarungan pembagian moda. Bila pendapatan bertambah di negara-negara berkembang kendaraan pribadi semakin banyak digunakan, sedangkan rit transportasi umum menurun hampir secara keseluruhan. BRT adalah jawaban transportasi umum bagi penyusutan ini, dengan upaya untuk menyediakan layanan yang kompetitif dengan mobil pribadi (PemProv DKI Jakarta, 2003).

Alasan hilangnya transportasi umum tidaklah sulit untuk dipahami (seperti yang terlihat pada Gambar 1). Layanan angkutan yang buruk baik di negara maju maupun berkembang mendorong konsumen pada pilihan kendaraan pribadi. Daya tarik mobil pribadi dan motor adalah dalam hal performansi dan citranya. Pengguna transportasi umum biasanya mengemukakan alasan-alasan berikut mengenai pengalihannya ke kendaraan pribadi:

- 1) Ketidaknyamanan dalam hal lokasi stasiun dan frekuensi layanan.
- 2) Takut akan kejahatan di stasiun dan di dalam bus.
- 3) Kurangnya keamanan dalam hal kemampuan pengemudi dan kelaikan jalan bus-bus.
- 4) Layanan jauh lebih lambat dibandingkan dengan kendaraan pribadi, khususnya saat bus sering berhenti.
- 5) Padatnya kendaraan membuat perjalanan menjadi tidak nyaman.
- 6) Transportasi publik bisa menjadi relatif mahal untuk sebagian rumah tangga di negara-negara berkembang.
- 7) Kurangnya struktur sistem yang terorganisasi serta kurangnya peta-peta dan informasi yang menyertainya membuat sistem tersebut menjadi sulit untuk digunakan; dan
- 8) Status layanan angkutan umum yang rendah.



**Gambar 1 Kondisi pelayanan angkutan umum yang buruk dan membahayakan.**

## **2.2 Perencanaan dan Desain yang Aman dan Nyaman**

Para perancang sistem terkadang salah mengasumsikan bahwa jalan-jalan arteri utama saja yang merupakan opsi bagi busway eksklusif. Kenyataannya, ada banyak opsi koridor yang dapat dipertimbangkan. Jalan-jalan arteri utama biasanya memang menyediakan skala ekonomi dalam hal aliran pelanggan karena daerah asal dan tujuan utama sering kali ditempatkan pada jalan raya utama (*principal thoroughfare*). Namun, mungkin akan ada waktu-waktu saat aliran lalu lintas yang ada ternyata tidak memungkinkan pengubahan jalur ke busway. Lebih jauh, arteri seperti itu mungkin tidak memberikan akses yang mudah dan aman bagi para pejalan kaki untuk mencapai sistem BRT. Oleh karena itu, alternatif lain termasuk jalan-jalan sekunder tersebut biasanya unggul dalam hal bahwa jalan tersebut lebih “tenang” bagi pengubahan busway yang efektif. Pada beberapa kasus, sebuah jalan sekunder mungkin secara keseluruhan diubah untuk penggunaan BRT, dan oleh karena itu mencegah akses kendaraan pribadi. Kemungkinan pendekatan ini bisa terjadi tergantung pada pola penggunaan yang sudah ada di daerah tersebut.

Lokasi busway yang terpisah merupakan keputusan desain lain yang mungkin lebih memberikan banyak opsi daripada yang mungkin segera tampak. Opsi yang paling umum adalah menempatkan busway di median tengah atau di tengah dua jalur. Konfigurasi ini mengurangi pertemuan dengan bagian sebelah kanan (di negara-negara yang menjalankan kendaraannya pada sisi jalan sebelah kanan). Konfigurasi ini juga memungkinkan opsi-opsi yang lebih terintegrasi dengan *busway line* yang mungkin melintas pada jalan yang tegak lurus. Terlepas dari konfigurasi jalur tengah, ada berbagai

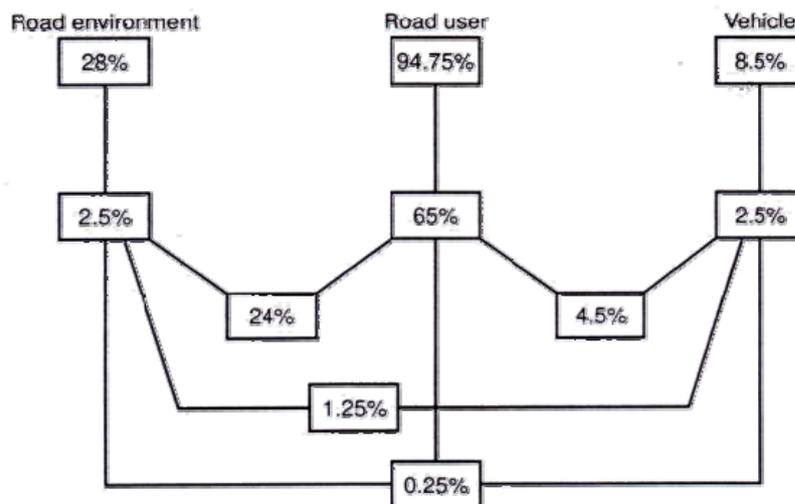
alternatif yang seringkali tidak terlalu mendapat pertimbangan penuh. Di Miami, kedua jalur busway secara menyeluruh beroperasi pada satu sisi jalan besar, sedangkan lalulintas campuran mendapatkan beberapa jalur (kedua arah) di sisi lainnya (Fjellstrom, 2002).

### 3. GAMBARAN KECELAKAAN LALULINTAS JALAN

Kecelakaan kadang-kadang disebut sebagai ‘*Act of God*’ atau takdir, padahal kecelakaan bukanlah peristiwa yang tidak dapat dikendalikan seperti bencana alam (ITE, 1982). Melalui analisis mikro yang bersifat individual oleh ahli yang berpengalaman dengan pertimbangan yang baik dan usaha kerasnya, maka sebab-akibat dan proses terjadinya kecelakaan tersebut dapat diuraikan dengan jelas dan sistematis termasuk penyebab tunggal maupun penyebab yang jamak berantai hingga terjadinya suatu kecelakaan (Kadiyali, 1983; Odgen, 1984; Yu, 1982).

Secara umum kecelakaan transportasi disebabkan oleh salah satu atau kombinasinya dari 3 elemen sistem transportasi yaitu: pengguna jalan, kendaraan dan jalannya itu sendiri termasuk lingkungannya. Dengan memperbaiki elemen-elemen ini diharapkan dapat meningkatkan keselamatan transportasi atau mengurangi potensi kecelakaan lalulintas (ITE, 1992).

Faktor-faktor utama penyebab kecelakaan adalah pengguna jalan, lingkungan jalan dan kendaraan dengan nilai kontribusinya masing-masing maupun kombinasinya seperti terlihat pada Gambar 2 (O’Flaherty, 1997).



**Gambar 2** Kontribusi pada Kecelakaan Jalan.

## **4. POTENSI LOKASI RAWAN KECELAKAAN JALAN**

### **4.1 Analisa Lokasi Rawan Kecelakaan**

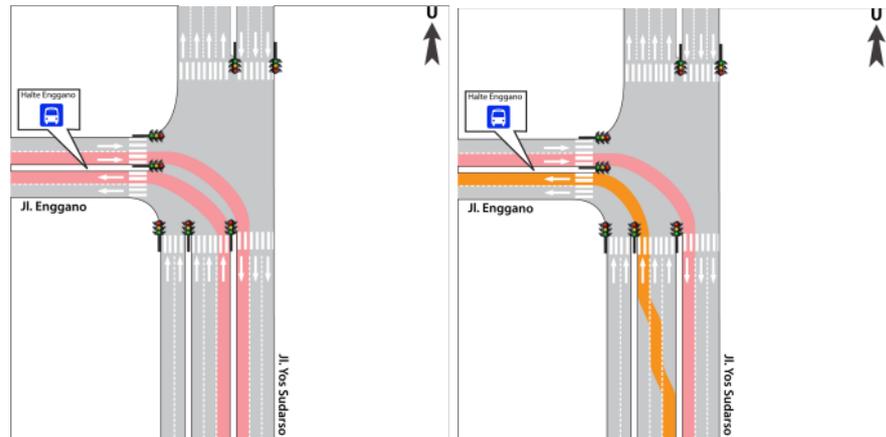
Melalui pengamatan dari data GPS dan penentuan titik-titik ikat menggunakan odometer maka didapat beberapa titik lokasi rawan kecelakaan dan tundaan. Dalam hal ini, ada beberapa faktor yang menjadi penyebab kecelakaan lalu lintas di jalan, seperti Laju urbanisasi (*urbanization rate*) yang tinggi; Pertumbuhan jumlah kendaraan yang tinggi; Jaringan jalan tidak didesain sesuai dengan jenis dan volume lalu lintas saat ini; Pertumbuhan daerah urban yang tidak terencana dengan baik sehingga menyebabkan guna lahan tidak *compatible*; Perpindahan penduduk dari daerah rural ke pusat kota, yang menyebabkan “*new urban resident*” tidak dapat menyesuaikan diri dengan kondisi lalu lintas kota (gaya kota, pola pikir desa); Pemeliharaan jalan yang tidak memadai; Persimpangan yang tidak didesain dengan baik; Fasilitas bagi pejalan kaki yang tidak memadai.

Untuk keselamatan lalu lintas jalan di Koridor Busway 10 lebih ditekankan kepada desain jalan dan manajemen lalu lintas di sepanjang koridor tersebut. Ditinjau dari segi aspek perancangan ada beberapa hal yang harus diperhatikan, yaitu mengenai implementasi desain jalan yang substandar sudah seringkali merenggut korban jiwa. Hasil inspeksi keselamatan jalan ditemukan ada beberapa kendala yang dapat menyebabkan kecelakaan lalu lintas di sepanjang koridor busway 10, antara lain separator atau pemisah antara lajur Busway dan kendaraan lainnya; Simpang bersinyal, besarnya waktu antrian pada lokasi simpang bersinyal dapat mengakibatkan tabrak belakang pada antrian; Kondisi drainase dan trotoar yang kurang memadai ditinjau dari segi aspek keselamatan antara lain penutup saluran jalan dan kondisi *paving* trotoar.

### **4.2 Analisa Lokasi Persimpangan**

Analisis lokasi persimpangan sangat diperlukan untuk mengatasi rawan tundaan. Hal ini dikarenakan di daerah lokasi persimpangan sepanjang Koridor 10 sangat berpotensi rawan kemacetan. Lokasi persimpangan yang menjadi perhatian di Koridor 10 yaitu simpang Enggano.

Pada lokasi ini, jalur busway terlalu banyak memotong jalur/lajur lainnya (2 lajur) sehingga menimbulkan konflik yang cukup besar. Oleh karena itu, jalur busway pada simpang ini dapat dibuat sedemikian rupa sehingga tidak langsung memotong 2 lajur sekaligus tetapi dibuat secara bertahap seperti pada Gambar 3. Alternatif lain yang dapat dilakukan adalah menerapkan fase sinyal khusus untuk Busway.

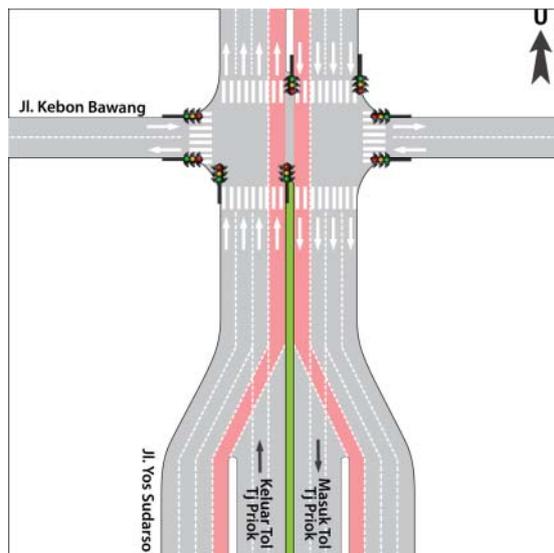


**Gambar 3 (a) Sketsa eksisting simpang Enggano dan (b) Sketsa usulannya.**

### 4.3 Pintu Masuk dan Keluar Tol

Kasus yang menjadi perhatian mengenai lokasi pintu masuk dan keluar Tol pada koridor 10 yaitu di dekat pintu tol Tanjung Priok, seperti yang terlihat pada Gambar 4. Untuk kasus ini perlu ditambahkan beberapa rambu dan marka sebagai berikut pada lajur lalu lintas umum (termasuk jalur busway) dan arah keluar Tol:

- 1) Rambu peringatan “Hati-Hati, Jalur Busway” pada arah keluar Tol.
- 2) Rambu peringatan “kurangi kecepatan” dan *rumble strip* baik pada lajur umum maupun arah keluar Tol.
- 3) Rambu beri prioritas dari kiri pada arah keluar Tol.



**Gambar 4 Sketsa jalur busway dekat pintu tol Tj. Priok.**

#### **4.4 Lokasi Halte**

Halte yang berada di lokasi yang kurang tepat dapat menimbulkan konflik. Misalnya, halte di Jembatan Dua yang lokasinya berada di kemiringan tanjakan sehingga dapat menyulitkan busway saat berhenti. Apabila tidak memungkinkan untuk dilakukan relokasi terhadap halte busway yang ada, untuk kondisi halte yang memiliki potensi kecelakaan perlu dilengkapi dengan sistem perambuan, sehingga tersedia ruang yang aman pada saat menaikkan atau menurunkan penumpang di lokasi halte Busway.

#### **4.5 Usulan Memperpendek Rute Koridor 10 menjadi Cililitan - Sunter**

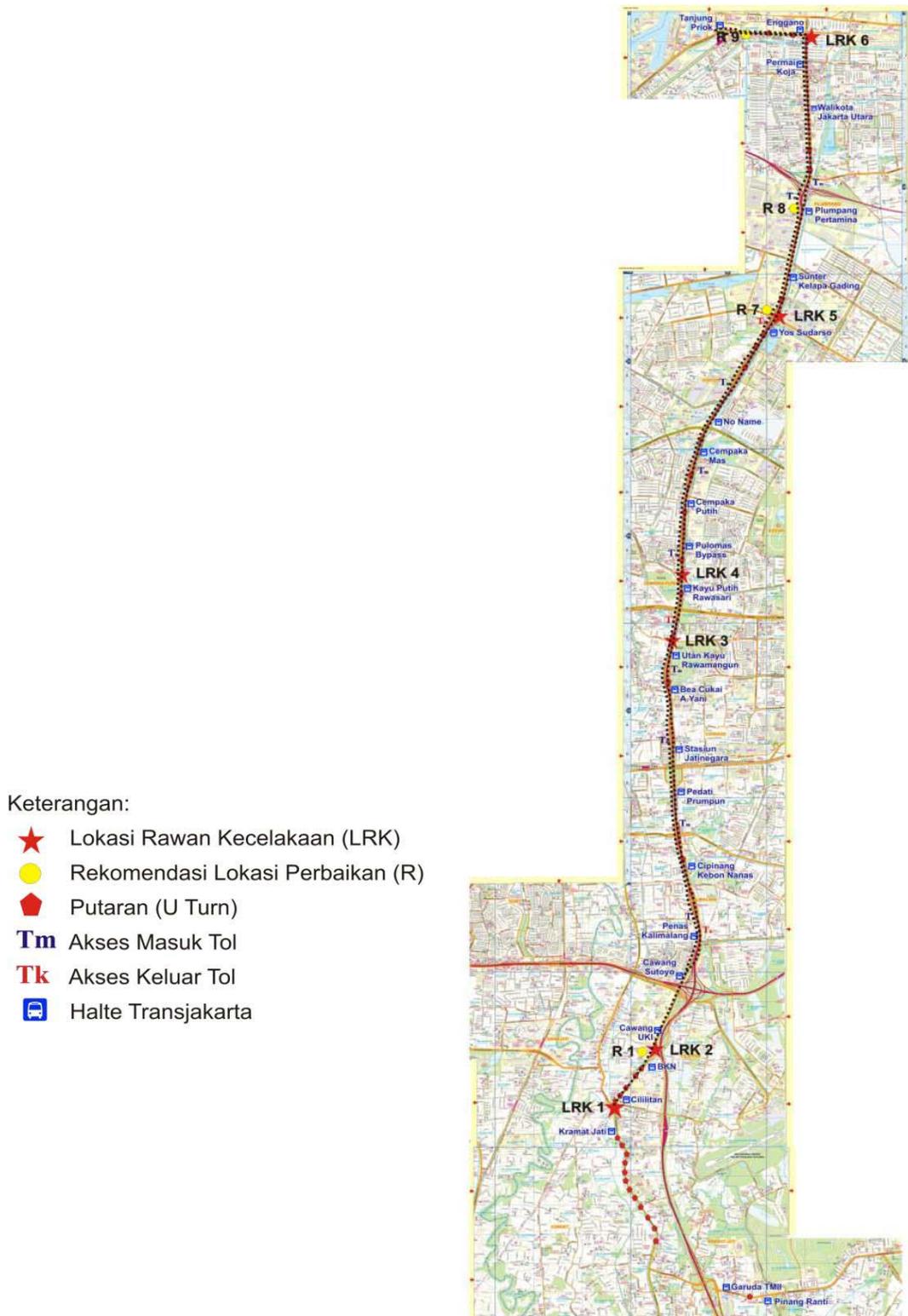
Berdasarkan hasil survei TTD (*Traffic Time and Delay*), untuk seksi halte Plumpang Pertamina sampai dengan halte Sunter ternyata terdapat tundaan yang besar (10 menit). Hal ini terjadi karena adanya manuver truk-truk tangki dan peti kemas melakukan putaran. Kondisi ini rutin terjadi setiap hari sehingga menghambat pergerakan lalu lintas umum dan tentunya termasuk TransJakarta bilamana dioperasikan. Oleh karena itu, untuk menghindari tundaan 10 menit atau lebih tersebut pada waktu-waktu sibuk dan waktu-waktu tertentu diusulkan perpendekan rute Cililitan – Enggano menjadi Cililitan – Artha Gading. Usulan ini menjadi lebih mantap dengan kejadian amblasnya jalan R.E. Martadinata yang memperparah tundaan pada seksi Plumpang Pertamina sampai dengan Putaran.

### **5. PENANGANAN LOKASI RAWAN KECELAKAAN**

Terdapat beberapa rekomendasi awal yang dapat dijadikan sebagai analisa awal yang ditemukan di lapangan, antara lain titik-titik potensi rawan kecelakaan, dengan diberi penjelasan perkiraan penyebabnya, seperti yang terlihat pada Tabel 1. Pada akhir koridor 10, di kawasan Mega Mall Pluit perlu penanganan yang khusus karena adanya radius kecil, instalasi pompa air dan jalan yang searah (ITDP, 2010).

**Tabel 1 Penanganan Potensi Rawan Kecelakaan di Koridor 10.**

No.	Lokasi	Permasalahan	Solusi
1	Lokasi Persimpangan:		
	- Simpang Enggano	Rawan konflik dan tundaan di area simpang	Perlu dipasang fase sinyal khusus Busway
		Crossing lajur khusus Busway dengan lajur kendaraan lainnya	Pembuatan Lajur khusus Busway pada area simpang secara bertahap untuk menghindari konflik dengan kendaraan lainnya
	- Simpang Kalimalang	Rawan antrian kendaraan	Perlu dipasang Rambu
		Rawan terjadinya tabrak belakang	Lampu lalu lintas di area simpang perlu di <i>setting</i> kembali
		Kurangnya rambu lalu lintas	
	- Simpang Sunter	Akses Jalur Busway terputus	Jalur Busway melalui <i>Fly Over</i>
		Rawan konflik dan tundaan di area simpang	
2	On & Off Toll Ramp		
	- Lokasi area Tj. Priok	Weaving antara arus off ramp dengan busway	Pemasangan separator pada jalur umum di lokasi <i>exit tol</i>
		Radius lengkung tidak memadai	Perlu perbesar radius minimum
		Rawan kecelakaan tabrak samping	Penambahan <i>rumble strip</i>
3	Lengkungan pada Jalur Umum		
	- Lokasi Simpang Enggano	Sama dengan kasus di lokasi Season City	Perlu dibuatkan separator Busway
4	U-Turn		
	- Lokasi Season City	Rawan lokasi tundaan	<b>Alternatif 1 – U-Turn Dipertahankan:</b>
			1. Untuk menghindari adanya antrian kendaraan pada jalur busway atau mengantisipasi berjalannya kegiatan sterilisasi perlu dilakukan modifikasi pada geometrik putaran sehingga Untuk kendaraan berat hanya dapat berputar dari jalur tengah
	- Lokasi Mal Artha Gading (depan Toyota)	Arus U-turn sangat padat dan antrian panjang	2. Penambahan rambu-rambu petunjuk lajur berputar dan rambu larangan "mengambil jalur busway"
	- Lokasi Halte Plumpang	Arus U-turn sangat padat dan antrian panjang khususnya crossing antara kendaraan berat dengan jalur Busway	3. Pelebaran ruas jalan apabila memungkinkan
			<b>Alternatif 2 – U-Turn Ditutup:</b>
		Membuat U-Turn baru pada simpang Sunter (tertutup). Untuk kendaraan berat dipindahkan ke U-Turn tersebut, sementara arus berputar mobil penumpang dapat dialihkan ke U-Turn Artha Gading mengingat lebar jalan yang sempit (tidak cukup untuk ruang antrian) pada U-Turn Plumpang	
5	Lokasi Halte		
	- Lokasi Halte Enggano	Rawan tabrak samping	Perlu tambahan separator di sepanjang halte
	- Lokasi Halte Tj. Priok	Kurangnya Akses untuk Bus Gandeng	Perlu perbesar radius minimum dekat halte
6	Perbaikan Jalan		
	- Ruas Jalan R.E. Martadinata	Besarnya pengaruh tundaan yang terjadi	Memperpendek Koridor 10 menjadi Cililitan - Artha Gading
			Alternatif Rute Busway yang lainnya



**Gambar 5 Investigasi dan Rekomendasi Pencegahan Kecelakaan Lalulintas di Koridor 10.**

## 6. KESIMPULAN DAN SARAN

Secara umum kecelakaan transportasi disebabkan oleh salah satu atau kombinasinya dari 3 elemen sistem transportasi yaitu: pengguna jalan, kendaraan dan jalannya itu sendiri termasuk lingkungannya. Dengan memperbaiki elemen-elemen ini diharapkan dapat meningkatkan keselamatan transportasi atau mengurangi potensi kecelakaan lalulintas. Untuk keselamatan lalulintas jalan di Koridor Busway 10 lebih ditekankan kepada desain jalan dan manajemen lalulintas di sepanjang koridor tersebut. Ditinjau dari segi aspek perancangan ada beberapa hal yang harus diperhatikan, yaitu mengenai implementasi desain jalan yang substandar sudah seringkali merenggut korban jiwa.

Hasil inspeksi keselamatan jalan ditemukan ada beberapa kendala yang dapat menyebabkan kecelakaan lalulintas di sepanjang koridor busway 10. Beberapa hal yang perlu diperhatikan mengenai kecelakaan lalulintas jalan di koridor 10 adalah akses pintu tol Tanjung Priok. Banyaknya kendaraan berat yang melewati lokasi tersebut dapat mengakibatkan rawan konflik pada jalur Busway.

Ada beberapa rekomendasi yang diusulkan berdasarkan hasil investigasi Lokasi Rawan Kecelakaan dan pencegahannya yang dilakukan pada lokasi-lokasi yang dianggap paling mengkhawatirkan dari segi keamanan dan kenyamanan bagi lajur Busway antara lain:

- 1) Perlu dipasang fase sinyal khusus Busway di lokasi simpang Enggano.
- 2) Pembuatan lajur khusus Busway pada area simpang secara bertahap untuk menghindari konflik dengan kendaraan lainnya di simpang Enggano.
- 3) Lampu lalulintas di area simpang Kalimalang perlu di setting kembali untuk menghindari terjadinya kecelakaan tabrak belakang yang diakibatkan oleh banyaknya antrian kendaraan di lokasi simpang.
- 4) Pemasangan separator pada jalur umum di lokasi *exit* tol di daerah Tanjung Priok.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Dinas Perhubungan DKI Jakarta, (2004). *Busway DKI: Lembaran Baru Angkutan Umum Indonesia*. Kementerian Perhubungan Republik Indonesia, Jakarta.
2. Fjellstrom, K., (2002), *Urban Road Safety*. GTZ – Sustainable Transport: A Sourcebook for Policy – Makers in Developing Cities, module 5b, Eschborn.
3. Institute for Transportation and Development Policy, (2010). *Evaluation Study of Safety and Traffic Delay in Corridor 9 and 10 prior to Operate*. Laporan Akhir, PT. Perentjana Djaja, Jakarta.

4. Institute of Transportation Engineers (ITE), (1982). *Transportation and Traffic Engineering Handbook*, 2<sup>nd</sup> ed., Prentice Hall International Inc., Englewood Cliffs, NJ.
5. Institute of Transportation Engineers (ITE), (1992). *Traffic Engineering Handbook*, Edisi ketiga, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ.
6. Kadiyali, L.R., (1983). *Traffic Engineering and Transportation Planning*, Khanna Publication, New Delhi.
7. Pemerintah Provinsi DKI Jakarta, (2003). *Sustain Human Mobility Bogota*. Seminar, Non Government Organization, Jakarta.
8. Odgen, K.W., and Bennet, D.W., (1984). *Traffic Engineering Practice*, 3<sup>rd</sup> ed., DOCE, Monash University, Victoria.
9. O'Flaherty, C. A, (1997), *Transport Planning and Traffic Engineering*, John Wiley & Sons, Inc., NY.
10. Wright, L., (2002), *Bus Rapid Transit*. GTZ – Sustainable Transport: A Sourcebook for Policy – Makers in Developing Cities, module 3b, Eschborn.
11. Yu, J.C, (1982). *Transportation Engineering-Introduction To Planning, Design, And Operations*, Elsevier North Holland, Inc., Amsterdam.

# PERBANDINGAN PENINGKATAN KUAT TEKAN DENGAN KUAT LENTUR PADA BERBAGAI UMUR BETON

**Arusmalem Ginting**

Dosen Tetap Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Janabadra

Jl. Tentara Rakyat Mataram No. 55-57, Yogyakarta

E-mail : agintingm@yahoo.com

## ABSTRAK

Beton membutuhkan bekisting (acuan) yang baik untuk mendapatkan bentuk sesuai dengan rencana setelah beton mengeras. Bekisting balok dan pelat lantai didukung oleh *scaffolding* (perancah). Keruntuhan struktur beton dapat terjadi karena pembongkaran *scaffolding* yang terlalu dini. Kuat tekan beton pada umur tertentu merupakan salah satu acuan boleh tidaknya *scaffolding* dibuka. Beban yang bekerja pada balok dan pelat lantai adalah beban lentur yang didukung oleh komposit beton dengan baja tulangan sehingga perilakunya berbeda dengan pengujian kuat tekan silinder beton di laboratorium. Untuk itu maka perlu diadakan penelitian mengenai perbandingan peningkatan kuat tekan dengan kuat lentur pada berbagai umur beton. Benda uji yang digunakan pada penelitian ini berupa silinder beton dan balok beton bertulang. Dimensi benda uji balok yang digunakan pada penelitian ini adalah 140 x 200 x 1200 mm. Pada bagian bawah balok dipasang 2 buah tulangan ulir berdiameter 10 mm. Pengujian kuat tekan silinder dan kuat lentur balok beton bertulang dilakukan pada umur 3, 7, 14, 21, dan 28 hari. Jumlah benda uji silinder beton sebanyak 3 buah dan jumlah benda uji balok beton bertulang sebanyak 2 buah untuk setiap variasi umur. Pengujian balok dilakukan dengan dua buah beban titik yang berjarak 1/3 panjang bentang dari masing-masing tumpuan. Panjang bentang pada pengujian balok ini sebesar 900 mm. Selain pengujian silinder dan balok juga dilakukan pengujian pendahuluan seperti pengujian tarik baja. Dari hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa kuat tekan beton mengalami peningkatan dengan bertambahnya umur beton, dan peningkatan yang cukup besar sampai umur 14 hari. Kuat tekan beton pada umur 3, 14, dan 21 hari lebih kecil dari perkiraan kuat tekan beton berdasarkan PBI 1971, sedangkan pada umur 7 hari lebih besar. Kuat lentur balok mengalami peningkatan yang cukup besar sampai umur 7 hari, sedangkan setelah umur 7 hari kuat lenturnya tidak jauh berbeda, hal ini diakibatkan kuat tekan beton mulai dari umur 7 hari sudah cukup untuk mengimbangi tulangan untuk mencapai kondisi luluh. Pembongkaran *scaffolding* dapat dilakukan lebih cepat pada balok dengan tulangan terpasang jauh lebih kecil dari kondisi seimbang (*balanced*).

**Kata kunci** : kuat tekan, kuat lentur, umur beton.

## ABSTRACT

*A good formwork is required to obtain hard concrete form in accordance with the design. Formwork beams and slab floors are supported by scaffolding. Collapse of concrete structures can occur because of the premature dismantling of scaffolding. Compressive strength of concrete at a certain age is one of the references when scaffolding can be dismantled. A load on a beam and a slab floor is a bending loads supported by a composite of concrete with steel reinforcement so that their behavior are different from the concrete cylinder compressive strength testing in the laboratory. Based on the above description it need held a research on the comparison of increasing of concrete compressive strength to concrete flexural strength in various ages. In this study, cylindrical concrete and reinforced concrete beams were used as samples. The dimension of the beams used in this study is 140 mm x 200 mm x 1200 mm. At the bottom of the beam, two pieces of 10 mm diameter deformed steel reinforcement were installed. Compressive strength testing of cylindrical concrete and flexural strength testing of reinforced concrete beams were carried out at the age of 3, 7, 14, 21, and 28 days. There were three samples of cylindrical concrete and two samples of reinforced concrete beams for each variation of age. The beam testing was done with two points of loads. The distance of two loads was 1/3 of span length of support. In this beam testing, the length of span was 900 mm. In this research, it was also carried*

*out preliminary testing such as tensile testing of steel. From this research can be concluded that increasing of concrete compressive strength is equivalent to increasing age of concrete and substantial increasing occurs until 14 days age. Compressive strength of concrete at the age of 3, 14, and 21 days is less than the estimated strength of concrete by PBI 1971, while compressive strength of concrete at the age of 7 days is not. Bending strength of the beam significantly increases until the age of 7 days, whereas it is almost the same after the age of 7 days. This is due to that the compressive strength of concrete from the age of 7 days was sufficient to balance the reinforcement to achieve the yield condition. Dismantling of scaffolding can be done more quickly on the beam with reinforcement attached much smaller than the balanced reinforcement.*

**Keywords:** *compressive strength, flexural strength, age of concrete.*

## **1. PENDAHULUAN**

Beton banyak digunakan sebagai bahan bangunan karena harganya relatif murah, kuat tekannya tinggi, dapat dibuat sesuai dengan bentuk dan ukuran yang diinginkan, dapat dikombinasikan dengan baja tulangan, dan masih banyak lagi kelebihan-kelebihan yang lain. Beton membutuhkan bekisting (acuan) yang baik untuk mendapatkan bentuk sesuai dengan rencana setelah beton mengeras. Bekisting balok dan pelat lantai didukung oleh *scaffolding* (perancah). Pada berbagai kasus pernah terjadi keruntuhan struktur beton karena pembongkaran *scaffolding* yang terlalu dini. Hal ini terjadi karena beton belum mampu mendukung beban yang bekerja.

Kuat tekan beton pada umur tertentu merupakan salah satu acuan boleh tidaknya *scaffolding* dibuka. Kuat tekan beton bertambah sesuai dengan bertambahnya umur beton. Pada beberapa Peraturan Beton Bertulang terdapat perkiraan kuat tekan beton pada berbagai umur, dan dianggap mencapai kekuatan 100% pada umur 28 hari.

Pada balok dan pelat lantai beban yang bekerja adalah beban lentur yang didukung oleh komposit beton dengan baja tulangan. Perilaku balok dan pelat lantai berbeda dengan pengujian kuat tekan silinder beton di laboratorium.

Referensi mengenai kuat lentur beton bertulang berdasarkan umur beton masih sangat kurang sehingga perlu diadakan penelitian mengenai prosentase kuat lentur balok beton bertulang pada berbagai umur terhadap kuat lentur balok beton pada umur 28 hari.

## **2. TINJAUAN LITERATUR**

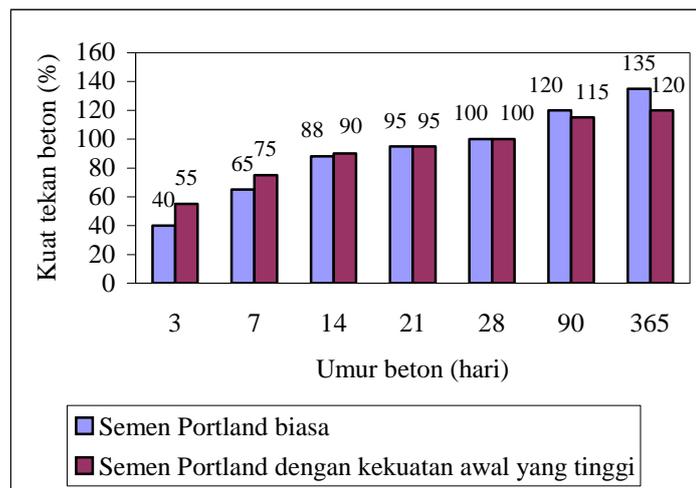
Berdasarkan SNI 03-1974-1990, kuat tekan beton adalah besarnya beban per satuan luas yang menyebabkan benda uji beton hancur bila dibebani dengan gaya tekan tertentu yang dihasilkan oleh mesin tekan.

Menurut Tjokrodinuljo (1996), faktor-faktor yang mempengaruhi kuat tekan beton adalah:

- faktor air semen dan kepadatan,
- umur beton,
- jenis semen,
- jumlah semen,
- sifat agregat.

Kuat tekan beton bertambah sesuai dengan bertambahnya umur beton. Kecepatan bertambahnya kekuatan beton tersebut sangat dipengaruhi oleh berbagai faktor, antara lain: faktor air semen dan suhu perawatan. Semakin tinggi faktor air semen semakin lambat kenaikan kekuatan betonnya, dan semakin tinggi suhu perawatan semakin cepat kenaikan kekuatan betonnya. Jenis semen yang digunakan berpengaruh terhadap laju peningkatan kuat tekan beton. Peningkatan kuat tekan beton yang menggunakan PPC relatif lebih lambat di umur awal bila dibandingkan dengan yang menggunakan PC tipe I. Sampai dengan umur 7 hari beton yang menggunakan PPC menghasilkan kuat tekan yang lebih rendah sekitar 15% dibandingkan dengan yang menggunakan PC tipe I. Dengan bertambahnya umur hidrasi, terutama setelah melampaui umur hidrasi 20 hari, beton yang menggunakan PPC mampu menghasilkan kuat tekan yang lebih tinggi dibandingkan dengan yang menggunakan PC tipe I. Pada umur 28 dan 90 hari, beton yang menggunakan PPC bahkan mampu lebih tinggi sebesar berturut-turut 10 % dan 8% bila dibandingkan dengan yang menggunakan PC tipe I (Salain, 2007).

Berdasarkan Peraturan Beton Bertulang (PBI 1971) kuat tekan beton berdasarkan umur seperti pada Gambar 1 berikut ini.



**Gambar 1. Kuat tekan beton berdasarkan umur.**

Siswadi dkk (2007) melakukan penelitian mengenai pengaruh penambahan serbuk kayu sisa penggergajian terhadap kuat desak beton. Dari hasil penelitian didapat

kuat tekan beton normal dengan perbandingan campuran 369,8 kg semen : 1189,695 kg kerikil : 640,605 kg pasir : 184,9 kg air sebesar 17,106 MPa pada umur 7 hari, 22,217 MPa pada umur 14 hari, dan 26,293 MPa pada umur 28 hari. Dari hasil ini didapat kuat tekan beton pada umur 7 hari 65,06%, dan kuat tekan beton pada umur 14 hari 84,50% dari kuat tekan beton pada umur 28 hari.

Menurut Dipohusodo (1994), penulangan balok beton bertulang dapat berupa bertulangan seimbang, kurang, dan lebih. Penampang balok beton bertulangan seimbang (*balanced*) dapat terjadi apabila regangan luluh pada baja tarik dan regangan tekan beton maksimum terjadi secara bersamaan. Penampang balok beton bertulang dengan jumlah tulangan baja tariknya lebih banyak dari yang diperlukan untuk mencapai keseimbangan regangan disebut balok bertulangan lebih (*over reinforced*). Pada balok bertulangan lebih beton terlebih dahulu mencapai regangan maksimum sebelum tulangan tariknya luluh sehingga beton hancur secara mendadak tanpa diawali dengan gejala-gejala peringatan terlebih dahulu. Penampang balok bertulangan kurang (*under reinforced*) terjadi pada penampang balok beton bertulang dengan jumlah tulangan baja tariknya kurang dari yang diperlukan untuk mencapai keseimbangan regangan. Pada penampang balok bertulangan kurang, tulangan baja tarik akan mendahului mencapai regangan luluhnya (tegangan luluhnya) sebelum beton mencapai regangan maksimum. Rasio penulangan ( $\rho$ ) atau sering disebut rasio baja merupakan perbandingan luas tulangan baja tarik ( $A_s$ ) terhadap luas efektif penampang yaitu hasil kali lebar balok ( $b$ ) dengan tinggi efektif balok ( $d$ ). Rasio penulangan seimbang ( $\rho_b$ ) dapat dihitung dengan Persamaan 1 berikut ini.

$$\rho_b = 0,85 \cdot \beta_1 \cdot \frac{f_c'}{f_y} \cdot \frac{600}{600 + f_y} \quad (1)$$

dengan:

$\rho_b$  = rasio penulangan seimbang

$f_c'$  = kuat tekan beton (MPa)

$f_y$  = kuat tarik leleh tulangan (MPa)

$\beta_1 = 0,85$  (untuk  $f_c' \leq 30$  MPa)

$= 0,85 - 0,008 \cdot (f_c' - 30) \geq 0,65$  (untuk  $f_c' > 30$  MPa)

Luas tulangan seimbang dapat dihitung dengan Persamaan 2 berikut ini.

$$A_{s,b} = \rho_b \cdot b \cdot d \quad (2)$$

dengan:

$A_{s,b}$  = luas tulangan seimbang ( $\text{mm}^2$ )

- b = lebar balok (mm)  
d = tinggi efektif balok (mm)

Kuat lentur suatu balok tersedia karena adanya mekanisme tegangan-regangan dalam yang timbul di dalam balok yang pada keadaan tertentu dapat diwakili oleh gaya-gaya dalam. Kuat lentur balok beton bertulang dapat dihitung dengan Persamaan 3 atau 4 berikut ini.

$$M_n = a. b. 0,85. f'_c. (d - \frac{1}{2}. a) \quad (3)$$

$$M_n = A_s. f_y. (d - \frac{1}{2}. a) \quad (4)$$

Dengan:

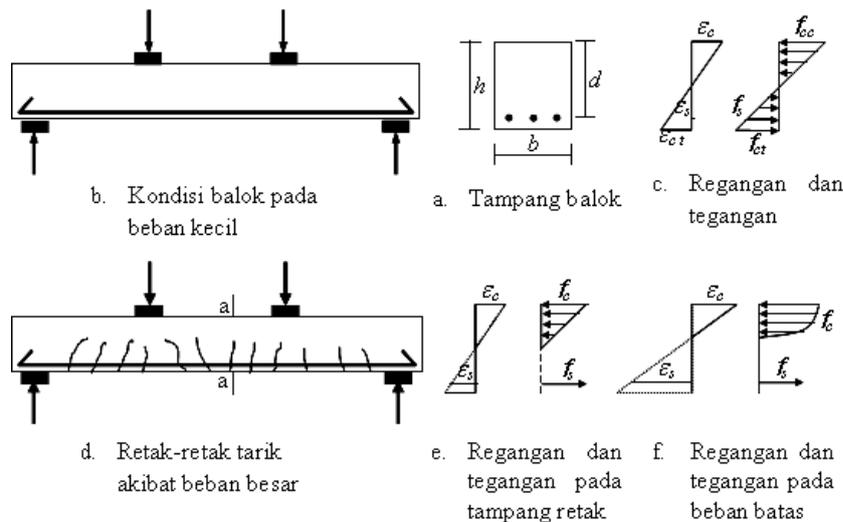
- $M_n$  = momen nominal (Nmm)  
a = tinggi blok tegangan persegi ekuivalen (mm)  
b = lebar balok (mm)  
 $f'_c$  = kuat tekan beton (MPa)  
d = jarak dari serat tekan terluar ke pusat tulangan tarik (mm).  
 $A_s$  = luas tulangan ( $\text{mm}^2$ )  
 $f_y$  = kuat tarik leleh tulangan (MPa)

Menurut Winter dan Nilson (1993), balok beton bertulang dengan tampang segi empat apabila diberi beban yang ditambah berangsur-angsur mulai dari nol sampai balok hancur, maka ada tingkat perilaku yang berbeda. Pada beban kecil tegangan tarik maksimum beton lebih kecil dari modulus hancur, sehingga beton efektif mendukung tegangan tekan pada satu sisi dan tarik pada sisi yang lain. Tulangan juga mengalami tegangan tarik sama seperti beton. Pada kondisi ini tegangan yang terjadi pada beton kecil dan berbanding lurus dengan regangan yang terjadi.

Distribusi tegangan dan regangan pada beton dan tulangan seperti ditunjukkan pada Gambar 2.c. Penambahan beban mengakibatkan kuat tarik beton terlampaui dan mulai terjadi retak-retak akibat tarik. Retak-retak menjalar cepat ke atas sampai mendekati garis netral yang mengakibatkan letak garis netral bergeser ke atas diikuti dengan menjalarnya retak-retak. Bentuk umum dan distribusi retak tarik ini diperlihatkan pada Gambar 2.d. Retak-retak sangat mempengaruhi perilaku balok dalam mendukung beban. Pada tampang yang retak seperti tampang a-a pada Gambar 2.d, beton tidak lagi menyalurkan tegangan tarik sehingga tulangan harus menahan semua tegangan tarik yang terjadi. Tegangan dan regangan berbanding lurus sampai tegangan beton kurang lebih

sebesar  $0.5f_c'$ . Distribusi tegangan dan regangan pada atau didekat tampang retak seperti ditunjukkan pada Gambar 2.e.

Tegangan dan regangan akan naik dan hubungan antara keduanya tidak lagi berbanding lurus apabila beban masih terus ditambah. Distribusi tegangan beton pada daerah tekan mempunyai bentuk yang sama seperti grafik tegangan-regangan beton. Gambar 2.f menunjukkan distribusi tegangan dan regangan pada saat beban mendekati beban batas.



**Gambar 2. Perilaku balok beton bertulang karena pembebanan yang bertambah besar secara berangsur-angsur (Winter dan Nilson,1993).**

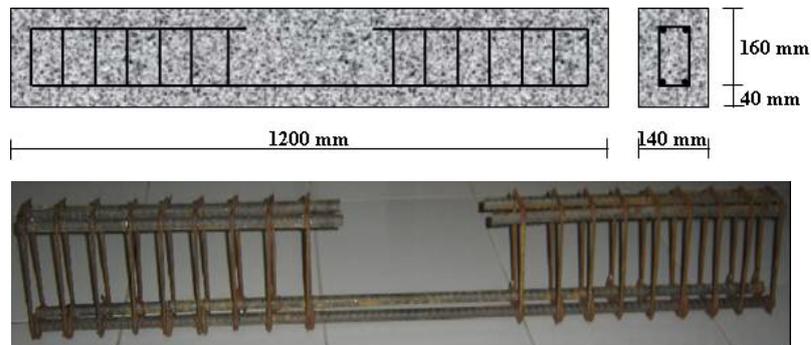
Menurut Yusriadi (2008), perancah (*scaffolding*) adalah suatu struktur (kerangka) sebagai sarana kerja bagi pekerja untuk melakukan tugas pada ketinggian tertentu dan penyangga acuan beton yang berfungsi mencegah terjadinya perubahan posisi acuan dari posisi yang telah ditentukan.

Berdasarkan SNI-03-2847-2002, penopang dapat dibongkar apabila struktur sudah memiliki kekuatan yang memadai untuk menopang berat sendirinya dan beban yang ditumpukan kepadanya. Kekuatan beton didasarkan pada pengujian silinder beton yang dirawat di lokasi konstruksi.

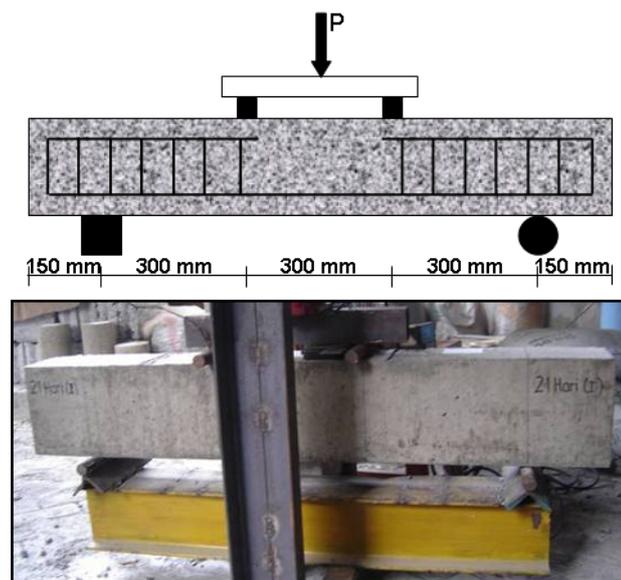
Berdasarkan PBI 1971, cetakan dan acuan dapat dibongkar setelah beton berumur 3 minggu. Jika ada jaminan bahwa setelah cetakan dan acuan dibongkar, beban yang bekerja pada bagian konstruksi itu tidak akan melampaui 50% dari beban rencana total, maka pembongkaran cetakan dan acuan itu dapat dilakukan setelah beton berumur 2 minggu.

### 3. CARA PENELITIAN

Pada penelitian ini dilakukan beberapa jenis pengujian, diantaranya adalah: pengujian kuat tekan beton, pengujian kuat tarik baja, dan pengujian lentur balok. Dimensi benda uji balok yang digunakan pada penelitian ini adalah 140 x 200 x 1200 mm. Pada bagian bawah balok dipasang 2 buah tulangan ulir berdiameter 10 mm dan pada daerah geser dipasang sengkang berupa baja polos berdiameter 6 mm dengan jarak 50 mm. Pengujian kuat tekan silinder dan kuat lentur balok beton bertulang dilakukan pada umur 3, 7, 14, 21, dan 28 hari. Jumlah benda uji silinder beton sebanyak 3 buah dan jumlah benda uji balok beton bertulang sebanyak 2 buah untuk setiap variasi umur. Pengujian balok dilakukan dengan dua buah beban titik yang berjarak 1/3 panjang bentang dari masing-masing tumpuan. Panjang bentang pada pengujian balok ini sebesar 900 mm. Untuk lebih jelasnya, benda uji balok dan pengujian balok dapat dilihat pada Gambar 3 dan Gambar 4 berikut ini.



Gambar 3. Benda uji balok.



Gambar 4. Pengujian balok.

## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

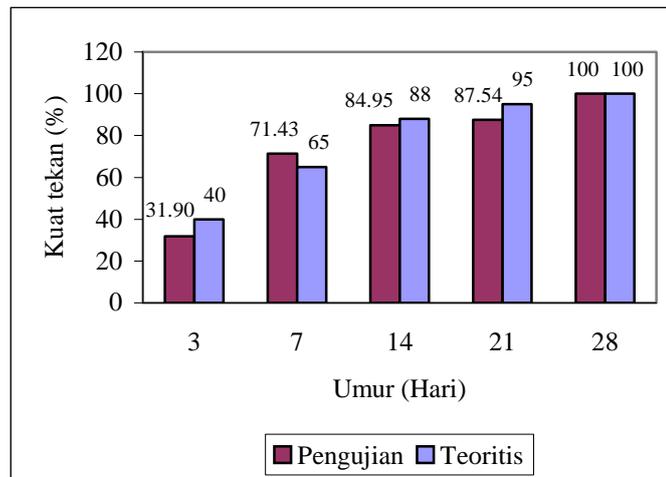
### 4.1 Kuat Tekan Beton

Hasil pengujian kuat tekan beton pada berbagai umur seperti ditunjukkan pada Tabel 1. berikut ini.

**Tabel 1. Kuat tekan beton.**

Umur (Hari)	Diameter (mm)	Tinggi (mm)	Gaya tekan (N)	Kuat tekan (MPa)	Kuat tekan rata-rata (MPa)	Kuat tekan terhadap beton 28 hari (%)
3	148,50	301,15	79343	4,58	4,98	31,90
	150,25	299,55	94313	5,32		
	149,45	302,75	88325	5,04		
7	150,50	301,15	206591	11,61	11,15	71,43
	149,45	300,60	214076	12,20		
	150,25	301,95	191621	10,81		
	150,25	303,60	176650	9,96		
14	149,50	304,95	235035	13,39	13,26	84,95
	151,00	298,95	235035	13,12		
21	149,50	302,70	251502	14,33	13,66	87,54
	148,80	301,20	258987	14,89		
	150,90	301,40	229047	12,81		
	150,02	309,90	223058	12,62		
28	150,20	301,00	273958	15,46	15,61	100
	150,50	298,00	297910	16,75		
	151,10	296,60	261981	14,61		

Dari Tabel 1 dapat dilihat bahwa kuat tekan beton pada umur 3, 7, 14, 21, dan 28 hari berturut-turut adalah sebesar 4,98 MPa, 11,15 MPa, 13,26 MPa, 13,66 MPa, dan 15,61 MPa. Kuat tekan beton rata-rata pada umur 28 hari sebesar 15,61 MPa, beton ini termasuk beton normal sebab kuat tekannya berada antara 15 – 40 MPa. Peningkatan kuat tekan beton berdasarkan umur pada hasil pengujian ini jika dibandingkan dengan peningkatan kuat tekan beton berdasarkan PBI 1971 adalah seperti pada Gambar 5.



**Gambar 5. Perbandingan peningkatan kuat tekan beton hasil pengujian dengan teoritis berdasarkan PBI 1971.**

Dari Gambar 5 dapat dilihat bahwa peningkatan kuat tekan beton pada hasil pengujian ini ada yang lebih tinggi dan ada yang lebih rendah dari perkiraan kuat tekan teoritis beton berdasarkan PBI 1971.

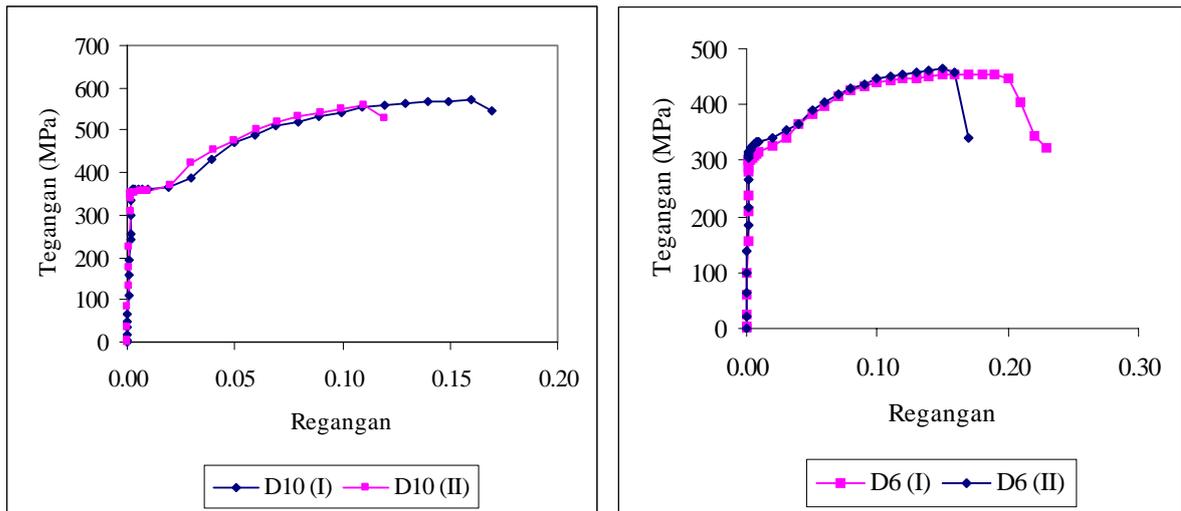
#### 4.2 Kuat Tarik Baja

Hasil pengujian kuat tarik baja tulangan yang digunakan pada penelitian ini seperti pada Tabel 2 dan Gambar 6 berikut ini.

**Tabel 2. Kuat tarik baja.**

Benda Uji	Tegangan luluh (MPa)	Tegangan luluh rata-rata (MPa)
D10 (I)	359,10	355,23
D10 (II)	351,36	
D6 (I)	301,93	302,87
D6 (II)	303,82	

Tegangan luluh rata-rata tulangan baja D10 yang digunakan untuk tulangan lentur sebesar 355,23 MPa, dan tegangan luluh rata-rata tulangan baja D6 yang digunakan untuk begel sebesar 302,87 MPa.



**Gambar 6. Tegangan-regangan baja D10 dan D6.**

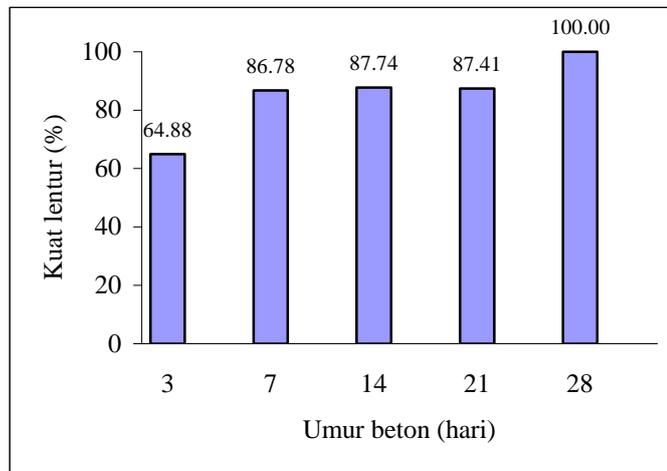
### 4.3 Kuat Lentur Balok

Hasil pengujian kuat lentur balok pada berbagai variasi umur seperti pada Tabel 3, Gambar 7, dan Gambar 8 berikut ini.

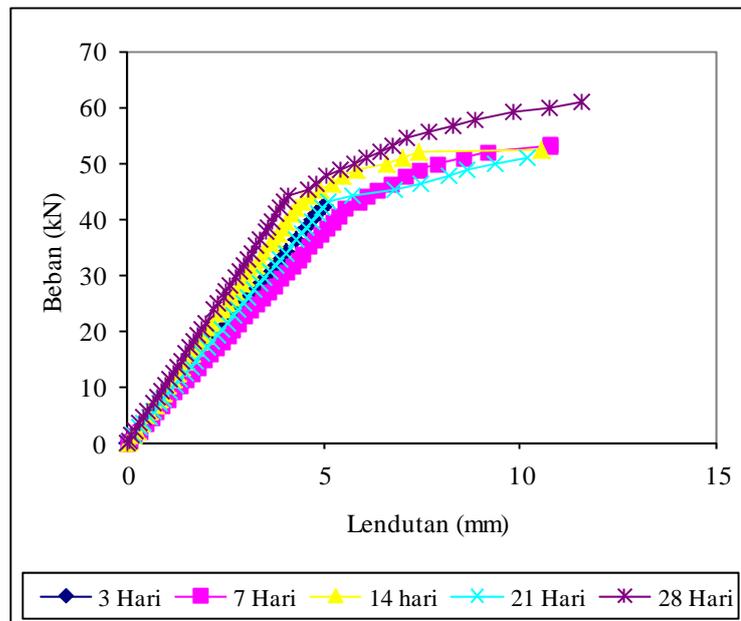
**Tabel 3. Hasil pengujian kuat lentur balok**

Umur (Hari)	Kuat lentur (kN)	Kuat lentur rata-rata (kN)	Kuat lentur terhadap balok beton 28 hari (%)
3	$\frac{42,49}{37,31}$	39,90	64,88
7	$\frac{53,39}{53,34}$	53,37	86,78
14	$\frac{52,48}{55,43}$	53,96	87,74
21	$\frac{50,90}{56,60}$	53,75	87,41
28	$\frac{61,02}{61,97}$	61,49	100

Dari Tabel 3 dapat dilihat bahwa kuat lentur balok pada umur 3, 7, 14, 21, dan 28 hari berturut-turut sebesar 39,90 kN, 53,37 kN, 53,96 kN, 53,75 kN, dan 61,49 kN. Dari Tabel 3 dan Gambar 7 dapat dilihat bahwa kuat lentur balok pada umur 3 hari sebesar 64,88 %, umur 7 hari sebesar 86,78 %, umur 14 hari sebesar 87,74 %, umur 21 hari sebesar 87,41 %, dari kuat lentur balok pada umur 28 hari.



**Gambar 7. Peningkatan kuat lentur balok.**



**Gambar 8. Hubungan beban dan lendutan.**

Pada penelitian ini digunakan tulangan 2D10, jumlah tulangan (n) yang dibutuhkan untuk mencapai kondisi *balanced* pada berbagai umur beton adalah seperti ditunjukkan pada Tabel 4 berikut ini. Dari Tabel 4. dapat dilihat bahwa pada umur 7, 14, 21, dan 28 hari, tulangan terpasang lebih sedikit dari tulangan yang dibutuhkan untuk mencapai kondisi *balance*. Hal ini berarti pada umur 7, 14, 21, dan 28 hari tulangan terpasang sudah mencapai kondisi luluh sehingga kuat lenturnya tidak jauh berbeda.

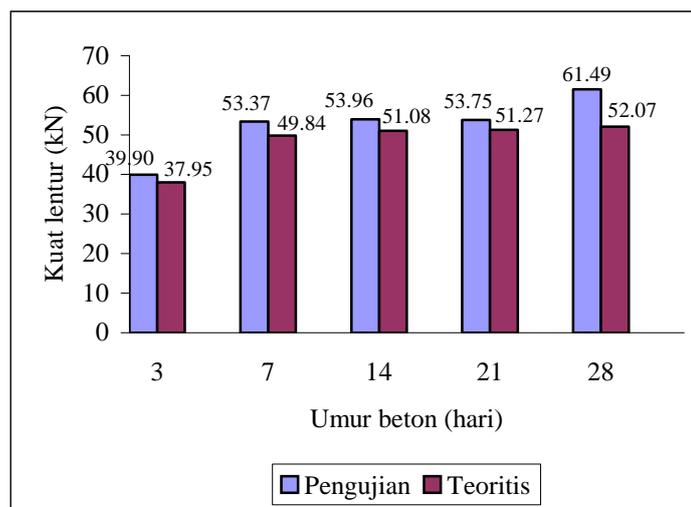
**Tabel 4. Jumlah tulangan yang dibutuhkan untuk mencapai kondisi *balanced*.**

Umur (Hari)	$f_c$ (MPa)	$f_y$ (MPa)	$\rho_b$	b (mm)	d (mm)	$A_{s,b}$ (mm <sup>2</sup> )	n (D10)
3	4,98	355,23	0,0064	140	155	138,0577	1,76
7	11,15	355,23	0,0142	140	155	309,1051	3,94
14	13,26	355,23	0,0169	140	155	367,5994	4,68
21	13,66	355,23	0,0175	140	155	378,6884	4,82
28	15,61	355,23	0,0199	140	155	432,7471	5,51

Kuat lentur dan kuat geser teoritis balok berdasarkan kuat tekan beton pada berbagai umur adalah seperti pada Tabel 5 berikut ini. Perbandingan antara kuat lentur balok hasil pengujian seperti pada Tabel 3 dengan kuat lentur teoritis balok seperti pada Tabel 5 adalah seperti ditunjukkan pada Gambar 9 berikut ini.

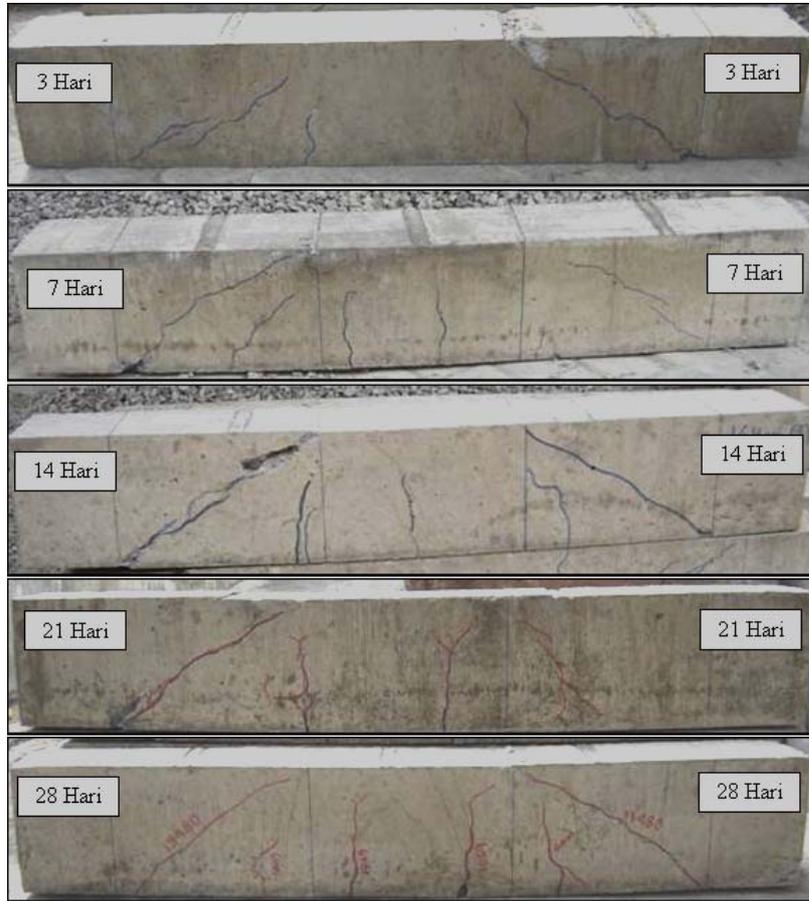
**Tabel 5. Kuat lentur dan geser teoritis balok.**

Umur (hari)	Kuat lentur (kN)	Kuat geser (kN)	Keterangan
3	37,9548	80,7092	Gagal lentur Tulangan tarik belum luluh
7	49,8374	108,7370	Gagal lentur Tulangan tarik sudah luluh
14	51,0821	110,9234	Gagal lentur Tulangan tarik sudah luluh
21	51,2747	111,3177	Gagal lentur Tulangan tarik sudah luluh
28	52,0723	113,1622	Gagal lentur Tulangan tarik sudah luluh

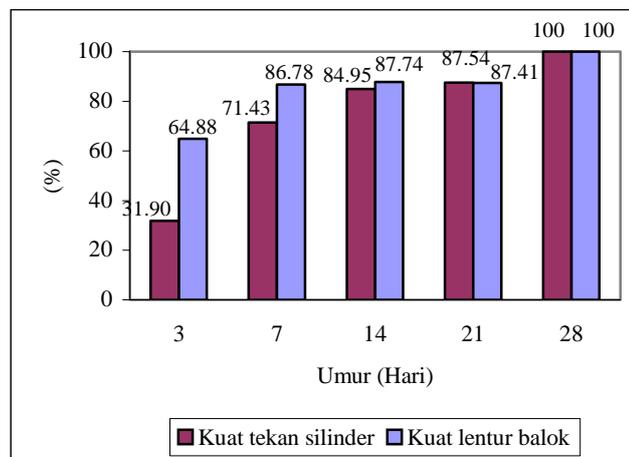


**Gambar 9. Perbandingan kuat lentur hasil pengujian dan teoritis balok.**

Dari Gambar 9 dapat dilihat bahwa kuat lentur balok hasil pengujian lebih besar dari kuat lentur teoritis. Secara teoritis berdasarkan Tabel 5. kegagalan balok pada umur 3, 7, 14, 21, dan 28 hari berupa kegagalan lentur. Pada pengujian ini bentuk kegagalan balok dapat dilihat pada Gambar 10.



**Gambar 10. Kegagalan balok.**



**Gambar 11. Perbandingan kuat tekan silinder beton dengan kuat lentur balok.**

Dari gambar 10 dapat dilihat bahwa kegagalan balok adalah geser dan lentur. Hal ini kemungkinan diakibatkan pengaruh kelangsingan yaitu jarak beban dari tumpuan ( $a$ ) dibagi dengan tinggi efektif ( $d$ ) yang terlalu kecil. Perbandingan kuat tekan silinder beton dengan kuat lentur balok terhadap umur 28 hari dapat dilihat pada Gambar 11.

Dari Gambar 11 dapat dilihat bahwa, pada umur 3 hari kuat tekan beton sebesar 31,90 % dan kuat lentur balok sebesar 64,88 %, pada umur 7 hari kuat tekan beton sebesar 71,43 % dan kuat lentur balok sebesar 86,78 %, pada umur 14 hari kuat tekan beton sebesar 84,95 % dan kuat lentur balok sebesar 87,74 %, pada umur 21 hari kuat tekan beton sebesar 87,54 % dan kuat lentur balok sebesar 87,41 %, jika dibandingkan dengan kuat tekan dan kuat lentur pada umur 28 hari. Kuat tekan beton mengalami peningkatan setara dengan bertambahnya umur beton. Kuat tekan beton mengalami peningkatan yang cukup besar sampai umur 14 hari, yaitu sudah mencapai 84,95 %. Kuat lentur balok mengalami peningkatan yang cukup besar sampai umur 7 hari, yaitu sudah mencapai 86,78 %. Pada umur 7 hari tulangan balok sudah mencapai kondisi luluh karena tulangan yang dipakai kurang (*under reinforced*).

Dari hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa pembukaan *scaffolding* dapat dilakukan setelah kekuatan beton sudah dapat mengimbangi kekuatan tulangan yang terpasang. Hal ini berhubungan dengan jumlah tulangan yang terpasang pada balok, jika tulangan yang terpasang jauh lebih kecil dari kondisi seimbang (*balanced*) maka pembongkaran *scaffolding* dapat dilakukan lebih cepat. Kesimpulan ini harus diteliti lagi lebih jauh karena ini masih sebatas tinjauan terhadap kuat lenturnya saja dan masih perlu ditinjau lagi hubungan antara umur balok beton dengan lendutannya dan faktor-faktor lainnya.

## **5. KESIMPULAN DAN SARAN**

### **5.1 Kesimpulan**

1. Kuat tekan beton pada umur 3, 14, dan 21 hari lebih kecil dari perkiraan kuat tekan beton berdasarkan PBI 1971, sedangkan pada umur 7 hari lebih besar.
2. Kuat tekan beton mengalami peningkatan setara dengan bertambahnya umur beton dan peningkatan yang cukup besar sampai umur 14 hari.
3. Kuat lentur balok mengalami peningkatan yang cukup besar sampai umur 7 hari.
4. Kuat lentur balok setelah umur 7 hari tidak jauh berbeda, hal ini diakibatkan kuat tekan beton mulai dari umur 7 hari sudah cukup untuk mengimbangi tulangan untuk mencapai kondisi luluh.

5. Kuat lentur balok hasil pengujian lebih besar dari kuat lentur teoritis.
6. Pembongkaran *scaffolding* dapat dilakukan lebih cepat pada balok dengan tulangan terpasang jauh lebih kecil dari kondisi seimbang (*balanced*).

## 5.2 Saran

1. Perlu dilakukan penelitian lanjutan dengan luas tulangan terpasang yang bervariasi mulai dari luas tulangan minimum sampai maksimum sesuai dengan yang disyaratkan oleh peraturan yang berlaku sehingga pengaruh umur beton terhadap kuat lentur balok menjadi semakin jelas.
2. Kelangsingan balok perlu diperhitungkan agar kegagalan yang terjadi betul-betul berupa kegagalan lentur seperti tujuan awal dari penelitian.
3. Perlu dilakukan penelitian hubungan antara umur balok beton dengan lendutannya.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Anonim, *Peraturan Beton Bertulang Indonesia (PBI 1971)*, Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan, Direktorat Jenderal Cipta Karya, Departemen Pekerjaan Umum dan Tenaga Listrik.
2. Anonim, SNI 03-1974-1990, *Metode Pengujian Kuat Tekan Beton*, Puslitbang Permukiman, Departemen Pekerjaan Umum.
3. Anonim, SNI 03-2847-2002, *Tata Cara Perencanaan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung*, Puslitbang Permukiman, Departemen Pekerjaan Umum.
4. Dipohusodo, I., 1994, *Struktur Beton Bertulang*, PT, Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
5. Salain, I.M.A, 2007, *Perbandingan Kuat Tekan Dan Permeabilitas Beton Yang Menggunakan Semen Portland Pozzolan Dengan Yang Menggunakan Semen Portland Tipe I*, Seminar dan Pameran HAKI Konstruksi Tahan Gempa di Indonesia. <http://www.hakikonstruksi.com/images/IMadeAlitKaryawanSalain.pdf>
6. Siswadi, Rapa, A., Puspitasari, D., 2007, *Pengaruh Penambahan Serbuk Kayu Sisa Penggajian Terhadap Kuat Desak Beton*, Jurnal Teknik Sipil, Volume 7, Nomor 2, Universitas Atmajaya, Yogyakarta. [http://www.uajy.ac.id/jurnal/jurnal\\_teknik\\_sipil/7/2/Pengaruh%20Penambahan%20Serbuk%20Kayu%20Sisa%20Penggajian%20Terhadap%20Kuat%20Desak%20Beton.pdf](http://www.uajy.ac.id/jurnal/jurnal_teknik_sipil/7/2/Pengaruh%20Penambahan%20Serbuk%20Kayu%20Sisa%20Penggajian%20Terhadap%20Kuat%20Desak%20Beton.pdf)
7. Tjokrodinuljo, K., 1996, *Teknologi Beton*, Buku Ajar, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.

8. Winter, G. dan Nilson, Arthur H., 1993, *Perencanaan Struktur Beton Bertulang*, PT. Pradnya Paramita, Jakarta.
9. Yusriadi, 2008, *Standar Kompetensi Bidang Konstruksi Batu/Beton*, <http://plinkplane.blogs.ie/2008/03/28/standar-kompetensi-bidang-konstruksi-batu-beton/>

# PENGARUH KECEPATAN PENGUJIAN TERHADAP HASIL UJI TARIK PELAT BAJA

**Y. Djoko Setiyarto**

Jurusan Teknik Sipil - Universitas Komputer Indonesia

Jl. Dipatiukur No. 112 – 116 Bandung

Email: trivi46@yahoo.com

## ABSTRAK

Kegiatan eksperimental uji tarik merupakan salah satu bagian dari kegiatan penelitian yang wajib dilakukan untuk mengetahui properti material. Tulisan berikut tidak hanya memaparkan hasil uji tarik pelat baja, namun juga membahas masalah jenis dan besaran kecepatan pengujian yang kadang harus diambil keputusan penggunaannya sebelum eksperimental dilakukan. Diketahui bahwa hasil eksperimental yang menggunakan kecepatan pengujian load control dan displacement control adalah berbeda, meskipun besaran nilai properti yang dihasilkan hampir sama.

**Kata kunci:** uji tarik, pelat baja, kecepatan pengujian.

## ABSTRACT

*Activities experimental tensile test is one part of the research activities that must be conducted to determine the material properties. The following article not only presents the results of tensile testing of steel plate, but also addresses the problem of the type and value of testing speed that sometimes must be taken before experimental usage decisions made. It is known that the experimental results using a testing speed of load control and displacement control are different, although the amount of value generated nearly the same properties.*

**Keywords:** *tensile test, steel plates, speed of testing.*

## 1. PENDAHULUAN

Selain tegangan leleh ( $\sigma_y$ ) dan tegangan ultimit ( $\sigma_u$ ), mutu pelat baja perlu diidentifikasi dengan parameter-parameter lain yang dianggap dapat mewakili perilaku yang dimiliki material (properti material), seperti modulus elastisitas ( $E$ ), regangan leleh ( $\epsilon_y$ ), regangan ultimate ( $\epsilon_u$ ). Berikut ini akan dilakukan kegiatan eksperimental uji tarik untuk material baja *cold formed* yang tidak hanya bertujuan untuk mengetahui perilaku material pelat baja namun juga ingin diketahui pengaruh kecepatan pengujian terhadap hasil uji tarik.

Spesimen uji tarik baja *cold formed* mengambil potongan baja (coupon test) dari profil *lip channel*. Berdasarkan informasi dari tempat diperolehnya, diketahui bahwa mutu baja *cold formed* yang digunakan adalah jenis G300 ( $f_y = 300$  MPa). Namun karena belum diperolehnya sertifikasi pabrik atas mutu material baja yang diteliti, menyebabkan perlu terlebih dahulu dilakukan uji tarik untuk diidentifikasi sifat materialnya.

## 2. PENENTUAN TITIK LELEH DAN TITIK ULTIMIT

Dari aspek struktur, sifat bahan dari baja berpelat tipis memiliki perbandingan tegangan ultimit dengan tegangan leleh ( $\sigma_u/\sigma_y$ ) berkisar antara 1.13 s/d 1.88 (Yu 2000). Tegangan leleh pada kurva tegangan regangan dapat ditentukan dengan beberapa metode yang diakui dalam ASTM A370, yaitu :

### 1. Metode *Diagram Autographic*

Metode ini digunakan jika alat uji tarik dilengkapi dengan alat rekam otomatis data numerik hasil pengujian. Setiap tahap pembebanan harus dapat terekam dengan lengkap untuk dapat menggambarkan properti material yang dimiliki baja dengan benar. Penentuan titik leleh dilakukan dengan cara menentukan titik yang menunjukkan suatu perubahan drastis dari kondisi elastis menuju kondisi plastis.

### 2. Metode Perpanjangan Total Selama Pembebanan (*Total Extension Under Load*)

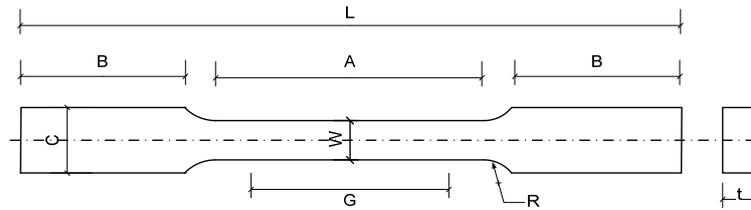
Metode ini digunakan jika bentuk kurva yang dihasilkan dari pengujian tidak seperti kurva metode *Diagram Autographic*. Tegangan leleh diperoleh dari tegangan yang berkesesuaian dengan suatu regangan yang disepakati (*specified extension under load*). Menurut ASTM370 untuk material dengan tegangan leleh tidak lebih dari 550 MPa dapat diambil sebesar 0.005 mm/mm

### 3. Metode *Offset*

Metode ini paling sering digunakan jika bentuk kurva yang dihasilkan belum memperlihatkan titik tegangan yang seperti kurva metode *Diagram Autographic*. Tegangan leleh diperoleh dengan cara membuat garis sejajar (*offset*) dengan bagian kurva yang menunjukkan peningkatan adanya peningkatan tegangan. Besarnya *offset* atau jarak antara garis sejajar tersebut adalah 0.002 mm/mm (0.2 % *offset*)

## 3. STANDAR ACUAN PENGUJIAN TARIK PELAT BAJA

Acuan untuk pengujian tarik baja mengikuti ketentuan yang ada pada ASTM A370-03a (*Standard Tests Methods and Definitions for Mechanical Testing of Steel Products*) seperti pada Gambar 1. ASTM membagi dimensi standar sampel uji tarik berdasarkan ketebalan pelat. Untuk ketebalan pelat uji tarik yang akan diteliti, yaitu baja *cold formed* 2 mm, maka ketentuan ukuran spesimen yang diikuti adalah sesuai pada kolom "*Sheet Type 1/2 in Wide*" (untuk ketebalan pelat 0.13 mm – 19 mm).



(a). Model benda uji.

(b). Keterangan gambar: dimensi.

	Standard Specimen				Subsize Specimen	
	Plate Type 1 1/2-in Wide		Sheet Type 1/2-in Wide		1/4 -in wide	
	in	mm	in	mm	in	mm
<i>G</i> - Gage Length (notes 1 and 2)	8.00	200±0.25	2.000±0.005	<b>50.0 ±</b>	1.000±0.003	25.0±0.08
<i>W</i> - Width ( notes 3, 5 and 6)	± 0.01 1 1/2 + 1/8 - 1/4	40 + 3 -6	0.500±0.010	<b>0.10</b> <b>12.5 ±</b> <b>0.25</b>	0.250±0.002	6.25±0.05
<i>T</i> - Thickness ( note 7)	Thickness of Materials					
<i>R</i> - Radius or fillet, min ( note 4)	1/2 18	13 450	1/2 8	<b>13</b> <b>200</b>	1/4 4	6 100
<i>L</i> - Overall Length, min ( notes 2 and 8)	9 3	225 75	2 1/4 2	<b>60</b> <b>50</b>	1 1/4 1 1/4	32 32
<i>A</i> - Length of reduced section, min	2	50	2/4	<b>20</b>	3/6	10
<i>B</i> - Length of Grip Section, min (note 9)						
<i>C</i> - width of grip section, approximate (notes 4,10 and 11)						

**Gambar 1. Ketentuan Ukuran Spesimen Uji Tarik Pelat Persegi (ASTM A370-03a).**

Pengaturan kecepatan uji tarik dari UTM dapat berpengaruh terhadap hasil pengujian bila kecepatan yang diberikan terlampau besar. Karena pengaruh percepatan ( $F = m.a$ ) tersebut diduga akan mempengaruhi gaya tarik yang diberikan pada spesimen selama pengujian. Untuk menghindari adanya pengaruh percepatan pada hasil pengujian tersebut, ASTM A370-03a telah membatasi kecepatan pengujian tarik baja terutama untuk penentuan kuat leleh dan kuat tarik dari spesimen yang diuji. Terdapat dua jenis penentuan kecepatan pengujian yang disyaratkan oleh ASTM A370, yaitu kecepatan pengujian berdasarkan besarnya pertambahan peralihan (*displacement control*) dan kecepatan pengujian berdasarkan besarnya pertambahan beban (*load control*).

Pengaturan kecepatan *displacement control* terdapat dalam pasal 7.4.1 dari ASTM A370-03a, yang menyebutkan bahwa semua kecepatan pengujian dapat dipergunakan hingga tercapai titik yang bernilai dari setengah dari kuat leleh ( $0.5 f_y$ ). Ketika tercapai titik tersebut, kecepatan dibatasi agar tidak melebihi  $1/16$  mm/min dari panjang *reduction section* hingga tercapainya titik kuat leleh. Sedangkan kecepatan untuk menentukan kuat tarik adalah tidak boleh melebihi  $1/10$  mm/min dari panjang *reduction section*. Pembatasan kecepatan minimum juga harus diatur tidak boleh kurang dari  $1/10$  mm/min kecepatan maksimal.

Pengaturan kecepatan *load control* terdapat dalam pasal 7.4.3 dari ASTM A370-03a yang menyebutkan apabila mesin uji dilengkapi dengan peralatan yang mengatur kecepatan pembebanan, maka kecepatan pengujian dari  $0.5 f_y$  hingga  $f_y$  adalah tidak boleh melebihi 690 MPa/min. Sedangkan kecepatan minimum yang diijinkan adalah tidak boleh kurang dari 70 MPa/min.

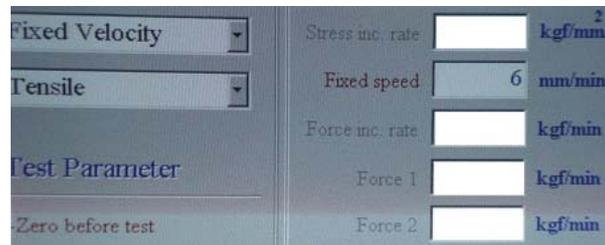
Dengan menyesuaikan ukuran spesimen uji tarik yang telah direncanakan, maka kecepatan pengujian berdasarkan *displacement control* atau *load control* dapat dilihat pada Tabel 1. Pada tabel tersebut terlihat bahwa untuk ukuran *reduction section* sepanjang 100 mm, maka sesuai ASTM A370-03a, pengaturan kecepatan pengujian dengan *displacement control* terletak di antara 0.625 mm/min hingga 6.25 mm/min. Sedangkan batas pengaturan kecepatan menggunakan *load control* terletak di antara 1429 kgf/min hingga 14082 kgf/min.

**Tabel 1. Kecepatan Pengujian Tarik Pelat Baja berdasarkan ASTM A370-03a**

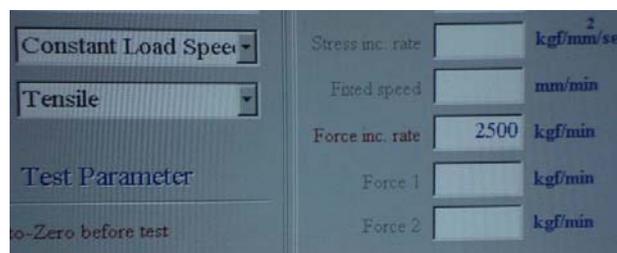
<i>Reduction Section</i>			<i>Displacement Control</i>		<i>Load Control</i>	
<b>Panjang</b>	Tebal	Luas	$V_{Max}$	$V_{Min}$	$V_{Max}$	$V_{Min}$
<b>mm</b>	mm	mm <sup>2</sup>	<b>mm/min</b>	mm/min	<b>kgf/min</b>	kgf/min
<b>100</b>	2	200	<b>6.25</b>	0.625	<b>14082</b>	1429

Berdasar Tabel 1 di atas, besarnya kecepatan pengujian jenis *displacement control* yang dapat diambil untuk kegiatan eksperimental uji tarik ini adalah 6 mm/min. Kecepatan tersebut telah memenuhi batas kecepatan yang diijinkan untuk penentuan kuat leleh dan kuat tarik sesuai ASTM A370-03a pasal 7.4.1. Sedangkan untuk kecepatan pengujian jenis *load control*, besarnya kecepatan pengujian yang dapat diambil adalah 2500 kgf/min. Namun dengan catatan bahwa hasil pengujian tarik dengan *load control* hanya valid sampai tercapainya titik leleh saja, seperti yang disebutkan ASTM A370-03a

pasal 7.4.3. Pengaturan kecepatan pengujian pada UTM untuk jenis *displacement control* dan *load control* dapat dilihat pada Gambar 4 dan Gambar 5.



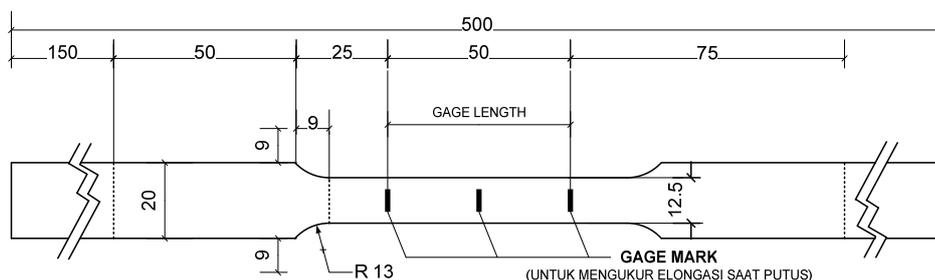
**Gambar 2. Pengaturan *Displacement Control* pada UTM.**



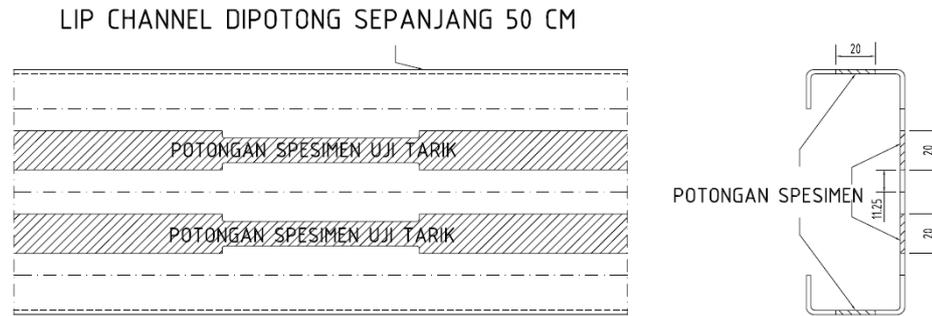
**Gambar 3. Pengaturan *Load Control* pada UTM.**

#### 4. DIMENSI DAN JUMLAH SPESIMEN UJI TARIK PELAT BAJA

Tanpa merubah ketentuan dari ASTM A370 dan menyesuaikan kondisi ukuran grip-mesin uji tarik (UTM) maupun ukuran instrumentasi yang akan dipasang pada spesimen, maka dimensi spesimen uji tarik dari material baja *cold formed* adalah seperti Gambar 4. Sedangkan pengambilan atau cara pemotongan sampel pelat *cold formed* dari profil *lip channel* dilakukan seperti Gambar 5.



**Gambar 4. Ukuran Spesimen Uji Tarik Yang Direncanakan.**



**Gambar 5. Cara Pemotongan Spesimen Uji dari Lip Channel.**

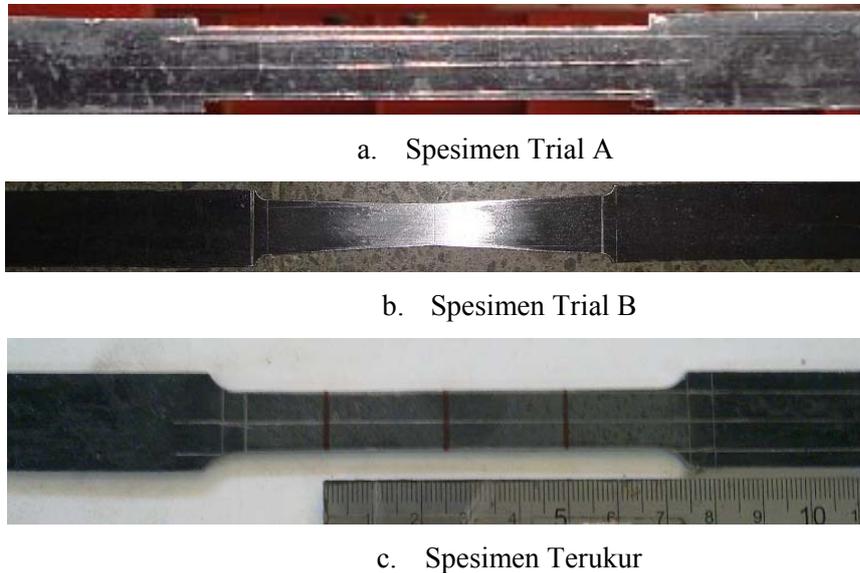
Jumlah spesimen uji tarik yang diperlukan dapat dilihat dalam bentuk tabulasi seperti Tabel 2. Penggunaan 2 macam jenis kecepatan pengujian berupa *displacement control* dan *load control* sekaligus bertujuan untuk membandingkan perbedaan hasil uji tarik spesimen.

**Tabel 2. Data Spesimen Uji Tarik Yang Terukur Sesuai Standar ASTM.**

Notasi	Tebal	Jumlah	Material	Kecepatan
CF – ST 1 CF – ST 3	2 mm	2	<i>Cold-formed</i>	<i>Displacement Control = 6 mm/min</i>
CF – ST 2 CF – ST 4	2 mm	2	<i>Cold-formed</i>	<i>Load Control = 2500 kgf/min</i>

Pada kenyataannya, jumlah spesimen yang ada memiliki jumlah yang lebih banyak daripada yang tercantum pada Tabel 2. Dengan alasan berfungsi sebagai *trial and error* untuk mencoba kecepatan pengujian yang ada pada UTM, maka properti material yang dihasilkan spesimen *trial* tersebut hanya digunakan untuk mengetahui pengaruh penggunaan jenis kecepatan pengujian terhadap perbedaan hasil pengujian. Selain itu, hasil pembuatan spesimen *trial* tidak akurat karena tidak dilakukan dengan alat pemotong khusus seperti yang ada di *workshop*. Sehingga ukuran spesimen *trial* tidak sesuai dengan ukuran standar ASTM. Contoh kurang akuratnya pembuatan spesimen adalah dihasilkannya lebar bagian *reduction section* yang bervariasi. Meskipun demikian,

spesimen *trial* tersebut dapat dijadikan acuan untuk pengujian berikutnya. Jumlah spesimen *trial* tersebut dapat dilihat pada Tabel 3 dan Gambar 6.



**Gambar 6. Spesimen Uji Tarik *Trial* dan Terukur.**

**Tabel 3. Pengaturan Kecepatan Pengujian Pada Spesimen Uji Tarik *Trial*.**

Notasi	Lebar	Keterangan	Material	Kecepatan
CF – 2A	16.2 mm	Radius Fillet tidak dibuat	<i>Cold-formed</i>	<i>Displacement Control = 6 mm/min</i>
CF – 1B CF – 3B	12.8 mm 11.5 mm	Pemotongan Bagian <i>Gage Length</i> Tidak Rata	<i>Cold-formed</i>	<i>Displacement Control = 6 mm/min</i>
CF – 1A	16.2 mm	Radius Fillet tidak dibuat	<i>Cold-formed</i>	<i>Load Control = 2500 kg/min</i>
CF – 2B CF – 4B	12.8 mm 11.5 mm	Pemotongan Bagian <i>Gage Length</i> Tidak Rata	<i>Cold-formed</i>	<i>Load Control = 2500 kg/min</i>
CF – 3A	16.2 mm	Radius Fillet tidak dibuat	<i>Cold-formed</i>	<i>Displacement Control = 10 mm/min</i>
CF – 4A	16.2 mm	Radius Fillet tidak dibuat	<i>Cold-formed</i>	<i>Load Control = 1500 kg/min</i>

Pada Tabel 3 terlihat bahwa perlakuan uji tarik spesimen tidak hanya di variasi dengan jenis kecepatannya saja, namun juga besaran kecepatan yang diberikan turut dibedakan pula. Seperti Spesimen CF – 1A dengan CF – 4A, meskipun sama-sama menggunakan Load Control namun besar kecepatan pengujiannya dibedakan, yaitu 2500 kg/min dan 1500 kg/min.

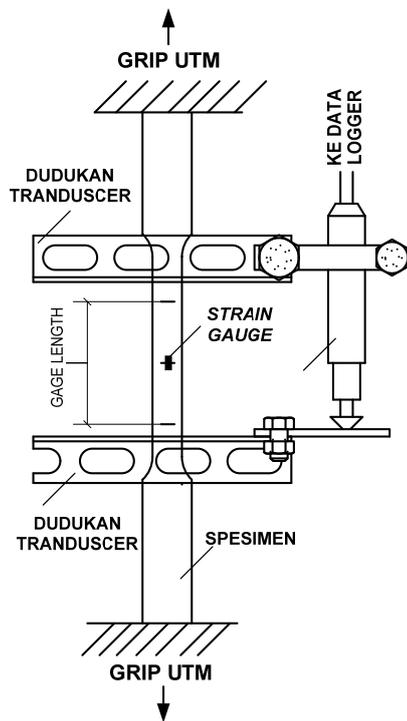
## 5. TEST SETUP DAN INSTRUMENTASI UJI TARIK PELAT BAJA

Pengujian dilakukan di Laboratorium Konstruksi Fakultas Teknik Jurusan Sipil UNPAR. Alat uji UTM yang digunakan mempunyai fasilitas untuk merekam besarnya gaya dan peralihan (P- $\Delta$ ) selama pengujian, namun untuk menggunakan data peralihan dari hasil uji tarik tersebut masih kurang teliti karena beberapa faktor sebagai berikut:

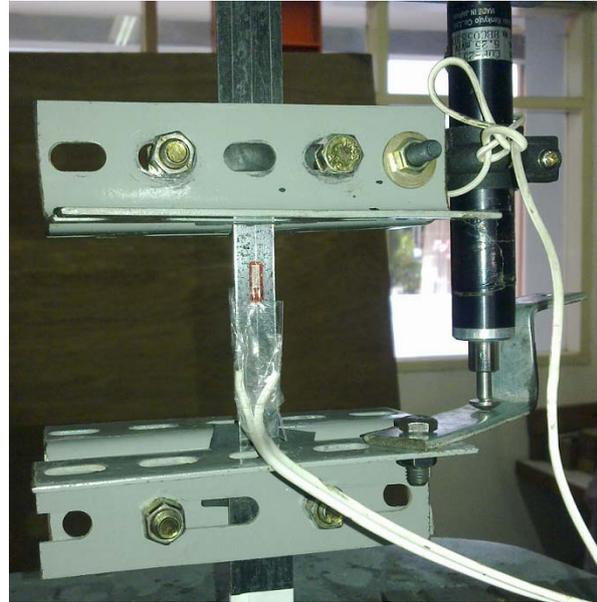
- o Adanya pengaruh slip pada grip selama pengujian akibat tipisnya dan licinnya permukaan spesimen uji tarik, terutama saat awal pengujian.
- o Peralihan yang terukur merupakan rekaman jarak antara kedua *crosshead* yang saling memisahkan atau menarik spesimen uji. Sehingga peralihan yang terukur bukan hanya peralihan pada bagian *gage length* saja melainkan peralihan pada bagian grip juga ikut terukur.

Agar diperoleh ketelitian tentang peralihan yang terjadi pada bagian *gage length* saja (bagian penampang yang mengecil), maka perlu ditambahkan instrumentasi yang khusus dapat mengukur peralihan bagian *gage length* tersebut secara akurat. Instrumentasi tambahan yang digunakan yaitu *displacement transducer* dan *strain gauge*, yang pemasangannya dapat dilihat pada Gambar 5.

Pertimbangan penggunaan *strain gauge* adalah diperolehnya hasil pengukuran regangan pada bagian *reduction section* dengan tingkat akurasi yang tinggi. Namun *strain gauge* tersebut rentan rusak apabila deformasi pada spesimen uji terjadi pada bagian yang dilekatkan *strain gauge* tersebut. Sehingga instrumentasi untuk pengukuran bagian *reduction section* perlu ditambahkan lagi dengan menggunakan *transducer*. Meskipun pengukuran peralihan yang dihasilkan dengan *transducer* masih dianggap kurang akurat namun pengukuran yang dihasilkan jauh lebih baik dibandingkan dengan data peralihan dari UTM. Kurang akuratnya pengukuran dengan *transducer* diakibatkan terjadinya slip pada bagian dudukan *transducer*. Akibat efek poison pada spesimen pelat baja selama uji tarik, dapat terjadi kemungkinan pemasangan dudukan *transducer* yang semula dalam kondisi kencang untuk menjepit spesimen menjadi tidak kencang lagi ketika beban tarik diaplikasikan.



a. Rencana



b. Aktual

**Gambar 7. Test Setup dan Instrumentasi Pada Kegiatan Uji Tarik Pelat Baja.**

## 6. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

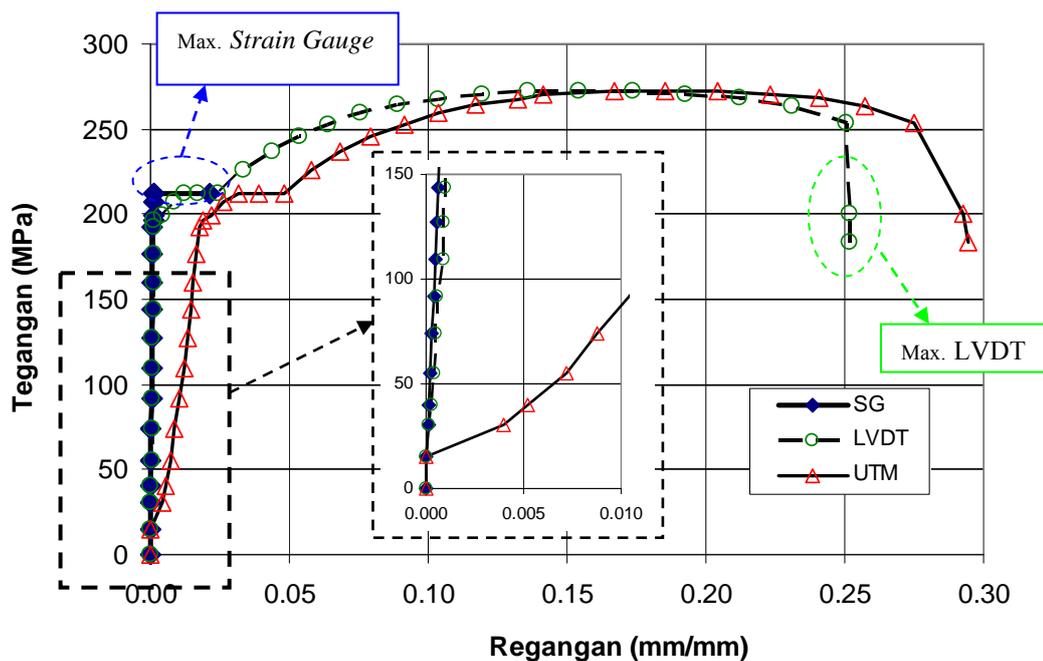
Sebanyak 12 buah spesimen uji tarik pelat baja *coldformed* telah dilakukan. Empat buah di antaranya diuji dengan menggunakan tambahan instrumen *strain gauge* dan *tranduser*, sedangkan yang lain tidak. Perlakuan perbedaan kecepatan pengujian juga dilakukan terhadap 12 buah spesimen tersebut. Selain bertujuan untuk memperoleh properti material dari baja ringan (*cold formed*) yang berbeda akibat kecepatan pengujian yang berbeda, berdasarkan kegiatan eksperimental uji tarik ini juga dapat diketahui pula kemampuan dari masing-masing alat uji, serta perbedaan hasil pengukuran yang dilakukan akibat pemilihan jenis kecepatan pengujian.

### 6.1 Perbedaan Pengukuran Peralihan UTM, *Strain Gauge* dan *Tranduser*

Perbedaan hasil pengukuran peralihan yang dilakukan dengan menggunakan UTM, *Strain Gauge* dan *Tranduser* (LVDT) dapat dilihat pada Gambar 8. Gambar tersebut merupakan kurva hubungan tegangan regangan dari spesimen CF-ST4. Dengan menyamakan waktu pengukuran, maka untuk setiap beban yang diaplikasikan pada tiap

waktu peralihan dari masing-masing instrumen tambahan adalah seperti yang tergambar. Perbedaan hasil pengukuran telah terjadi sejak awal pemberian beban, terlihat dalam kotak putus-putus, peralihan yang dihasilkan oleh UTM lebih besar dibandingkan pengukuran dengan menggunakan *strain gauge* atau *tranduser*. Pengukuran regangan oleh UTM memiliki perbedaan rata-rata sebesar 20 kali dari regangan yang dihasilkan *strain gauge*. Hal ini menunjukkan bahwa pengaruh slip pada grip serta akumulasi regangan dari grip akan turut menentukan hasil pengukuran peralihan dengan menggunakan UTM.

Namun pengukuran dengan menggunakan *strain gauge* kadangkala mengalami kendala kurang akurat sebelum spesimen uji mencapai *failure*. Pada Gambar 8 terlihat pengukuran dengan menggunakan *strain gauge* hanya dapat mencapai regangan sebesar 0.02 saja, selebihnya *strain gauge* sudah tidak dapat mengukur lagi regangan dengan akurat. Meskipun demikian, data properti material untuk menentukan titik leleh maupun modulus elastisitas telah dapat digunakan.



**Gambar 8. Perbedaan Regangan yang dihasilkan UTM, *Strain Gauge* dan *Tranduser* untuk Spesimen CF-ST4**

Demikian pula penggunaan *transducer* juga memiliki kelemahan, yaitu diperolehnya hasil pengukuran peralihan dengan akurasi yang lebih rendah pada saat awal pengujian. Kapasitas pengukuran peralihan menggunakan *transducer* hanya terbatas pada kisaran 25 mm saja. Sehingga bila material spesimen sangat duktal, maka peralihan selebihnya sudah tidak dapat lagi diukur oleh *transducer*.

Meskipun perbedaan hasil pengukuran peralihan ini juga dialami oleh ketiga spesimen yang lain, namun untuk memperoleh hubungan tegangan regangan dari spesimen uji tarik ini akan menggunakan data peralihan yang dihasilkan oleh *strain gauge* dan *transducer*.

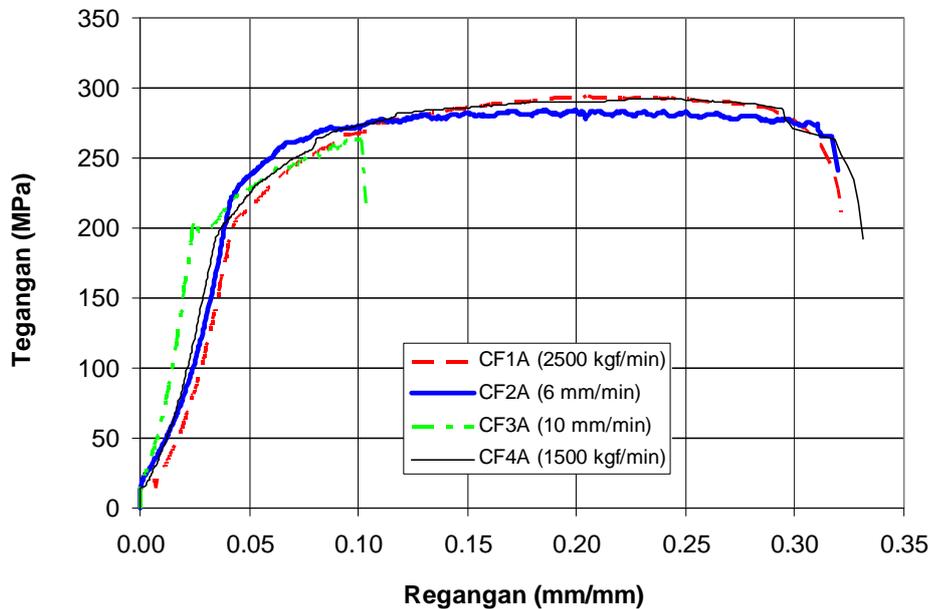
## 6.2 Pengaruh Pengaturan Kecepatan Pengujian

Pengaruh pengaturan kecepatan pada UTM terhadap hasil uji tarik dapat dilihat pada Gambar 9, Gambar 10, dan Gambar 11. Karena lokasi pembuatan dan bentuk spesimen yang dibuat berbeda-beda, maka agar relatif mudah dibandingkan, hasil pengujian berupa kurva hubungan tegangan regangan dikelompokkan sesuai spesimen yang memiliki kesamaan bentuk dan lokasi pembuatan.

Spesimen *trial A* memiliki bentuk seperti Gambar 6.a, dengan ukuran lebar pada bagian *gage length* sama besar yaitu 16 mm. Radius antara bagian grip dan *reduction section* tidak dibuat. Spesimen juga masih terlapisi *sticker* perekat berbahan dasar kertas plastik yang berfungsi sebagai acuan untuk proses pemotongan spesimen. Secara fisik spesimen *trial A* tidak memenuhi ketentuan ukuran yang ada dalam ASTM A370-03a, karena proses pembuatannya belum selesai. Karena tujuannya hanya sebagai spesimen *trial* untuk mengetahui pengaruh kecepatan pengujian terhadap hasil uji kuat tarik, maka keempat buah spesimen *trial A* tersebut diikutsertakan dalam kegiatan eksperimental ini.

Pengaruh penggunaan kecepatan pengujian jenis *load control* sebesar 2500 kgf/min dan 1500 kgf/min, tidak memberikan perbedaan hasil pengujian yang signifikan. Terlihat spesimen CF1A dan CF4A memiliki kurva tegangan-regangan yang cukup sama, demikian pula nilai tegangan ultimit dan tegangan leleh yang dihasilkan juga sama. Sedangkan pengaruh penggunaan kecepatan pengujian jenis *displacement control* sebesar 10 mm/min dan 6 mm/min, perbedaan hasil pengujianya dapat dilihat pada spesimen CF2A dan CF3A. Penggunaan *displacement control* yang relatif lebih cepat pada spesimen CF3A memberikan pengaruh terhadap waktu selesainya pemberian beban oleh UTM menjadi lebih awal. Sedangkan pengaruh penggunaan *load control* dan *displacement control* yang terlihat jelas selama pengujian adalah peristiwa putus (*break*) pada spesimen yang menggunakan *displacement control* tidak pernah terjadi, seperti yang

dialami spesimen yang menggunakan *load control*. Kecuali CF3A, hasil pengujian tarik untuk spesimen *trial A* yang menggunakan *displacement control* dan *load control* tidak memberikan perbedaan yang signifikan.



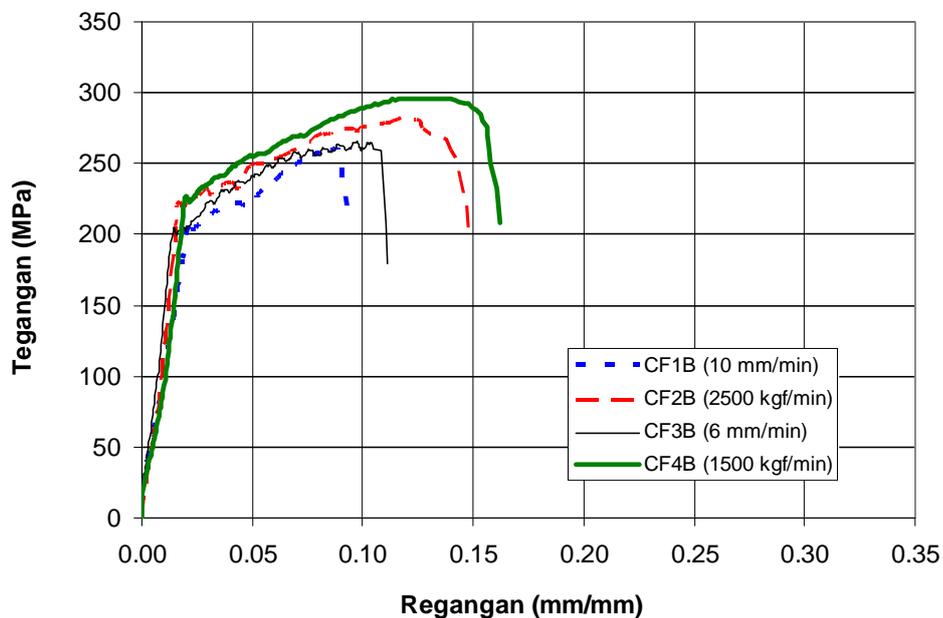
Gambar 9. Hasil Pengujian Spesimen *Trial A*.

Spesimen *trial B* memiliki bentuk seperti Gambar 6.b, dengan ukuran lebar pada bagian *gage length* bervariasi yaitu mulai dari 16 mm pada bagian perbatasan antara bagian grip dan *reduction section*, kemudian mengecil menjadi 11.5 mm pada bagian tengah *reduction section*. Alasan dibuat demikian adalah untuk memastikan bahwa bagian yang akan putus saat pengujian kuat tarik adalah bagian *gage length* dengan lebar terkecil tersebut. Sehingga untuk mendapatkan regangan yang akurat maka pemasangan *strain gauge* dapat dilakukan pada bagian yang mengecil tersebut. Namun karena ketidaksesuaian ukuran spesimen dengan ketentuan yang ada pada ASTM A370-03a, spesimen B yang berjumlah 4 buah ini juga tidak dapat digunakan dan hanya bermanfaat sebagai spesimen *trial* saja.

Pengaruh penggunaan kecepatan pengujian jenis *load control* sebesar 2500 kgf/min dan *displacement control* sebesar 6 mm/min terhadap spesimen *trial B* dapat dilihat pada Gambar 10. Hasil pengujian spesimen CF2B dan CF4B tidak memberikan perbedaan yang signifikan karena menggunakan jenis kecepatan yang sama yaitu *load control* = 2500 kgf/mm. Jika terjadi perbedaan hasil pengujian, kemungkinan besar

diakibatkan oleh pengaruh ukuran bagian *reduction section* dari tiap spesimen yang tidak sama. Antara CF4B dan CF3B, memiliki perbedaan hasil pengujian yang cukup signifikan, karena kecepatan pengujian spesimen CF3B menggunakan *displacement control* = 6 mm/min. Seperti yang terjadi pada spesimen *trial A*, peristiwa putus (break) pada spesimen yang menggunakan *displacement control* tidak pernah terjadi selama pengujian kuat tarik.

Perbandingan hasil pengujian kuat tarik terhadap spesimen *trial A* dan spesimen *trial B* pada Gambar 9 dan Gambar 10, memberikan bentuk kurva hubungan tegangan regangan yang berbeda. Perbedaan hasil tersebut diakibat oleh ukuran bagian *reduction section* yang berbeda. Akibat ukuran bagian *reduction section* yang mengecil pada bagian tengah *gage length* (sekitar 11.5 mm), menyebabkan hasil pengujian kuat tarik spesimen *trial B* memiliki regangan yang lebih rendah dibandingkan regangan yang dimiliki spesimen *trial A*. Namun kesamaan hasil pengujian tersebut adalah tegangan ultimit ( $\sigma_u$ ) yang dihasilkan berada dalam rentang 250 MPa – 300 MPa, dan tegangan leleh ( $\sigma_y$ ) yang dihasilkan dalam rentang 200 MPa – 250 MPa. Sehingga meskipun spesimen tersebut bersifat *trial*, namun masih dapat bermanfaat sebagai acuan pengujian pada spesimen berikutnya.

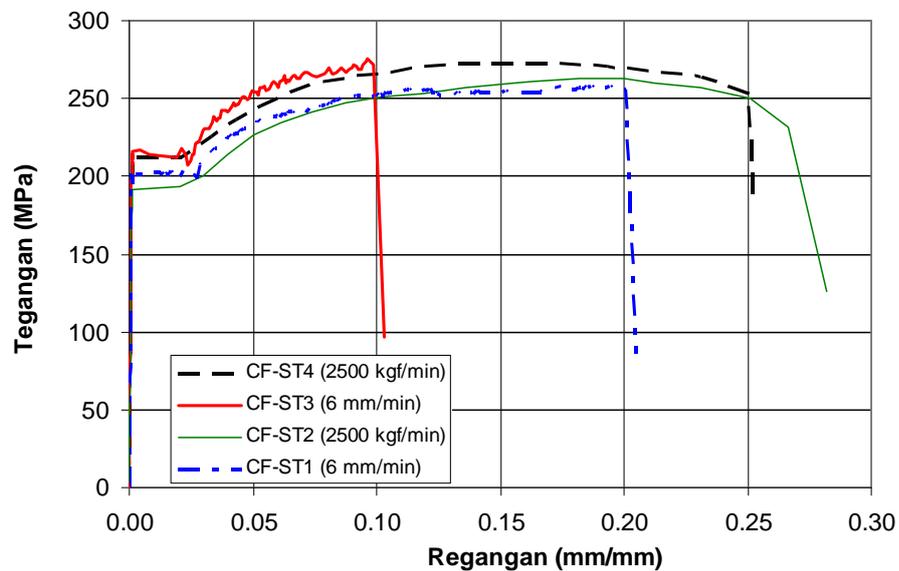


**Gambar 10. Hasil Pengujian Spesimen *Trial B***

Spesimen terukur memiliki bentuk seperti Gambar 6.c, dengan ukuran lebar pada bagian *gage length* sebesar 12.5 mm. Ukuran keempat spesimen terukur sangat akurat

dan seragam, sesuai dengan ketentuan yang ada pada ASTM A370-03a, karena proses pengerjaan dilakukan di *workshop* dengan mesin khusus. Saat proses pemotongan dan pembentukan ukuran spesimen tersebut, dilakukan dengan cara spesimen disusun hingga empat lapis, sehingga diperoleh ukuran keempat buah spesimen yang seragam.

Hasil pengujian kuat tarik terhadap spesimen terukur dapat dilihat pada Gambar 11. Seperti halnya yang terjadi pada spesimen *trial*, penggunaan *displacement control* memberikan pengaruh terhadap lebih cepatnya pengujian selesai walaupun spesimen belum mengalami putus. Peristiwa ini ditunjukkan oleh kurva tegangan regangan CF-ST3 dan CF-ST1. Namun secara keseluruhan, hasil tegangan ultimit dan tegangan leleh yang diperoleh dengan *displacement control* maupun *load control* tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan.



**Gambar 11. Hasil Pengujian Spesimen Terukur**

Bentuk kehancuran yang dialami tiap spesimen dengan perlakuan kecepatan pengujian yang berbeda-beda dapat dilihat pada Gambar 12. Spesimen mengalami kondisi putus apabila dilakukan uji tarik dengan menggunakan kecepatan pengujian *Load Control* seperti yang terlihat pada Gambar 12 a dan Gambar 12 c. Sedangkan spesimen tidak mengalami kondisi putus apabila dilakukan uji tarik dengan menggunakan kecepatan pengujian *Displacement Control* seperti yang terlihat pada Gambar 12 b dan Gambar 12 d. Meskipun spesimen belum putus, pembebanan dari UTM sudah berhenti.



a. Spesimen A dengan *Load Control*



b. Spesimen A dengan *Displacement Control*



c. Spesimen B dengan *Load Control*



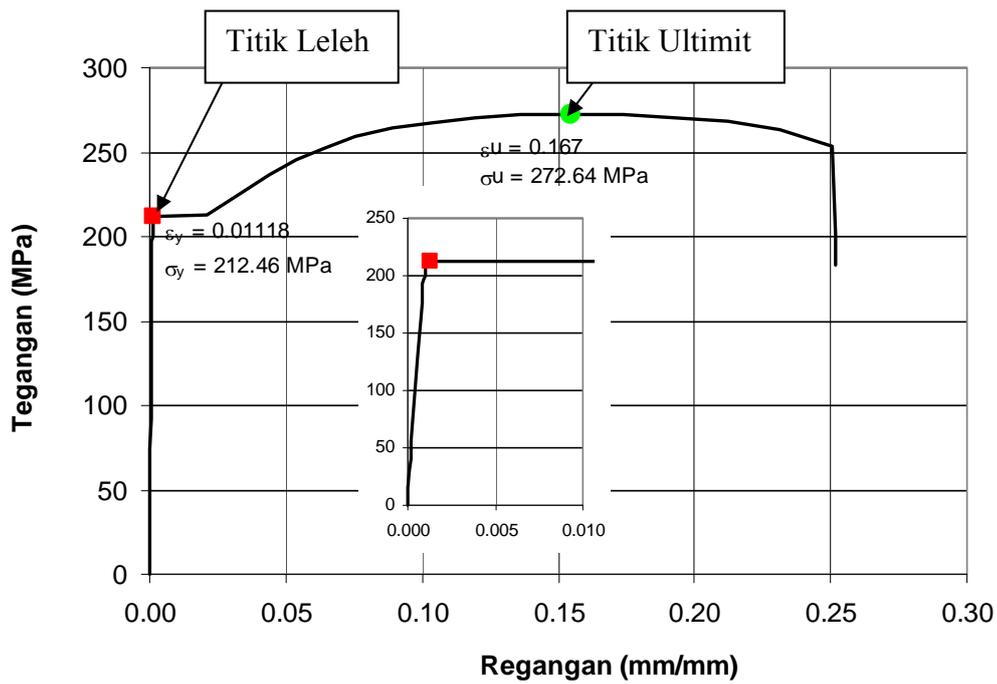
d. Spesimen B dengan *Displacement Control*

**Gambar 12. Bentuk Kehancuran Spesimen Uji Tarik Pelat Baja *Coldformed*.**

Penentuan tegangan leleh dilakukan dengan cara *autographic diagram method*, karena bagian kurva tegangan yang merupakan batas elastis dan plastis terlihat jelas pada sudut siku yang meruncing. Sedangkan penentuan tegangan ultimit diperoleh dengan cara memilih tegangan yang paling tinggi. Contoh penentuan tegangan leleh dan tegangan ultimit untuk spesimen CF-ST4 dapat dilihat pada Gambar 13. Sedangkan hasil tegangan leleh dan tegangan ultimit untuk spesimen lain dapat dilihat di Lampiran.

### 6.3 Pembahasan

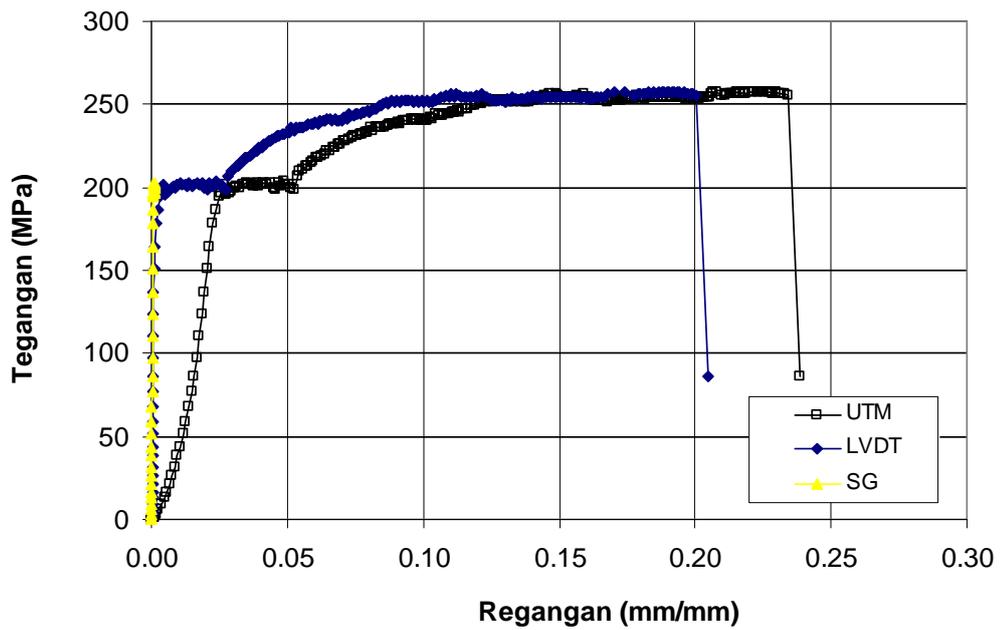
Rangkuman seluruh hasil eksperimental uji tarik untuk spesimen yang mengidentifikasi mutu material dari baja *lip channel* 150 x 65 x 20 x 2.3 dapat dilihat pada Tabel 4. Dari keempat spesimen baja ringan terukur, diperoleh identifikasi mutu material dengan mengambil nilai rata-rata sebagai berikut: tegangan leleh = 203 MPa, tegangan ultimit = 267 MPa dan modulus elastisitas = 189798 MPa.



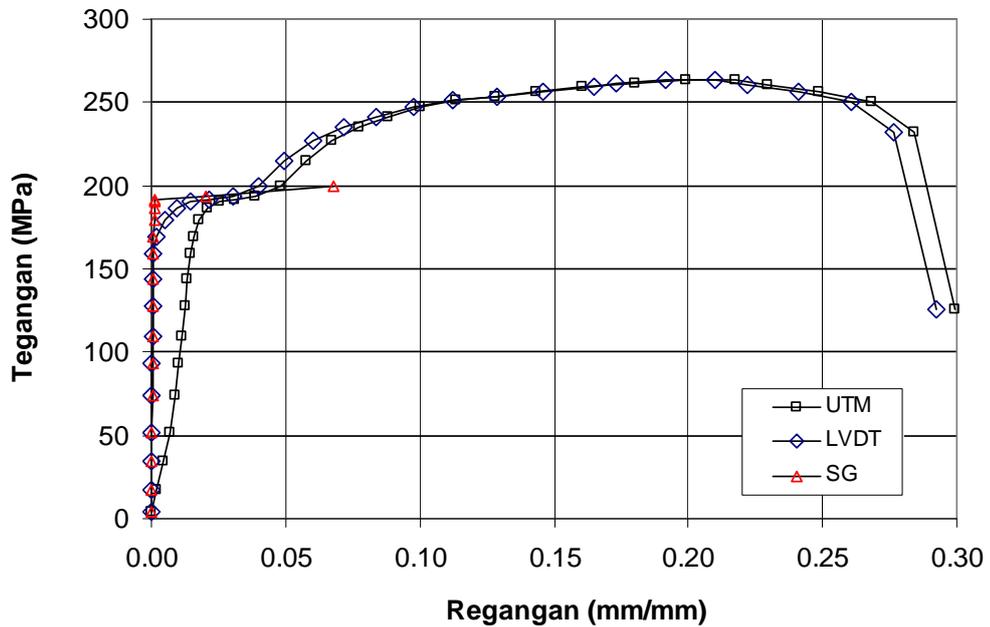
Gambar 13. Tegangan Leleh dan Tegangan Ultimit dari Spesimen CF-ST4

Tabel 3. Rangkuman Hasil Kegiatan Eksperimental Uji Tarik

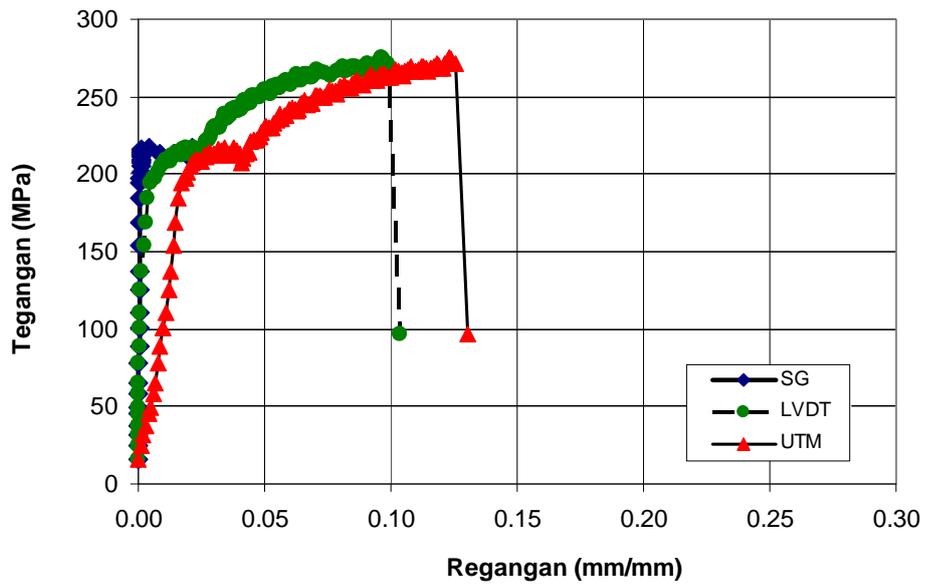
Notasi	$\sigma_y$ (MPa)	$\epsilon_y$ (mm/mm)	E (MPa)	$\sigma_u$ (MPa)	$\sigma_u / \sigma_y$ (% beda)	Keterangan
CF – ST1	201.29	0.000991	202825.4	257.94	1.28 (0%)	Displacement Control
CF – ST2	186.20	0.001140	163333.3	263.23	1.41 (10.16%)	Load Control
CF – ST3	212.07	0.001045	202944.4	275.38	1.30 (1.56%)	Displacement Control
CF – ST4	212.46	0.001118	190089.7	272.64	1.28 (0%)	Load Control



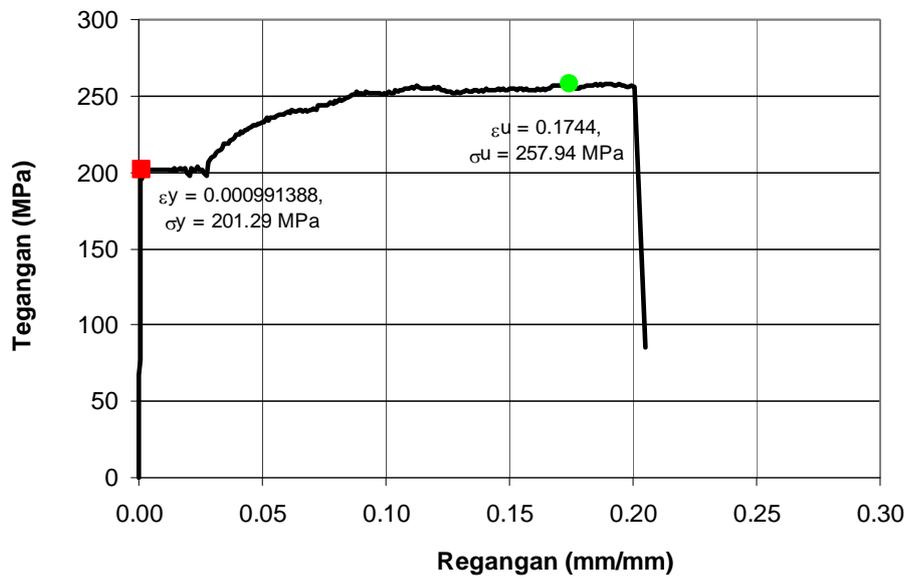
Gambar 14. Perbedaan Regangan yang dihasilkan UTM, *Strain Gauge* dan LVDT untuk Spesimen CF-ST1 (*Displacement Control 6 mm/min*).



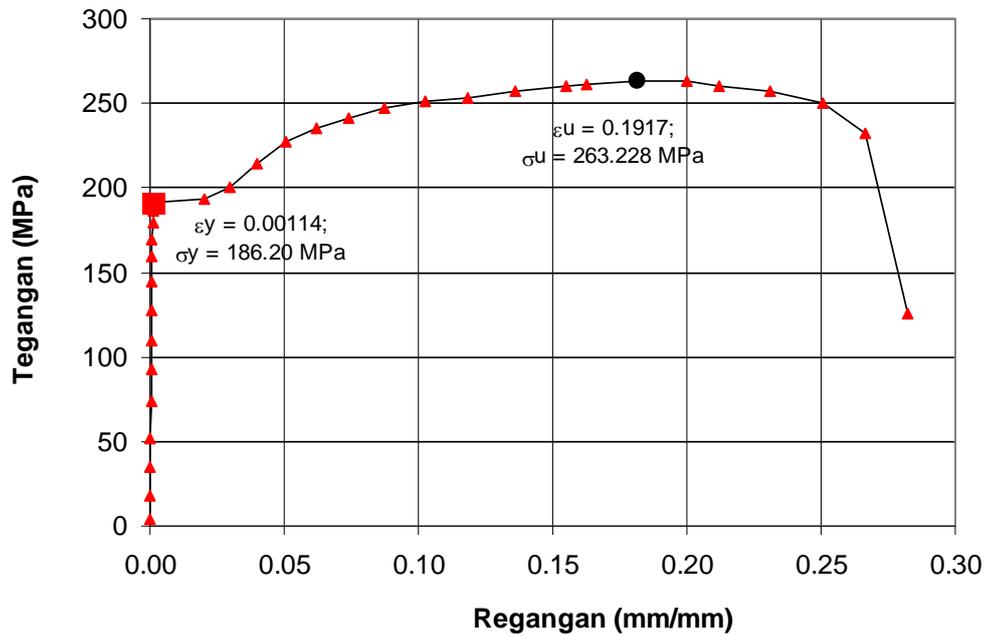
Gambar 15. Perbedaan Regangan yang dihasilkan UTM, *Strain Gauge* dan LVDT untuk Spesimen CF-ST2 (*Load Control 2500 kgf/min*).



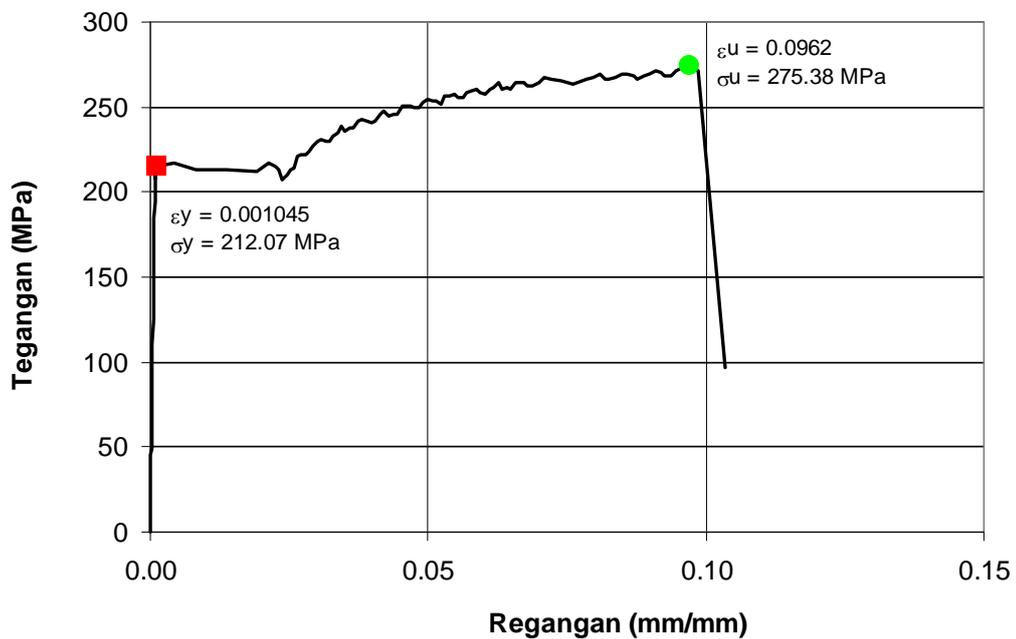
Gambar 16. Perbedaan Regangan yang dihasilkan UTM, *Strain Gauge* dan LVDT untuk Spesimen CF-ST3 (*Displacement Control 6 mm/min*).



Gambar 17. Titik Leleh dan Titik Ultimit dari Spesimen CF-ST1.



**Gambar 18. Titik Leleh dan Titik Ultimit dari Spesimen CF-ST2.**



**Gambar 19. Titik Leleh dan Titik Ultimit dari Spesimen CF-ST3.**

## 7. KESIMPULAN

Pengaruh penggunaan jenis kecepatan pengujian *displacement control* dan *load control* terhadap hasil uji tarik spesimen adalah sebagai berikut:

- a. Seluruh spesimen uji tarik pelat baja *cold formed* yang menggunakan kecepatan pengujian jenis *displacement control* menghasilkan bentuk keruntuhan yang berupa leleh pada bagian *gage length*, dan tidak ditemukan adanya bentuk keruntuhan fraktur (putus) pada bagian *gage length*. Hal ini berbeda dengan spesimen yang diuji dengan menggunakan kecepatan pengujian jenis *load control*.
- b. Besaran nilai properti material yang dihasilkan antara pengujian yang menggunakan *displacement control* dan *load control* tidak berbeda jauh, dan memiliki kesamaan bentuk kurva P-delta, yaitu batas elastis dan plastis yang jelas. Apabila melihat rekaman kurva hubungan gaya-peralihan selama pengujian tarik berlangsung maka terlihat jelas perbedaannya.
- c. Pada akhir pengujian tarik, penggunaan kecepatan pengujian *load control* dapat menghasilkan data kurva yang menunjukkan adanya penurunan nilai beban tarik seperti halnya yang diperoleh melalui kecepatan pengujian *displacement control*. Seharusnya dengan penggunaan *load control* (beban dikendalikan bertambah setiap waktu) beban tidak akan berkurang pada akhir pengujian. Hal ini menunjukkan bahwa UTM yang digunakan telah dilengkapi dengan alat yang dapat mendeteksi dan merekam besarnya pengurangan beban ketika titik ultimit telah tercapai.
- d. Meskipun hasil pengujian properti material yang menggunakan *displacement control* dan *load control* memiliki kesamaan, menurut ASTM A370-03a hasil pengujian yang menggunakan *load control* hanya valid hingga mencapai titik lelehnya.

Penggunaan instrumentasi *strain gauge* jenis yang sama dengan yang digunakan dalam eksperimental hanya mampu menghasilkan regangan elastis. Karena setelah memasuki kondisi inelastis, *strain gauge* tidak dapat menghasilkan data regangan yang akurat akibat rusaknya foil tipis yang terdapat pada *strain gauge*. Setelah kondisi inelastis dapat menggunakan data peralihan yang diukur oleh *displacement transducer*.

#### DAFTAR PUSTAKA

1. ASTM. (2003), "A 370-03a: Standard Test Methods and Definitions for Mechanical Testing of Steel Products", USA.
2. Setiyarto, Y.D. (2011). "Seminar Kemajuan Penelitian 1", Program Doktor Teknik Sipil, Universitas Katolik Parahyangan, Bandung.
3. Yu, W.W. (2000). "Cold-Formed Steel Design 3<sup>rd</sup> Ed.", John Wiley & Sons, New York.

# SISTEM INFORMASI PENJADWALAN DAN PENGENDALIAN BIAYA PROYEK KONSTRUKSI

Maksum Tanubrata<sup>1</sup>, Marco Dirgahadi Lukman<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Dosen Tetap, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Kristen Maranatha

<sup>2</sup>Mahasiswa, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Kristen Maranatha  
Jl.Prof.drg.Suria Sumantri MPH. No. 65 Bandung 40164

## ABSTRAK

Seiring dengan semakin berkembangnya zaman pada saat ini dapat mempengaruhi dalam bidang teknologi dan sistem informasi yang telah berkembang pesat sehingga perusahaan dituntut agar dapat terus memperbaiki kinerja sehingga tetap bertahan dalam ketatnya persaingan global yang terjadi di Indonesia saat ini. Salah satu cara yang dapat ditempuh oleh perusahaan dalam memperbaiki kinerja adalah dengan menggunakan sebuah teknologi dan sistem informasi yang dapat mempermudah dalam aliran data sehingga beban pekerjaan menjadi berkurang dan proses pengolahan data menjadi lebih efektif dan efisien. Persaingan yang terjadi mencakup segala bidang perusahaan termasuk perusahaan yang bergerak di bidang konstruksi. Dalam bidang konstruksi penjadwalan dan pengendalian proyek merupakan salah satu elemen penting karena berkaitan dengan waktu dan biaya. Penjadwalan dan pengendalian proyek yang buruk seringkali mengakibatkan keterlambatan penyelesaian proyek konstruksi sipil. Baik dari penentuan waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan suatu pekerjaan maupun kurang terpantaunya kemajuan proyek. Oleh karena itu, diperlukan bantuan dari bidang ilmu lain untuk membantu penyusunan jadwal proyek dan pemantauan kemajuan proyek. Salah satunya adalah dengan pembuatan sistem informasi terhadap penjadwalan dan pengendalian proyek. Waktu dan biaya merupakan salah satu aspek yang penting dalam suatu proyek konstruksi. Biaya proyek yang diterima harus sesuai dengan kebutuhan dalam kemajuan proyek karena hal ini dapat menentukan keberhasilan proyek. Untuk itu diperlukan adanya penjadwalan dan pengendalian biaya yang baik. Sehingga tingkat keterlambatan dan kurangnya biaya dapat diminimalisasi atau bahkan dihindari.

**Kata kunci** : konstruksi, jadwal, kendali, sistem, informasi

## ABSTRACT

*Along with the development at this age may affect the field of technology and information systems has grown rapidly so that the company is required in order to continue to improve performance so that it remains survive in global competition is happening in Indonesia at this time. One way that can be taken by the company in improving performance is to use a technology and information systems that can facilitate the flow of data so that the workload is reduced and data processing become more effective and efficient. Competition happens covers all areas of the company, including companies engaged in the construction sector. In the field of construction scheduling and project control is one important element as it pertains to time and cost. Scheduling and control of bad projects often result in delays in completion of civil construction projects. Both of determining the time required to complete a job or less terpantaunya progress of the project. There fore, the necessary assistance from other disciplines to assist the preparation of project schedules and a monitoring project progress. One of them is by making the information system of scheduling and project control. Time and cost is one important aspect of a construction project. Project costs must be received in accordance with the requirements in the progress of the project as this can determine the success of the project. It required a scheduling and cost control is good. So that the level a delay and lack of cost can be minimized or even avoided.*

**Keywords:** construction, schedules, controls, systems, information.

## **1. PENDAHULUAN**

### **1.1 Perumusan Masalah**

Rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana mengatasi keterlambatan penyelesaian proyek konstruksi ?
2. Bagaimana mengelola arus pengeluaran biaya proyek ?
3. Bagaimana sistem informasi yang tepat untuk mengatasi masalah tersebut ?

### **1.2 Maksud dan Tujuan**

Adapun maksud dan tujuan dari makalah ini antara lain:

1. Membuat penjadwalan proyek konstruksi dengan penggunaan metode *Bar Chart* dan Kurva S.
2. Menghitung pengeluaran biaya proyek berdasarkan penjadwalan proyek konstruksi.
3. Untuk membuktikan manfaat sistem informasi dalam mengatasi masalah pengendalian proyek dalam perusahaan konstruksi.

### **1.3 Batasan Masalah**

Sistem Informasi yang direncanakan hanya terbatas untuk menghasilkan penjadwalan dan pengendalian proyek pada sub-pekerjaan tertentu. Penjadwalan yang dihasilkan berupa *Bar Chart* dan Kurva S. Pengendalian biaya proyek dilakukan berdasarkan hubungan antara presentase bobot pekerjaan per minggu dengan biaya proyek.

### **1.4 Penjadwalan Proyek**

Penjadwalan proyek merupakan salah satu elemen hasil perencanaan, yang dapat memberikan informasi tentang jadwal rencana dan kemajuan proyek dalam hal kinerja sumber daya berupa biaya, tenaga kerja, peralatan dan material serta rencana durasi proyek dan progres waktu untuk penyelesaian proyek. Dalam proses penjadwalan, penyusunan kegiatan dan hubungan antarkegiatan dibuat lebih terperinci dan sangat detail. Hal ini dimaksudkan untuk membantu pelaksanaan evaluasi proyek. Penjadwalan adalah pengalokasian waktu yang tersedia untuk melaksanakan masing-masing pekerjaan dalam rangka menyelesaikan suatu proyek hingga tercapai hasil optimal dengan mempertimbangkan keterbatasan-keterbatasan yang ada.

## **2. TINJAUAN LITERATUR**

### **2.1 Pengendalian Proyek**

Pengendalian proyek berjalan sepanjang daur hidup proyek guna mewujudkan performa yang baik di dalam setiap tahap. Perencanaan dibuat sebagai bahan acuan bagi pelaksanaan pekerjaan. Bahan Acuan tersebut selanjutnya akan menjadi standar pelaksanaan pada proyek yang bersangkutan, meliputi spesifikasi teknik, jadwal, dan anggaran. Pemantauan harus dilakukan selama masa pelaksanaan proyek untuk mengetahui prestasi dan kemajuan yang telah dicapai. Informasi hasil pemantauan ini berguna sebagai bahan evaluasi performa yang telah dicapai pada saat pelaporan.

### **2.2 Pengeluaran proyek**

Proyeksi dari pendapatan dan pengeluaran selama umur proyek dapat dikembangkan dari penjadwalan proyek yang digunakan kontraktor. Pada kebanyakan kontrak, *owner* seringkali meminta kontraktor untuk menyediakan kurva S dari pekerjaan dan biaya terhadap umur proyek. Kontraktor membuat *barchart* proyek, kemudian setelah didapat prestasi dan prestasi kumulatif dihitung pengeluaran per bulan atau per minggu dengan mengalikan nilai proyek secara keseluruhan dengan presentase prestasi yang dicapai per bulan atau per minggu.

### **2.3 Bar Chart (Bagan Balok)**

Bagan balok dapat dibuat secara manual atau dengan menggunakan komputer. Bagan ini tersusun pada koordinat X dan Y. Pada sumbu tegak lurus X, dicatat pekerjaan atau elemen atau paket kerja dari hasil penguraian lingkup suatu proyek, dan digambar sebagai balok. Sedangkan pada sumbu horizontal Y, tetulis satuan waktu, misalnya hari, minggu atau bulan. Di sini, waktu mulai dan waktu akhir masing-masing pekerjaan adalah ujung kiri dan kanan dari balok-balok yang bersangkutan. Pada waktu membuat bagan balok telah diperhatikan urutan kegiatan, meskipun belum terlihat hubungan ketergantungan antara satu dengan yang lain. Format perkiraan urutan pekerjaan, skala waktu dan analisis kemajuan pekerjaan pada saat pelaporan.

### **2.4 Kurva S**

Kurva S adalah sebuah grafik yang dikembangkan oleh Warren T. ..Kurva S dapat menunjukkan kemajuan proyek berdasarkan kegiatan, waktu dan bobot pekerjaan yang direpresentasikan sebagai persentasi kumulatif dari seluruh kegiatan proyek. Visualisasi kurva S dapat memberikan informasi mengenai kemajuan proyek dengan

membandingkannya terhadap jadwal rencana. Dari sini dapat diketahui apakah ada keterlambatan atau percepatan proyek. Indikasi tersebut dapat menjadi informasi awal guna melakukan tindakan koreksi dalam proses pengendalian jadwal. urva S sangat bermanfaat untuk dipakai sebagai laporan bulanan dan laporan kepada pimpinan proyek maupun pimpinan perusahaan karena kurva ini dapat dengan jelas menunjukkan kemajuan proyek dalam bentuk yang mudah dipahami.

### 3. RANCANGAN APLIKASI

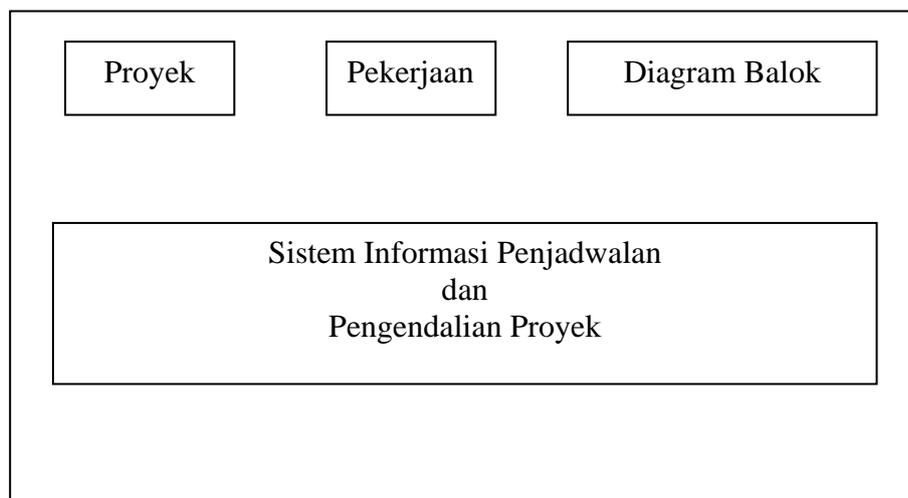
#### 3.1 Desain Antar Muka

Sistem informasi penjadwalan proyek ini terdiri dari 3 form yaitu Main Form (Halaman utama), Form Pekerjaan, dan Form Diagram Balok. Rancangan masing-masing form adalah sebagai berikut :

#### 3.2 Halaman Utama

Halaman utama terdiri dari 3 tombol, yaitu Pekerjaan, Proyek, dan Diagram Balok. Tombol Pekerjaan berfungsi untuk membuka form pekerjaan yang merupakan halaman untuk menginput data pekerjaan.

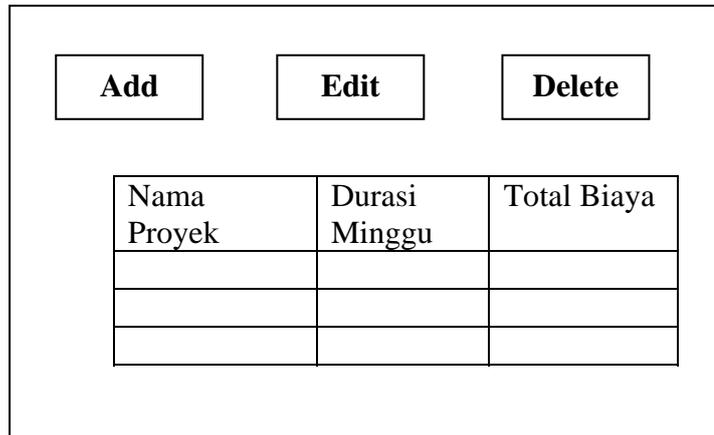
Tombol Proyek berfungsi untuk membuka form proyek yang merupakan halaman untuk menginput data proyek. Sedangkan tombol diagram untuk membuka form diagram balok yang merupakan halaman untuk mengeksekusi data pekerjaan.



**Gambar 1. Sistem informasi Penjadwalan dan Pengendalian Proyek.**

### 3.3 Halaman Proyek

Halaman proyek terdiri dari 3 tombol, yaitu Add, Edit, dan Delete, serta 1 buah tabel data proyek. Tombol Add berfungsi untuk menambahkan data kedalam tabel proyek. Tombol Edit berfungsi untuk mengubah data yang telah diinput kedalam tabel proyek sebelumnya. Sedangkan tombol delete berfungsi untuk menghapus data proyek yang telah diinput sebelumnya.



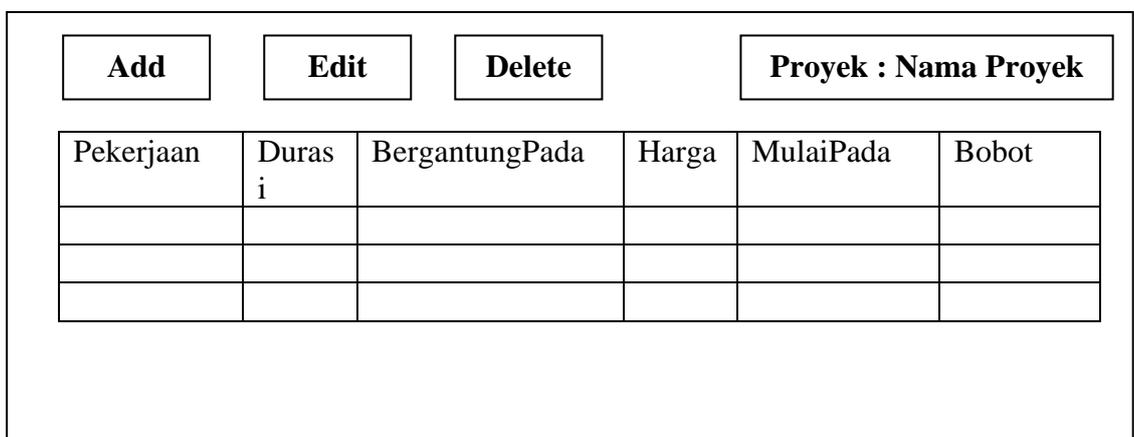
The diagram shows a form layout for a project page. At the top, there are three buttons labeled 'Add', 'Edit', and 'Delete'. Below these buttons is a table with three columns: 'Nama Proyek', 'Durasi Minggu', and 'Total Biaya'. The table has three empty rows for data entry.

Add	Edit	Delete
Nama Proyek	Durasi Minggu	Total Biaya

**Gambar 2 Rancangan Form Proyek.**

### 3.4 Halaman Pekerjaan

Halaman pekerjaan terdiri dari 1 *textbox* yang berupa keterangan nama proyek, selain itu halaman ini juga terdiri dari 3 tombol, yaitu Add, Edit, dan Delete, serta 1 buah tabel data pekerjaan. Tombol Add berfungsi untuk menambahkan data kedalam tabel pekerjaan. Tombol Edit berfungsi untuk mengubah data yang telah diinput kedalam tabel pekerjaan sebelumnya. Sedangkan tombol delete berfungsi untuk menghapus data pekerjaan yang telah diinput sebelumnya.



The diagram shows a form layout for a job page. At the top, there are three buttons labeled 'Add', 'Edit', and 'Delete', followed by a text input field labeled 'Proyek : Nama Proyek'. Below these is a table with six columns: 'Pekerjaan', 'Durasi', 'Bergantung Pada', 'Harga', 'Mulai Pada', and 'Bobot'. The table has three empty rows for data entry.

Add	Edit	Delete	Proyek : Nama Proyek		
Pekerjaan	Durasi	Bergantung Pada	Harga	Mulai Pada	Bobot

**Gambar 3 Rancangan Form Pekerjaan.**

### 3.5 Halaman Diagram Balok

Halaman diagram balok terdiri dari 1 tombol, yaitu tombol create, 1 buah panel, serta tabel data pekerjaan. Tombol Create berfungsi untuk mengeksekusi data pekerjaan yang telah diinput sebelumnya pada halaman pekerjaan. Panel merupakan tempat yang akan menampilkan diagram balok dan kurva S setelah tombol create ditekan dan dieksekusi. Kemudian dibawah panel tersebut akan muncul label yang menunjukkan prestasi, prestasi kumulatif, dan biaya pengeluaran. Sedangkan tabel pekerjaan merupakan tampilan dari data pekerjaan yang telah diinput pada halaman pekerjaan.

<b>Create</b>																																				
Pekerjaan	Bl n1	Bl n2	Bl n3	Bl n4	Bl n5	Bl n6	Bl n7	Bl n8	Bl n9	Bln 10	Bln 11	Bln 12																								
<b>Prestasi</b>																																				
<b>Prestasi Kumulatif</b>																																				
<b>biaya</b>																																				
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 25%;">Pekerjaan</th> <th style="width: 10%;">Durasi</th> <th style="width: 25%;">Bergantung Pada</th> <th style="width: 10%;">Harga</th> <th style="width: 15%;">Mulai Pada</th> <th style="width: 15%;">Bobot</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> </tbody> </table>													Pekerjaan	Durasi	Bergantung Pada	Harga	Mulai Pada	Bobot																		
Pekerjaan	Durasi	Bergantung Pada	Harga	Mulai Pada	Bobot																															

**Gambar 4 Rancangan Form Diagram Balok.**

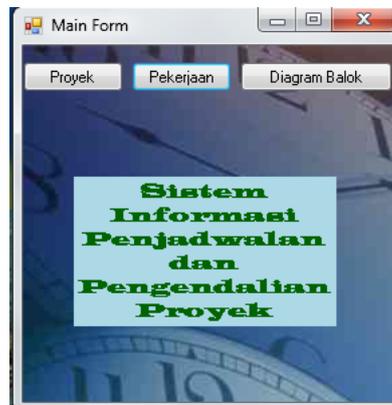
## 4.HASIL TERCAPAI

Dalam Sistem Informasi Penjadwalan dan Pengendalian Proyek ini terdapat beberapa form, yaitu : Main Form, Form Proyek, Form Pekerjaan, dan Form Diagram Balok. Form-form tersebut akan dievaluasi secara umum berdasarkan hasil yang telah dicapai.

### 4.1 Main Form

Main Form merupakan halaman utama yang pertama kali muncul ketika aplikasi ini dieksekusi. Dalam halaman ini terdapat tiga tombol, yaitu tombol Proyek, tombol Pekerjaan dan tombol Diagram Balok. Tombol Proyek berfungsi untuk membuka Form

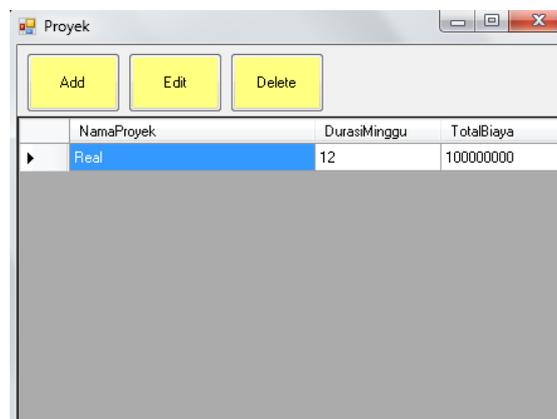
Proyek. Tombol pekerjaan berfungsi untuk membuka Form Pekerjaan sedangkan tombol Diagram berfungsi untuk membuka Form Diagram Balok.



**Gambar 5 Main Form.**

#### 4.2 Form Proyek

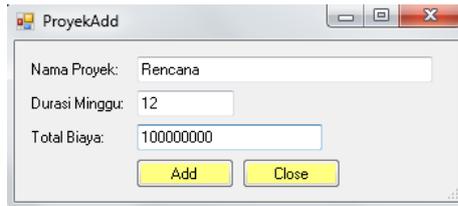
Form Proyek akan terbuka setelah mengklik tombol proyek. Form ini berisi tombol Add, tombol Edit, dan tombol Delete, serta tabel proyek yang berisi Nama Proyek, Durasi, dan Total Biaya.



**Gambar 6 Form Proyek.**

##### 4.2.1 Tombol Add

Apabila tombol Add ditekan maka akan muncul group box untuk menginput data-data proyek, seperti yang tertera pada gambar berikut :

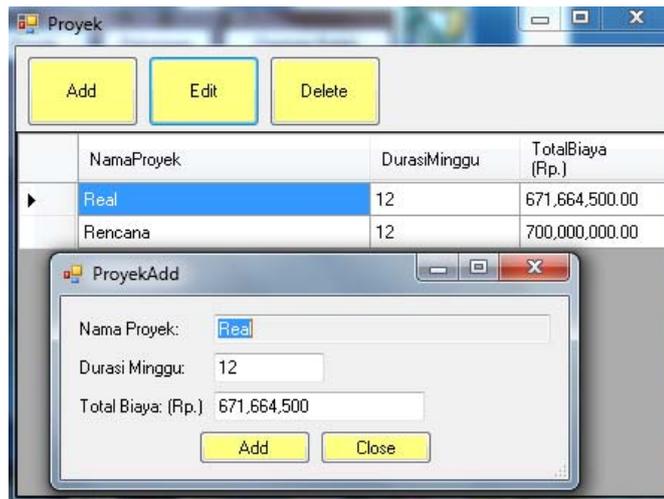


**Gambar 7 Group Box Add.**

Pada Group Box Add ini dapat dilakukan penginputan data proyek, antara lain data nama Proyek, Durasi Minggu, dan Total Biaya. Selain itu terdapat pula tombol Add dan tombol Close. Tombol Add berfungsi untuk menambahkan data dan menyimpannya ke database. Tombol Close berfungsi untuk menutup group box.

#### 4.2.2 Tombol Edit

Apabila tombol Edit ditekan maka akan muncul group box untuk mengedit data-data proyek, seperti yang tertera pada gambar berikut :

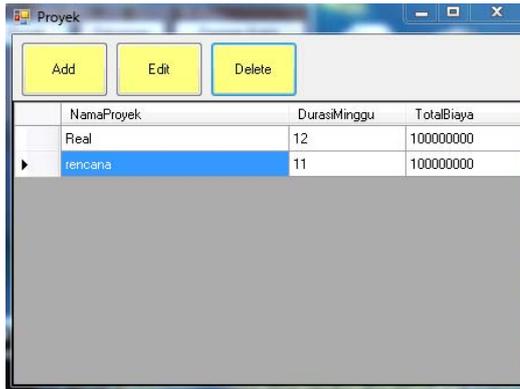


**Gambar 8 Group Box Edit.**

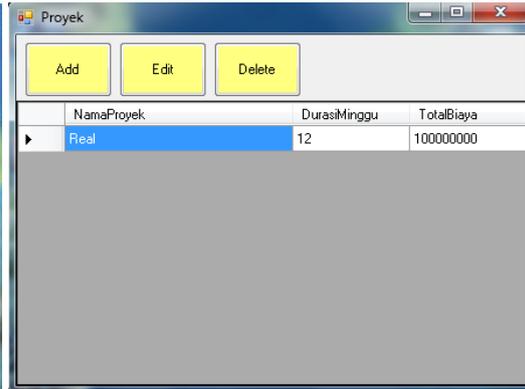
Pada Group Box Edit ini dapat dilakukan perubahan data proyek yang telah diinput, antara lain data nama Proyek, Durasi Minggu, dan Total Biaya. Selain itu terdapat pula tombol Add dan tombol Close. Tombol Add berfungsi untuk mengubah data dan menyimpannya ke database. Tombol Close berfungsi untuk menutup group box.

#### 4.2.3 Tombol Delete

Apabila mengklik item proyek lalu menekan tombol Delete maka data proyek akan terhapus, seperti yang tertera pada gambar berikut :



Gambar 9 Sebelum Dihapus.



Gambar 10 Setelah Dihapus.

### 4.3 Form Pekerjaan

Form Pekerjaan akan terbuka setelah mengklik tombol pekerjaan. Form ini berisi listbox proyek, tombol Add, tombol Edit, dan tombol Delete, serta tabel pekerjaan yang berisi Pekerjaan, Durasi\_Minggu, BergantungPada, HargaSatuan, MulaiPada, dan Bobot\_Persen.



Gambar 11 Form Pekerjaan.

#### 4.3.1 List Box Proyek

ListBox ini untuk membedakan jenis proyek yang digunakan, misalnya untuk membedakan proyek nyata berdasarkan kejadian yang terjadi pada lapangan dan proyek rencana yang kita rencanakan sebelumnya

### 4.3.2 Tombol Add

Apabila tombol Add ditekan maka akan muncul group box untuk menginput data-data pekerjaan, seperti yang tertera pada gambar berikut :



**Gambar 12 Group Box Add.**

Pada Group Box Add ini dapat dilakukan penginputan data pekerjaan, antara lain data Pekerjaan, Durasi Bulan, Bergantung Pada, Harga Satuan, Mulai Pada(Hari ke), dan Bobot(%). Selain itu terdapat pula tombol Add dan tombol Hide. Tombol Add berfungsi untuk menambahkan data dan menyimpannya ke database. Tombol Hide berfungsi untuk menutup group box.

### 4.3.3 Tombol Edit

Apabila tombol Edit ditekan maka akan muncul group box untuk mengedit data-data pekerjaan, seperti yang tertera pada gambar berikut :



**Gambar 13 Group Box Edit.**

Pada Group Box Edit ini dapat dilakukan perubahan data pekerjaan yang telah diinput, antara lain data Pekerjaan, Durasi Bulan, Bergantung Pada, Harga Satuan, Mulai Pada(Hari ke), dan Bobot(%). Selain itu terdapat pula tombol Add dan tombol Hide. Tombol Edit berfungsi untuk mengedit data dan menyimpannya ke database. Tombol Hide berfungsi untuk menutup group box.

#### 4.3.4 Tombol Delete

Apabila mengklik item pekerjaan lalu menekan tombol Delete maka data pekerjaan akan terhapus, seperti yang tertera pada gambar berikut :



**Gambar 14 Proses sebelum dihapus**

Pekerjaan

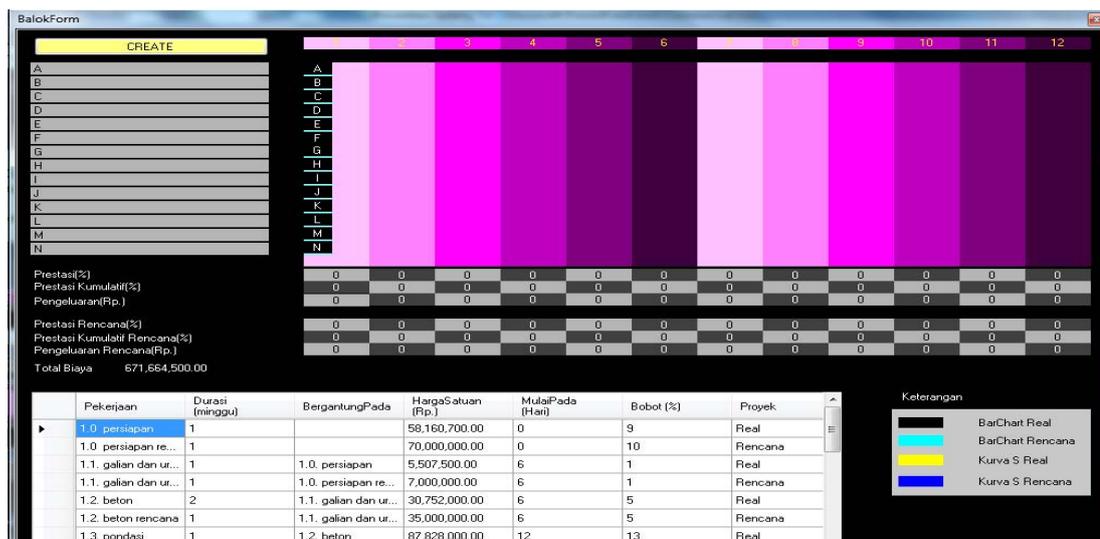
Add Edit Delete Proyek Real

	Pekerjaan	Durasi (Minggu)	BergantungPada	HargaSatuan (Rp.)	MulaiPada (Hari)	Bobot (%)	Proyek
▶	1.0 persiapan	1		58,160,700	0	9	Real
	1.1. galian dan ur...	1	1.0. persiapan	5,507,500	6	1	Real
	1.2. beton	2	1.1. galian dan ur...	30,752,000	6	5	Real
	1.3. pondasi	1	1.2. beton	87,828,000	12	13	Real
	1.4. pasangan bata	1	1.3. pondasi	125,289,000	18	19	Real
	1.5. kusen	1	1.4. pasangan bata	14,837,000	24	2	Real
	1.6. atap	1	1.5. kusen	54,586,000	30	8	Real
	1.7. lantai	1	1.6. pasangan bata	35,352,000	30	5	Real
	1.8. plafon	1	1.7. lantai	18,720,000	36	3	Real
	2.0. sanitary	1	1.8. plafon	22,581,000	42	3	Real
	2.1. instalasi listrik	1	2.0. sanitary	5,404,500	42	1	Real
	2.2. pengecatan	1	2.1. instalasi listrik	170,146,000	42	25	Real
	2.3. Lain-lain	1	2.2. pengecatan	10,000,000	48	1	Real

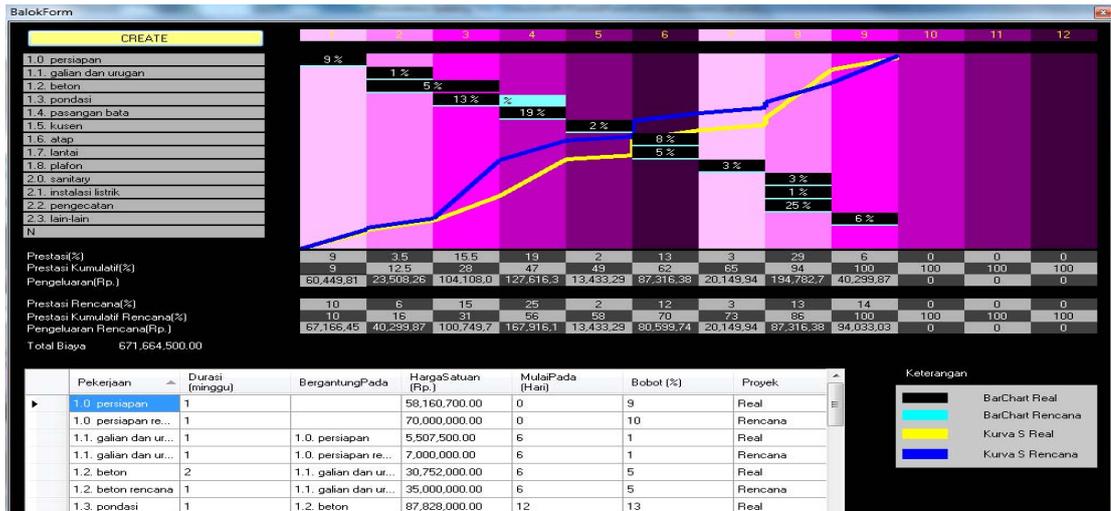
Gambar 15 Proses setelah dihapus.

#### 4.4 Form Diagram Balok

Form Diagram Balok akan terbuka setelah mengklik tombol Diagram. Form ini berisi tombol Create, panel untuk membuat diagram balok, dan tabel Data Pekerjaan. Apabila tombol Create diklik maka data yang telah diinput akan dieksekusi sehingga form ini menampilkan diagram balok dan kurva S pada panel yang telah tersedia, seperti gambar berikut :



Gambar 16 Sebelum Dieksekusi.



Gambar 17 Setelah Dieksekusi.

## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1. Kesimpulan

1. Dalam perencanaan proyek dibutuhkan ketepatan dalam pembuatan jadwal rencana kerja, sehingga proyek dapat selesai sesuai dengan waktu yang ditetapkan.
2. Pengendalian proses konstruksi dan pengeluaran dapat dilakukan dengan membandingkan antara yang direncanakan dengan yang terjadi sesungguhnya.
3. *Software* sistem informasi penjadwalan dan pengendalian proyek konstruksi bangunan berhasil untuk membuat penjadwalan dan pengendalian proyek dengan menghasilkan *Bar Chart* dan Kurva S serta perhitungan pengeluaran yang diperlukan setiap minggunya yang dapat membantu dalam proses penjadwalan dan pemantauan pekerjaan konstruksi.

### 5.2. Saran

1. Sebaiknya penjadwalan dan pengendalian proyek dilakukan dengan baik, mengingat bahwa dengan adanya bantuan software belum tentu mengatasi keseluruhan hambatan yang dapat menyebabkan keterlambatan.
2. *Software* sistem informasi penjadwalan dan pengendalian proyek konstruksi bangunan sekolah sebaiknya dapat dikembangkan agar dapat meliputi bidang lainnya dalam suatu pelaksanaan proyek seperti penggambaran *critical path method*, perhitungan harga satuan pekerjaan, perhitungan rancangan anggaran biaya, *inventory* material, serta hal lainnya yang merupakan bagian vital di dalam suatu proyek konstruksi.

## LAMPIRAN

Catatan :

1. Aplikasi hanya dapat digunakan pada *Windows 7*.
2. Untuk menggunakan aplikasi pada sistem operasi selain *Windows 7* harus dilakukan instalasi *Microsoft .NET Framework* versi 2.0 , versi 3.0, dan versi 3.5.

Petunjuk penggunaan aplikasi :

Halaman Proyek

1. Hanya dapat diisi oleh 2 proyek, yaitu untuk proyek rencana dan proyek nyata yang terjadi di lapangan.
2. Penginputan durasi maksimum 12 minggu.

Halaman Pekerjaan

1. Pengurutan pekerjaan dilakukan berdasarkan alfabet, oleh karena itu untuk mempermudah pengurutan sebaiknya nama pekerjaan diawali dengan kode angka.
2. Harga satuan pekerjaan tidak boleh melebihi Total biaya proyek yang diinput pada halaman Proyek.
3. Mulaipada (Hari ke-) akan terisi secara otomatis berdasarkan hasil input bergantung pada. Hasil perhitungan otomatis Mulaipada (Hari ke-) dapat diubah apabila hasil perhitungan tidak sesuai keinginan.
4. Bobot akan terhitung otomatis berdasarkan Harga satuan dan Total biaya proyek. Hasil perhitungan yang dihasilkan berupa angka bulat (tanpa desimal).

## DAFTAR PUSTAKA

1. Tanubrata, Maksum, Ir., MT, “*Diktat Kuliah Manajemen Rekayasa Konstruksi*“, Universitas Kristen Maranatha Bandung.
2. Husen, Abrar, Ir., MT, “*Manajemen Proyek*“, Penerbit ANDI Yogyakarta.

# PERANGKAT LUNAK UNTUK ANALISIS DAN DESAIN KOLOM LANGSING BETON BERTULANG

Verena Bernadetta C.N.<sup>1</sup>, Yosafat Aji Pranata<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Alumnus, Program *Double Degree* TS – SI, Universitas Kristen Maranatha

<sup>2</sup> Dosen Biasa, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Kristen Maranatha  
e-mail: yosafat.ap@eng.maranatha.edu

## ABSTRAK

Pertimbangan stabilitas dari kolom langsing beton bertulang dengan sendi pada kedua ujung perletakkan (*pin-ended column*) dipengaruhi oleh beban kritis, lendutan di tengah kolom, daktilitas perpindahan, serta faktor perbesaran momen. Kolom langsing tersebut merupakan struktur tak-bergoyang (*non sway*). Untuk menentukan faktor-faktor di atas maka dilakukan proses analisis yang dikenal dengan analisis orde-pertama atau dikenal dengan metode perbesaran momen. Hasil analisis pada studi ini yaitu beban aksial terfaktor  $P_u$  dan momen lentur terfaktor  $M_u$  sebagai akibat dari pembebanan dengan metode perbesaran momen. Kemudian periksa penulangan kolom berdasarkan diagram interaksi yang tersedia sehingga akan diketahui kuat tidaknya kolom tersebut dalam memikul beban tertentu. Guna mempermudah pengolahan dan penyajian material data, *section data*, dan *load data* serta maka diperlukan bantuan dari bidang ilmu lain. Hal yang dimaksudkan yaitu dengan pembuatan sistem informasi menggunakan bahasa pemrograman *Delphi* dan dilengkapi dengan *database* MySQL ini. Sehingga diharapkan dapat mempermudah pengecekan kekuatan suatu kolom langsing terhadap beban yang dipikul kolom tersebut.

**Kata kunci:** Kolom langsing, Faktor perbesaran momen, Beban, *Delphi*, *Database* MySQL.

## ABSTRACT

*Consideration of the stability of the slender column of reinforced concrete with joints at both ends pedestal (pin-ended column) is influenced by the critical load, deflection at the middle column, the displacement ductility, as well as the magnification factor of the moment. Slender column is a non-sway structures (non-sway). To determine the factors above, performed analytical process known as first-order analysis or known by the moment magnification method. The results of the analysis in this study is the factored axial load  $P_u$  and  $M_u$  factored bending moment as a result of the imposition by the moment magnification method. Then check the column reinforcement based on the interaction diagram are available so strong will know whether or not the column in a particular burden. To facilitate processing and presentation of material data, the data section, and load data and will require assistance from other scientific fields. It is intended that by making information systems using Delphi programming language and MySQL database comes with this. Thus expected to facilitate the checking of the strength of a slender column of the burden borne by that column.*

**Keywords:** Slender Column, Moment magnification factor, Load, *Delphi*, *Database* MySQL.

## 1. PENDAHULUAN

Dewasa ini bangunan dituntut untuk bisa memiliki struktur yang kuat. Salah satu elemen yang berperan penting pada suatu bangunan adalah kolom. Kolom merupakan elemen tekan yang menumpu / menahan balok yang memikul beban-beban pada lantai. Sehingga kolom ini sangat berarti bagi struktur. Jika kolom runtuh, maka runtuh pulalah bangunan secara keseluruhan. Berdasarkan kelangsingannya kolom dapat dibedakan menjadi kolom langsing dan kolom tidak langsing. *Kolom langsing dapat juga*

didefinisikan sebagai kolom yang mengalami pengurangan kekuatan akibat adanya kelangsingan (ACI 318-08). Dari definisi tersebut dapat disimpulkan untuk perencanaan kolom langsing memerlukan lebih banyak perhatian.

Adapun tujuan dari penelitian ini yaitu:

1. Membuat suatu perangkat lunak teknik sipil sederhana untuk mengetahui kebutuhan tulangan (rasio tulangan) longitudinal pada kolom langsing.
2. Mendapatkan titik  $P_u-M_c$  koordinat kombinasi beban yang tepat pada diagram interaksi kolom sehingga nantinya kebutuhan tulangan longitudinal pada kolom dapat dipenuhi secara akurat.
3. Membuat diagram interaksi  $\phi P_u - \phi M_u$  dari penampang kolom langsing akibat kombinasi momen lentur dan gaya aksial sehingga dapat diketahui kapasitas kolomnya.
4. Mengetahui bahwa nilai *output* aplikasi program yang telah dibuat dapat dipertanggungjawabkan dengan cara memverifikasinya dengan hitungan manual.

Berdasarkan latar belakang dan rumusan masalah yang ada, lingkup aplikasi adalah:

a. Ruang Lingkup Perangkat Lunak:

1. Sistem Operasi : Microsoft Windows XP SP 3
2. Bahasa Pemrograman : Delphi 7
3. Sistem Basis Data : MySQL
4. Editor : Delphi 7

b. Ruang Lingkup Aplikasi:

1. Hak akses hanya akan diberikan kepada Admin saja, dimana admin harus memasukkan *username* dan *password* jika ingin menggunakan aplikasi.
2. Aplikasi berbasis desktop ini menangani pengolahan data material, *section*, dan *load*, analisis kolom serta jumlah tulangan yg dibutuhkan.

Pembuatan sistem informasi ini menggunakan batasan masalah sebagai berikut:

1. Kolom yang ditinjau adalah kolom langsing beton bertulang.
2. Bentuk penampang kolom adalah persegi, tanpa lubang.
3. Bahasa pemrograman yang digunakan adalah *DELPHI*.
4. Perencanaan yang dibahas adalah analisis dan desain kolom.

5. Fitur yang dirancang adalah basis data material, basis data penampang struktur kolom, basis data beban, plot kurva diagram interaksi kolom, tabel hasil perhitungan, fasilitas simpan dan panggil data.
6. Dasar teori acuan dalam perencanaan kolom berdasarkan Peraturan Beton Indonesia SNI 2847-2002.

## 2. TINJAUAN LITERATUR

### Kolom

Kolom adalah batang tekan vertikal dari rangka (*frame*) struktural yang memikul beban dari balok. Kolom meneruskan beban-beban dari elevasi atas ke elevasi yang lebih bawah hingga akhirnya sampai ke tanah melalui pondasi. Karena kolom merupakan komponen tekan, maka keruntuhan pada kolom merupakan lokasi kritis yang dapat menyebabkan *collapse* (runtuh) pada lantai yang bersangkutan dan juga runtuh batas total (*ultimate total collapse*) seluruh strukturnya [Nawi, 2003].

Kolom harus direncanakan untuk memikul beban aksial tekan terfaktor yang bekerja pada semua lantai atau atap dan momen maksimum yang berasal dari beban terfaktor pada satu bentang terdekat dari lantai atau atap yang ditinjau. Kombinasi pembebanan yang menghasilkan rasio maksimum dari momen terhadap beban aksial tekan juga harus diperhitungkan. Kapasitas penampang beton bertulang untuk menahan kombinasi gaya aksial tekan dan momen lentur dapat digambarkan dalam bentuk suatu diagram interaksi antara kedua gaya dalam tersebut.

Kolom dapat diklasifikasikan berdasarkan bentuk dan konfigurasi tulangan, posisi beban pada penampang dan kelangsingan kolom dalam hubungannya dengan dimensi lateral. Berdasarkan bentuk dan susunan tulangannya, kolom dapat dibagi menjadi tiga kategori, yaitu kolom penampang segiempat atau bujur sangkar dengan tulangan memanjang dan sengkang, kolom penampang lingkaran dengan tulangan memanjang dan tulangan lateral berupa spiral, dan kolom komposit yang terdiri atas beton dan profil baja struktural.

Berdasarkan jenis beban pada penampang, kolom dikategorikan menjadi:

1. Kolom dengan beban aksial.
2. Kolom dengan beban aksial dan momen uniaksial.
3. Kolom dengan beban aksial dan momen biaksial.

Berdasarkan kelangsingan kolom yang hubungannya dengan dimensi lateral dapat dibedakan menjadi:

1. Kolom pendek yaitu kolom yang akan runtuh karena kombinasi momen dan beban aksial yang melampaui kekuatan penampang, disebut juga Keruntuhan material.
2. Kolom langsing yaitu kolom yang akan runtuh akibat tekuk.
3. Kelangsingan suatu kolom dinyatakan oleh rasio kelangsingan yaitu perbandingan panjang efektif dengan jari-jari inersia. Rumus rasio kelangsingan adalah  $k.L_u/r$

### **Bahasa Pemrograman [Yay 2009, Teguh 2010]**

Bahasa pemrograman DELPHI ini sintak dasarnya menggunakan bahasa Pascal (*Object Pascal Oriented*). Apabila kita sudah banyak mengenal bahasa Pascal kita tidak akan susah untuk mempelajari bahasa pemrograman DELPHI ini. Basis *Object Oriented Programming* (OOP) dalam DELPHI dapat mempermudah pengembang aplikasi dalam membangun *project* yang dikelolanya. Beberapa kelebihan bahasa program DELPHI:

1. Komponen dapat dipakai ulang dan dapat dikembangkan DELPHI mempermudah pembuatan program bagi komponen-komponen Windows seperti *label*, *button* dan bahkan *dialog* dan lainnya. Komponen ini dapat diatur sesuai dengan kebutuhan kita si pembuat program.
2. Dapat mengakses VBX.
3. Dengan DELPHI kita dapat langsung mengakses komponen VBX yang sudah merupakan satu kesatuan dan dapat langsung digunakan.
4. Template Aplikasi dan template Form.
5. Dalam DELPHI telah didefinisikan template aplikasi dan template Form yang dapat dipakai untuk membuat semua form aplikasi dengan lebih cepat.
6. Lingkungan pengembang DELPHI. Lingkungan yang tersedia pada DELPHI sangat mudah untuk digunakan dalam pengembangan aplikasi yang produktif.
7. Program terkompilasi. Kebanyakan lingkungan pengembang visual pada windows menyatakan dapat mengkompilasi program. Namun sebenarnya mereka hanya dapat mengkompilasi sebagian program dan kemudian mengabungkan interpreter dan pcode dalam sebuah file. Dengan cara ini akan menghasilkan aplikasi dengan eksekusi yang lambat. Namun dengan pemrograman DELPHI output yang dihasilkan merupakan file yang benar-benar terkompilasi tanpa *interpreter* dan pcode sehingga dapat berjalan lebih cepat. Program DELPHI yang kecil dapat diserahkan dalam bentuk sebuah file EXE tanpa harus menyertakan file DLL.
8. Kemampuan mengakses data dalam bermacam format. Dalam DELPHI terdapat BDE (*Borland Database Engine*) yang digunakan untuk

mengakses format file data yang ada. BDE telah melalui beberapa tahap pengembangan, yang sebelumnya BDE dikenal dengan ODAPI, kemudian IDAPI. Sekarang BDE sudah menjadi standar untuk akses semua jenis data yang ada saat ini. BDE juga dapat mengakses Database Client / Server seperti Sybase, SQL Server, Oracle dan Borland Interbase. Bila dibandingkan dengan microsoft ODBC, BDE lebih unggul dalam hal unjuk kerjanya, hal ini karena BDE memiliki bentuk yang lebih mendekati format database tujuannya.

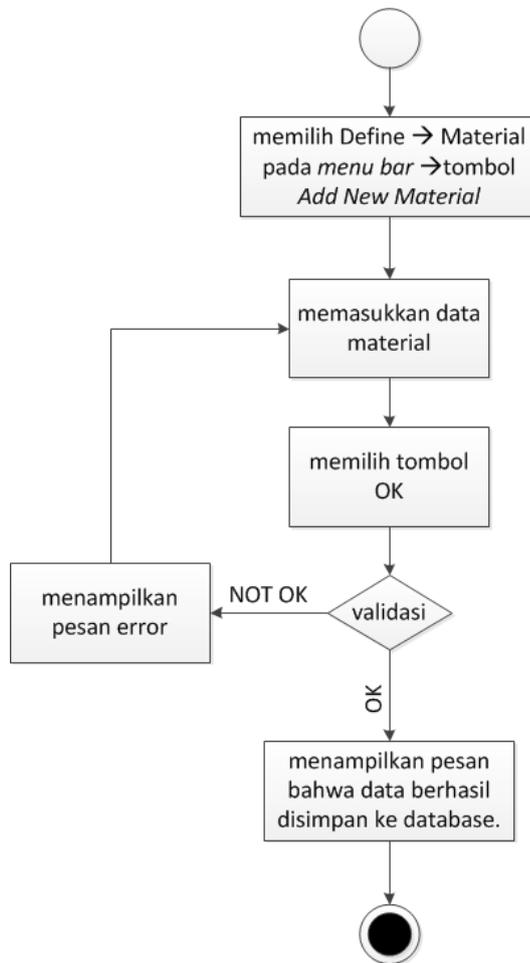
### 3. STUDI KASUS DAN PEMBAHASAN

*Use Case : Analysis and Design Column*

1. *Participating Actors : User*
2. *Extend : -*
3. *Entry Conditions : Aktor memilih Analyze → Run Analysis and Design Column pada menu bar.*
4. *Exit Conditions : Sistem menampilkan Result Report.*
5. *Typical flow of events :*
  - a. Aktor memilih Analyze → Run Analysis and Design Column pada menu bar.
  - b. Sistem menampilkan Form Analysis and Design Column.
  - c. Aktor memilih material name, section name, load name, combo name, dan aktor memasukan length of column.
  - d. Aktor memilih tombol Calculate Analysis.
  - e. Sistem menampilkan hasil hitungan beban ultimate ( $P_u$ ) dan perbesaran momen ( $M_c$ ).
  - f. Aktor memasukan properti desain kolom dan memilih tombol Try Design, lalu sistem menampilkan Form Try Design.
  - g. Aktor memilih Design → Calculate Design, lalu sistem menampilkan Form Calculate Design yang menunjukkan hasil perhitungan beban aksial ( $P$ ) dan momen nominal ( $M$ ) yang akan dipakai untuk membentuk Diagram Interaksi.
  - h. Aktor memilih tombol View Interaction Diagram, lalu sistem menampilkan Form Interaction Diagram sehingga aktor dapat mengetahui penyebab keruntuhan yang akan terjadi pada kolom.
  - i. Jika ingin mengubah properti desain kolom tersebut maka aktor dapat memilih tombol Try Design Again, lalu sistem akan menampilkan Form Calculate Design.
  - j. Aktor memilih tombol Result Report, lalu sistem menampilkan Result Report.
  - k. *Exceptions : -*

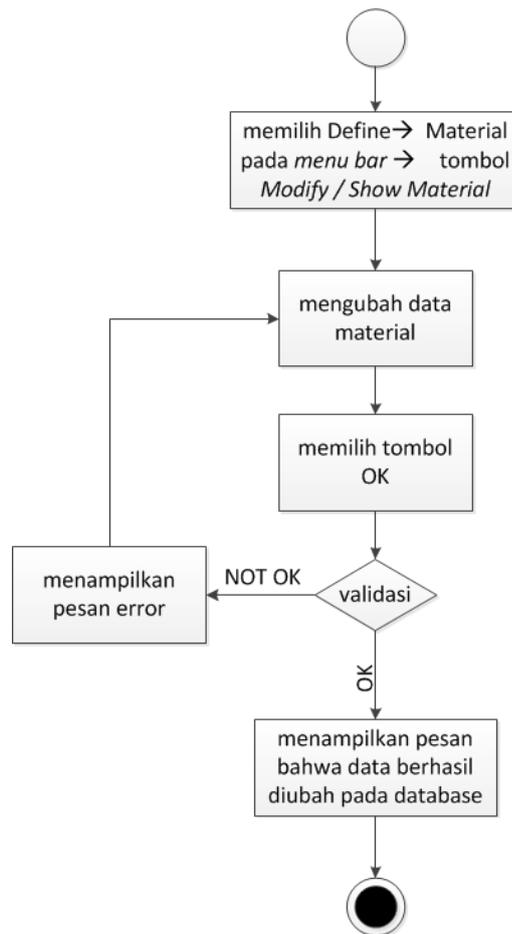
Berikut merupakan *activity diagram* dari tiap *use case* yang ada.

### *Add New Material*



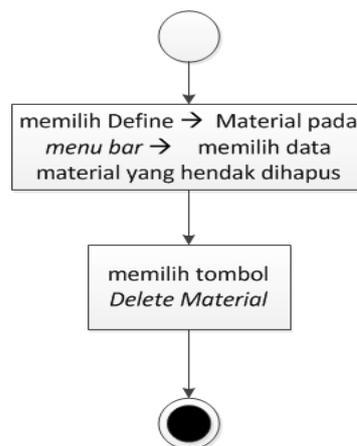
**Gambar 1. Activity Diagram – Add New Material.**

### *Modify Material*



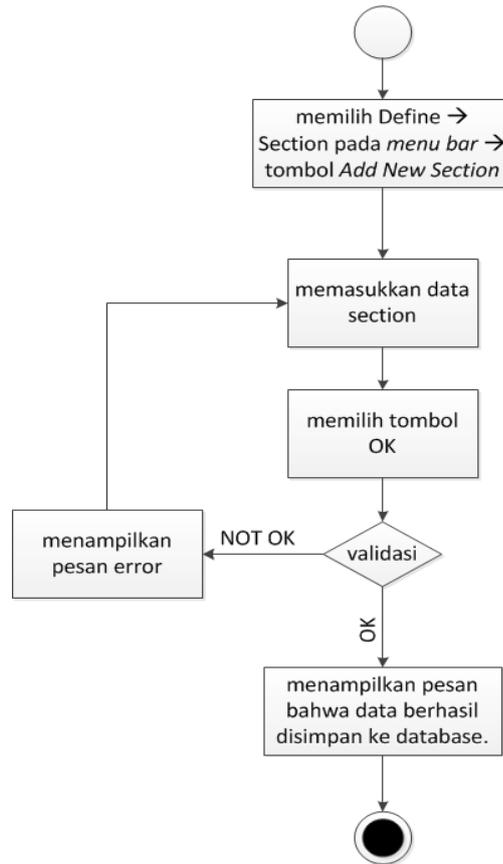
**Gambar 2. Activity Diagram – Modify Material.**

### *Delete Material*



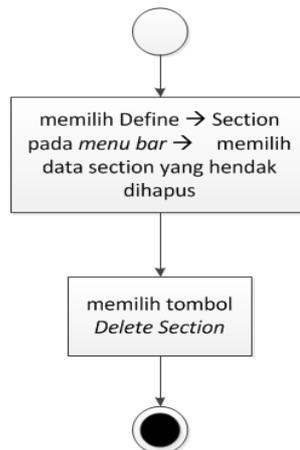
**Gambar 3. Activity Diagram – Delete Material.**

### *Add New Section*



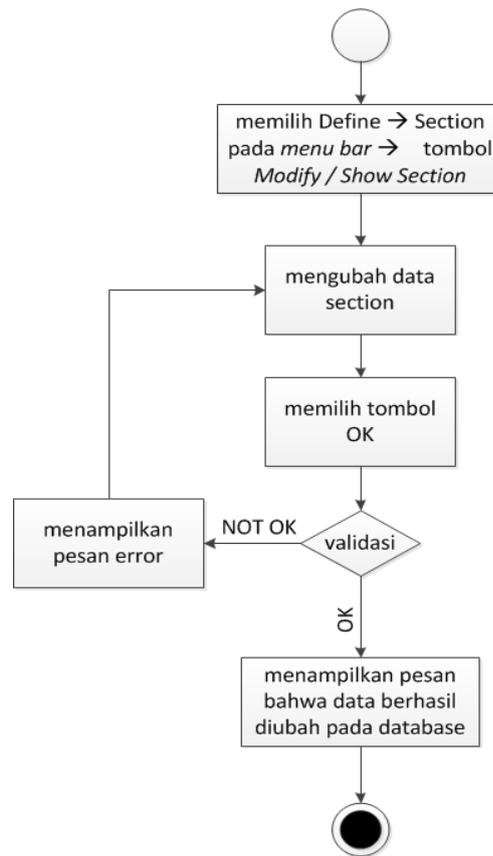
**Gambar 4. Activity Diagram – Add New Section..**

### *Delete Section*



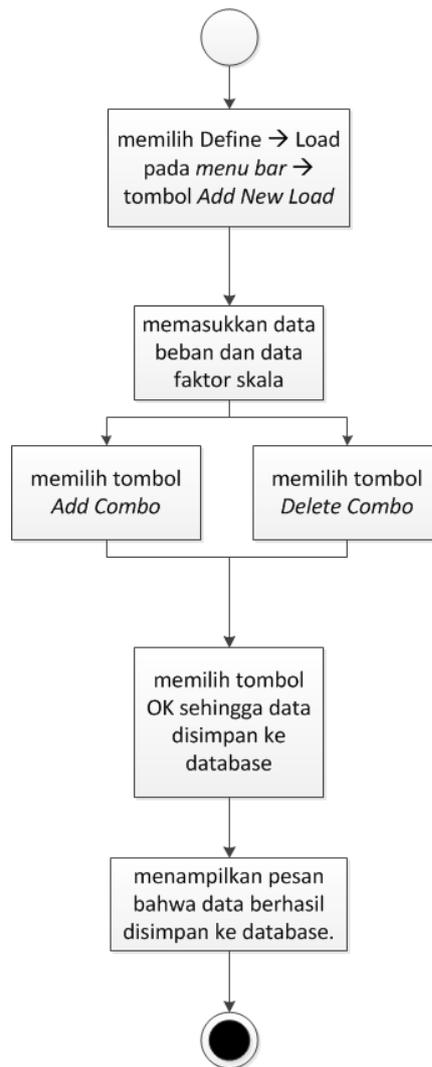
**Gambar 5. Activity Diagram – Delete Section.**

## Modify Section



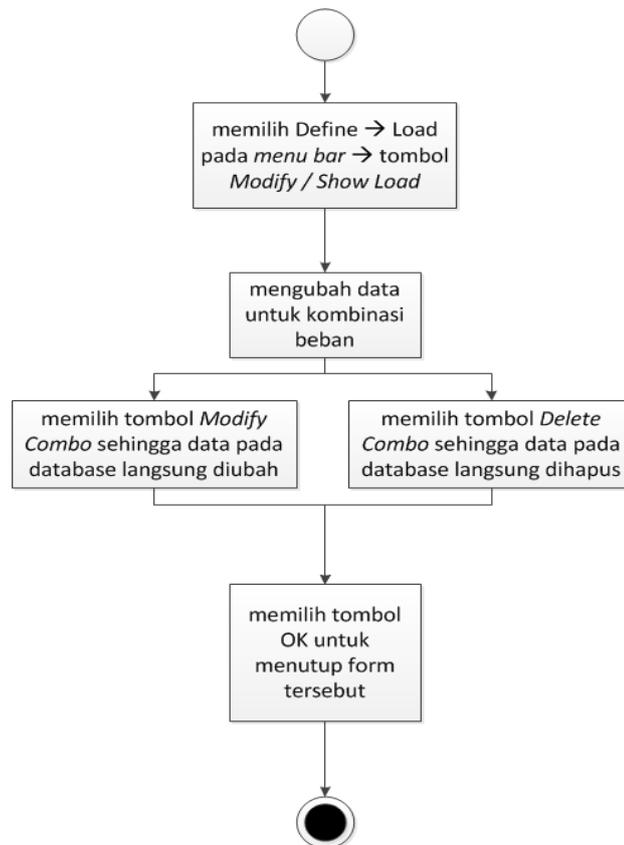
**Gambar 6. Activity Diagram – Modify Section.**

## *Add New Load*



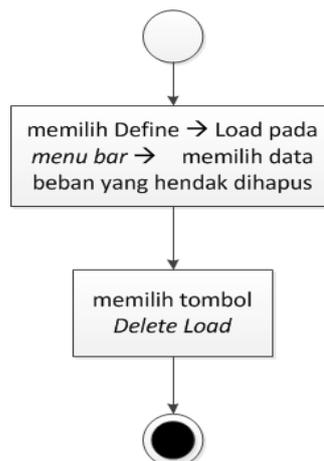
**Gambar 7. Activity Diagram – Add New Load.**

### *Modify Load*



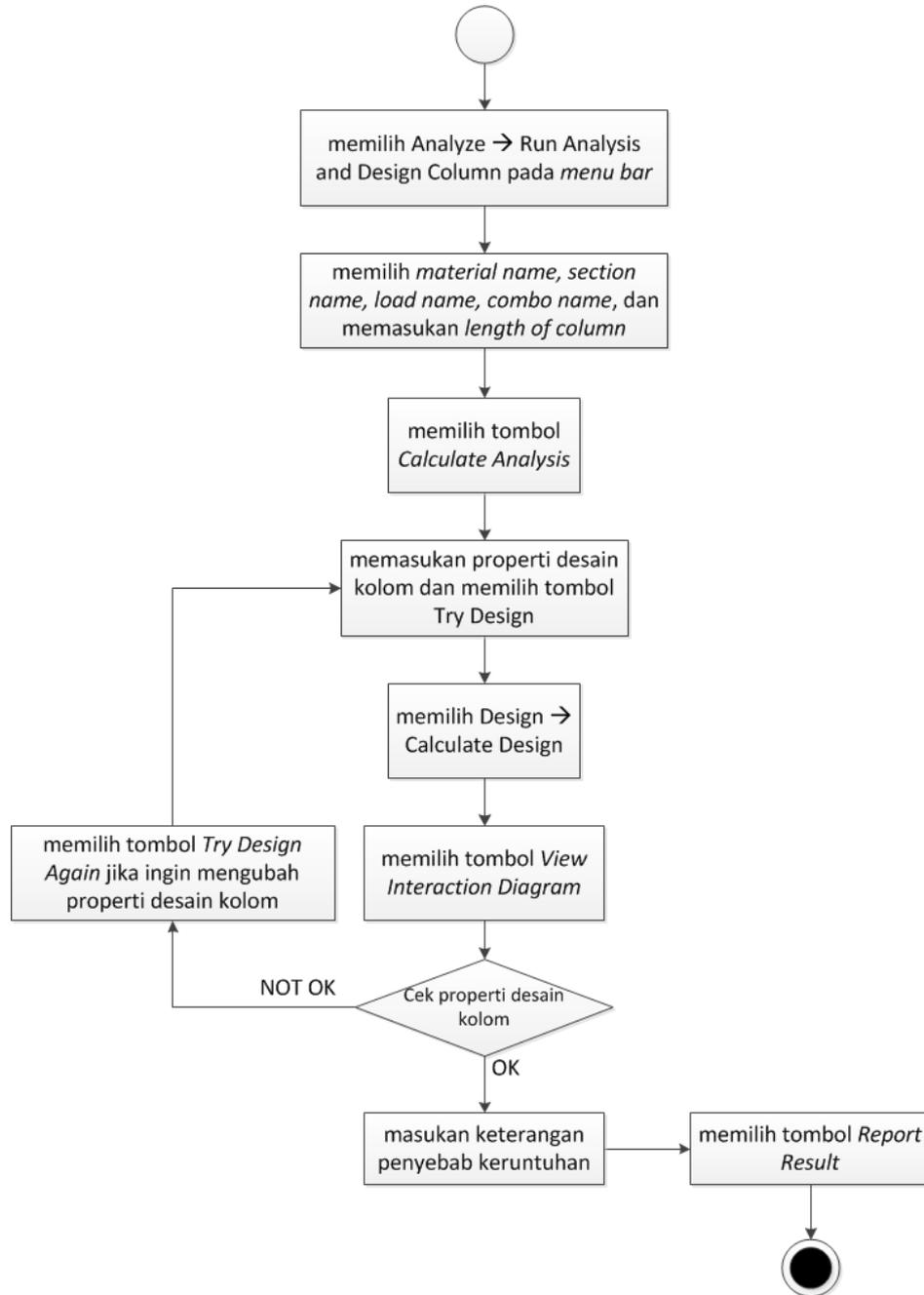
**Gambar 8. Activity Diagram – Modify Load.**

### *Delete Load*



**Gambar 9. Activity Diagram – Delete Load.**

## Analysis and Design Column



**Gambar 10. Activity Diagram – Analysis and Design Column.**

## Rancangan Tampilan Antarmuka Pengguna

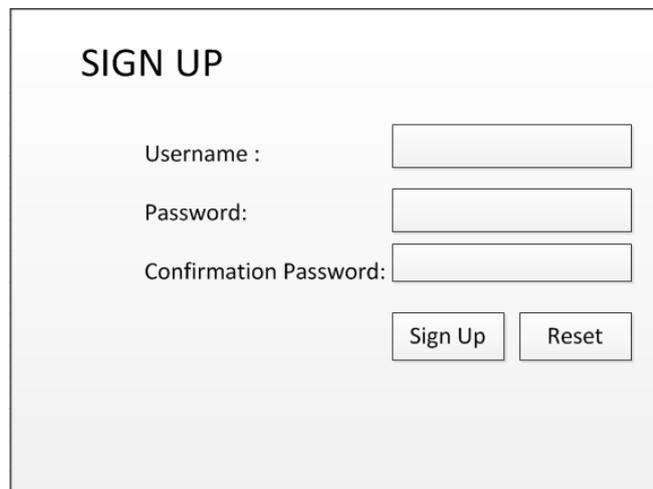
### Rancangan *Form Login*



A login form titled "LOGIN" with a light gray background. It contains two input fields: "Username :" and "Password:". Below the password field are two buttons: "Login" and "Reset". At the bottom left, there is a link labeled "Sign Up" with a red underline.

**Gambar 11. Rancangan *Form Login*.**

### Rancangan *Form Register*



A registration form titled "SIGN UP" with a light gray background. It contains three input fields: "Username :", "Password:", and "Confirmation Password:". Below the confirmation password field are two buttons: "Sign Up" and "Reset".

**Gambar 12. Rancangan *Form Register***

### Rancangan *Form Home*

File	Define	Analyze	Help	
Exit	Material	Run Analysis	Unit	
	Section		Help	HH MM SS
	Load			

Images

**Analysis of Slender Reinforced Concrete Column**  
Copyright © 2011 - Nauw

**Gambar 13. Rancangan *Form Home***

### Rancangan *Form Material*

Materials	Click to :
	Add New Material
	Modify / Show
	Delete Material
	OK
	Cancel

**Gambar 14. Rancangan *Form Material***

**Rancangan Form Add New Material**

The form is titled "Form Add New Material" and is organized into three main sections. The top section contains two input fields: "No. Material" with a "DM" label to its right, and "Material Name". The middle section is titled "Analysis Property Data" and contains one input field for "Modulus of Elasticity, Ec". The bottom section is also titled "Analysis Property Data" and contains two input fields: "Specified Conc Comp Strength, f'c" and "Bending Reinf. Yield Stress, fy". At the bottom of the form are two buttons: "OK" and "Cancel".

**Gambar 15. Rancangan Form Add New Material**

**Rancangan Form Modify / Show Material**

The form is titled "Form Modify / Show Material" and is organized into three main sections. The top section contains two input fields: "No. Material" with a "DM" label to its right, and "Material Name". These fields are shaded grey. The middle section is titled "Analysis Property Data" and contains one input field for "Modulus of Elasticity, Ec". The bottom section is also titled "Analysis Property Data" and contains two input fields: "Specified Conc Comp Strength, f'c" and "Bending Reinf. Yield Stress, fy". At the bottom of the form are two buttons: "OK" and "Cancel".

**Gambar 16. Rancangan Form Modify/Show Material**

### Rancangan *Form Section*

The image shows a software dialog box titled "Form Section". On the left side, there is a large empty rectangular area labeled "Sections". On the right side, under the heading "Click to :", there are three stacked buttons: "Add New Section", "Modify / Show", and "Delete Section". Below these buttons are two more buttons: "OK" and "Cancel".

**Gambar 17. Rancangan *Form Section***

### Rancangan *Form Add New Section*

The image shows a software dialog box titled "Form Add New Section". It is divided into several sections:

- No. Section:** A text input field followed by "DS" and another text input field.
- Section Name:** A text input field.
- Dimension:** A sub-section containing "Width, b" and "Depth, h", each with a text input field.
- Reinforcement Data:** A sub-section containing "Top Eccentricity of axial load, e", "Bottom Eccentricity of axial load, e", and "Nonprestressed Tension Reinf. Ratio, pt", each with a text input field.

On the right side, there is a diagram of a vertical column. It shows an axial load  $P_u$  applied at both the top and bottom. The top load is offset by an eccentricity  $e_{top}$  from the central axis, and the bottom load is offset by an eccentricity  $e_{bot}$ . The total length of the column is labeled as  $L$ . At the bottom of the dialog box, there are "OK" and "Cancel" buttons.

**Gambar 18. Rancangan *Form Add New Section***

**Rancangan *Form Modify / Show Section***

The dialog box is titled "Form Modify / Show Section". It features several input fields and a diagram. The fields are organized into three sections: "No. Section" with a "DS" dropdown and a text box; "Section Name" with a text box; "Dimention" (sic) with "Width, b" and "Depth, h" text boxes; "Reinforcement Data" with "Top Eccentricity of axial load, e", "Bottom Eccentricity of axial load, e", and "Nonprestressed Tention Reinf. Ratio, pt" text boxes. To the right is a diagram of a vertical column of length  $L$ . It shows axial load  $P_u$  applied at both the top and bottom. The top load is offset by an eccentricity  $e_{top}$  from the vertical centerline, and the bottom load is offset by an eccentricity  $e_{bot}$ . "OK" and "Cancel" buttons are located at the bottom center.

**Gambar 19. Rancangan *Form Modify/Show Section***

**Rancangan *Form Load***

The dialog box is titled "Form Load". It contains a large empty rectangular area on the left labeled "No. Loads". On the right, under the heading "Click to :", there are three stacked buttons: "Add New Load", "Modify / Show", and "Delete Load". At the bottom of the dialog are "OK" and "Cancel" buttons.

**Gambar 20. Rancangan *Form Load***

**Rancangan Form Add New Load**

The form is titled "Form Add New Load" and is divided into several sections. At the top left, there is a field for "No. Load" and a "DL" label next to a text input box. Below this is a "Loads" section with two sub-inputs: "Dead Load, PD" and "Live Load, PL". To the right of these is a "Combination Loads :" section containing a "Load Combination Name" text input box. Below that is a "Scale Factor for :" section with two sub-inputs: "Dead Load, PD" and "Live Load, PL". At the bottom right, there are two buttons: "OK" and "Cancel".

**Gambar 21. Rancangan Form Add New Load**

**Rancangan Form Modify / Show Load**

The form is titled "Form Modify / Show Load" and has a similar layout to the "Add New Load" form. It includes a "No. Load" field and a "DL" label with a text input box. The "Loads" section contains "Dead Load, PD" and "Live Load, PL" sub-inputs. The "Combination Loads :" section has a "Load Combination Name" text input box. The "Scale Factor for :" section includes "Dead Load, PD" and "Live Load, PL" sub-inputs. "OK" and "Cancel" buttons are located at the bottom right.

**Gambar 22. Rancangan Form Modify/Show Load**

**Rancangan Form Analysis and Design Column**

### Column Analysis

**Choose Data**

Data Material  ▾ ...

Data Section  ▾ ...

Data Load  ▾ ...

Length of the column

**Compute**

---

**Show All Selected Data**

**Material**

Modulus of Elasticity,  $E_c$

.....

**Section**

Width,  $b$

.....

**Loads**

Load Combination Name

.....

**Analysis**

**Momen ujung atas dan bawah kolom:**

The momen at the top

The momen at the bottom

M1

M2

M1 / M2

**Estimate the column size:**

$A_g$

Is the column is able to withstand the load?  Y/N

**Check column slenderness:**

$r$

$Kl_u / r$

$34 - 12 (M1 / M2)$

Is the column slender?  Y/N

**Check Momen Minimum:**

Minimum Eccentricity

M2 minimum

Check if the moments are less than the minimum?  Y/N

**Compute EI:**

$E_c$    $\beta_d$

$I_g$    $EI$

**Compute the magnified moment:**

$P_c$

$C_m$

$d_{ns}$

$M_c$

**Analyze the column reinforcement base on:**

$P_u$

$M_c$

Click PLOT to display interaction diagrams:

**PLOT**

**Gambar 23. Rancangan Form Analysis and Design Column**

**Rancangan Form Choose Material Data**

### Material Data

No. Material	Material Name	Modulus Elasticity, $E_c$	Specified Conc Comp Strength, $f_c$	Bending Reinf. Yield Stress, $f_y$

**Gambar 24. Rancangan Form Choose Material Data**

### Rancangan *Form Choose Section Data*

Section Data						
No. Section	Section Name	Width, b	Depth, h	Top Eccentricity of axial load, e	Bottom Eccentricity of axial load, e	Nonprestressed Tention Reinf. Ratio, pt

Gambar 25. Rancangan *Form Choose Section Data*

### Rancangan *Form Choose Load Data*

Load Data					
No. Load	Load Combination Name	Scale Factor Dead Load, PD	Dead Load, PD	Scale Factor Live Load, PL	Live Load, PL

Gambar 26. Rancangan *Form Choose Load Data*

### Pembahasan

Dalam aplikasi ini terdapat tiga menu utama, yaitu : *Define*, *Analyze*, dan *Help*.

1. Menu *Define*, terdiri dari tiga submenu, yaitu : *Material*, *Section*, dan *Load*.
2. Menu *Analyze*, terdiri dari *Run Analysis and Design*.
3. Menu *Help*, terdiri dari *Unit*, *About Me*, *Reference*, dan *Notation*.

### Tampilan Sub menu *Define – Material*

Pada sub menu ini terdiri dari tiga form, yaitu : *Form Material*, *Form Add New Material*, dan *Form Modify Material*.

The screenshot shows a software dialog box titled "Add New Material". It contains the following fields and values:

- No. Material:** DM 001
- Material Name:** CONC1
- Design Property Data:**
  - Specified Conc Comp Strength,  $f_c$ : 35 MPa
  - Bending Reinf. Yield Stress,  $f_y$ : 400 MPa
- Analysis Property Data:**
  - Modulus of Elasticity,  $E_c$ : 27805.5749805682 MPa

At the bottom of the dialog are "OK" and "Cancel" buttons.

**Gambar 27. Tampilan Sub Menu *Define-Material*.**

Tampilan *Form Add New Material*

This screenshot is identical to the one in Gambar 27, showing the "Add New Material" dialog box with the same input values: No. Material (DM 001), Material Name (CONC1), Design Property Data (35 MPa for  $f_c$ , 400 MPa for  $f_y$ ), and Analysis Property Data (27805.5749805682 MPa for  $E_c$ ).

**Gambar 28. Tampilan *Add New Material*.**

Tampilan *Form Modify Material*, disini Admin dapat mengganti nilai data *material* yang telah tersimpan dalam *database* dengan nilai baru atau sekedar melihat data tersebut.

**Gambar 29. Tampilan *Modify Material*.**

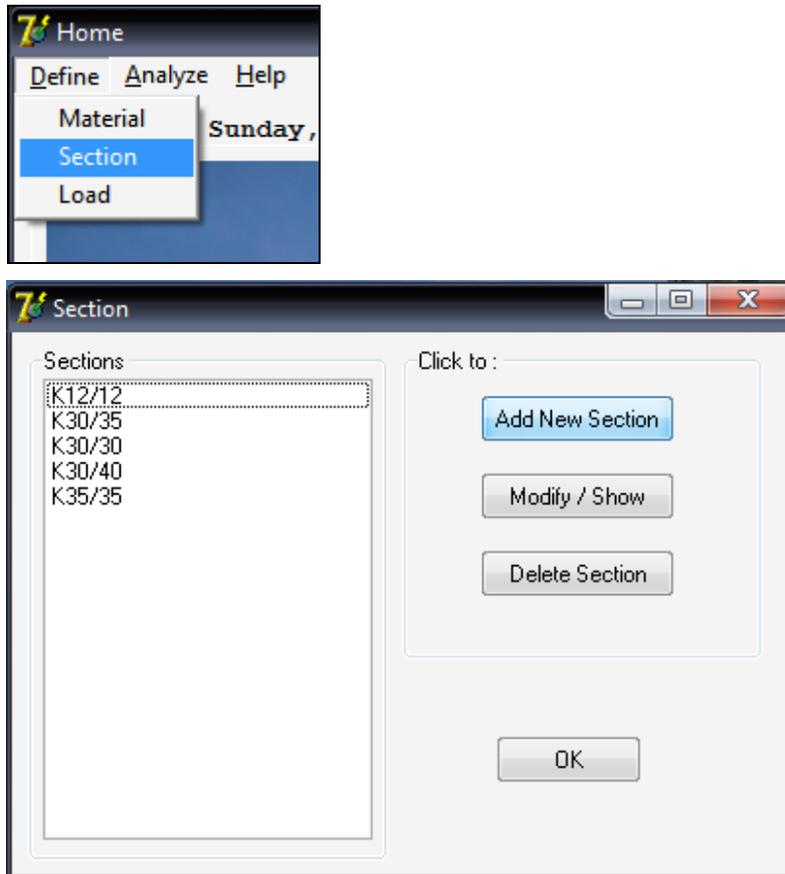
Data *Material*, berikut ini adalah isi dari data *material* yang tersimpan dalam; *Database*: *db\_slender\_column*, nama tabel: *tb\_material* yang terdiri dari 6 *field* dengan *id\_material* sebagai *Primary Key*.

	id_material	no_material	material_name	E <sub>c</sub>	f <sub>c</sub> aksen	f <sub>y</sub>
<input type="checkbox"/>	1	DM001	CONC1	27805.5749	35	400
<input type="checkbox"/>	2	DM002	CONC2	18203.0217	15	400
<input type="checkbox"/>	3	DM003	CONC3	21019.0389	20	400
<input type="checkbox"/>	5	DM004	CONC4	23500	25	400
<input type="checkbox"/>	6	DM005	CONC5	25742.9602	30	400
<input type="checkbox"/>	7	DM006	CONC6	29725.4100	40	400
<input type="checkbox"/>	8	DM007	CONC7	27805.5749	35	400

**Gambar 30. Data *Material*.**

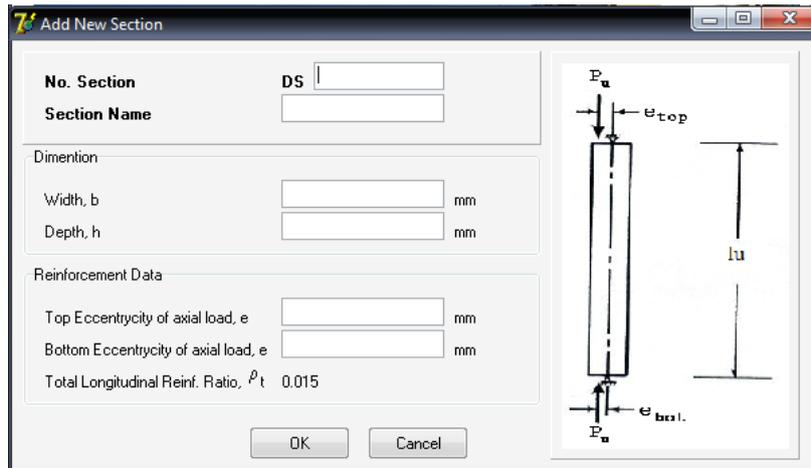
### Tampilan Sub menu *Define – Section*

Pada sub menu ini terdiri dari tiga form, yaitu : *Form Section*, *Form Add New Section*, dan *Form Modify Section*.



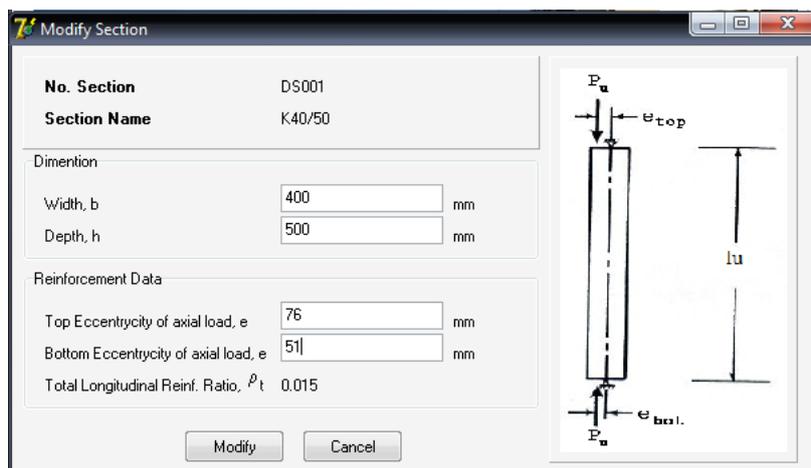
**Gambar 31. Tampilan Sub Menu *Define-Section*.**

Tampilan *Form Add New Section*, penambahan *section* baru pada form ini dilakukan dengan cara menginputkan data yang dibutuhkan program.



**Gambar 32. Tampilan Add New Section.**

Tampilan *Form Modify Section*, disini *Admin* dapat mengganti nilai data *section* yang telah tersimpan dalam *database* dengan nilai baru atau sekedar melihat data tersebut.



**Gambar 33. Tampilan Modify Section.**

Data *Section*, berikut ini adalah isi dari data *section* yang tersimpan dalam; *Database*: *db\_slender\_column*, nama tabel: *tb\_section* yang terdiri dari 8 *field* dengan *id\_section* sebagai *Primary Key*.

db\_slender\_column (5)

- tb\_access
- tb\_combo
- tb\_load
- tb\_material
- tb\_section

Show: 30 row(s) starting from record # 0

in horizontal mode and repeat headers after 100 cells

Sort by key: None

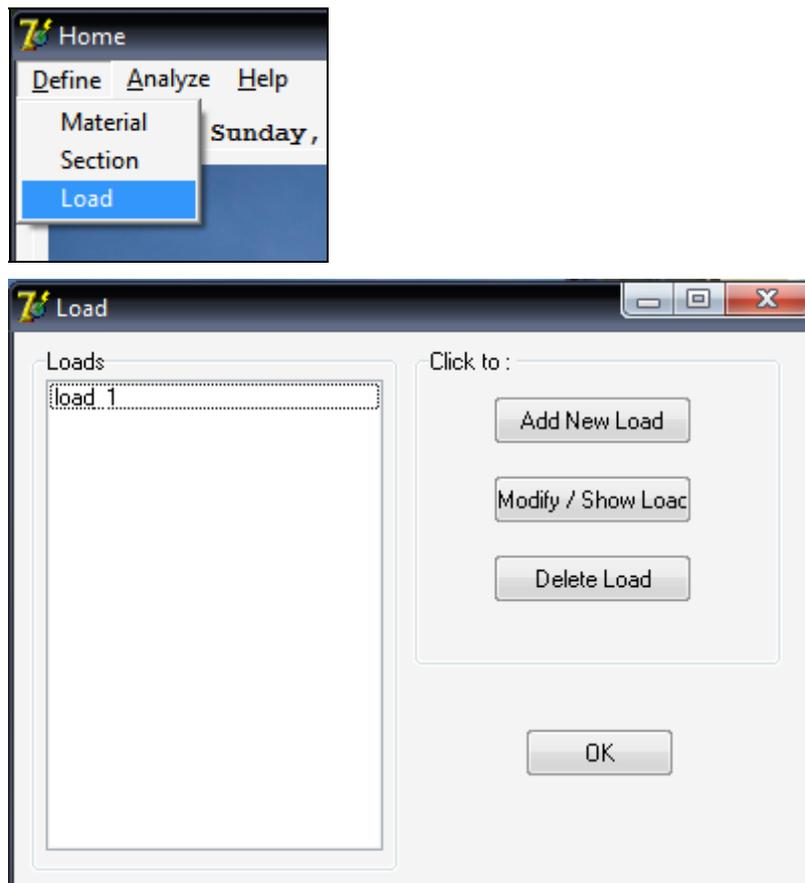
+ Options

	id_section	no_section	section_name	width	depth	e_top	e_bot	rho_t
<input type="checkbox"/>	1	DS001	K40/50	12	12	3	2	0.015
<input type="checkbox"/>	2	DS002	K30/35	400	500	76	51	0.015
<input type="checkbox"/>	3	DS003	K30/30	300	300	30	40	0.015
<input type="checkbox"/>	4	DS004	K30/40	300	400	50	34	0.015
<input type="checkbox"/>	5	DS005	K35/35	350	350	50	25	0.015

**Gambar 34. Tampilan Data Section.**

### Tampilan Sub menu *Define – Load*

Pada sub menu ini terdiri dari tiga form, yaitu : *Form load*, *Form Add New Load*, dan *Form Modify Load*.



**Gambar 35. Tampilan Sub Menu *Define-Load*.**

Tampilan *Form Add New Load*. Penambahan *load* baru pada form ini dilakukan dengan cara menginputkan data yang dibutuhkan program.

**Gambar 36. Tampilan Add New Load.**

Tampilan *Form Modify Load*. Disini *Admin* dapat mengganti nilai data *load* yang telah tersimpan dalam *database* dengan nilai baru atau sekedar melihat data tersebut.

id_combo	LC_name	coef_D	coef_L	ultimate_load
1	combo1_L1	1.2	1.6	1040000

**Gambar 37. Tampilan Modify Load.**

Data *Load*, berikut ini adalah isi dari data *load* yang tersimpan dalam; *Database*: db\_slender\_column, nama tabel: tb\_load yang terdiri dari 5 *field* dengan id\_load sebagai *Primary Key*.

	id_load	no_load	load_name	dead_load	live_load
	1	001	load_1	400000	350000

**Gambar 38. Tampilan Data Load.**

Data *Combination Load*, berikut ini adalah isi dari data kombinasi beban (combination load) yang tersimpan dalam; *Database*: db\_slender\_column, nama tabel: tb\_combo yang terdiri dari 6 *field* dengan id\_combo sebagai *Primary Key* dan id\_load sebagai *Foreign Key*.

	id_combo	id_load	LC_name	coeff_D	coeff_L	ultimate_load
	1	1	combo1_L1	1.2	1.6	1040000

**Gambar 39. Tampilan Data Combo**

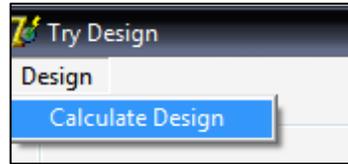
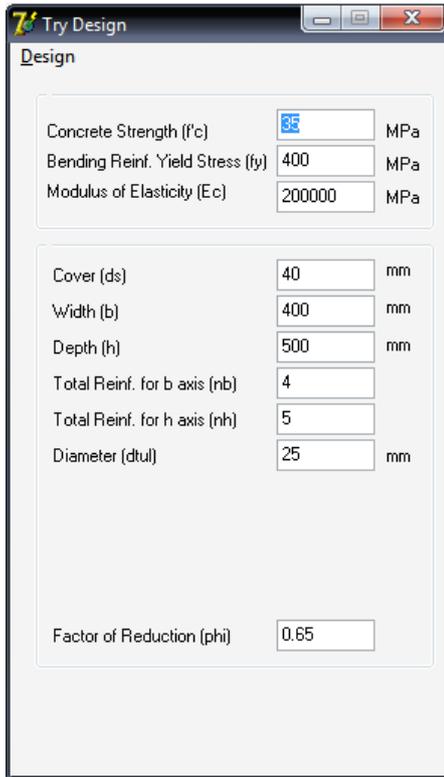
### Tampilan Form Analysis and Design Column

1. Pada *Group Box Choose Data*, *Admin* dapat memilih nomor dari data *material* (No. Material), data *section* (No. Section), data *load* (No. Load), nama kombinasi beban (Combo Name), dan menginput panjang kolom (Length of column,  $l_u$ ).
2. Tombol *Browse [...]* : sebagai bantuan jika sewaktu-waktu *Admin* lupa *properties* tiap data maka *Admin* dapat mengecek terlebih dulu. Tombol ini berada di sisi paling kanan dari *Group Box Choose Data*.
3. Data yang telah dipilih kemudian akan ditampilkan pada *Group Box Show All Selected Data*.
4. Tombol *CALCULATE ANALYSIS* : untuk menghasilkan hasil Beban Tekuk Euler ( $P_c$ ) dan Perbesaran Momen ( $M_c$ ).

5. Pada *Group Box Analysis* ini berisikan langkah-langkah perhitungan untuk mendapatkan hasil berupa Beban Tekuk Euler ( $P_e$ ) dan Perbesaran Momen ( $M_e$ ). Kedua hasil akan di plot ke dalam grafik Diagram Interaksi.
6. Pada *Group Box Design*, *Admin* dapat merencanakan bentuk dan ukuran penampang kolom, desain penulangan yang kemudian akan membentuk Diagram Interaksi. Beberapa nilai diambil dari *database* dan beberapa nilai lainnya merupakan inputan. Hal ini dikarenakan dibutuhkan perhitungan coba-coba, yaitu dengan terus mengganti inputan tertentu hingga bentuk diagram interaksinya berubah, misal : dari yang tadinya letak titik plot  $P_c$ ,  $M_c$  berada di luar diagram sampai akhirnya letak titik plot tersebut berada dala digram tersebut. Hal di atas berguna bagi *Admin* untuk mengevaluasi kekuatan kolom langsing tertentu (kemampuan kolom langsing dalam menahan beban yang dipikul).
7. Tombol *TRY DESIGN* : untuk menginput data kolom yang mau didesain.
8. Tombol *RESULT REPORT* : untuk mengeluarkan hasil report Analisi dan Desain yang telah dilakukan.

#### **Tampilan *Interaction Diagram***

Diagram interaksi ini dibuat berdasarkan data dari *database* dan data inputan manual pada *Group Box Design* yang menghasilkan titik-titik Momen Nominal dan Beban Nominal ( $M_n$ ,  $P_n$ ) dalam jumlah banyak sehingga terbentuklah suatu diagram interaksi.



(a)

The 'Calculate Design' window displays the following results:

- Concrete Strength  $f'_c$  (MPa) = 35
- Bending Reinf. Yield Stress  $f_y$  (MPa) = 400
- Modulus of Elasticity  $E_s$  (MPa) = 200000
- Width  $b$  (mm) = 400
- Depth  $h$  (mm) = 500
- Concrete Reinforcement = 14 D 25
- Cover  $d_s$  (mm) = 40
- Rasio Tulangan 3.436 %**  
Kolom memenuhi syarat.

**Table P-M base on X Axis :**

no	c (mm)	a (mm)	Pnx	Mnx	Pby
1	1382	500	8698.8936	1.62981E-11	5654
2	1381	500	8698.8936	1.62981E-11	5654
3	1380	500	8698.8936	1.62981E-11	5654
4	1379	500	8698.6088	0.0598019	5654
5	1378	500	8698.3236	0.119691	5654
6	1377	500	8698.038	0.179666	5654
7	1376	500	8697.752	0.239729	5654
8	1375	500	8697.4656	0.299879	5654
9	1374	500	8697.1787	0.360117	5654
10	1373	500	8696.8915	0.420443	5654
11	1372	500	8696.6038	0.480856	5654
12	1371	500	8696.3157	0.541269	5654

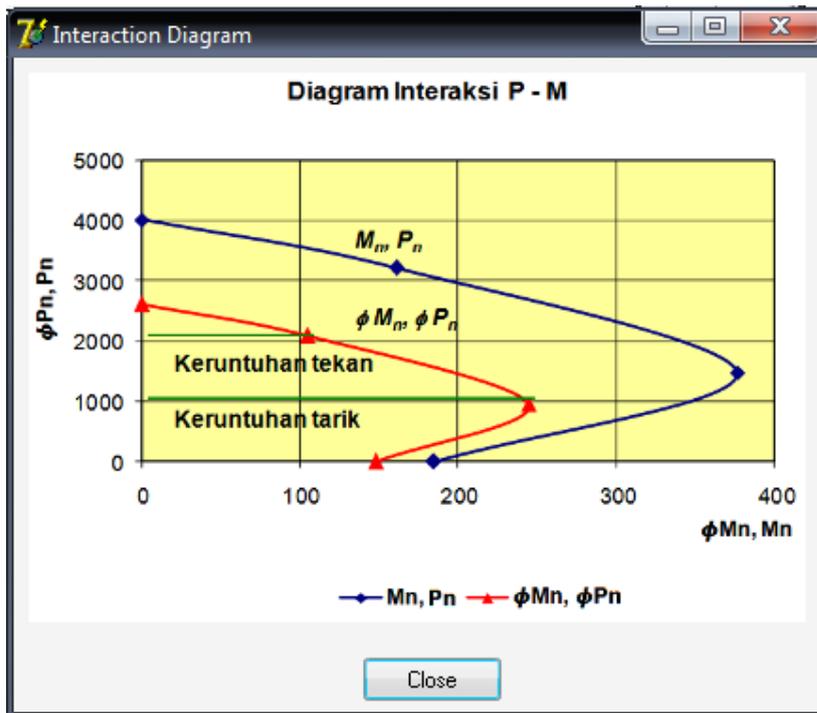
**Table P-M base on Y Axis :**

no	c (mm)	a (mm)	Pny	Mny	Pby
1	1082	400	8698.8936	7.45058E-11	5654
2	1081	400	8698.8936	7.45058E-11	5654
3	1080	400	8698.8936	7.45058E-11	5654
4	1079	400	8698.4386	0.0727894	5653
5	1078	400	8697.9829	0.145714	5653
6	1077	400	8697.5262	0.218774	5653
7	1076	400	8697.0688	0.29197	5653
8	1075	400	8696.6104	0.365301	5652
9	1074	400	8696.1513	0.43877	5652
10	1073	400	8695.6912	0.512375	5652
11	1072	400	8695.2303	0.586118	5651
12	1071	400	8694.7695	0.659861	5651

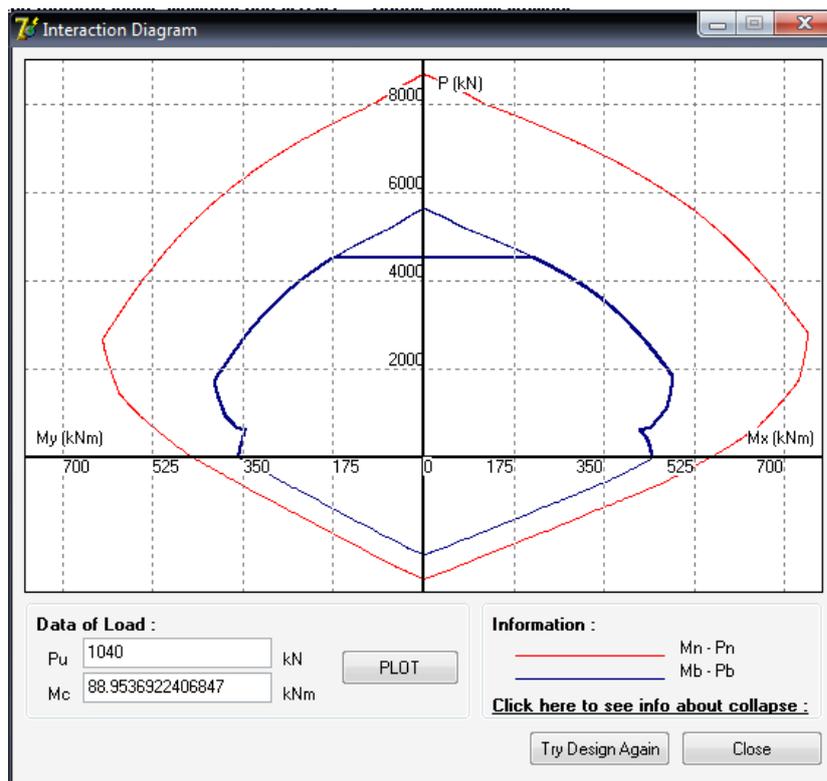
Click Show to display Interaction Diagram:  
VIEW INTERACTION DIAGRAM

(b)

**Gambar 40. Diagram Interaksi.**



(c)



(d)

**Gambar 40. Diagram Interaksi (lanjutan).**

#### 4. KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Aplikasi ini dapat menghasilkan titik  $P_c - M_c$  koordinat kombinasi beban yang tepat pada diagram interaksi kolom sehingga dapat menjawab kebutuhan tulangan longitudinal pada kolom langsing tertentu secara akurat.
2. Selain itu juga menghasilkan Diagram interaksi  $\phi P_n - \phi M_n$  dari penampang kolom langsing akibat kombinasi momen lentur dan gaya aksial sehingga dapat diketahui kapasitas kolomnya.
3. Mengetahui bahwa nilai *output* aplikasi program yang telah dibuat dan dapat dipertanggungjawabkan dengan cara memverifikasinya dengan contoh hitungan manual yang sudah ada.
4. Sejauh ini perangkat lunak aplikasi yang dibuat mampu menyelesaikan perhitungan analisis dan kolom langsing (pin-ended column) dalam waktu yang singkat dengan cukup baik.

#### DAFTAR PUSTAKA

1. McCormac, J.C. (2003). "DESAIN BETON BERTULANG Edisi Kelima Jilid 1". Penerbit Erlangga.
2. Nawy, Edward G., (2003), "Reinforced Concreted A Fundamental Approach" (Fifth Edition), Prentice-Hall International, New Jersey.
3. Roger. T, Burlton. (2001). Management Process Business – Profiting from Process. Indiana. Sams Publishing.
4. Standar Nasional Indonesia. (1989). "Pedoman Perencanaan Pembebanan untuk Rumah dan Gedung)", Standar Nasional Indonesia.
5. Standar Nasional Indonesia. (2002). "Tata Cara Perencanaan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung SNI 03-2847-2002", Standar Nasional Indonesia.
6. Wahana Komputer. (2005). "Membuat Program Kreatif dan Profesional dengan Delphi". Penerbit PT. Elex Media Komputindo Jakarta.
7. Wijanto, M. C. (2009). Tugas Akhir "Penerapan Economic Order Quantity dan SMS Gateway pada Sistem Infomasi Gracia Computer". Universitas Kristen Maranatha, Bandung.
8. Muin, Resmi B (2008). STRUKTUR BETON BERTULANG II. Retrieved 2008 from <http://normanray.files.wordpress.com/2010/03/33-kolom-1.pdf>
9. Teguh (2010). Apa itu Delphi. Retrieved August 22, 2010 from <http://ghost845.wordpress.com/2010/08/22/apa-itu-delphi/>

10. Yay (2009). Bahasa Pemrograman Delphi. Retrieved October 2010 from <http://pemrograman-delphi.blogspot.com/2009/02/bahasa-pemrograman-delphi.html>.

## **PEDOMAN PENULISAN JURNAL TEKNIK SIPIL UNIVERSITAS KRISTEN MARANATHA**

1. Jurnal Teknik Sipil UKM merupakan jurnal ilmiah, hasil penelitian, atau studi literatur disertai analisis ilmiah dalam bidang teknik sipil.
2. Tulisan harus asli dan belum pernah dipublikasikan sebelumnya, dikirim dengan mencantumkan kelompok bidang keahlian dalam teknik sipil.
3. Apabila pernah dipresentasikan dalam seminar, agar diberi keterangan lengkap.
4. Naskah ditulis dalam bahasa Indonesia atau bahasa Inggris yang benar, singkat, jelas dilengkapi dengan abstrak dan kata kunci dalam bahasa Indonesia dan bahasa Inggris.
5. Naskah ditulis pada kertas A4, menggunakan Microsoft® Word dengan ketentuan sebagai berikut :
  - a. Judul ditulis dengan huruf kapital, **TIMES NEW ROMAN**, ukuran 13, huruf tebal.
  - b. Abstrak ditulis dengan huruf biasa, Times New Roman, ukuran 10, spasi 1, demikian juga dengan kata kunci.
  - c. Isi naskah ditulis dengan huruf biasa, Times New Roman, ukuran 11, spasi 1.5.
  - d. Jumlah halaman beserta lampiran minimal 20 halaman, maksimal 30 halaman.
  - e. Jumlah halaman untuk lampiran maksimal 20% dari jumlah halaman total.
  - f. Nama penulis ditulis tanpa pencantuman gelar akademik.
  - g. Penulisan sub bab disertai nomor, contoh :
    - 1. HURUF KAPITAL**
    - 1.1 Huruf Biasa**
  - h. Gambar diberi nomor dan keterangan gambar ditulis dibawah gambar.
  - i. Tabel diberi nomor dan keterangan tabel ditulis diatas tabel.
  - j. Daftar pustaka ditulis dengan format sebagai berikut :
    1. Timoshenko, S.P, Young, D.H., (1995). *Theory of Structures*, McGraw Hill Book Co, New York.
  - k. Kata-kata asing ( jika naskah ditulis dalam bahasa Indonesia ) dicetak *miring*.
6. Menggunakan sistematika penulisan sebagai berikut :
  - a. Judul Naskah.
  - b. Nama penulis utama, penulis pembantu.
  - c. Abstrak dalam bahasa Indonesia dan bahasa Inggris.
  - d. Kata kunci.
  - e. Pendahuluan ( berisi latar belakang, tujuan, ruang lingkup, dan metodologi ).
  - f. Isi ( tinjauan pustaka ).
  - g. Studi Kasus ( data, studi kasus, dan pembahasan )
  - h. Penutup ( kesimpulan, saran, dan daftar pustaka ).
7. Naskah dikirim dalam bentuk *file* via E-mail.
8. Naskah yang masuk redaksi akan ditinjau oleh penelaah ahli dalam bidangnya sebelum diterbitkan.
9. Jurnal terbit 2x dalam setahun pada bulan April dan Oktober.