

PERPUSTAKAAN STIP UII
 HADIRAN : 22 JUN 2001
 IGL TERIMA :
 NO. JUDUL :
 NO. INV. : S17 / TA / JTS
 NO. INDIK. :

5180002987061

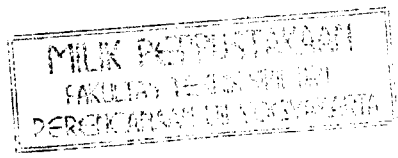
TUGAS AKHIR
 MODEL PERANCAH MINI TOWER UNTUK
 BANGUNAN GEDUNG



TA
 658-464
 BUD
 M
 CI

DISUSUN OLEH:

SIGID BUDIANTORO	94 310 003
ANDRIANTO HARI WIBOWO	94 310 252



JURUSAN TEKNIK SIPIL
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
 UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
 YOGYAKARTA
 2001

HALAMAN PENGESAHAN


TUGAS AKHIR
MODEL PERANCAH MINI TOWER UNTUK
BANGUNAN GEDUNG

DISUSUN OLEH:


SIGID BUDIANTORO	94 310 003
ANDRIANTO HARI WIBOWO	94 310 252

Telah diperiksa dan Disetujui oleh

Ir. H. Tadjuddin BM, Arst, MS
Dosen Pembimbing I


Tanggal: 25-05-2001

Ir. H. Faisal AM, MS
Dosen Pembimbing II


Tanggal: 25-05-2001

KATA PENGANTAR

Segala puji kami persembahkan kepada Allah SWT, Gusto Dargatan King Maha Agung yang menguasai semesta alam dan segala pengetahuan. Shalawat dan salam semoga selalu diimpahkan kepada Kangjeng Nabi Muhammad SAW, yang telah mengajarkan syariat Allah yang agung selaligus menjadi contoh terbaik bagi seluruh alam semesta, kepada keluarganya dan sahabat – sahabatnya serta merdeka yang mengikuti jejak langkahnya dengan baik hingga akhir zaman.

Dalam rangka memenuhi syarat keseragaman dan mewujudkan pemikiran penulis maka disusun tugas akhir ini yang berjudul Model Perumahan Mulu Tower Untuk Bangunan Gedung. Dalam tugas akhir ini penulis berusaha untuk berinovasi dan mengembangkan pemikiran hingga mendapatkan suatu wujud nyata sebuah perancah yang benar – benar efektif dan efisien.

Segenap daya dan upaya penulis tuangkan sepenuhnya demi terwujudnya laporan ini walaupun perjalanan yang di tempuh cukup lama namun syukur Alhamdulillah dapat di lalui dengan lancar. Semua ini tidak terlepas dari bimbingan, dukungan dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karenanya pada kesempatan ini penulis ingin menghaturkan terima kasih kepada :

1. Ir. Widodo, MSCE, Ph. D, selaku Dekan FTSE UI.
2. Ir. H. Tadjuddin, ENLA, MT, selaku Pembimbing I, Ketua Jurusan Teknik Sipil FTSE UI dan Dimpres Proyek Pembangunan Kampus Terpadu UI Unit 7.
3. Ir. H. Faisal AM, MT, selaku pembimbing II.
4. Ir. Harbi Hadi, MT, selaku dosen pengaj.
5. Ir. Fatkhurohman N, selaku Kepala Laboratorium Struktur dan Mekanika Teknik Sipil FTSE, UI.
6. Bapak dan Ibu penulis yang tetap sabar mendukung dan memberikan semangatnya untuk menyelesaikan laporan tugas akhir ini.
7. Teman-teman yang ada disana dan terus mengiringi di...

6. Kekam – rekan yang ada di Proyek Kampus Terpadu UIN Sunan Gunung Djati dan Proyek Kampus Terpadu UIN
7. Kekam – rekan di Sipil UIN angkatan 1991-1993 yang selalu menemani kami

Penulis menyadari bahwa tugas akhir Model Perencanaan Matrik Tower untuk Bangunan Gedung ini hanyalah membuka sebuah jendela kean dan onto bangunan besar idru tentang belasting dan perancah. Untuk itu penulis berharap adanya penelitian lebih lanjut yang dapat menyempurnakan segala kekurangan yang ada pada tugas akhir ini

Yogyakarta Mei 2001, Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL		
LEMBAR PENGESAHAN	i	
KATA PENGANTAR	ii	
DAFTAR ISI	iv	
DAFTAR GAMBAR	vi	
DAFTAR TABEL	vii	
DAFTAR LAMPIRAN	viii	
ABSTRAKSI	ix	
BAB I	PENDAHULUAN	
	1. 1. Latar Belakang	1
	1. 2. Pokok Masalah	3
	1. 3. Tujuan Penelitian	3
	1. 4. Manfaat Penelitian	4
	1. 5. Lingkup dan Batasan Masalah	4
	1. 6. Metodologi Penelitian	5
BAB II	TINJAUAN PUSTAKA	7
BAB III	LANDASAN TEORI	
	3. 1. Umum	11
	3. 2. Tinjauan Terhadap Pemasangan Perancah	20
	3. 3. Tinjauan Terhadap Beban	20
	3. 4. Tinjauan Kekuatan Perancah	24
	3. 5. Tinjauan Biaya	25
	3. 6. Pembuatan Model	25
	3. 7. Perhitungan Kekuatan Model Perancah Mini Tower	30

BAB IV	PENGUJIAN DAN ANALISIS MODEL	
	4. 1. Pelaksanaan dan Hasil Pengujian	49
	4. 2. Analisis hasil Pengujian	55
	4. 3. Analisis biaya perancah Mini Tower	58
	4. 4. Perhitungan kebutuhan perancah Mini Tower	60
	4. 5. Perhitungan kebutuhan Scaffolding	73
BAB V	PEMBAHASAN	
	5. 1. Daya dukung perancah Mini Tower	90
	5. 2. Perbandingan pemakaian perancah MT dengan Scaffolding	96
BAB VI	KESIMPULAN DAN SARAN	
	6. 1. Kesimpulan	99
	6. 2. Saran	100
	DAFTAR PUSTAKA	102
	LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar	2. 1.	Set up pengujian tekan <i>main frame</i>	10
Gambar	3. 1.	Macam – macam Perancah kayu	12
Gambar	3. 2.	Perancah baja	13
Gambar	3. 3.	Steiger pipa baja	14
Gambar	3. 4.	Scaffolding	15
Gambar	3. 5.	Perancah sekrup baja	16
Gambar	3. 6.	Perancah konstruksi	17
Gambar	3. 7.	Pemasangan scaffolding dan bagian – bagiannya	21
Gambar	3. 8.	Penyambungan arah vertikal perancah Mini Tower	26
Gambar	3. 9.	Penyambungan arah horisontal perancah Mini Tower	27
Gambar	3. 10.	Distribusi beban balok BC 1	31
Gambar	3. 11.	Letak balok penyangga dan beban yang ditahan	32
Gambar	3. 12.	Balok penyangga diatas 2 tumpuan	33
Gambar	3. 13.	Beban yang ditahan oleh perancah Mini Tower	34
Gambar	3. 14.	Sumbu bahan perancah Mini Tower	35
Gambar	3. 15.	Frame Perancah Mini Tower	37
Gambar	3. 16.	Bagian sambungan antar frame tampak atas	46
Gambar	3. 17.	Perancah Mini Tower	48
Gambar	4. 1.	Set up pengujian perancah Mini Tower	54
Gambar	4. 2.	Grafik Hubungan tegangan kritis – kelangsingan hasil pengujian	56
Gambar	4. 3.	Denah pemasangan perancah Mini Tower pada Blok C Lt. 1	74
Gambar	4. 4.	Pemasangan perancah Mini Tower tampak samping	75
Gambar	4. 5.	Cara pasang <i>scaffolding</i>	76
Gambar	4. 6.	Pasang <i>scaffolding</i> arah vertikal untuk plat	78
Gambar	4. 7.	Pasang <i>scaffolding</i> arah vertikal untuk balok induk	81
Gambar	4. 8.	Pasang <i>scaffolding</i> arah vertikal untuk balok anak	84
Gambar	5. 1.	Sketsa Perancah Mini Tower	95
Gambar	5. 2.	Grafik Daya Dukung Perancah MT untuk beberapa Variasi jarak	95

DAFTAR TABEL

Tabel	2. 1.	Alat – alat Uji tekan statis	7
Tabel	2. 2.	Hasil Uji <i>frame scaffolding</i>	8
Tabel	2. 3.	Hasil uji Pipa <i>Support</i>	8
Tabel	3. 1.	Lendutan maksimal akibat beban 1,15 ton	34
Tabel	3. 2.	Iterasi \emptyset tulangan untuk perancah Mini Tower	38
Tabel	3. 3.	Diameter tulangan efektif untuk perancah Mini Tower	44
Tabel	4. 1.	Iterasi \emptyset tulangan untuk mencari nilai kelangsingan benda uji	50
Tabel	4. 2.	Hasil pengujian perancah MT (benda uji)	55
Tabel	4. 3.	Perhitungan pemakaian perancah MT pada plat Proyek Kampus Terpadu UII unit 7 blok C Lt 1	63
Tabel	4. 4.	Perhitungan pemakaian perancah MT hasil uji pada balok Proyek Kampus Terpadu UII unit 7 blok C Lt 1	69
Tabel	4. 5.	Perhitungan pemakaian perancah MT ideal pada balok Proyek Kampus Terpadu UII unit 7 blok C Lt 1	71
Tabel	4. 6.	Daftar harga dan tipe <i>scaffolding</i>	76
Tabel	4. 7.	Perhitungan Kebutuhan <i>scaffolding</i> pada plat Proyek Kampus Terpadu UII unit 7 blok C Lt 1	79
Tabel	4. 8.	Perhitungan Kebutuhan <i>scaffolding</i> pada balok Proyek Kampus Terpadu UII unit 7 blok C Lt 1	86
Tabel	4. 9.	Biaya Pemakaian Perancah MT hasil uji Pada Proyek Kampus Terpadu UII Unit 7 Blok C Lt.1	88
Tabel	4. 10.	Biaya Pemakaian Perancah MT ideal Pada Proyek Kampus Terpadu UII Unit 7 Blok C Lt 1	88
Tabel	4. 11.	Biaya Pemakaian Scaffolding dan komponen pendukungnya Pada Proyek Kampus Terpadu UII Unit 7 Blok C Lt.1	89
Tabel	4. 12.	Perbandingan biaya pemakaian Perancah MT dan Scaffolding	89
Tabel	5. 1.	Beberapa variasi jarak Pemasangan Perancah MT	95
Tabel	5. 2.	Perbandingan Komponen pendukung Scaffolding dan Perancah MT	97

DAFTAR LAMPIRAN

- lampiran
1. Daftar harga komponen perancah Proyek Kampus Terpadu UII unit 7
 2. Laporan Pengujian tekan statis *scaffolding* oleh BPP Teknologi
 3. Laporan Pengujian tekan statis Perancah Mini Tower
 4. a. Denah struktur plat blok C lt. 1
 4. b. Denah struktur plat blok C lt. 2
 4. c. Denah balok blok C lt. 1, 2, 3, 4.
 4. d. Dimensi balok
 5. Persyaratan teknis Proyek Kampus Terpadu UII unit 7
 6. Daftar harga bahan dan upah pekerja bulan s/d Februari 2001
 7. Daftar harga Scaffolding Januari 2001

adalah pelat sambung pelat dan balok. Rangka menggunakan perisai dakap beton (luas 800×400) dari biaya total. Salah satu komponen utama dari bekisting adalah perancah. Perancah dikelompokkan menjadi dua yaitu perancah konvensional (baja) dan perancah modern (baja (*scaffolding*), *steiger*, *pipe*, *sappon*, dll).

Tujuan dari penelitian ini adalah mendapatkan jenis perancah baru yang mempunyai daya dukung lebih besar, biaya penggunaan yang lebih rendah dan pemasangan di lapangan yang lebih mudah dibanding dengan *scaffolding*.

Langkah awal dalam metodologi penelitian adalah mengembangakan kreativitas untuk mendapatkan bentuk perancah baru yang akhirnya didapatkan bentuk seperti tower dan disebut sebagai Perancah Mini Tower. Untuk mendapatkan efektifitas penggunaan bahan (biaya produksi yang murah) dilakukan *trial and error* yang berdasarkan kepada teori kelangsingan batang tekan. Sementara untuk mendapatkan daya dukung perancah Mini Tower ini digunakan teori dan rumus modifikasi Euler.

Secara teori rangkaian Perancah Mini Tower ini memiliki daya dukung 14.602 ton (Perancah Mini Tower ideal). Selanjutnya dilakukan uji tekan statis di Laboratorium Struktur T. Sipil FTSP UI Yogyakarta terhadap benda uji perancah Mini Tower yang merupakan model skala yang diperkecil. Pembuatan model ini mengacu pada teori kelangsingan dan Euler, setelah pengujian didapatkan hasil 8,6 ton (Perancah Mini Tower hasil uji).

Langkah selanjutnya Perancah Mini Tower tersebut dibandingkan dengan *scaffolding* untuk pelaksanaan di lapangan berdasarkan gambar rencana. Proyek Kampus Terpadu UI Unit 7 Blok C lantai 1. Perancah Mini Tower yang memiliki daya dukung jauh lebih besar dari pada *scaffolding* ternyata memberikan efisiensi yang lebih baik. Hal ini terlihat pada besar biaya penggunaan masing-masing perancah. Untuk *scaffolding* baru membutuhkan biaya Rp. 363.054.700,-, *scaffolding* bekas membutuhkan biaya Rp. 235.407.800,-. Sedangkan Perancah Mini Tower (dari maupun Perancah Mini Tower hasil uji) membutuhkan biaya Rp. 201.022.604,3.

Dalam hal bongkar pasang Perancah Mini Tower lebih mudah dan lebih cepat dilaksanakan dibanding *scaffolding*. Hal ini dapat terwujud karena jumlah komponen pendukung atau komponen lepas dari Perancah Mini Tower lebih sedikit.

BAB I

PENDAHULUAN

1. 1. LATAR BELAKANG

Dewasa ini pembangunan gedung bertingkat di Indonesia semakin banyak karena semakin langkanya lahan untuk membangun dan harga tanah yang semakin mahal. Hal ini mendorong berkembangnya ilmu pengetahuan dan teknologi di bidang teknik sipil dalam pelaksanaan suatu proyek pembangunan. Beton yang merupakan unsur utama suatu gedung bertingkat juga mengalami perkembangan yang pesat. Dalam pelaksanaannya dilapangan beton membutuhkan suatu acuan (bekisting). Fungsi bekisting menurut F. Wigbout, (1992), adalah menentukan bentuk konstruksi beton, menyerap dengan aman beban yang ditimbulkan oleh spesi beton, dan bekisting harus dapat dibongkar pasang dengan cara yang sederhana.

Dengan melihat ketiga fungsi bekisting tersebut terlihat bahwa pekerjaan beton sangat dipengaruhi oleh bekisting, walaupun hanya merupakan alat bantu sementara. Sushil kumar, (1994), dari buku *Building Construction* menerangkan bahwa biaya konstruksi bekisting mencapai 30 – 40% dari biaya pekerjaan beton. Maka jelaslah bahwa bekisting sangat berpengaruh dalam efisiensi biaya dan

waktu pekerjaan beton yang merupakan salah satu item pekerjaan dalam sebuah proyek .

Berdasarkan fungsinya bekisting dapat dibagi dalam tiga bagian yaitu bekisting kontak, konstruksi penopang, dan penanggulangan angin, tekukan, dan kestabilan. Konstruksi penopang pada suatu bekisting terdiri dari berbagai macam jenis. F. Wigbout, (1992), Buku Pedoman Tentang Bekisting, mengelompokkan material konstruksi penopang dapat dibuat dari perancah kayu, perancah baja, *steiger* pipa dari baja, *steiger* sistem dari baja, perancah sekrup dari baja, dan perancah konstruksi (*heavy duty prop*).

Pada pembangunan gedung bertingkat di Indonesia sampai saat ini *steiger* sistem dari baja atau lebih dikenal sebagai *scaffolding* merupakan jenis perancah yang paling efektif dan ekonomis. Keuntungan *scaffolding* antara lain tidak banyak memerlukan pengerjaan, sehingga cepat bongkar pasang, mudah pemasangannya sehingga tidak memerlukan pekerja ahli, dan dalam penggunaan dapat diulang sebanyak 50 – 100 kali. (Gideon K, 1993).

Sedangkan kekurangannya antara lain harga beli yang tinggi, kemungkinan berkarat, terikat oleh ukuran – ukuran yang tertentu, dalam pelaksanaannya dilapangan pemasangan *scaffolding* beserta kelengkapannya (*cross brace*) mengakibatkan ruang yang tersedia menjadi sempit, sehingga lalu lintas pekerja (pada saat melakukan pemeriksaan bekisting sebelum pengecoran, memindahkan material, dll menjadi terganggu dan menimbulkan kesan semrawut

Dengan adanya kelemahan – kelemahan *scaffolding* seperti tersebut diatas maka masih banyak kemungkinan untuk dikembangkan. Oleh karena itu

diperlukan suatu penelitian tentang model perancah yang lebih baik lagi. Model perancah yang baru ini harus mempunyai kriteria sebagai berikut :

- a. Mudah dan cepat pemasangannya.
- b. Memiliki stabilitas sendiri/dapat berdiri sendiri sehingga lebih aman.
- c. Sedikit komponen.
- d. Dalam penggunaan dapat diulang sebanyak 50 – 100 kali.
- e. Harga beli yang murah.
- f. Dalam pembuatannya tidak perlu ditempat khusus.
- g. Bahan yang digunakan untuk membuat perancah baru mudah didapatkan dipasaran.
- h. Ukuran perancah yang lebih fleksibel.

1. 2. POKOK MASALAH

Berdasar dengan latar belakang diatas maka dapat ditarik pokok masalah sebagai berikut:

Penggunaan scaffolding yang dikenal efektif dan ekonomis ternyata masih memiliki kelemahan – kelemahan yang membuka peluang untuk dilakukan suatu pengembangan.

1. 3. TUJUAN PENELITIAN

Tujuan dari penelitian ini adalah menemukan suatu model perancah yang lebih baik dari segi kekuatannya, lebih cepat dalam pemasangannya, dan lebih efisien dari segi biayanya.

1. 4. MANFAAT PENELITIAN

Model perancah baru ini diharapkan dapat meningkatkan efektifitas pelaksanaan pekerjaan bekisting dan mengembangkan kreativitas mahasiswa teknik sipil untuk dapat meneliti metoda pelaksanaan konstruksi bekisting yang lainnya.

1. 5. LINGKUP DAN BATASAN MASALAH

Agar penelitian ini dapat terarah sesuai maksud dan tujuan penelitian maka perlu adanya batasan – batasan sebagai berikut :

- a. Karena terbatasnya waktu dan biaya maka hanya akan diteliti satu jenis model perancah saja dengan material baja yang kami sebut sebagai perancah Mini Tower (MT).
- b. Perancah MT diuji tekan statis di laboratorium Struktur UII untuk diketahui daya dukungnya sehingga dapat diketahui layak atau tidak untuk digunakan (Jumlah sample lima buah).
- c. Perancah MT akan dianalisa biaya produksinya, kemudian dibandingkan dengan *scaffolding*. Sebagai tinjauan adalah Proyek Kampus terpadu UII unit 7, blok C lantai 1.
- d. Untuk bekisting kontak, frame, dan balok penyangga maupun balok pemikul spesifikasinya sama dengan yang diterapkan pada proyek tersebut. *Scaffolding* digunakan main frame tipe MF 1217 dan leader frame tipe LF1209.
- e. Biaya pengadaan perancah (baik perancah MT maupun *scaffolding*) dianggap sebagai harga pembelian. Data harga *scaffolding* dan kelengkapannya sesuai

dengan yang ada pada proyek Kampus terpadu UII. Harga perancah MT dihitung berdasarkan biaya pembuatannya.

1. 6. METODE PENELITIAN

1. 6. 1. Subyek Penelitian

Subyek penelitian yang diambil adalah perancah untuk plat dan balok pada proyek gedung bertingkat.

1. 6. 2. Obyek Penelitian

Sedangkan obyek yang akan diteliti adalah model perancah baja yang akan diuji kuat tekannya untuk mengetahui seberapa besar kuat dukung sample tersebut sehingga dapat diketahui layak atau tidak digunakan.

1. 6. 3. Bahan Pembuat Perancah

Bahan yang digunakan untuk model perancah adalah baja tulangan dengan diameter maksimal 14 mm, dan penyambungan dengan menggunakan las. Ukuran sample ditentukan kemudian dengan bentuk seperti pada gambar 3. 8.

1. 6. 4. Cara Analisa

Analisa yang akan dilaksanakan pada penelitian ini adalah analisa terhadap kekuatan dan analisa biaya.

Analisa kekuatan dalam perhitungan menggunakan rumus Euler modifikasi dan perhitungan kelangsingan yang diambil dari Padosbajayo, 1991

dengan variasi diameter baja tulangan, untuk diambil satu hitungan yang memenuhi syarat serta paling ekonomis dari segi biaya. Selanjutnya hasil perhitungan inilah yang dijadikan acuan pembuatan model untuk diuji di laboratorium.

Selanjutnya kemudahan pemasangan dilapangan didasarkan pada banyaknya komponen lepas yang dibongkar pasang untuk melengkapi perancah agar dapat memenuhi fungsinya.

Analisa biaya berdasarkan pada biaya pengadaan bahan dan biaya pembuatan. Kedua unsur biaya tersebut dijumlahkan menjadi biaya pemakaian Perancah Mini Tower yang akan dibandingkan dengan biaya pemakaian *scaffolding*.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. KUAT TEKAN STATIS SCAFFOLDING

Pada tanggal 10 Februari 1992 Unit Pelaksana Teknis Laboratorium Uji Konstruksi Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi Jakarta Pusat (UPT – LUK BPP Teknologi) mengadakan pengujian tekan statis terhadap benda uji *frame scaffolding* dan *pipa support*.

Benda uji terdiri dari satu buah *pipa support* TS 90, satu buah *main frame* 1217 dan satu buah *leader frame* 1217. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kekuatan dari benda uji tersebut terhadap beban statis.

Tabel 2. 1. Alat – Alat Uji Tekan Statis

No.	Nama/tipe peralatan	Jumlah	Buatan	Fungsi
1	Mesin servohidrolik PL 160kN	1	Schenck	Pembangkit beban
2	Load Cell 160kN	1	Schenck	Pengukur beban
3	X – Y recorder HP7045B	1	HewlettPackard	Pembuat grafik
4	Jig & Rig	1 set	LUK	Alat bantu

Cara pengujian adalah sebagai berikut. Benda uji diletakkan pada *jig & rig* sedemikian rupa seperti pada gambar lampiran, kemudian ditekan statis dengan mesin uji dengan kecepatan pembebanan konstan 5 kN/detik. Selama pengujian berlangsung dibuat grafik gaya tekan fungsi *displacement* dengan menggunakan X - Y recorder. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 2. 1.

Hasil pengujian *frame scaffolding* dan pipa *support* TS 90 dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 2. 2. Hasil Uji Tekan Statis *Frame Scaffolding*.

Benda uji	Gaya tekan maksimum (kN)	Displacement maksimum (mm)	keterangan
Main frame 1217	81,60	20,50	Bengkok
Ladder Frame 1217	111,70	23,40	Bengkok

Tabel 2. 3. Hasil Uji Tekan Statis Pipa *Support* TS 90

Panjang ukur (mm)	Gaya tekan maksimum (kN)	Displacement maksimum (mm)	keterangan
2810	26,88	18,50	Posisi pin ditahan pada handle (ulir)
2720	35,60	23,30	Posisi pin ditahan pada lubang pipa

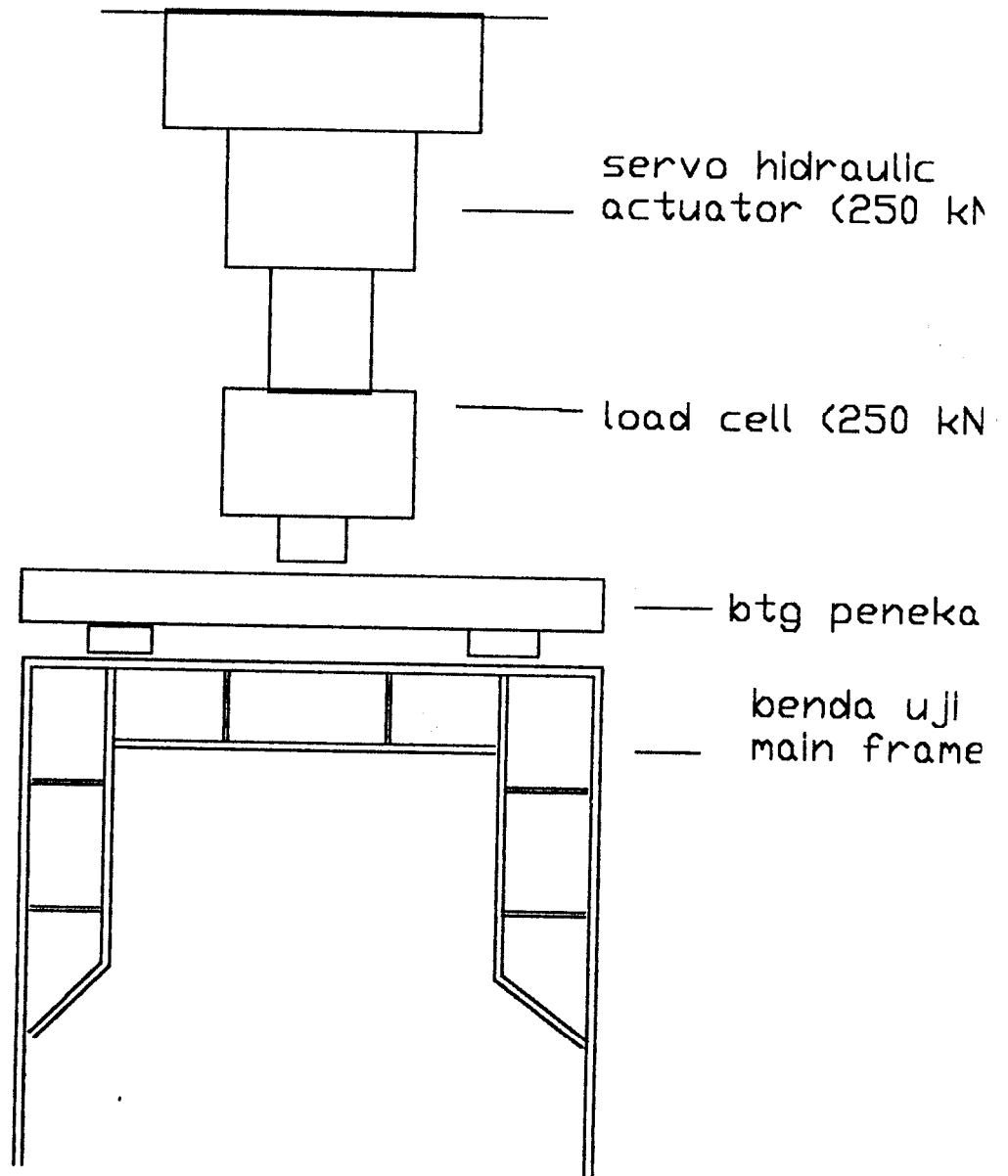
Kesimpulan :

Dari hasil pengujian yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

- ◆ Pada pengujian tekan pipa support TS 90 dengan posisi pin ditahan pada handle (ulir), benda uji mengalami kerusakan atau merosot pada ulir dengan

gaya tekan maksimum sebesar 26,88 kN dan displacement maksimum sebesar 18,50 mm.

- ◆ Pada pengujian tekan pipa support TS 90 dengan posisi pin ditahan pada ujung lubang pipa, benda uji mengalami kerusakan atau bengkok pada beban tekan maksimum sebesar 23,30 mm.
- ◆ Pada pengujian tekan main frame 1217, benda uji mengalami kerusakan atau bengkok pada beban tekan maksimum sebesar 81,60 kN dan displacement maksimum sebesar 20,50 mm.
- ◆ Pada pengujian tekan leader frame 1217 benda uji mengalami kerusakan atau bengkok pada beban tekan maksimum sebesar 111,70 kN dan displacement maksimum maksimum sebesar 23,40 mm.



Gambar 2. 1. Set Up Pengujian Main Frame

BAB III

LANDASAN TEORI

3. 1. UMUM

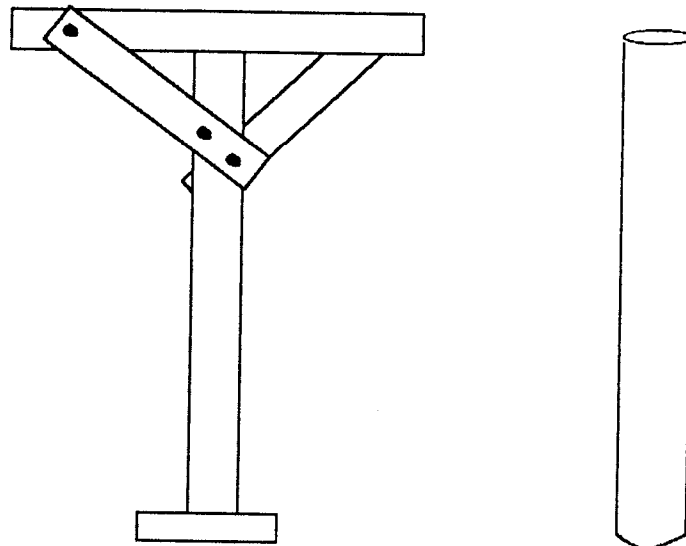
Selama tahun – tahun terakhir ini perancah telah banyak berkembang. Mulai dari perancah konvensional yang menggunakan kayu hingga berbahan baja. Perancah adalah suatu konstruksi penopang dalam arah vertikal yang berfungsi mendukung bekisting pada pekerjaan beton. Beberapa hal yang harus dipenuhi perancah karena penggunaannya yang sementara pada bangunan menurut F. Wigbout, (1992), dari buku Pedoman Tentang Bekisting adalah:

- a. Pada bobot yang ringan harus mampu memindahkan beban yang relatif berat.
- b. Harus tahan terhadap penggunaan yang berlangsung kasar
- c. Suatu penyetelan yang dipasang dengan cara sederhana.
- d. Sedikit mungkin komponen – komponen lepas.
- e. Mudah dikontrol.
- f. Kemungkinan pengulangan.
- g. Adanya jalan lalu lintas

Terdapat bermacam – macam jenis perancah yaitu:

a. Perancah Kayu

Perancah kayu dibuat dari kayu gergajian, kayu bulat, atau kayu yang diperkuat. Saat ini yang masih sering digunakan adalah perancah kayu dari kayu bulat karena harga belinya yang lebih rendah dibandingkan kayu gergajian maupun kayu yang diperkuat. Pembebanan perancah kayu sebesar 160 kN.



Gambar 3. 1. Macam - Macam Perancah Kayu

b. Perancah Baja

Perancah jenis ini biasanya digunakan dalam bentuk profil pipa bulat dan dikombinasikan dengan balok – balok baja sehingga menjadi satu kesatuan. Untuk

memindahkannya dengan bantuan mesin angkat seperti *tower crane*. Kelemahan dari perancah jenis ini adalah belum adanya sarana penyetel ketinggian.



Gambar 3. 2. Perancah Baja

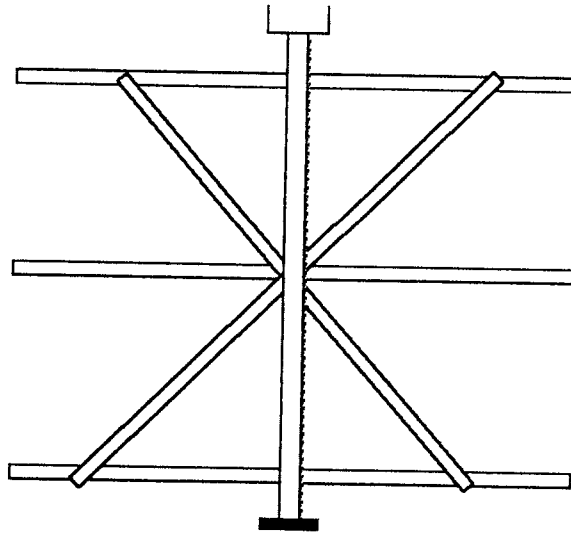
c. *Steiger* Pipa dari Baja

Steiger pipa baja adalah perancah dari profil pipa baja dengan diameter 5 cm dan tebal pipa 3,2 mm dengan panjang antara 1 sampai dengan 6 m. *Steiger* pipa baja dihubungkan satu dengan yang lain dengan bantuan perangkai - perangkai. Perangkai-perangkai tersebut dibagi menurut fungsinya sebagai berikut :

- perangkai silang : untuk menghubungkan pipa-pipa yang saling bersilangan tegak lurus.

- perangkat yang dapat berputar : untuk menghubungkan pipa-pipa yang saling bersilangan tidak tegak lurus.
- perangkat paralel : untuk menghubungkan pipa-pipa yang terletak dalam kepanjangan masing-masing.
- perangkat batang lintang : untuk menghubungkan batang-batang lintang pada gelagar-gelagar.

Mendirikan suatu *steiger* baja memerlukan banyak pengerjaan sehingga biasanya hanya digunakan pada konstruksi beton yang rumit saja. Pembebanan yang diijinkan pada satu tiang bervariasi dari 5 sampai 40 kN.

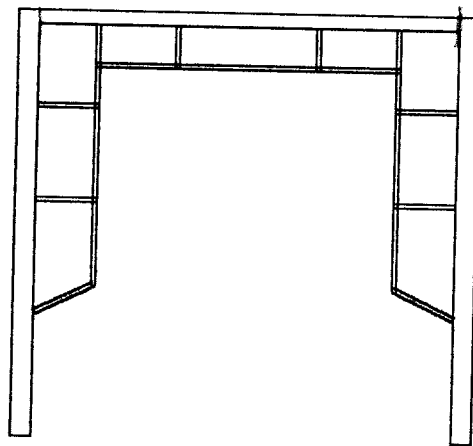


Gambar 3. 3. Steiger Pipa Baja

d. *Steiger* Sistem dari Baja.

Pengembangan dari *steiger* pipa adalah *steiger* system baja atau lebih dikenal dengan istilah *scaffolding* yang mempunyai kelebihan sebagai berikut : tidak begitu banyak memerlukan pengerjaan, tidak memerlukan pekerja-pekerja ahli, sedikit komponen, menara-menara yang dibangun telah memiliki stabilitas sendiri.

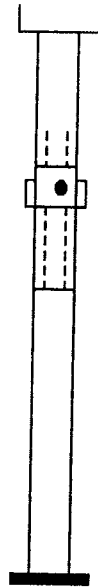
Beban yang diijinkan untuk tiap kuda – kuda atau *frame* adalah 50 sampai 100 kN. Satu unit menara minimal terdiri dari dua buah *frame* yang saling berhubungan. Beberapa buah menara dapat dirangkaikan satu sama lain, sehingga dapat dicapai pembebanan yang lebih besar. Beban yang diijinkan untuk setiap menara adalah 160 sampai 200 kN.



Gambar 3. 4. Scaffolding

e. Perancah Sekrup dari Baja.

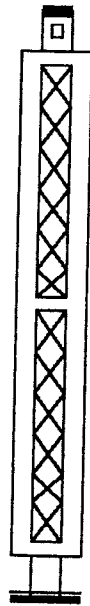
Sebuah perkembangan lain dari pipa *steiger* baja adalah perancah sekrup, yang digunakan untuk beban-beban agak ringan misalnya dalam pembangunan rumah-rumah. Perancah sekrup baja merupakan pilihan lain disamping perancah kayu pada pekerjaan berskala kecil. Beberapa kelebihan perancah sekrup baja dibandingkan dengan perancah kayu antara lain : beban yang lebih besar pada bobot sendiri yang relatif ringan , tidak banyak memerlukan waktu pengerjaan, dan dapat diatur tingginya dengan memutar ulir penyetel.



Gambar 3. 5. Perancah Sekrup Baja

f. Perancah Konstruksi.

Perancah konstruksi atau *heavy duty prop* dipergunakan pada beban yang sangat dikonsentrasikan dan beban yang sangat berat. Pemasangannya dirangkaikan satu sama lain dengan bantuan pasak atau baut. Pengaturan ketinggian dilakukan dengan mengatur panjang bagian kepala dan bagian kaki yang dapat disetel. Elemen-elemen standar berpenampang segi tiga atau persegi dengan daya dukung bervariasi dari 140 sampai 350 kN. Hal-hal yang menguntungkan antara lain : beban yang diijinkan bisa sangat tinggi, ketinggian yang bisa disetel, komponen-komponen standar dapat ditukar-tukar.



Gambar 3. 6. Perancah Konstruksi

Pada pembangunan gedung bertingkat di Indonesia *scaffolding* dan perancah kayu merupakan jenis perancah yang menjadi pilihan. Akan tetapi *scaffolding* memberikan efisiensi yang lebih baik sehingga perancah kayu mulai ditinggalkan dan hanya digunakan pada proyek yang berskala kecil.

Perancah kayu dan *scaffolding* memiliki keuntungan dan kerugian.

Keuntungan *scaffolding* adalah :

- a. Tidak banyak memerlukan pengerjaan; bongkar pasang cepat.
- b. Mudah memasangnya sehingga tidak memerlukan tenaga ahli
- c. Menara yang dibangun memiliki stabilitas sendiri sehingga lebih aman.
- d. Sedikit komponen lepasnya.
- e. Penggunaan ulang sebanyak 50 – 100 kali. (Gideon K, 1993).

Sedangkan kerugian *scaffolding* adalah :

- a. Harga beli yang tinggi.
- b. Pabrikasi di tempat yang khusus dan harus ditangani tenaga yang berkualitas.
- c. Kemungkinan berkarat.
- d. Sambungan antar *scaffolding* harus selalu dalam keadaan bersih untuk memudahkan penyetelan.
- e. Terikat oleh ukuran – ukuran tertentu.
- f. Dalam pelaksanaannya di lapangan pemasangan *scaffolding* beserta komponen – komponen lepasnya (*cross brace*) mengakibatkan ruang yang tersedia menjadi sempit, sehingga lalu lintas pekerja untuk melakukan

pemeriksaan, memindahkan material dan lain – lain menjadi terganggu serta menimbulkan kesan semrawut.

- g. Memindahkan *scaffolding* dari lantai bawah ke lantai di atasnya ternyata menimbulkan kesulitan tersendiri karena bentuknya (sebagai gambaran, *scaffolding* tipe MF 1217 yang paling sering digunakan memiliki panjang 1219 mm dan tinggi 1700 mm).

Keuntungan perancah kayu adalah :

- a. Harga relatif murah.
- b. Kekuatan relatif besar pada massa volume yang kecil
- c. Dapat dengan baik menerima getaran, tumbukan, dan perlakuan yang kasar.

Sementara kerugian perancah kayu berkaitan erat dengan sifat kayu sendiri. Beberapa kerugian yang timbul adalah :

- a. Anisotrop (memiliki sifat yang tidak sama dalam satu arah) dan tidak homogen.
- b. Kembang susut yang besar, sangat dipengaruhi oleh cuaca.
- c. Tahan terhadap retakan dan geseran kecil.
- d. Kemungkinan penggunaan ulang yang kecil.
- e. Keterbatasan ukuran.
- f. Bongkar pasang perancah kayu membutuhkan waktu lama.

3. 2. TINJAUAN TERHADAP PEMASANGAN PERANCAH

Dalam pelaksanaannya dilapangan *scaffolding* yang sudah ada sekarang ini memerlukan komponen tambahan (komponen lepas) untuk dapat memenuhi fungsinya.

Komponen lepas tersebut adalah *joint pin* yang berfungsi untuk menyambung beberapa *frame scaffolding* ke arah vertikal. *Cross brace* berfungsi untuk menghubungkan *frame scaffolding* satu dengan lainnya ke arah horisontal. *Base jack* berfungsi sebagai penyetel ketinggian *scaffolding* dan dipasang di bagian bawah. Sedangkan *Head jack* atau *U head* mempunyai fungsi yang sama dengan *base jack* tetapi dipasang di bagian atas *scaffolding*. *Truss Support* adalah suatu pipa yang menghubungkan satu rangkaian *scaffolding* satu dengan lainnya dalam arah horisontal. Lebih jelas dapat dilihat pada gambar 3. 7.

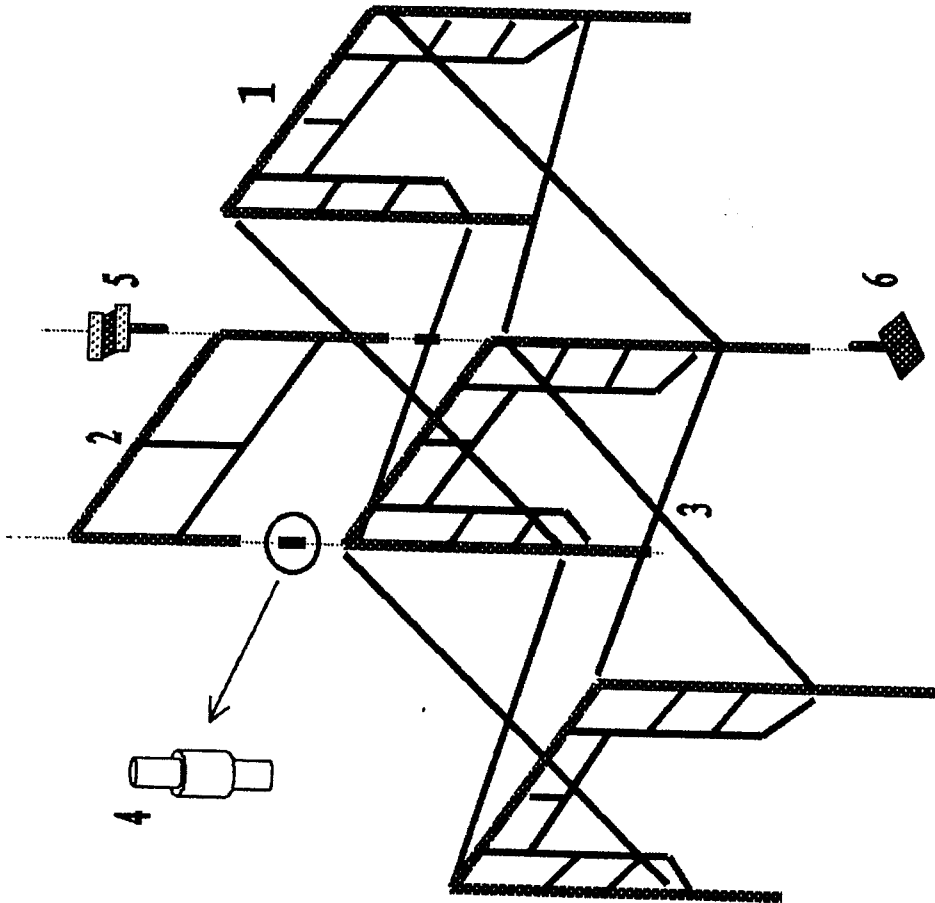
Dengan banyaknya komponen lepas tersebut mengakibatkan resiko kerusakan yang tinggi dan waktu perakitan yang relatif lama.

3. 3. TINJAUAN TERHADAP BEBAN

Dalam perencanaan beban suatu bekisting perlu diperhatikan beberapa faktor. Faktor – faktor ini antara lain beban yang ditopang, penggunaan bekisting yang berulang kali, faktor cuaca, keausan perancah akibat hentakan, getaran, dan pembebanan yang tidak merata. Ada dua jenis beban yang terjadi pada bekisting yaitu beban vertikal dan beban horisontal (Wigbout F, 1992).

Keterangan :

- 1. Main Frame
- 2. Ladder Frame
- 3. Cross Brace
- 4. Joint Pin
- 5. U - Head
- 6. Base Jack



Gambar 3. 7. Pemasangan Scaffolding dan Bagian - Bagianya

Beban vertikal merupakan beban bekisting yang ditahan oleh konstruksi penopang, sedang beban horisontal merupakan beban yang terjadi akibat beban angin dan pelaksanaan yang tidak sesuai rencana.

3. 3. 1. Beban Vertikal

Beban vertikal ini terdiri dari :

a. Beban Oleh Bekisting

Untuk konstruksi bekisting konvensional (kayu) biasanya mempunyai berat $300 - 450 \text{ N/m}^2$, terdiri dari kayu – papan 150 N/m^2 , balok – balok anak 150 N/m^2 dan penyangga 150 N/m^2 .

b. Beban Oleh Spesi Beton

Untuk spesi beton tanpa tulangan $\gamma = 2400 \text{ kg/m}^3$ diperhitungkan beban seberat 24 kN/m^3 . Sedangkan spesi beton dengan tulangan $\gamma = 2500 \text{ kg/m}^3$ diperhitungkan beban seberat 25 kN/m^3 . Bila dipergunakan jenis beton lain misalnya beton ringan maka perlu dilakukan perhitungan ulang.

c. Beban Kerja

Setelah konstruksi bekisting selesai dipasang, dilaksanakannya berbagai pekerjaan selanjutnya seperti penulangan akan mengakibatkan terjadinya beban tambahan. Beban kerja ini sebesar $1,5 \text{ kN/m}^2$ merata yang terdiri dari dua buah

gerobak dorong diisi spesi masing – masing 400 kg dan beban pekerja. Beban kerja ini harus diperhitungkan pada perhitungan kekuatan bukan kekakuan.

d. Beban Setelah Perkerasan Sebagian

Pada umumnya setelah beton mengeras (lantai masih dalam tahap belum cukup keras), sudah dilakukan persiapan untuk pengecoran berikutnya. Hal ini menyebabkan timbulnya beban – beban tambahan akibat adanya kegiatan pembongkaran, angkutan material, dan pemasangan bekisting berikutnya. Beban ini diperhitungkan 10% lebih berat dari beban rencana.

3. 3. 2. Gaya Horisontal

Gaya horisontal ini diakibatkan oleh :

a. Beban Angin

Angin dapat menimbulkan beban horisontal maupun vertikal.

Vertikal : terjadi pada konstruksi bekisting balok dan pelat yaitu berupa sedotan dan tekanan angin.

Horisontal : berupa gesekan angin, tekanan angin dan sedotan angin. Konstruksi bekisting akan mengalami beban angin yang besar bila berada di daerah pantai.

b. Hal – hal diluar Perkiraan

Pada pelaksanaan pekerjaan konstruksi bekisting sering timbul hal – hal sebagai berikut :

- kesalahan penyetulan sehingga konstruksi bekisting tidak berdiri tegak lurus.
- Perancah yang mendapat beban eksentris
- Penyusutan yang tidak merata.

Untuk semua pengaruh tersebut dapat ditambahkan beban sebesar 2% dari beban vertikalnya.

3. 4. TINJAUAN KEKUATAN PERANCAH

Perancah pada dasarnya merupakan batang tekan yang menahan gaya tekan aksial akibat beban yang timbul dalam pelaksanaan pekerjaan beton. Faktor yang paling berpengaruh terhadap kuat tekan suatu batang adalah kelangsingannya, makin langsing suatu batang maka makin kecil kuat tekannya. Kelangsingan adalah perbandingan panjang tekuk (L_k) dengan jari – jari kelembaman (r). (dari Padosbajayo, (1991), Bahan Kuliah Struktur Baja 1).

Apabila beban yang didukung oleh batang relatif kecil maka dapat digunakan batang tunggal. Tetapi untuk beban yang besar sehingga batang tunggal tidak dapat digunakan maka batang tersusun (profil gabungan) adalah solusinya. Profil gabungan adalah gabungan dari dua profil tunggal atau lebih yang dihubungkan satu sama lain dengan batang atau pelat penghubung sehingga membentuk satu kesatuan.

Model perancah yang akan diteliti ini diharapkan mampu menahan beban yang besar, sehingga dibutuhkan suatu batang yang memiliki kelangsingan besar. Untuk memenuhi tuntutan tersebut maka digunakan profil gabungan. Profil yang dipilih adalah tulangan beton dengan pertimbangan berat permeter yang lebih ringan

mampu menahan beban yang lebih besar. Disamping itu kemudahan dalam perancangan dan kemudahan dalam mendapatkannya merupakan nilai tambah tersendiri.

3. 5. TINJAUAN TERHADAP BIAYA

Faktor – faktor yang mempengaruhi biaya suatu perancah adalah harga bahan dasar dan biaya pembuatannya. Harga bahan dasar mengacu kepada Daftar Harga Bahan Dasar dan Upah Kerja Kab. Sleman Bulan November 2000. Kedua faktor tersebut dijumlahkan akan didapat biaya pemakaian Perancah Mini Tower.

3. 6. PEMBUATAN MODEL

3. 6. 1 Bentuk Perancah Mini Tower.

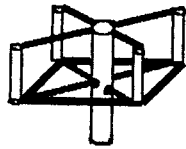
Untuk memenuhi kriteria perancah yang lebih baik dari segi kekuatannya, lebih mudah dalam pemasangannya, dan lebih efisien dari segi biayanya maka dipilih bentuk seperti pada gambar 3. 8. dan 3. 9. Ukuran panjang, lebar, dan tinggi akan ditentukan kemudian berdasarkan perhitungan kekuatan dan kelangsingan.

3. 6. 2 Cara Pasang Perancah Mini Tower.

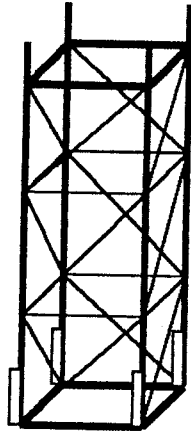
Perancah Mini Tower yang terdiri dari beberapa bagian yang disambung arah vertikal sesuai dengan ketinggian bekisting yang direncanakan kemudian dibaut.

Bagian teratas perancah MT adalah U-head untuk menyesuaikan ketinggian. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 3. 8.

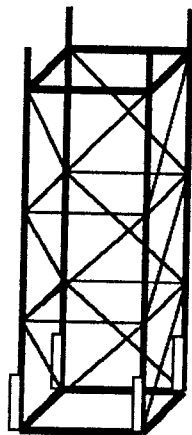
Penyambungan arah horisontal menggunakan brace yang dapat diatur panjangnya. Panjang brace atau panjang antar perancah MT dihitung berdasarkan pembebanan oleh bekisting dan beban. Lebih jelas dapat dilihat pada gambar 3. 9.



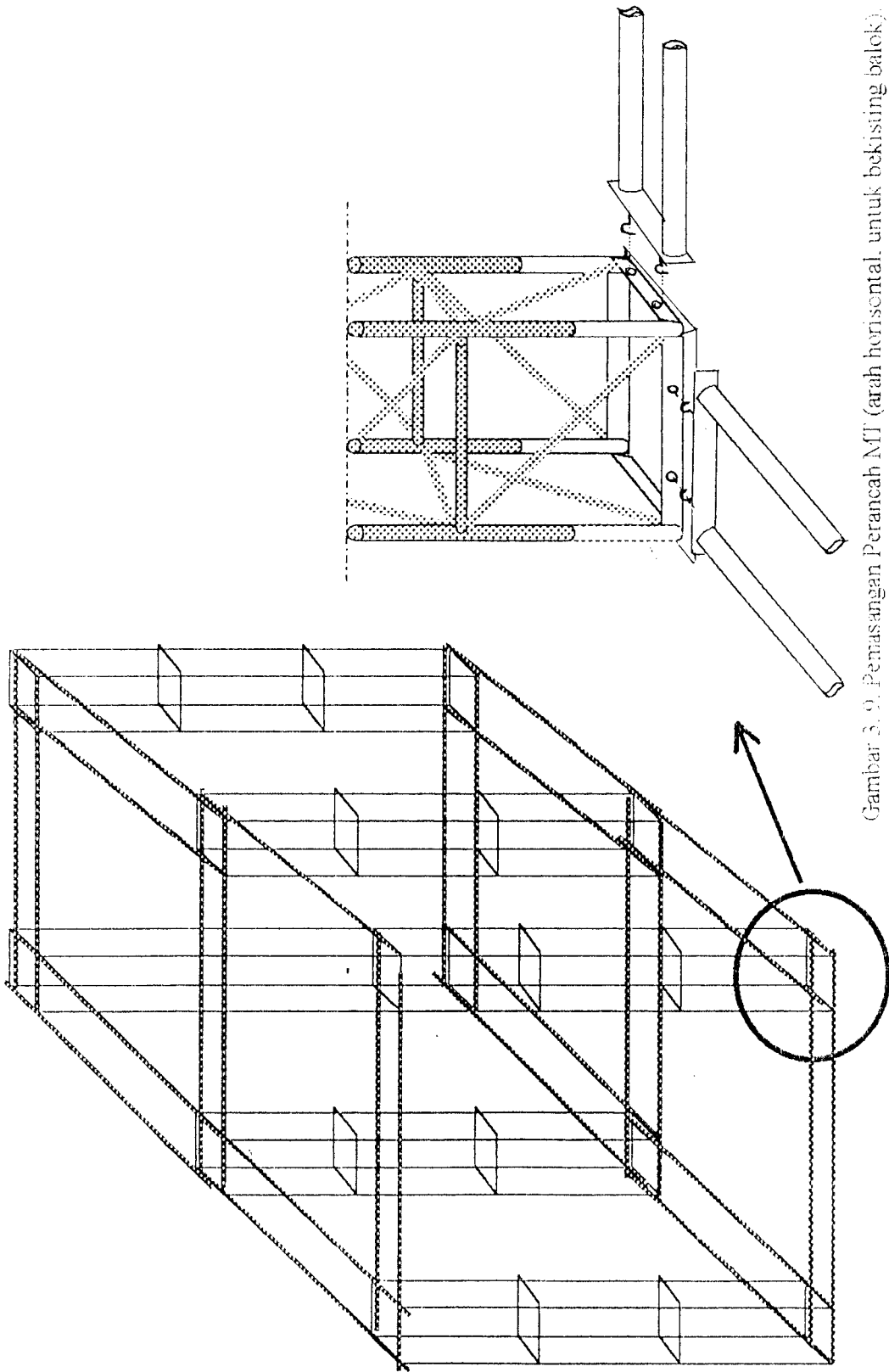
Dudukan U - Head



Frame perancah MT



Gambar 3.8. Penyambungan Arah Vertikal Perancah MT



Gambar 3.9. Pemasangan Perancah MT (arah horizontal, untuk bekisting balok).

3. 6. 3 Langkah Perhitungan Kekuatan.

Berdasarkan jarak antar perancah MT didapatkan beban yang harus ditahan oleh satu perancah. Untuk menghitung kekuatan satu perancah digunakan perhitungan struktur yang diambil dari buku Bahan Kuliah Struktur Baja I Padosbajayo. Urutan perhitungannya adalah sebagai berikut :

a. Perhitungan Kuat Tekan Perancah

Setelah ditentukan bentuk perancah maka untuk mengetahui kekuatannya dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut :

$$P_{kr} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I}{(KL)^2} \times \frac{1}{1 + (\pi^2 \cdot E \cdot I / L^2 \cdot L_1 \cdot a^2 \cdot E) \times ((Ld^3 / Ad) + (A^3 / Ab))} \dots\dots\dots(3.1)$$

keterangan :

A = luas penampang batang tersusun

Ad = luas penampang 1 batang diagonal

Ab = luas penampang 2 batang melintang

Ld = Panjang batang diagonal

L₁ = Panjang elemen batang yang dibatasi ujung batang penghubung

.a = Jarak sumbu elemen batang tersusun

E = 2.10⁵ mpa = 20 T/mm²

I = momen inersia batang tersusun

K = Nilai desain untuk kolom dengan syarat ujung kolom.

b. Menghitung Kelangsingan Batang Tersusun

Sumbu x dan sumbu y merupakan sumbu bebas bahan, maka :

$$\lambda_{iy} = \lambda_{ix}$$

$$\lambda_{iy} = (\lambda_y^2 + m/2 \lambda_1^2)^{1/2} \dots\dots\dots(3.2)$$

dengan :

$$\lambda_y = L_{ky} / r_y \dots\dots\dots(3.3)$$

$$r_y = (I_y / Atot.)^{1/2} ; \quad I_y = 4. I_y^0 + 4.A.(a)^2 ; \quad Atot. = 4 . A$$

$$\lambda_1 = \pi \left[\frac{A . Ld^3}{Z. A_d. L_1. a^2} + \frac{A . a}{2. A_b. L_1} \right]^{1/2} \dots\dots\dots(3.4)$$

Keterangan :

λ_{iy} = kelangsingan ideal sumbu y

λ_y = kelangsingan batang tersusun arah tegak lurus sumbu y

λ_1 = kelangsingan batang tersusun yang dibatasi pengaku

m. = faktor jumlah batang tunggal yang membentuk batang tersusun.

L_{ky} = panjang tekuk batang pada arah tegak lurus sumbu y – y

r_y = jari – jari kelembamam batang tersusun terhadap sumbu y – y

R_{min} = Jari – jari kelembamam minimum dari batang tunggal.

I_y = momen inersia terhadap sumbu y

I_y^0 = momen inersia terhadap sumbu y pada batang tunggal

A = luas penampang batang tunggal

Atot. = luas penampang batang tersusun

a = jarak antara sumbu

Z = konstanta yang tergantung dari susunan penghubung = 2.

c. Cek stabilitas elemen batang tersusun

$$\lambda_1 \leq 50$$

$$\lambda_{iy} \geq 1,2 \cdot \lambda_1$$

3. 7. PERHITUNGAN KEKUATAN MODEL PERANCAH MINI TOWER

3. 7. 1. Pembebanan

Untuk memudahkan dalam perhitungan pembebanan maka akan ditinjau Proyek Pembangunan Kampus Terpadu UII Unit 7 Blok C lantai 1. Sebagai langkah awal diambil Plat PC 1 (lihat gambar lampiran). Pembebanan oleh plat PC sebagai berikut :

- Beban hidup (ql) = beban kerja = 150 kg / m².

- Beban mati (qd) = berat beton = tebal plat x γ

$$= 0,12 \times 2500 = 300 \text{ kg / m}^2.$$

$$= \text{berat bekisting} = \frac{\quad}{\quad} 40 \text{ kg/m}^2$$

$$qd = 340 \text{ kg/m}^2$$

- jadi beban ultimit =

$$qu = 1,2 (qd) + 1,6 (ql)$$

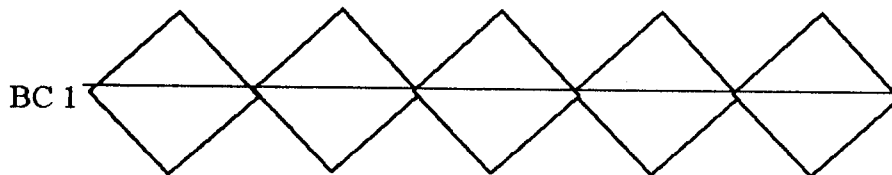
$$= 1,2 \cdot 340 + 1,6 \cdot 150$$

$$= 648 \text{ kg / m}^2 = 6,48 \text{ kN / m}^2.$$

Selanjutnya ditinjau balok BC 1 (lihat gambar lampiran) yang merupakan balok dengan dimensi terbesar sebagai acuan untuk menentukan besar pembebanan.

Pembebanan oleh balok BC 1 sebagai berikut :

- $q \text{ balok} = (0,4 \times 0,8) \times 2400 = 768 \text{ kg / m}^2$
 $= 7,68 \text{ kN / m}^2$.
- Distribusi beban dengan metode amplop



Gambar 3. 10. Distribusi beban

$$\begin{aligned} M1 = M2 &= 0,0417 \cdot q_u \cdot Lx^3 \\ &= 0,0417 \cdot 6,48 \cdot (3)^3 \\ &= 7,3 \text{ kNm.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M \text{ total} &= 2 \times 7,3 \\ &= 14,6 \text{ kNm} \end{aligned}$$

$$q \text{ ekuivalen} = \frac{8 \cdot M \text{ total}}{L^2} = \frac{8 \times 14,6}{(3)^2} = 12,98 \text{ kN/m}$$

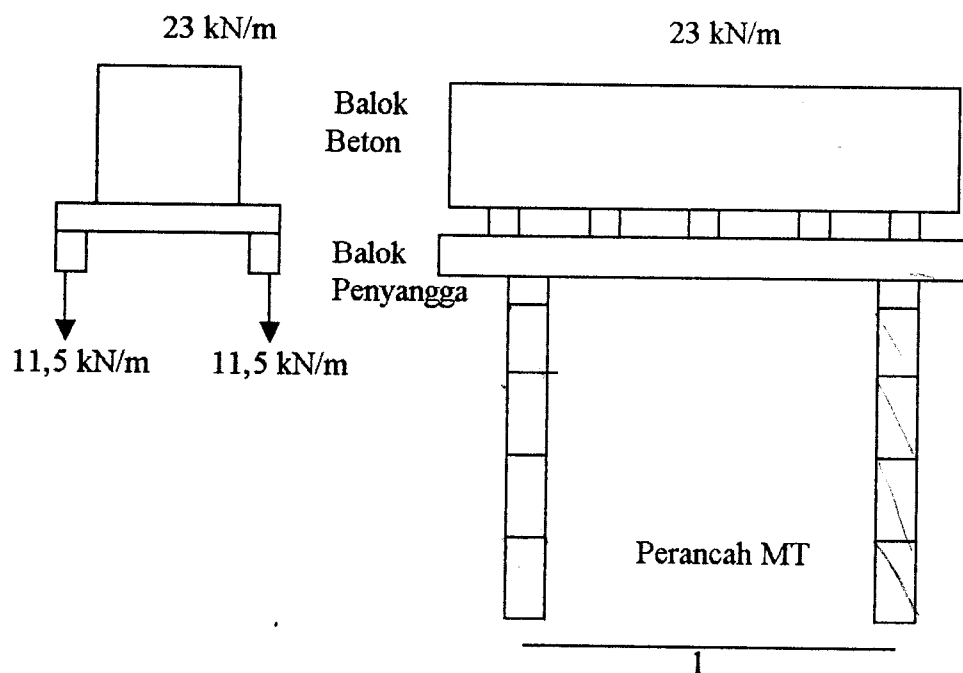
$$\begin{aligned} *q \text{ total} &= q \text{ ek.} + q \text{ balok} \\ &= 12,98 + 7,68 = 20,66 \text{ kN/m} \end{aligned}$$

Setelah pekerjaan pengecoran beton selesai dan beton sudah keras sebagian biasanya dilakukan persiapan untuk pelaksanaan pekerjaan selanjutnya. Misalnya penentuan as kolom, perawatan beton dll. Hal ini menyebabkan penambahan beban yang harus ditahan, berdasarkan buku Bekisting (Kotak Cetak) dari F.Wigbout (1992) perlu ditambahkan beban seberat 10% dari beban rencana.

Beban yang harus ditahan oleh balok penyangga

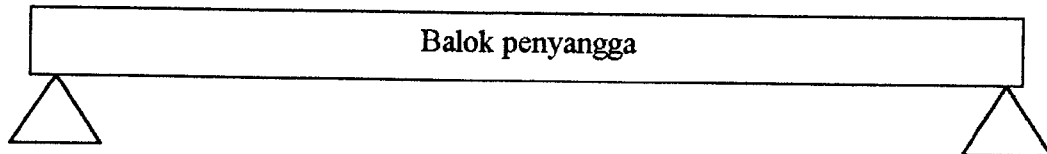
$$.q \text{ total} + (q \text{ total} \times 10\%)$$

$$20,66 + (20,66 \times 10\%) = 22,726 \text{ kN/m} \approx 23 \text{ kN/m.}$$



Gambar 3. 11. Letak balok penyangga dan beban yang akan ditahannya

Untuk menentukan jarak antar perancah MT atau panjang balok penyangga (= l) maka dimisalkan sebagai balok kayu diatas dua tumpuan.



Gambar 3. 12. Balok kayu penyangga di atas 2 tumpuan

Data pada proyek kampus terpadu UII unit 7 pekerjaan bekisting menggunakan kayu jenis Meranti (lampiran 5). Selanjutnya dari perhitungan pembebanan diatas akan diperhitungkan jarak antar perancah (l)

Balok penyangga kayu Meranti dengan dimensi 8/12, dihitung lendutannya :

$$\begin{aligned} \text{Lendutan max} = f_{\text{max}} &= \frac{5}{384} \cdot \frac{ql^4}{EI} - \frac{1 \cdot ql^2 \cdot l^2}{10 \cdot 16EI} \\ &= 0,00677 \cdot \frac{ql^4}{EI} \end{aligned}$$

$$E = 100.000 \text{ kg/cm}^2$$

$$I = 1/12 \cdot b \cdot h^3$$

$$= 1/12 \times 8 \times (12)^3$$

$$q = 11,5 \text{ kN/m} = 11,5 \text{ kg/cm}$$

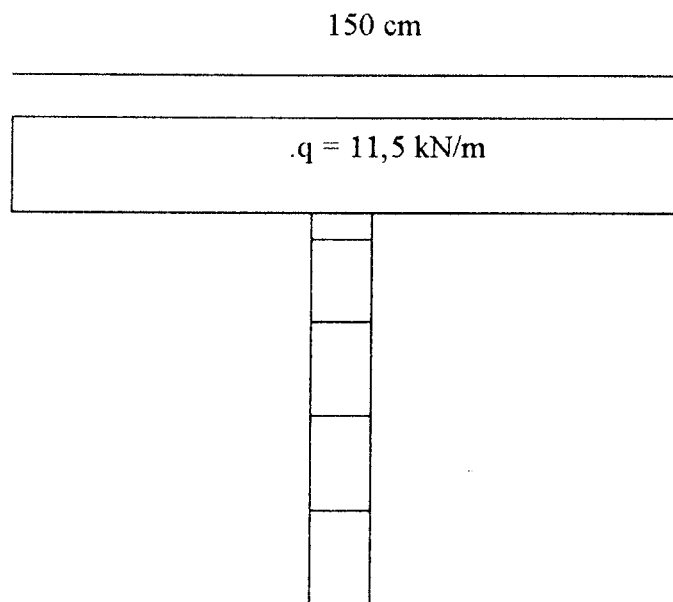
Cek lendutan : $f_{max} \leq 1/400 \cdot l$

Tabel 3. 1. Lendutan akibat beban 11,5 kN/m dengan jarak antar perancah

No.	l (cm)	f _{max} (cm)	1/400 · l	Keterangan
1	75	0,02138	0,1875	Aman
2	100	0,06758	0,25	Aman
3	125	0,16499	0,3125	Aman
4	150	0,3421	0,375	Aman
5	175	0,6338	0,4375	Tidak aman

Dari hitungan diatas diambil $l = 1,5$ m (jarak maksimum) yang mengakibatkan satu perancah MT menahan beban seberat = $1,5$ m x $11,5$ kN/m

$$= 17,25 \text{ kN/m}$$



Gambar 3. 13. Beban yang ditahan oleh Perancah MT

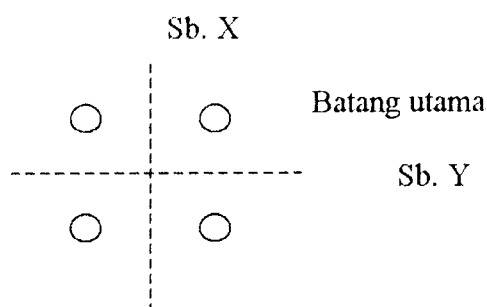
3. 7. 2. Perhitungan Beban Kritis (P_{kr}) dan Kelangsingan (λ) Perancah MT.

Untuk mendapatkan efisiensi penggunaan baja tulangan maka dilakukan cara coba-coba dengan kombinasi diameter tulangan (max diameter 14 mm jenis polos).

Selanjutnya dilakukan perhitungan kelangsingan Perancah MT untuk mendapatkan variasi diameter baja tulangan yang paling efektif dan memenuhi syarat. Untuk memudahkan perhitungan digunakan program excel.

Rumus kelangsingan sesuai dengan 3. 6. 3. sebagai berikut :

Bentuk dari perancah MT terdiri dari 4 batang utama yang saling dihubungkan dengan batang penghubung (lihat gambar 3. 8). Berdasarkan dari posisi keempat batang utama tersebut maka letak sumbu x dan sumbu y merupakan sumbu bebas bahan.



Gambar 3. 14. Sumbu bahan Perancah MT tampak atas

Karena sumbu X dan sumbu Y adalah sumbu bebas bahan maka :

$$\lambda_{iy} = \lambda_{ix}$$

$$\lambda_{iy} = (\lambda_y^2 + m/2 \cdot \lambda_1^2)^{1/2}$$

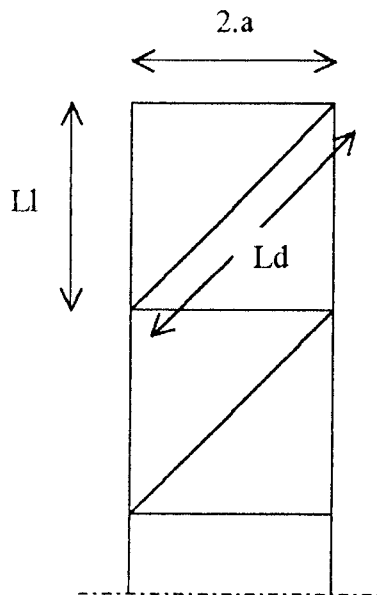
dengan :

$$\lambda_y = L_{ky} / r_y \text{ dan}$$

$$\lambda_1 = \pi \left[\frac{A \cdot Ld^3}{Z \cdot A_d \cdot L_1 \cdot a^2} + \frac{A \cdot a}{2 \cdot A_b \cdot L_1} \right]^{1/2}$$

keterangan :

- λ_{iy} = kelangsingan ideal sumbu y
- λ_y = kelangsingan batang tersusun arah tegak lurus sumbu y
- λ_1 = kelangsingan batang tersusun yang dibatasi pengaku
- m = factor jumlah batang utama yang membentuk batang tersusun = 2
- L_{ky} = panjang tekuk batang pada arah tegak lurus sumbu y
- r_y = jari – jari kelembaman batang tersusun terhadap sumbu y - y
- A = luas penampang batang tersusun
- A_d = luas penampang 1 batang diagonal
- A_b = luas penampang 2 batang melintang (penghubung)
- L_d = panjang batang diagonal
- L_1 = panjang batang utama yang dibatasi ujung batang penghubung
- a = jarak antara sumbu batang utama ke sumbu Y



Gambar 3. 15. Frame Perancah Mini Tower

Tulangan baja yang digunakan adalah :

- A Dipakai $\varnothing 12$ mm dan $\varnothing 14$ mm
- Ad Dipakai $\varnothing 14$, $\varnothing 12$, $\varnothing 10$, $\varnothing 8$, dan $\varnothing 6$ mm.
- Ab Dipakai $\varnothing 14$, $\varnothing 12$, $\varnothing 10$, $\varnothing 8$, dan $\varnothing 6$ mm.
- L₁ 225, 300, dan 450 mm
- .a Panjangnya 150 mm

Sedangkan tinggi (L) perancah MT dalam perencanaan ini ditentukan 2700 mm yang terdiri dari 3 frame MT, sehingga panjang masing – masing frame MT adalah 900 mm. Perhitungan dengan rumus kelangsingan diatas diprogram pada tabel excel sebagai berikut :

Tabel 3. 2. Iterasi Diameter Tulangan Untuk Perancah Mimi Tower

Lky=L.1	a	4xA	l bbtg	Ad	2.Ab	Li	Ld	l tot	Xy	Xl<50	Xiy	1.2xXi	Xiy-1,2Xi
2700	150	452	1016.64	154	308	225	375	10174066.56	17.9964	9.219926	20.22072	11.06391	9.1568091
2700	150	452	1016.64	154	226	225	375	10174066.56	17.9964	10.59955	20.8859	12.71945	8.1664468
2700	150	452	1016.64	154	158	225	375	10174066.56	17.9964	12.51208	21.91855	15.0145	6.9040496
2700	150	452	1016.64	154	100	225	375	10174066.56	17.9964	15.54856	23.78294	18.65827	5.1246696
2700	150	452	1016.64	154	56	225	375	10174066.56	17.9964	20.59444	27.34961	24.71333	2.6362863
2700	150	452	1016.64	154	40	225	375	10174066.56	17.9964	24.28837	30.22905	29.14604	1.0830067
2700	150	452	1016.64	113	308	225	375	10174066.56	17.9964	9.407815	20.30708	11.28938	9.0177016
2700	150	452	1016.64	113	226	225	375	10174066.56	17.9964	10.76338	20.96952	12.91605	8.0534674
2700	150	452	1016.64	113	158	225	375	10174066.56	17.9964	12.65117	21.99824	15.1814	6.8168371
2700	150	452	1016.64	113	100	225	375	10174066.56	17.9964	15.6607	23.8564	18.79284	5.0635638
2700	150	452	1016.64	113	56	225	375	10174066.56	17.9964	20.67924	27.41352	24.81508	2.5984408
2700	150	452	1016.64	113	40	225	375	10174066.56	17.9964	24.36031	30.28688	29.23237	1.0545099
2700	150	452	1016.64	79	308	225	375	10174066.56	17.9964	9.703856	20.44591	11.64463	8.8012852
2700	150	452	1016.64	79	226	225	375	10174066.56	17.9964	11.02307	21.104	13.22769	7.8763084
2700	150	452	1016.64	79	158	225	375	10174066.56	17.9964	12.87284	22.12646	15.4474	6.6790603
2700	150	452	1016.64	79	100	225	375	10174066.56	17.9964	15.84031	23.97469	19.00837	4.966322
2700	150	452	1016.64	79	56	225	375	10174066.56	17.9964	20.81559	27.51652	24.9787	2.5378211
2700	150	452	1016.64	79	40	225	375	10174066.56	17.9964	24.47616	30.38014	29.37139	1.0087472
2700	150	452	1016.64	50	308	225	375	10174066.56	17.9964	10.25042	20.71091	12.3005	8.4104015
2700	150	452	1016.64	50	226	225	375	10174066.56	17.9964	11.50715	21.36083	13.80858	7.5522507
2700	150	452	1016.64	50	158	225	375	10174066.56	17.9964	13.2897	22.37156	15.94764	6.4239162
2700	150	452	1016.64	50	100	225	375	10174066.56	17.9964	16.1809	24.20108	19.41709	4.7839923
2700	150	452	1016.64	50	56	225	375	10174066.56	17.9964	21.07593	27.71399	25.29112	2.4228743
2700	150	452	1016.64	50	40	225	375	10174066.56	17.9964	24.69795	30.55911	29.63754	0.9215699
2700	150	452	1016.64	28	308	225	375	10174066.56	17.9964	11.33203	21.267	13.59844	7.6685671
2700	150	452	1016.64	28	226	225	375	10174066.56	17.9964	12.48031	21.90043	14.97638	6.9240518
2700	150	452	1016.64	28	158	225	375	10174066.56	17.9964	14.14072	22.88734	16.96887	5.918478
2700	150	452	1016.64	28	100	225	375	10174066.56	17.9964	16.88684	24.67865	20.26421	4.4144426
2700	150	452	1016.64	28	56	225	375	10174066.56	17.9964	21.62264	28.132	25.94717	2.184824
2700	150	452	1016.64	28	40	225	375	10174066.56	17.9964	25.1661	30.9387	30.19932	0.7393789
2700	150	452	1016.64	20	308	225	375	10174066.56	17.9964	12.2326	21.76022	14.67912	7.081096
2700	150	452	1016.64	20	226	225	375	10174066.56	17.9964	13.30338	22.37969	15.96405	6.4156339
2700	150	452	1016.64	20	158	225	375	10174066.56	17.9964	14.87218	23.34635	17.84661	5.4997402
2700	150	452	1016.64	20	100	225	375	10174066.56	17.9964	17.50392	25.10493	21.0047	4.1002321
2700	150	452	1016.64	20	56	225	375	10174066.56	17.9964	22.10792	28.50668	26.52951	1.9771709
2700	150	452	1016.64	20	40	225	375	10174066.56	17.9964	25.58426	31.27978	30.70111	0.5786728

2700	150	616	1888.217	154	226	225	375	13867552.87	17.9951	12.37395	21.83891	14.84874	6.9901741
2700	150	616	1888.217	154	158	225	375	13867552.87	17.9951	14.60665	23.1771	17.52798	5.649115
2700	150	616	1888.217	154	100	225	375	13867552.87	17.9951	18.15145	25.5597	21.78173	3.7779703
2700	150	616	1888.217	154	56	225	375	13867552.87	17.9951	24.04203	30.03069	28.85043	1.180262
2700	150	616	1888.217	154	40	225	375	13867552.87	17.9951	28.35433	33.58261	34.0252	-0.442589
2700	150	616	1888.217	113	308	225	375	13867552.87	17.9951	10.98272	21.08183	13.17926	7.9025689
2700	150	616	1888.217	113	226	225	375	13867552.87	17.9951	12.56521	21.94785	15.07825	6.8695967
2700	150	616	1888.217	113	158	225	375	13867552.87	17.9951	14.76902	23.27977	17.72283	5.5569389
2700	150	616	1888.217	113	100	225	375	13867552.87	17.9951	18.28236	25.65284	21.93884	3.7140069
2700	150	616	1888.217	113	56	225	375	13867552.87	17.9951	24.14102	30.11001	28.96922	1.1407804
2700	150	616	1888.217	113	40	225	375	13867552.87	17.9951	28.43832	33.65355	34.12598	-0.472432
2700	150	616	1888.217	79	308	225	375	13867552.87	17.9951	11.32832	21.26392	13.59398	7.6699386
2700	150	616	1888.217	79	226	225	375	13867552.87	17.9951	12.86838	22.12281	15.44205	6.6807557
2700	150	616	1888.217	79	158	225	375	13867552.87	17.9951	15.0278	23.44479	18.03336	5.411433
2700	150	616	1888.217	79	100	225	375	13867552.87	17.9951	18.49204	25.80269	22.19045	3.6122481
2700	150	616	1888.217	79	56	225	375	13867552.87	17.9951	24.3002	30.23778	29.16024	1.07754
2700	150	616	1888.217	79	40	225	375	13867552.87	17.9951	28.57357	33.76792	34.28828	-0.520363
2700	150	616	1888.217	50	308	225	375	13867552.87	17.9951	11.96638	21.61059	14.35966	7.2509381
2700	150	616	1888.217	50	226	225	375	13867552.87	17.9951	13.43349	22.45623	16.12019	6.3360415
2700	150	616	1888.217	50	158	225	375	13867552.87	17.9951	15.51445	23.75967	18.61734	5.1423243
2700	150	616	1888.217	50	100	225	375	13867552.87	17.9951	18.88965	26.08913	22.66758	3.4215438
2700	150	616	1888.217	50	56	225	375	13867552.87	17.9951	24.60413	30.48256	29.52495	0.9576103
2700	150	616	1888.217	50	40	225	375	13867552.87	17.9951	28.83248	33.98729	34.59898	-0.611694
2700	150	616	1888.217	28	308	225	375	13867552.87	17.9951	13.22906	22.33453	15.87487	6.4596684
2700	150	616	1888.217	28	226	225	375	13867552.87	17.9951	14.56957	23.15374	17.48348	5.6702634
2700	150	616	1888.217	28	158	225	375	13867552.87	17.9951	16.50793	24.41998	19.80952	4.6104596
2700	150	616	1888.217	28	100	225	375	13867552.87	17.9951	19.71377	26.69187	23.65652	3.0353542
2700	150	616	1888.217	28	56	225	375	13867552.87	17.9951	25.24236	31	30.29083	0.7091731
2700	150	616	1888.217	28	40	225	375	13867552.87	17.9951	29.379	34.45213	35.2548	-0.802672
2700	150	616	1888.217	20	308	225	375	13867552.87	17.9951	14.28038	22.97287	17.13646	5.8364119
2700	150	616	1888.217	20	226	225	375	13867552.87	17.9951	15.53041	23.77009	18.6365	5.133596
2700	150	616	1888.217	20	158	225	375	13867552.87	17.9951	17.36184	25.00514	20.8342	4.170934
2700	150	616	1888.217	20	100	225	375	13867552.87	17.9951	20.43414	27.22825	24.52097	2.7072825
2700	150	616	1888.217	20	56	225	375	13867552.87	17.9951	25.80888	31.46302	30.97065	0.4923682
2700	150	616	1888.217	20	40	225	375	13867552.87	17.9951	29.86716	34.86934	35.84059	-0.971254
2700	150	452	1016.64	154	308	300	424.3	10174066.56	17.9964	9.438499	20.32131	11.3262	8.995114
2700	150	452	1016.64	154	226	300	424.3	10174066.56	17.9964	10.89877	21.03934	13.07853	7.9608097
2700	150	452	1016.64	154	158	300	424.3	10174066.56	17.9964	12.91478	22.15089	15.49774	6.6531562

2700	150	452	1016.64	154	100	300	424.3	10174066.56	17.9964	16.10387	24.14964	19.32464	4.8249973
2700	150	452	1016.64	154	56	300	424.3	10174066.56	17.9964	21.38722	27.95145	25.66466	2.2867891
2700	150	452	1016.64	154	40	300	424.3	10174066.56	17.9964	25.24845	31.00572	30.29815	0.7075791
2700	150	452	1016.64	113	308	300	424.3	10174066.56	17.9964	9.576546	20.3858	11.49185	8.8939424
2700	150	452	1016.64	113	226	300	424.3	10174066.56	17.9964	11.01854	21.10163	13.22225	7.8793799
2700	150	452	1016.64	113	158	300	424.3	10174066.56	17.9964	13.01601	22.21007	15.61921	6.5908536
2700	150	452	1016.64	113	100	300	424.3	10174066.56	17.9964	16.18516	24.20393	19.4222	4.7817293
2700	150	452	1016.64	113	56	300	424.3	10174066.56	17.9964	21.4485	27.99837	25.7382	2.2601698
2700	150	452	1016.64	113	40	300	424.3	10174066.56	17.9964	25.30038	31.04803	30.36046	0.6875655
2700	150	452	1016.64	79	308	300	424.3	10174066.56	17.9964	9.795591	20.48961	11.75471	8.7349006
2700	150	452	1016.64	79	226	300	424.3	10174066.56	17.9964	11.20944	21.20194	13.45133	7.7506049
2700	150	452	1016.64	79	158	300	424.3	10174066.56	17.9964	13.17801	22.30539	15.81361	6.4917799
2700	150	452	1016.64	79	100	300	424.3	10174066.56	17.9964	16.31573	24.29143	19.57887	4.7125558
2700	150	452	1016.64	79	56	300	424.3	10174066.56	17.9964	21.54719	28.07404	25.85663	2.2174149
2700	150	452	1016.64	79	40	300	424.3	10174066.56	17.9964	25.38411	31.11629	30.46093	0.6553605
2700	150	452	1016.64	50	308	300	424.3	10174066.56	17.9964	10.20457	20.68825	12.24549	8.4427649
2700	150	452	1016.64	50	226	300	424.3	10174066.56	17.9964	11.56855	21.39397	13.88226	7.5117079
2700	150	452	1016.64	50	158	300	424.3	10174066.56	17.9964	13.48479	22.488	16.18175	6.3062249
2700	150	452	1016.64	50	100	300	424.3	10174066.56	17.9964	16.5645	24.45921	19.8774	4.5818148
2700	150	452	1016.64	50	56	300	424.3	10174066.56	17.9964	21.73617	28.21935	26.08341	2.1359432
2700	150	452	1016.64	50	40	300	424.3	10174066.56	17.9964	25.54472	31.24745	30.65366	0.5937889
2700	150	452	1016.64	28	308	300	424.3	10174066.56	17.9964	11.0291	21.10715	13.23493	7.8722211
2700	150	452	1016.64	28	226	300	424.3	10174066.56	17.9964	12.302	21.7993	14.7624	7.0369906
2700	150	452	1016.64	28	158	300	424.3	10174066.56	17.9964	14.11905	22.87396	16.94285	5.9311032
2700	150	452	1016.64	28	100	300	424.3	10174066.56	17.9964	17.0848	24.81453	20.50176	4.3127688
2700	150	452	1016.64	28	56	300	424.3	10174066.56	17.9964	22.13524	28.52787	26.56229	1.9655805
2700	150	452	1016.64	28	40	300	424.3	10174066.56	17.9964	25.88514	31.52635	31.06217	0.4641865
2700	150	452	1016.64	20	308	300	424.3	10174066.56	17.9964	11.72849	21.48087	14.07418	7.4066898
2700	150	452	1016.64	20	226	300	424.3	10174066.56	17.9964	12.93273	22.16136	15.51927	6.6420898
2700	150	452	1016.64	20	158	300	424.3	10174066.56	17.9964	14.67187	23.21926	17.60624	5.6130232
2700	150	452	1016.64	20	100	300	424.3	10174066.56	17.9964	17.54442	25.13319	21.0533	4.0798847
2700	150	452	1016.64	20	56	300	424.3	10174066.56	17.9964	22.49189	28.80548	26.99027	1.8152103
2700	150	452	1016.64	20	40	300	424.3	10174066.56	17.9964	26.19077	31.77778	31.42893	0.3488493
2700	150	616	1888.217	154	308	300	424.3	13867552.87	17.9951	11.01854	21.10052	13.22225	7.8782671
2700	150	616	1888.217	154	226	300	424.3	13867552.87	17.9951	12.72327	22.03872	15.26793	6.770794
2700	150	616	1888.217	154	158	300	424.3	13867552.87	17.9951	15.07677	23.47621	18.09212	5.3840907
2700	150	616	1888.217	154	100	300	424.3	13867552.87	17.9951	18.79972	26.02408	22.55966	3.4644219
2700	150	616	1888.217	154	56	300	424.3	13867552.87	17.9951	24.96752	30.77663	29.96103	0.8155996

2700	150	616	1888.217	154	40	300	424.3	13867552.87	17.9951	29.47514	34.53415	36.37017	-0.836021
2700	150	616	1888.217	113	308	300	424.3	13867552.87	17.9951	11.1797	21.18512	13.41564	7.7694803
2700	150	616	1888.217	113	226	300	424.3	13867552.87	17.9951	12.86309	22.11973	15.4357	6.6840273
2700	150	616	1888.217	113	158	300	424.3	13867552.87	17.9951	15.19494	23.55228	18.23393	5.3183483
2700	150	616	1888.217	113	100	300	424.3	13867552.87	17.9951	18.89462	26.09273	22.67355	3.4191776
2700	150	616	1888.217	113	56	300	424.3	13867552.87	17.9951	25.03906	30.83469	30.04687	0.7878175
2700	150	616	1888.217	113	40	300	424.3	13867552.87	17.9951	29.53577	34.58591	35.44292	-0.857012
2700	150	616	1888.217	79	308	300	424.3	13867552.87	17.9951	11.43541	21.32117	13.72249	7.5986739
2700	150	616	1888.217	79	226	300	424.3	13867552.87	17.9951	13.08595	22.25007	15.70314	6.5469317
2700	150	616	1888.217	79	158	300	424.3	13867552.87	17.9951	15.38406	23.67473	18.46087	5.2138593
2700	150	616	1888.217	79	100	300	424.3	13867552.87	17.9951	19.04704	26.20331	22.85645	3.3468577
2700	150	616	1888.217	79	56	300	424.3	13867552.87	17.9951	25.15427	30.92832	30.18513	0.7431921
2700	150	616	1888.217	79	40	300	424.3	13867552.87	17.9951	29.6335	34.68941	35.5602	-0.890793
2700	150	616	1888.217	50	308	300	424.3	13867552.87	17.9951	11.91286	21.581	14.29543	7.2855735
2700	150	616	1888.217	50	226	300	424.3	13867552.87	17.9951	13.50517	22.49918	16.2062	6.2929773
2700	150	616	1888.217	50	158	300	424.3	13867552.87	17.9951	15.7422	23.909	18.89064	5.0183632
2700	150	616	1888.217	50	100	300	424.3	13867552.87	17.9951	19.33746	26.41516	23.20495	3.2102119
2700	150	616	1888.217	50	56	300	424.3	13867552.87	17.9951	25.37489	31.10802	30.44987	0.6581463
2700	150	616	1888.217	50	40	300	424.3	13867552.87	17.9951	29.821	34.82981	35.7852	-0.955392
2700	150	616	1888.217	28	308	300	424.3	13867552.87	17.9951	12.87542	22.12691	15.4505	6.6764021
2700	150	616	1888.217	28	226	300	424.3	13867552.87	17.9951	14.3614	23.02332	17.23368	5.7896412
2700	150	616	1888.217	28	158	300	424.3	13867552.87	17.9951	16.48263	24.40288	19.77915	4.6237262
2700	150	616	1888.217	28	100	300	424.3	13867552.87	17.9951	19.94486	26.86301	23.93384	2.9291699
2700	150	616	1888.217	28	56	300	424.3	13867552.87	17.9951	25.84077	31.48919	31.00892	0.480264
2700	150	616	1888.217	28	40	300	424.3	13867552.87	17.9951	30.21841	35.17067	36.26209	-1.091425
2700	150	616	1888.217	20	308	300	424.3	13867552.87	17.9951	13.69188	22.61175	16.43026	6.1814916
2700	150	616	1888.217	20	226	300	424.3	13867552.87	17.9951	15.09771	23.48967	18.11726	5.3724114
2700	150	616	1888.217	20	158	300	424.3	13867552.87	17.9951	17.12799	24.84334	20.55359	4.2897508
2700	150	616	1888.217	20	100	300	424.3	13867552.87	17.9951	20.48142	27.26375	24.57771	2.6880448
2700	150	616	1888.217	20	56	300	424.3	13867552.87	17.9951	26.25712	31.83174	31.50855	0.3231987
2700	150	616	1888.217	20	40	300	424.3	13867552.87	17.9951	30.57521	35.4777	36.69025	-1.212555
2700	150	452	1016.64	154	308	450	540.8	10174066.56	17.9964	10.85622	21.01733	13.02747	7.9898617
2700	150	452	1016.64	154	226	450	540.8	10174066.56	17.9964	12.60437	21.97136	15.12524	6.8461183
2700	150	452	1016.64	154	158	450	540.8	10174066.56	17.9964	15.00562	23.43159	18.00675	5.4248385
2700	150	452	1016.64	154	100	450	540.8	10174066.56	17.9964	18.78747	26.01614	22.54497	3.4711739
2700	150	452	1016.64	154	56	450	540.8	10174066.56	17.9964	25.03023	30.82828	30.03628	0.7920042
2700	150	452	1016.64	154	40	450	540.8	10174066.56	17.9964	29.58358	34.62743	35.5003	-0.872869
2700	150	452	1016.64	113	308	450	540.8	10174066.56	17.9964	10.93652	21.05892	13.12383	7.9350914

2700	150	452	1016.64	113	226	450	540.8	10174066.56	17.9964	12.67359	22.01114	15.20831	6.8028312
2700	150	452	1016.64	113	158	450	540.8	10174066.56	17.9964	15.06382	23.4689	18.07658	5.3923137
2700	150	452	1016.64	113	100	450	540.8	10174066.56	17.9964	18.83399	26.04975	22.60079	3.4489663
2700	150	452	1016.64	113	56	450	540.8	10174066.56	17.9964	25.06516	30.85665	30.0782	0.7784544
2700	150	452	1016.64	113	40	450	540.8	10174066.56	17.9964	29.61314	34.65269	35.53577	-0.883084
2700	150	452	1016.64	79	308	450	540.8	10174066.56	17.9964	11.0651	21.12598	13.27812	7.8478582
2700	150	452	1016.64	79	226	450	540.8	10174066.56	17.9964	12.78471	22.07531	15.34166	6.7336552
2700	150	452	1016.64	79	158	450	540.8	10174066.56	17.9964	15.15743	23.52909	18.18891	5.3401778
2700	150	452	1016.64	79	100	450	540.8	10174066.56	17.9964	18.90894	26.104	22.69073	3.4132655
2700	150	452	1016.64	79	56	450	540.8	10174066.56	17.9964	25.12153	30.90246	30.14584	0.7566186
2700	150	452	1016.64	50	40	450	540.8	10174066.56	17.9964	29.66087	34.69348	35.59304	-0.899562
2700	150	452	1016.64	50	308	450	540.8	10174066.56	17.9964	11.30883	21.25465	13.57059	7.6840556
2700	150	452	1016.64	50	226	450	540.8	10174066.56	17.9964	12.99623	22.19848	15.59548	6.6030017
2700	150	452	1016.64	50	158	450	540.8	10174066.56	17.9964	15.33626	23.64469	18.40351	5.2411802
2700	150	452	1016.64	50	100	450	540.8	10174066.56	17.9964	19.05259	26.20824	22.86311	3.3451286
2700	150	452	1016.64	50	56	450	540.8	10174066.56	17.9964	25.22983	30.99056	30.2758	0.7147624
2700	150	452	1016.64	50	40	450	540.8	10174066.56	17.9964	29.75265	34.77198	35.70318	-0.9312
2700	150	452	1016.64	28	308	450	540.8	10174066.56	17.9964	11.81361	21.52747	14.17634	7.3511338
2700	150	452	1016.64	28	226	450	540.8	10174066.56	17.9964	13.43778	22.45984	16.12534	6.3345038
2700	150	452	1016.64	23	158	450	540.8	10174066.56	17.9964	15.71218	23.89023	18.85462	5.0356135
2700	150	452	1016.64	28	100	450	540.8	10174066.56	17.9964	19.35647	26.42998	23.22777	3.2022061
2700	150	452	1016.64	28	56	450	540.8	10174066.56	17.9964	25.4601	31.17831	30.55211	0.6261947
2700	150	452	1016.64	28	40	450	540.8	10174066.56	17.9964	29.94816	34.93941	35.93779	-0.998376
2700	150	452	1016.64	20	308	450	540.8	10174066.56	17.9964	12.25448	21.77252	14.70538	7.0671478
2700	150	452	1016.64	20	226	450	540.8	10174066.56	17.9964	13.82696	22.69483	16.59235	6.1024795
2700	150	452	1016.64	20	158	450	540.8	10174066.56	17.9964	16.04629	24.11128	19.25555	4.8557336
2700	150	452	1016.64	20	100	450	540.8	10174066.56	17.9964	19.62865	26.62995	23.55438	3.075573
2700	150	452	1016.64	20	56	450	540.8	10174066.56	17.9964	25.66763	31.34801	30.80116	0.5468538
2700	150	452	1016.64	20	40	450	540.8	10174066.56	17.9964	30.12479	35.09093	36.14975	-1.058817
2700	150	616	1888.217	154	308	450	540.8	13867552.87	17.9951	12.67359	22.01008	15.20831	6.8017644
2700	150	616	1888.217	154	226	450	540.8	13867552.87	17.9951	14.71439	23.24514	17.65726	5.5878805
2700	150	616	1888.217	154	158	450	540.8	13867552.87	17.9951	17.51762	25.11355	21.02115	4.0924078
2700	150	616	1888.217	154	100	450	540.8	13867552.87	17.9951	21.93257	28.37008	26.31908	2.050991
2700	150	616	1888.217	154	56	450	540.8	13867552.87	17.9951	29.22039	34.31697	35.06447	-0.747494
2700	150	616	1888.217	154	40	450	540.8	13867552.87	17.9951	34.53599	38.94301	41.44319	-2.500176
2700	150	616	1888.217	113	308	450	540.8	13867552.87	17.9951	12.76734	22.06419	15.32081	6.7433838
2700	150	616	1888.217	113	226	450	540.8	13867552.87	17.9951	14.7952	23.29639	17.75424	5.5421412
2700	150	616	1888.217	113	158	450	540.8	13867552.87	17.9951	17.58556	25.16099	21.10268	4.0583174

2700	150	616	1888.217	113	100	450	540.8	13867552.87	17.9951	21.98687	28.41208	26.38425	2.0278297
2700	150	616	1888.217	113	56	450	540.8	13867552.87	17.9951	29.26117	34.35171	35.11341	-0.7617
2700	150	616	1888.217	113	40	450	540.8	13867552.87	17.9951	34.5705	38.97362	41.4846	-2.51098
2700	150	616	1888.217	79	308	450	540.8	13867552.87	17.9951	12.91744	22.15138	15.50093	6.6504555
2700	150	616	1888.217	79	226	450	540.8	13867552.87	17.9951	14.92493	23.37898	17.90991	5.4690745
2700	150	616	1888.217	79	158	450	540.8	13867552.87	17.9951	17.69484	25.23749	21.23381	4.0036821
2700	150	616	1888.217	79	100	450	540.8	13867552.87	17.9951	22.07437	28.47984	26.48925	1.9905963
2700	150	616	1888.217	79	56	450	540.8	13867552.87	17.9951	29.32698	34.40778	35.19237	-0.784595
2700	150	616	1888.217	79	40	450	540.8	13867552.87	17.9951	34.62621	39.02305	41.55146	-2.52841
2700	150	616	1888.217	50	308	450	540.8	13867552.87	17.9951	13.20197	22.3185	15.84236	6.476139
2700	150	616	1888.217	50	226	450	540.8	13867552.87	17.9951	15.17185	23.53739	18.20622	5.331165
2700	150	616	1888.217	50	158	450	540.8	13867552.87	17.9951	17.90361	25.3843	21.48433	3.8999724
2700	150	616	1888.217	50	100	450	540.8	13867552.87	17.9951	22.24207	28.61002	26.69048	1.9195361
2700	150	616	1888.217	50	56	450	540.8	13867552.87	17.9951	29.45341	34.5156	35.34409	-0.828487
2700	150	616	1888.217	50	40	450	540.8	13867552.87	17.9951	34.73336	39.11815	41.68003	-2.561881
2700	150	616	1888.217	28	308	450	540.8	13867552.87	17.9951	13.79126	22.67206	16.54951	6.1225509
2700	150	616	1888.217	28	226	450	540.8	13867552.87	17.9951	15.68732	23.8729	18.82478	5.0481211
2700	150	616	1888.217	28	158	450	540.8	13867552.87	17.9951	18.34246	25.69571	22.01095	3.6847545
2700	150	616	1888.217	28	100	450	540.8	13867552.87	17.9951	22.59682	28.88667	27.11619	1.7704863
2700	150	616	1888.217	28	56	450	540.8	13867552.87	17.9951	29.72221	34.74527	35.66666	-0.92139
2700	150	616	1888.217	28	40	450	540.8	13867552.87	17.9951	34.9616	39.32095	41.95392	-2.63297
2700	150	616	1888.217	20	308	450	540.8	13867552.87	17.9951	14.30593	22.98876	17.16711	5.8216474
2700	150	616	1888.217	20	226	450	540.8	13867552.87	17.9951	16.14164	24.17387	19.36997	4.8039014
2700	150	616	1888.217	20	158	450	540.8	13867552.87	17.9951	18.7325	25.97557	22.479	3.4965661
2700	150	616	1888.217	20	100	450	540.8	13867552.87	17.9951	22.91456	29.1359	27.49748	1.6384256
2700	150	616	1888.217	20	56	450	540.8	13867552.87	17.9951	29.96449	34.95274	35.95739	-1.004646
2700	150	616	1888.217	20	40	450	540.8	13867552.87	17.9951	35.1678	39.5044	42.20136	-2.696959

Syarat kelangsingan adalah :

$$\lambda_{iy} \geq 1,2 \times \lambda_l \text{ dengan } \lambda_l \leq 50$$

berdasarkan persyaratan tersebut diatas maka kelangsingan ideal dapat dicapai apabila hasil perhitungan kelangsingan sama atau mendekati nilai syarat yang ditentukan atau dengan kata lain :

$$\lambda_{iy} - 1,2 \times \lambda_l = 0 \text{ dengan } \lambda_l \leq 50$$

Dari hitungan kelangsingan diatas diambil nilai yang memenuhi persyaratan atau yang paling mendekati persyaratan yaitu :

Tabel 3. 3. Diameter Tulangan Efektif Untuk Perancah Mini Tower

No	L	2x a	A	Ad	Ab	Ll	Ld	λ_l	λ_{iy}	$\lambda_{iy}-1.2x\lambda_l$
1	2700	300	154	20	28	225	375	25,8088	31,46302	0,492368
2	2700	300	113	28	20	300	424,3	25,88514	31,06217	0,464187
3	2700	300	113	20	40	300	424,3	26,19077	31,77778	0,348849
4	2700	300	154	28	56	300	424,3	25,84077	31,48919	0,480264
5	2700	300	154	20	56	300	424,3	26,25712	31,83174	0,323199

Dari lima hasil perhitungan kelangsingan yang mendekati persyaratan adalah nomor 3 dan 5. Selanjutnya dengan pertimbangan kebutuhan bahan maka diambil nomor 3 walaupun secara matematis perhitungan nomor 5 lebih mendekati persyaratan.

Perancah dengan spesifikasi nomor 3 ini membutuhkan batang utama dengan $\varnothing 12 \text{ mm}$ ($A = 113 \text{ mm}^2$) dan batang horizontal sama dengan batang diagonal yaitu $\varnothing 5 \text{ mm}$ ($A = 20 \text{ mm}^2$), dapat dilihat pada gambar 3. 17.

Selanjutnya dihitung P_{kr} (beban kritis) sebagai berikut :

* Data :

A	= luas penampang batang tersusun	= 113 mm^2 ----- $\varnothing 12 \text{ mm}$
Ad	= luas penampang 1 batang diagonal	= 20 mm^2 ----- $\varnothing 5 \text{ mm}$
Ab	= luas penampang 2 batang melintang	= 20 mm^2 ----- $\varnothing 5 \text{ mm}$
Ld	= Panjang batang diagonal	= $424,3 \text{ mm}$
L ₁	= Panjang elemen batang yang dibatasi ujung batang penghubung	= 300 mm
.a	= Jarak sumbu elemen batang tersusun	
E	= $2.10^5 \text{ mpa} = 20 \text{ T/mm}^2$	
I	= momen inersia batang tersusun	= $10174066,6 \text{ mm}^4$
L	= panjang perancah MT	= 2700 mm
K	= Nilai syarat ujung	= 2

Rumus :

$$P_{kr} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I}{(KL)^2} \times \frac{1}{1 + (\pi^2 \cdot E \cdot I / L^2 \cdot L_1 \cdot a^2 \cdot E) \times ((Ld^3 / Ad) + (A^3 / Ab))}$$

$$= \frac{(3,14)^2 \cdot 2.10^5 \cdot 10174066,6}{(2.2700)^2} \times \frac{1}{1 + ((3,14)^2 \cdot 2.10^5 \cdot 10174066,6) / ((2.2700)^2 \cdot 300 \cdot 150^2 \cdot 2.10^5) \times ((424,3^3 / 20) + ((4.113)^3 / 20))}$$

$$1 + ((3,14)^2 \cdot 2.10^5 \cdot 10174066,6) / ((2.2700)^2 \cdot 300 \cdot 150^2 \cdot 2.10^5) \times ((424,3^3 / 20) + ((4.113)^3 / 20))$$



$$\begin{aligned}
 &= 687825,1718 \times \frac{1}{4,891492} \\
 &= 140616,6404 \text{ N} \\
 &= 140,617 \text{ kN} \\
 &= \underline{\underline{14,062 \text{ T}}}
 \end{aligned}$$

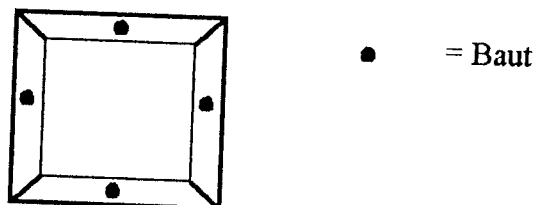
Perancah Mini Tower dengan spesifikasi tersebut diatas dan asumsi akan terjadi *total buckling*, dapat menahan beban maksimal 14,062 Ton.

Selanjutnya pada bagian sambungan antar *frame* direncanakan mempunyai kekuatan yang sama dengan bagian bukan sambungan (untuk penyambungan tiga *frame*). Pada awal perencanaan Perancah MT telah disinggung bahwa bagian ujung *frame* mempunyai fungsi yang sama dengan *joint pin* pada penyusunan *scaffolding*. Untuk menahan geser pada bagian sambungan ini dipakai baut, sedangkan ujung *frame* tersebut hanya sebagai alat bantu dalam melakukan penyambungan. Dibawah ini adalah perencanaan sambungan antar *frame*.

Beban geser ditentukan sebesar 2% dari beban aksial yang terjadi (14,062 ton). Beban geser (P_v) = 2 % x 14,062 ton

$$= 0,292 \text{ ton} = 292 \text{ kg.}$$

Posisi baut pada bagian sambungan dapat dilihat pada gambar 3. 16.



Gambar 3. 16. Bagian Sambungan antar Frame tampak atas.

Dicoba baut A325 (AISC tabel I-C 4.4); $\varnothing 1/2$ " = 1,27 cm.

$$\sigma_1 = 92 \text{ ksi} = 634 \text{ kg/cm}^2.$$

$$\sigma_{\text{ijin baut}} = \sigma_1 / SF$$

$$= 634 / 1,5 = 422,667 \text{ kg/cm}^2.$$

$$\tau_{\text{baut}} = 0,6 \cdot \sigma_{\text{ijin baut}}$$

$$= 0,6 \cdot 422,667 = 253,6 \text{ kg/cm}^2.$$

.n = jumlah baut = 4 buah.

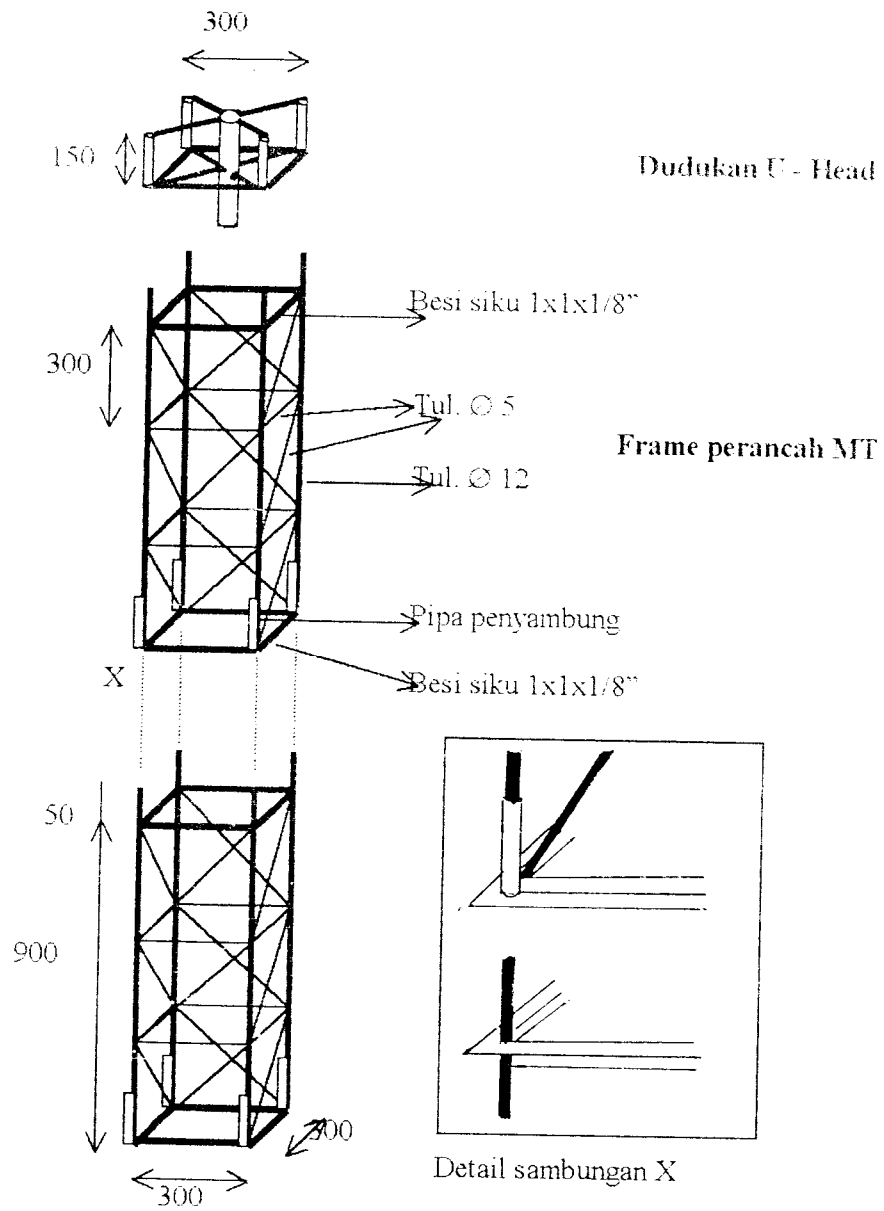
Kuat geser baut = n . A baut . τ baut

$$= 4 \cdot 1,266 \cdot 253,6 = 1284,23 \text{ kg} > P_v = 292 \text{ kg} \dots\dots\dots \text{aman.}$$

3. 7. 3. Pelaksanaan Pembuatan Model Perancah MT

Perancah MT terdiri dari baja tulangan yang dibuat sesuai rencana dan disambung dengan cara pengelasan menjadi sebuah frame MT. Disambung dengan cara las listrik karena sambungan yang dihasilkan kuat dan kaku sehingga sambungan tersebut dapat menyalurkan gaya dari bagian yang satu ke bagian yang lain dan tidak terjadi pengurangan luasan sehingga tidak ada perlemahan pada bagian yang mengalami pengelasan.

Beban kritis teori sebesar 14,062 Ton tersebut dicapai bila jumlah frame MT yang disambung sebanyak tiga buah sehingga memberikan tinggi 2700 mm. Apabila jumlah frame MT yang disambung lebih dari tiga buah, maka diperlukan perhitungan ulang terhadap besarnya beban kritis tersebut.



Gambar 3. 17. Perancah MT

6

BAB IV

PENGUJIAN DAN ANALISIS MODEL

4. 1. PELAKSANAAN DAN HASIL PENGUJIAN

4. 1. 1. Umum

Untuk mendapatkan daya dukung Perancah MT sesungguhnya maka diperlukan pengujian di laboratorium . Hal ini terkait dengan salah satu kriteria yang ingin dicapai oleh perancah ini yaitu pembuatannya tidak memerlukan tempat khusus atau dapat dibuat dimana saja.

Dengan adanya kriteria ini maka perancah yang dibuat akan sangat dipengaruhi oleh pembuatnya. Untuk itu perlu diketahui penurunan daya dukung kekuatan perancah MT sesungguhnya terhadap kekuatan perancah MT secara teori.

Selanjutnya karena keterbatasan dana dan keterbatasan peralatan laboratorium maka dibuat benda uji yang merupakan perancah MT yang diperkecil.

4. 1. 2. Pembuatan Benda Uji

Benda uji yang akan dibuat memiliki nilai kelangsingan, bentuk, cara pengerjaan, dan bahan yang sama dengan Perancah MT, tetapi ukurannya berbeda.

Hal ini dapat dipenuhi dengan merubah ukuran dan diameter batang model perancah menjadi lebih kecil. Dengan perubahan ukuran dan diameter batang penyusun perancah MT maka akan terjadi skala pembebanan atau skala daya dukung Perancah MT dengan benda ujinya.

Untuk melakukan perhitungan dipakai rumus kelangsingan batang tersusun yang dibatasi pengaku (3.4) karena rumus ini mengandung semua variable diameter dan ukuran batang penyusun. Rumus tersebut adalah sebagai berikut :

$$\lambda_1 = \pi \left[\frac{A \cdot Ld^3}{Z \cdot A_d \cdot L_1 \cdot a^2} + \frac{A \cdot a}{2 \cdot A_b \cdot L_1} \right]^{1/2}$$

Dari perhitungan kelangsingan Perancah MT didapat hasil :

$\lambda_1 = 26,19077$ dengan Pkr = 14,062 Ton. Selanjutnya dilakukan *trial and error* terhadap variable - variable pada rumus tersebut diatas untuk mendapatkan $\lambda_1 = 26,19077$ tetapi dengan ukuran dan diameter batang penyusun yang lebih kecil, untuk memudahkannya digunakan program excel sebagai berikut :

Tabel 4. 1. Iterasi Diameter Tulangan Untuk Mencari Kelangsingan Benda Uji

A	Ad	2*Ab	L1	a	Ld	XI
112	28	56	103	45.9	137.971881	24.65253001
112	28	56	103	43	134.182711	25.78894092
112	28	56	105	43	135.723985	26.16523753
112	28	56	100	40.9	129.194582	26.1909809

Dari perhitungan diatas didapatkan benda uji dengan batang utama (A), batang horisontal (Ab), dan batang diagonal (Ad) memiliki \varnothing 6 mm. Tinggi benda uji = 900 mm (9 x L1) dan lebar 81,8 mm (2 x a).

Kemudian benda uji tersebut dihitung daya dukung maksimalnya sebagai berikut :

* Data :

A	= luas penampang batang tersusun	= 28 mm ² ----- Ø6 mm
Ad	= luas penampang 1 batang diagonal	= 28 mm ² ----- Ø6 mm
Ab	= luas penampang 2 batang melintang	= 28 mm ² ----- Ø6 mm
Ld	= Panjang batang diagonal	= 129,195 mm
L ₁	= Panjang elemen batang yang dibatasi ujung batang penghubung	= 100 mm
.a	= Jarak sumbu elemen batang tersusun	= 40,9 mm
E	= 2.10 ⁵ mpa = 20 T/mm ²	
I	= momen inersia batang tersusun	= 187609,06 mm ⁴
L	= panjang perancah MT	= 900 mm

Rumus :

$$P_{kr} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I}{(KL)^2} \times \frac{1}{1 + (\pi^2 \cdot E \cdot I / L^2 \cdot L_1 \cdot a^2 \cdot E) \times ((Ld^3 / Ad) + (A^3 / Ab))}$$

$$= \frac{(3,14)^2 \cdot 2.10^5 \cdot 187609,06}{(2.900)^2} \times$$

$$\frac{1}{1 + ((3,14^2 \cdot 2.10^5 \cdot 187609,06) / ((2.900^2) \cdot 100 \cdot 40,9^2 \cdot 2.10^5)) \times ((129,195^3 / 28) + ((4.28)^3 / 28))}$$

$$= 114182,1165 \times \frac{1}{1,890342}$$

$$= 60402,88 \text{ N} = 60,40288 \text{ kN}$$

$$= \underline{\underline{6,04 \text{ T}}}$$

Benda uji dengan daya dukung 6,04 T ini dengan anggapan kerusakan yang terjadi akibat *total buckling*

Akhirnya didapat perbandingan Pkr atau pembebanan maksimal antara Perancah MT dengan benda uji sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{benda uji: perancah MT} &= 6,04 \text{ Ton} : 14,062 \text{ Ton} \\ &= 1 : 2,328 \end{aligned}$$

4. 1. 3. Pelaksanaan Pengujian

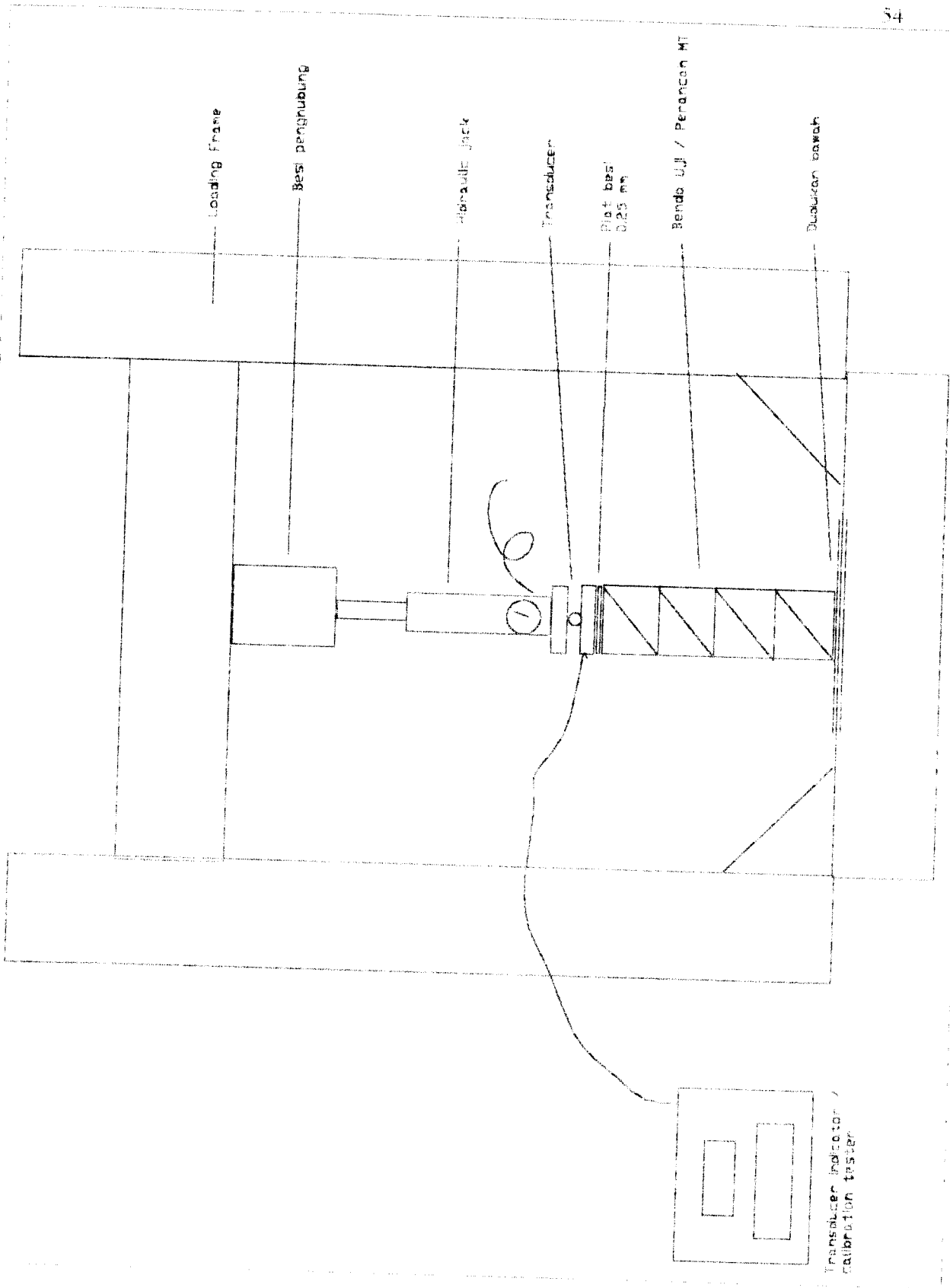
Alat - Alat yang digunakan dalam pengujian adalah :

1. *Hydraulic jack* 30 T berfungsi untuk memberikan beban kepada perancah.
2. *Loading frame* berfungsi sebagai landasan benda uji pada saat pengujian.
3. Dudukan bawah berfungsi untuk menjaga agar benda uji tetap pada posisinya dan tidak terjadi pergeseran ketika dilaksanakan pengujian.
4. *Transducer (load cell)* 200 kN berfungsi sebagai alat untuk merubah gaya desak menjadi arus listrik yang disalurkan ke *transducer indicator*.
5. *Transducer indicator (calibration tester)* berfungsi sebagai alat pembaca besarnya beban yang ditimbulkan oleh *hydraulic jack*.
6. *Dial meter* adalah alat untuk membaca besarnya lendutan benda uji.
7. Dudukan *dial meter* adalah besi yang dipasang mengelilingi benda uji sebagai dudukan untuk dial meter dan pengaman benda uji.

8. Baja penyambung adalah suatu profil baja yang digunakan untuk menyesuaikan ketinggian susunan *Hydraulic Jack* dan benda uji dengan ketinggian *loading frame*.

Pengujian benda uji dilakukan di Laboratorium Struktur FTSP UII. Langkah – langkah pengujian sebagai berikut :

1. Benda uji dipasang dan disekrup pada dudukan bawah yang didesain sedemikian rupa sehingga dapat disatukan dengan *Loading Frame* milik laboratorium Struktur. Lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 4. 1.
2. Benda uji diusahakan benar – benar berdiri tegak lurus dengan landasan *loading frame* dan segaris lurus dengan *hidraulik jack*. Untuk memudahkan pekerjaan pemasangan benda uji dibantu dengan menggunakan unting – unting.
3. Setelah benda uji terpasang proses pembebanan dimulai dengan melakukan pemompaan *Hidraulik Jack* perlahan – lahan.
4. Selama proses pembebanan nilai yang muncul pada layar *transducer indicator* yang menunjukkan besarnya beban diamati terus menerus. Beban maksimum akan tercapai ditandai dengan nilai pembebanan yang bertambah sedikit demi sedikit. Setelah tidak ada penambahan nilai lagi bahkan nilai pembebanan mulai menurun maka beban maksimum yang dicari baru saja terjadi.



Gambar 2.1.1 Set Up Pengujian Perancah Mini Tower

5. Setelah diketahui gaya tekan maksimum masing-masing benda uji, kemudian diambil rata-ratanya.
6. Didapatkan gaya tekan maksimum benda uji.

Hasil pengujian terhadap kelima benda uji disajikan pada tabel dibawah ini.

Tabel 4. 2. Hasil Pengujian Perancah Mini Tower (benda uji)

No. Benda Uji	Beban Maksimum (Pkr) Ton	Keterangan
2	2,068	Rusak
3	1,299	Rusak
4	1,836	Rusak
5	1,100	Rusak

Diperoleh rata-rata Pkr : 1,57575 Ton.

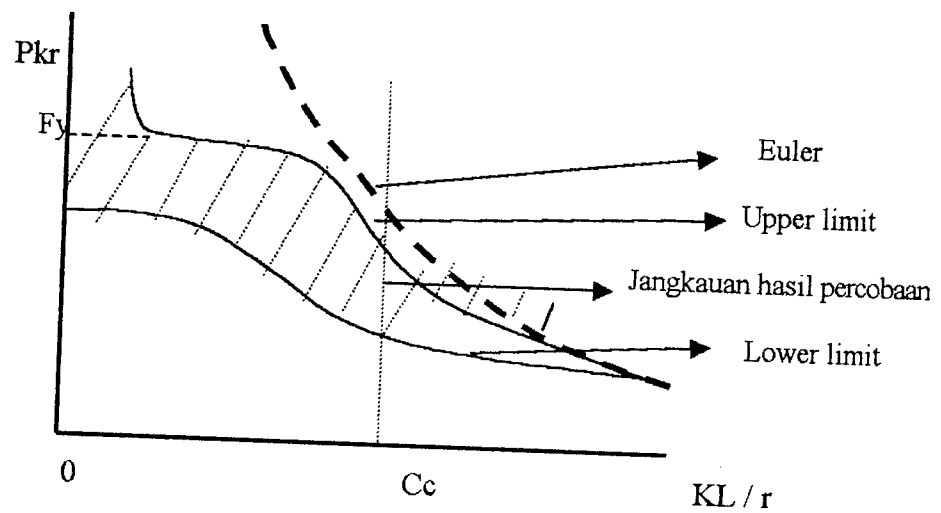
4. 2. ANALISIS HASIL PENGUJIAN

Dari hasil pengujian kelima benda uji terjadi kerusakan yang diidentifikasi sebagai *local buckling* dan *total buckling*. *Local buckling* terjadi pada batang utama bagian paling bawah karena gaya geser terbesar terjadi disini, mengingat benda uji disekrup dengan dudukan bawah sehingga terjadi hubungan jepit. Sementara itu *total buckling* yang terjadi tidak terlalu kentara karena bagian atas merupakan hubungan sendi akibat kerja dari *transducer*.

Hasil pengujian didapatkan $P_{kr} = 1,57575$ Ton, sedangkan perhitungan secara teori yaitu $P_{kr} = 6,04$ Ton, tetapi dengan asumsi hanya terjadi *total buckling* saja.

Pada buku Struktur Baja Desain dan Perilaku oleh Salmon, dikatakan bahwa pendekatan Euler biasanya tidak sesuai dengan hasil percobaan atau dalam prakteknya tidak sekuat dengan yang dinyatakan rumus : $P_{cr} = \pi^2 \cdot E \cdot I / L^2$

Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada grafik dibawah ini.



Gambar 4. 2. Grafik Hubungan tegangan kritis – kelangsingan hasil pengujian.

Dari gambar 4. 2. terlihat bahwa daya dukung benda uji dengan perhitungan secara teori berbeda. Sementara itu diketahui *local buckling* benda uji terjadi pada ruas paling bawah, sehingga terjadi perubahan nilai K menjadi K= 0,65

$$KL/r = 0,65 \cdot 100 / 1,5$$

$$= 43,3333$$

$$C_c = ((2\pi^2 \cdot E) / F_y)^{1/2}$$

$$= ((2\pi^2 \cdot 2 \cdot 10^5) / 240)^{1/2}$$

$$= 128,19 \text{ mpa.}$$

$$KL/r < Cc$$

43,3333 < 128,19 ----- Rumus Euler sudah tidak berlaku lagi.

Oleh karena itu dilakukan perhitungan ulang terhadap daya dukung benda uji secara teori dengan mempergunakan rumus :

$$F_{cr} = F_y \left[1,0 - \frac{0,5 \cdot (KL/r)^2}{C_c^2} \right] \dots\dots\dots(4.1)$$

$$\text{Dengan } C_c = ((2\pi^2 E) / F_y)^{1/2} \dots\dots\dots(4.2)$$

F_y	= Tegangan luluh baja	= 240 mPa
K	= nilai syarat ujung	= 0,65
L	= panjang batang dibatasi pengaku	= 100 mm
E	= $2 \cdot 10^5$ mPa	
r	= jari - jari kelembabamam \varnothing 6 mm	= 1,5 mm
F_{cr}	= tegangan kritis	

$$C_c = ((2\pi^2 \cdot 2 \cdot 10^5) / 240)^{1/2}$$

$$= 128,19 \text{ mpa.}$$

$$F_{cr} = 240 \times \left[1,0 - \frac{0,5 \cdot ((0,65 \cdot 100) / 1,5)^2}{(128,19)^2} \right]$$

$$= 240 \times 0.943$$

$$= 226,287 \text{ N/mm}^2$$

$$= 0,023 \text{ T/mm}^2 \text{ ----- 1 batang utama.}$$

Karena perancah terdiri dari 4 batang utama, maka :

$$4 \times 0,023 = 0,092 \text{ T/mm}^2$$

$$\text{*Beban kritis} = P_{kr} = F_{cr} \times A$$

$$= 0,092 \times 28 \text{ mm}^2 = 2,576 \text{ T}$$

Jadi daya dukung benda uji secara teori adalah 2,576 ton.

Pencapaian hasil uji sebesar

$$\frac{1,57575}{2,576} \times 100\% = 61,17 \%$$

Diketahui bahwa daya dukung teori Perancah MT = 14,062 ton, skala pembebanan menjadi :

$$\text{Benda uji : perancah MT} = 2,576 : 14,062$$

$$= 1 : 5,4589$$

sehingga Perancah MT mempunyai daya dukung sebesar =

$$1,57575 \times 5,4589 = 8,6 \text{ T.}$$

4. 3. ANALISIS BIAYA PERANCAH MINI TOWER

Analisa biaya berdasarkan pada biaya pengadaan bahan dan biaya pembuatan yang kemudian dijumlahkan menjadi biaya pemakaian perancah MT. Biaya

pengadaan bahan perancah MT merupakan biaya pembelian baja tulangan. Sedangkan biaya pembuatan meliputi biaya pengelasan dan biaya tukang.

Pembelian baja tulangan dengan diameter 12 mm untuk batang utama dan diameter 5 mm untuk batang diagonal dan batang horisontal. Rincian biayanya adalah sebagai berikut (Daftar Harga Bahan dan Upah Pekerja Feb 2001) :

- baja tulangan diameter 12 mm,	Rp 24.400,- / lonjor (12 m) = Rp.2.033,33/m
- baja tulangan diameter 5mm.	Rp 6.000,- /lonjor (12 m) = Rp. 500,-/m
-pengelasan dan biaya tukang.	Rp 13.000,- / hari
-Besi siku 1 x 1 x 1/8"	Rp. 24.500,-/lonjor (6m) = Rp.4.083,33/m
-Pipa besi 3/4"	Rp. 25.500,-/lonjor (6m) = Rp. 4.250,-/m
-Pipa besi 1"	Rp. 32.500,- / lonjor (6m) = Rp. 5.416,67/m

Dari data diatas maka biaya pembuatan perancah MT adalah sebagai berikut:

* Pembuatan 1 frame membutuhkan :

Tul. \varnothing 12mm 3,6 m = 3,6 x Rp.2033,33=Rp. 7.319,98

Tul. \varnothing 5mm 9,89m= 9,89xRp. 500,- =Rp. 4.945,-

pengelasan dan biaya tukang =Rp. 2.166,67 (3 jam kerja)

Besi siku 30cmx8 =Rp. 9.799,99

Harga 1 Frame = Rp. 24.231,64

***Pembuatanudukan Uhead**

-Tul. $\varnothing 12$ mm 1,557 m = 1,557 x Rp. 2033,33 = Rp. 3.165,895

-Pipa besi $\varnothing 1"$ 0,4 m = 0,4 x Rp. 5.416,67 = Rp. 2.166,67

- Las dan tukang = Rp. 541,667 (1jam kerja)

Harga 1 dudukan Uhead = Rp. 5.874,23

***Pembuatan brace**

-Pipa besi $\varnothing 3/4"$ 3,5 m = 3,5 x Rp. 4,250,- =Rp. 14.875,-

-Las dan tukang = Rp. 541,667 (1jam kerja)

Harga 1 Brace = Rp. 15.416,67

*Untuk harga Uhead sama dengan yang digunakan untuk *scaffolding*.

4. 4. PERHITUNGAN KEBUTUHAN PERANCAH MINI TOWER

Untuk penerapan Perancah Mini Tower pada Proyek Kampus Terpadu UII Unit 7 blok C Lt. 1, maka dilakukan perhitungan pembebanan plat dan balok terlebih dulu. Setelah beban masing – masing tipe plat dan balok diketahui selanjutnya dibagi dengan daya dukung Perancah MT hasil uji laboratorium dan daya dukung Perancah MT teori / ideal untuk mendapatkan jumlah perancah yang dibutuhkan.

Untuk penerapan dilapangan, maka diperlukan *safety factor* yaitu 1,92 yang didapat dari rumus :

$$P_n = 5,3 - 3,8 \times \frac{KL_r}{C_c} - 1,8 \frac{(KL_r)^3}{C_c^3} \dots \dots \dots (4.3)$$

Dengan $KL_r = C_c$

Sehingga daya dukung Perancah MT hasil uji menjadi = $8,6 / 1,92$

$$= 4,48 \text{ ton}$$

daya dukung Perancah MT ideal menjadi = $14,062 / 1,92$

$$= 7,324 \text{ ton}$$

4. 4. 1. Perhitungan Kebutuhan Perancah MT Untuk Plat

Beban – beban yang bekerja :

- Beban hidup = beban pekerja = q_l = 150 kg/m^2 .

- Beban mati = berat beton = tebal plat x γ = $0,12 \text{ m} \times 2500 = 300 \text{ kg/m}^2$.

$$= \text{berat bekisting} = \underline{\hspace{10em}} = 40 \text{ kg/m}^2$$

$$q_d = 340 \text{ kg/m}^2$$

Maka beban ultimit = $q_u = 1,2 (q_d) + 1,6 (q_l)$

$$= 1,2 \cdot 340 + 1,6 \cdot 150 = 648 \text{ kg/m}^2$$

Berat 1 m^2 plat = $648 \text{ kg/m}^2 \times 1 \text{ m}^2$

$$= 648 \text{ kg} = 0,648 \text{ ton.}$$

a. Kebutuhan Perancah MT hasil uji lab. (4,48 t) untuk 1 m² plat adalah :

$$= \frac{\text{Berat 1 m}^2 \text{ plat}}{\text{daya dukung Perancah MT}} \times \text{SF}$$

$$= \frac{0,648 \text{ ton}}{4,48 \text{ ton}} \times 1,92 = 0,145 \text{ Perancah MT / m}^2.$$

Contoh : Plat PC 1 dengan luas plat PC 1 = 3 x 3 = 9 m².

$$\text{Kebutuhan Perancah MT} = 9 \text{ m}^2 \times 0,145$$

$$= 1,305 \text{ ----- 2 Perancah MT, agar stabilitas terpenuhi}$$

dipasang 4 Perancah MT.

b. Kebutuhan Perancah MT ideal. (7,324 t) untuk 1 m² plat adalah :

$$= \frac{\text{Berat 1 m}^2 \text{ plat}}{\text{daya dukung Perancah MT}} \times \text{SF}$$

$$= \frac{0,648 \text{ ton}}{7,324 \text{ ton}} \times 1,92 = 0,1699 \text{ Perancah MT / m}^2.$$

Contoh : Plat PC 1 dengan luas plat PC 1 = 3 x 3 = 9 m².

$$\text{Kebutuhan Perancah MT} = 9 \text{ m}^2 \times 0,1699$$

$$= 1,529 \text{ ----- 2 Perancah MT, agar stabilitas terpenuhi}$$

dipasang 4 Perancah MT.

Untuk perhitungan plat selanjutnya dapat dilihat pada tabel 4. 4.

Tabel 4. 4. Perhitungan pemakaian perancah MT pada plat Proyek Kampus terpadu UII unit 7, blok C lantai 1.

PLAT	Juml.plat	Lx (m)	Ly (m)	luas (m2)	Keb. MT Uji	pakai	Sub total	Keb. MT ideal	pakai	Sub total	
PC1	52	3	3	9	1.305	4	208	1.5291	4	208	
PC2	6	2.5	6	15	2.175	6	36	2.5485	6	36	
PC3	1	2.5	3.55	8.875	1.286875	4	4	1.5078625	4	4	
PC4	1	3.575	3.8	13.585	1.969825	4	4	2.3080915	4	4	
PC5	1	3	3.8	11.4	1.653	4	4	1.93686	4	4	
PC6	2	3	3.5	10.5	1.5225	4	8	1.78395	4	8	
PC7	2	3	3	9	1.305	4	8	1.5291	4	8	
PC8	1	2.5	3	7.5	1.0875	4	4	1.27425	4	4	
PC9	1	3	3	9	1.305	4	4	1.5291	4	4	
PC10	1	3	3	9	1.305	4	4	1.5291	4	4	
PC11	1	3	3	9	1.305	4	4	1.5291	4	4	
PC12	1	3	3	9	1.305	4	4	1.5291	4	4	
PC13	1	3	3	9	1.305	4	4	1.5291	4	4	
PC14	1	3	3	9	1.305	4	4	1.5291	4	4	
PC15	1	3.05	3.575	10.90375	1.5810438	4	4	1.8525471	4	4	
PC16	1	3.75	3.75	14.0625	2.0390625	4	4	2.3892183	4	4	
TOTAL								308			308

Dalam pemasangannya, untuk memenuhi tinggi elevasi plat lantai 2 dibutuhkan 3 frame yang disusun vertikal. Antar Perancah MT dihubungkan satu sama lain dengan dua buah brace datar. Kemudian diujung atas dipasang *U-Head* dan dudukannya. Lebih jelasnya dapat dilihat kembali pada gambar 3. 8, dan 3. 9.

Dari tabel 4. 3, didapatkan jumlah kebutuhan Perancah MT untuk plat :

- Berdasar daya dukung hasil uji laboratorium sebanyak 308 Perancah MT terdiri dari $3 \times 308 = 924$ frame, 308udukan *U-Head*, dan brace datar sebanyak $308 \times 2 = 616$ buah.
- Berdasar daya dukung ideal sebanyak 308 Perancah MT terdiri dari $3 \times 308 = 924$ frame, 308udukan *U-Head*, dan brace datar sebanyak $308 \times 2 = 616$ buah.

Denah pemasangan perancah MT dapat dilihat pada gambar 4. 3.

4. 4. 2. Perhitungan Kebutuhan Perancah MT Untuk Balok

. * Balok BC 1

Beban – beban yang bekerja :

$$\begin{aligned}
 - \text{ Berat sendiri balok} &= q \text{ balok} = \text{Dimensi} \times \gamma \\
 &= 0,4 \times 0,8 \times 2400 \\
 &= 768 \text{ kg / m}^2 = 7,68 \text{ kN/m}^2
 \end{aligned}$$

- Momen distribusi dari plat

$$\begin{aligned}
 M1 = M2 &= 0,0417 \cdot q_u \text{ plat} \cdot L^2 \\
 &= 0,0417 \times 6,48 \times 3^2 \\
 &= 7,3 \text{ kNm.}
 \end{aligned}$$

$$M \text{ total} = 2 \times 7,3$$

$$= 14,6 \text{ kNm}$$

$$q \text{ ekuivalen} = \frac{8 \cdot M \text{ total}}{L^2} = \frac{8 \times 14,6}{(3)^2} = 12,98 \text{ kN/m}$$

$$*q \text{ total} = q \text{ ek.} + q \text{ balok}$$

$$= 12,98 + 7,68 = 20,66 \text{ kN/m}$$

Beban akibat persiapan untuk pelaksanaan pekerjaan selanjutnya perlu ditambahkan beban seberat 10% dari beban rencana sehingga beban yang harus ditahan = $q \text{ total} + (q \text{ total} \times 10\%)$

$$20,66 + (20,66 \times 10\%) = 22,726 \text{ kN/m}$$

$$= 2,2726 \text{ ton / m} \text{ ----- } 2,3 \text{ ton / m}$$

Pemasangan Perancah MT dilapangan menggunakan balok penyangga 8/12 meranti.

Jumlah perancah MT dan komponen pendukungnya :

a..Berdasarkan daya dukung perancah MT hasil uji laboratorium (4,48 ton)

Cek kekuatan :

Panjang *brace* x berat balok \leq daya dukung MT. / SF

----- dicoba panjang *brace* max. = 1,5 m

$$1,5 \text{ m} \times 2,3 \text{ t/m} = 3,45 \text{ ton} < 2 \times 4,48 \text{ ton} / 1,92 = 4,667 \text{ ton} \text{ ----- aman}$$

----- dicoba panjang *brace* max. = 1,75 m

$$1,75 \text{ m} \times 2,3 \text{ t/m} = 4,025 \text{ ton} < 2 \times 4,48 \text{ ton} / 1,92 = 4,667 \text{ ton} \text{ ----- aman}$$

----- dicoba panjang *brace* max. = 2 m

$$2 \text{ m} \times 2,3 \text{ t/m} = 4,6 \text{ ton} < 2 \times 4,48 \text{ ton} / 1,92 = 4,667 \text{ ton} \text{ ----- aman}$$

----- dicoba panjang *brace* max. = 2,25 m

$$2,25 \text{ m} \times 2,3 \text{ t/m} = 5,175 \text{ ton} > 2 \times 4,48 \text{ ton} / 1,92 = 4,667 \text{ ton} \text{ -----tidak aman}$$

Dari beberapa iterasi diatas ternyata jarak antar Perancah MT dapat mencapai panjang 2 m dengan kondisi masih aman. Tetapi untuk penerapannya memerlukan perhitungan ulang terhadap balok kayu 8/12 meranti, diganti dengan yang lebih kuat .

Panjang total balok BC 1 = 12 m, dipakai 8 Perancah MT.

Delapan Perancah MT tersusun dari = 8 perancah MT x 3 frame

$$= 24 \text{ frame.}$$

Dudukan *U-Head* yang dibutuhkan sebanyak 8 buah.

Antar perancah MT dihubungkan dengan 2 buah brace datar, sehingga 8 perancah

MT membutuhkan = $(8 - 1) \times 2$

$$= 14 \text{ brace datar.}$$

b. Berdasarkan daya dukung perancah MT teori (7,324 ton)

Cek kekuatan :

Panjang *brace* x berat balok \leq daya dukung MT. / SF

----- dicoba panjang *brace* max. = 1,5 m

$$1,5 \text{ m} \times 2,3 \text{ t/m} = 3,45 \text{ ton} < 2 \times 7,324 \text{ ton} / 1,92 = 7,63 \text{ ton} \text{ ----- aman}$$

----- dicoba panjang *brace* max. = 2 m

$$2 \text{ m} \times 2,3 \text{ t/m} = 4,6 \text{ ton} < 2 \times 7,324 \text{ ton} / 1,92 = 7,63 \text{ ton} \text{ ----- aman}$$

----- dicoba panjang *brace* max. = 2,5 m

2,5 m x 2,3 t/m = 5,75 ton < 2 x 7,324 ton /1,92 = 7,63 ton ----- aman

----- dicoba panjang *brace* max. = 3 m

3 m x 2,3 t/m = 6,9 ton < 2 x 7,324 ton /1,92 = 7,63 ton ----- aman

----- dicoba panjang *brace* max. = 3,25 m

3,25 m x 2,3 t/m = 7,475 ton < 2 x 7,324 ton /1,92 = 7,63 ton ----- aman

----- dicoba panjang *brace* max. = 3,5 m

3,5 m x 2,3 t/m = 8,05 ton < 2 x 7,324 ton /1,92 = 7,63 ton -----tidak aman

Ternyata untuk Perancah MT ideal memiliki jangkauan yang jauh lebih panjang lagi hingga mencapai 3,25 m. Apabila hal ini diterapkan tentu membutuhkan balok kayu yang lebih kuat lagi dan brace yang memiliki kemampuan tinggi.

Panjang total balok BC 1 = 12 m, sehingga dipakai 8 perancah MT

Empat Perancah MT tersebut tersusun dari = 8 perancah MT x 3 frame

= 24 frame.

Dudukan *U-Head* yang dibutuhkan sebanyak 8 buah.

Antar perancah MT dihubungkan dengan 2 buah brace datar, sehingga 8 perancah

MT membutuhkan = (8 - 1) x 2

= 14 brace datar.

Untuk perhitungan balok selanjutnya dapat dilihat pada tabel 4. 4. dan didapatkan jumlah kebutuhan Perancah MT untuk balok sebagai berikut :

- a. Berdasar daya dukung perancah MT hasil uji laboratorium sebanyak 370 Perancah MT terdiri dari $370 \times 3 = 1110$ frame, 370 dudukan *U-Head*, 370 *U Head* dan 6708 brace.
- b. Berdasar daya dukung perancah MT – ideal sebanyak 370 Perancah MT terdiri dari $370 \times 3 = 1110$ frame, 370 dudukan *U-Head*, 370 *U Head* dan 6708 brace.

Tabel 4. 4. Perhitungan Kebutuhan Perancah Mini Tower - Hasil Uji Pada Balok Proyek Kampus Terpadu UI Unit 7 Blok C Lt. 1

BALOK	L (m)	Banyaknya	Panj. Brace	Brace (Braceberat) $2 \times 4,635$	Keb. MT	pakai	sub total	Keb. Brace	Uhead	dudukan Uj
BC1	12	6	2	4,6	4,828125	6	8	48	672	48
BC2	12	6	2	4,6	4,828125	6	8	48	672	48
BC3	2,5	6	2	4,6	4,828125	1,25	2	12	24	12
BC4	2,5	1	2	4,6	4,828125	1,25	2	2	4	2
BC5	4,6	2	2	4,6	4,828125	2,3	3	6	24	6
BC6	6,7	1	2	4,6	4,828125	3,35	4	4	24	4
BC7	2,8	2	2	4,6	4,828125	1,4	2	4	8	4
BC8	2,8	2	2	4,6	4,828125	1,4	2	4	8	4
BC9	2,5	1	2	4,6	4,828125	1,25	2	2	4	2
BC10	3,05	2	2	4,6	4,828125	1,525	2	4	8	4
BC11	3,75	2	2	4,6	4,828125	1,875	2	4	8	4
BC12	2,8	2	2	4,6	4,828125	1,4	2	4	8	4
BC13	3	1	2	4,6	4,828125	1,5	2	2	4	2
BC14	3	1	2	4,6	4,828125	1,5	2	2	4	2
BC15	15	1	2	4,6	4,828125	7,5	10	10	180	10
BC16	6	1	2	4,6	4,828125	3	4	4	24	4
BC17	3	1	2	4,6	4,828125	1,5	2	2	4	2
BC20	3	1	2	4,6	4,828125	1,5	2	2	4	2
BC21	6	1	2	4,6	4,828125	3	4	4	24	4
BC22	3,55	1	2	4,6	4,828125	1,775	2	2	4	2
BC23	3,55	1	2	4,6	4,828125	1,775	2	2	4	2
BC24	3,5	2	2	4,6	4,828125	1,75	2	4	8	4
BC25	3,5	2	2	4,6	4,828125	1,75	2	4	8	4
BC26	3,5	2	2	4,6	4,828125	1,75	2	4	8	4
BC27	3,5	2	2	4,6	4,828125	1,75	2	4	8	4
BC28	3	2	2	4,6	4,828125	1,5	2	4	8	4
BC29	6	6	2	4,6	4,828125	3	3	18	72	18
BC30	6	6	2	4,6	4,828125	3	4	24	144	24
BC31	14	3	2	4,6	4,828125	7	28	84	4536	84
BC32a	3	2	2	4,6	4,828125	1,5	2	4	8	4
b	3	2	2	4,6	4,828125	1,5	2	4	8	4

Tabel 4. 5. Perhitungan Kebutuhan Perancah Mini Tower - Ideal Pada Balok Proyek Kampus Terpadu UJI Unit 7 Blok C Lt. 1

BALOK	L (m)	Banyaknya	Panj. Brace	(Braceberat)~2x7324/SF	Keb. MT	pakai	sub total	Keb. Brace	Uhead	dudukan.Uh
BC1	12	6	3.25	7.475	7.629167	3.692308	8	672	48	48
BC2	12	6	3.25	7.475	7.629167	3.692308	8	672	48	48
BC3	2.5	6	3.25	7.475	7.629167	0.769231	2	24	12	12
BC4	2.5	1	3.25	7.475	7.629167	0.769231	2	4	2	2
BC5	4.6	2	3.25	7.475	7.629167	1.415385	3	24	6	6
BC6	6.7	1	3.25	7.475	7.629167	2.061538	4	24	4	4
BC7	2.8	2	3.25	7.475	7.629167	0.861538	2	8	4	4
BC8	2.8	2	3.25	7.475	7.629167	0.861538	2	8	4	4
BC9	2.5	1	3.25	7.475	7.629167	0.769231	2	4	2	2
BC10	3.05	2	3.25	7.475	7.629167	0.938462	2	8	4	4
BC11	3.75	2	3.25	7.475	7.629167	1.153846	2	8	4	4
BC12	2.8	2	3.25	7.475	7.629167	0.861538	2	8	4	4
BC13	3	1	3.25	7.475	7.629167	0.923077	2	4	2	2
BC14	3	1	3.25	7.475	7.629167	0.923077	2	4	2	2
BC15	15	1	3.25	7.475	7.629167	4.615385	10	180	10	10
BC16	3	1	3.25	7.475	7.629167	0.923077	4	24	4	4
BC17	3	1	3.25	7.475	7.629167	0.923077	2	4	2	2
BC20	3	1	3.25	7.475	7.629167	0.923077	2	4	2	2
BC21	6	1	3.25	7.475	7.629167	1.846154	4	24	4	4
BC22	3.55	1	3.25	7.475	7.629167	1.092308	2	4	2	2
BC23	3.55	1	3.25	7.475	7.629167	1.092308	2	4	2	2
BC24	3.5	2	3.25	7.475	7.629167	1.076923	2	8	4	4
BC25	3.5	2	3.25	7.475	7.629167	1.076923	2	8	4	4
BC26	3.5	2	3.25	7.475	7.629167	1.076923	2	8	4	4
BC27	3.5	2	3.25	7.475	7.629167	1.076923	2	8	4	4
BC28	3	2	3.25	7.475	7.629167	0.923077	2	8	4	4
BC29	6	6	3.25	7.475	7.629167	1.846154	3	72	18	18
BC30	6	6	3.25	7.475	7.629167	1.846154	4	144	24	24
BC31	14	3	3.25	7.475	7.629167	4.307692	28	4536	84	84
BC32a	3	2	3.25	7.475	7.629167	0.923077	2	8	4	4
b	3	2	3.25	7.475	7.629167	0.923077	2	8	4	4

BC33	6	5	3.25	7.475	7.629167	1.846154	4	20	120	20	20	
BC34	3	1	3.25	7.475	7.629167	0.923077	2	2	4	2	2	
BC35a	3	2	3.25	7.475	7.629167	0.923077	2	4	8	4	4	
b	3	2	3.25	7.475	7.629167	0.923077	2	4	8	4	4	
BC36	6	1	3.25	7.475	7.629167	1.846154	4	4	24	4	4	
BC37	3	1	3.25	7.475	7.629167	0.923077	2	2	4	2	2	
BC38	3	1	3.25	7.475	7.629167	0.923077	2	2	4	2	2	
BC39	3	1	3.25	7.475	7.629167	0.923077	2	2	4	2	2	
BC40	3	1	3.25	7.475	7.629167	0.923077	2	2	4	2	2	
BC41	3	1	3.25	7.475	7.629167	0.923077	2	2	4	2	2	
TOTAL								370	6708	370	370	
MT ideal												

Dalam pemasangan perancah MI untuk balok, minimal harus terdiri dari 2 Perancah MI agar pada pemasangannya dapat dihubungkan dengan Perancah MI untuk plat. Sementara itu untuk pemasangan Perancah MI pada plat minimal terdiri dari 4 Perancah MI yang saling dihubungkan dengan *brace* datar. Selanjutnya dapat dilihat pada gambar 4. 3 dan gambar 4. 4.

Dari beberapa uraian diatas didapatkan kebutuhan Perancah Mini Tower untuk pelaksanaan pekerjaan pengecoran pada Proyek Kampus Terpadu UII Unit 7 Blok C lantai 1 sebagai berikut :

a. Berdasar daya dukung perancah MI hasil uji laboratorium :

Frame 1110 = 924 = **2034**, dudukan Uhead = 370 + 308 = **678**, Uhead = **678**, brace = **6708**

b. Berdasar daya dukung ideal :

Frame 1110 = 924 = **2034**, dudukan Uhead = 370 + 308 = **678**, Uhead = **678**, brace = **6708**

4. 5. PERHITUNGAN KEBUTUHAN SCAFFOLDING

Perhitungan kebutuhan scaffolding dilaksanakan karena data dari proyek Kampus Terpadu UII unit 7 sampai dengan penulisan tugas ini belum tersedia. Tetapi didapatkan informasi bahwa pemasangan scaffolding berdasarkan pengalaman sbb. untuk balok utama dengan cara double dan untuk plat serta balok anak dengan cara engkel. Kedua istilah ini sering digunakan dilapangan. Cara double adalah pemasangan tiga *main frame* yang dihubungkan dengan satu pasang *cross brace*. Sedangkan cara engkel adalah pemasangan dua *main frame* yang dihubungkan dengan satu pasang *cross brace*.

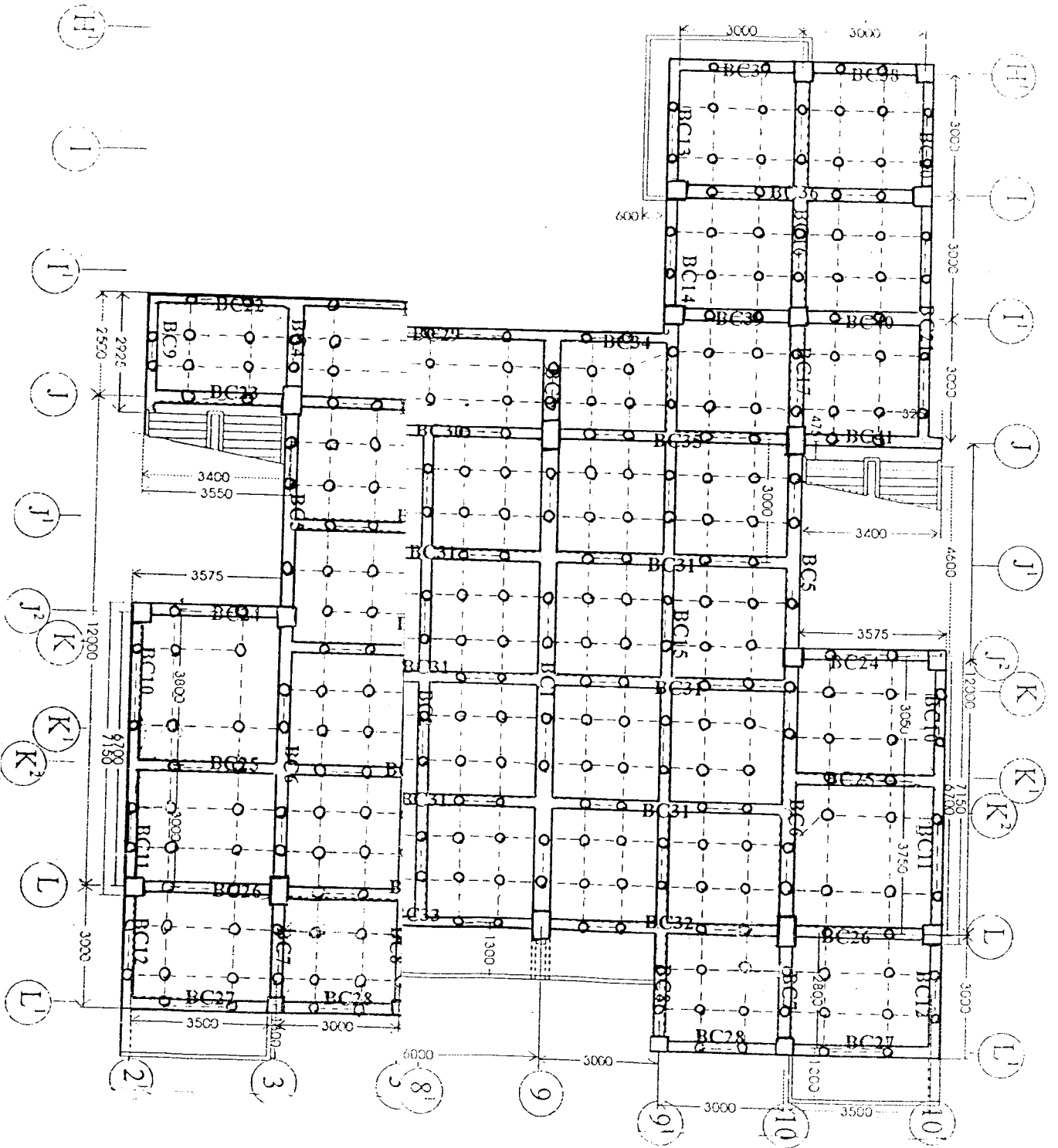
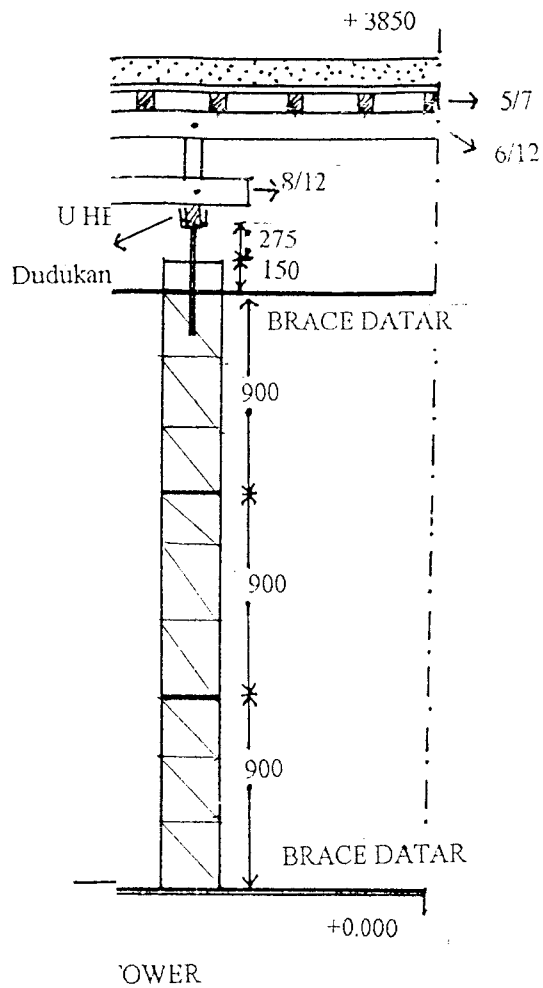
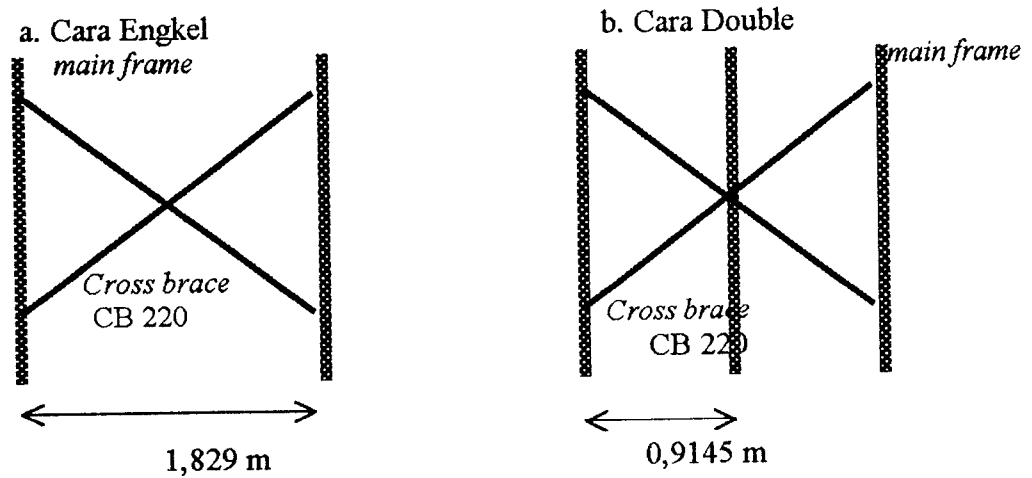


表 CLU.1



J²).

jarak antar *main frame* adalah 1 *cross brace*. Lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 4. 5.



Gambar 4. 5. Cara pasang scaffolding pada Proyek Kampus Terpadu UII unit 7

Sementara itu diketahui data – data tentang scaffolding yang digunakan pada proyek Kampus Terpadu UII Unit 7 sebagai berikut :

Tabel 4. 6. Daftar Harga dan Tipe Scaffolding Bulan Januari 2001

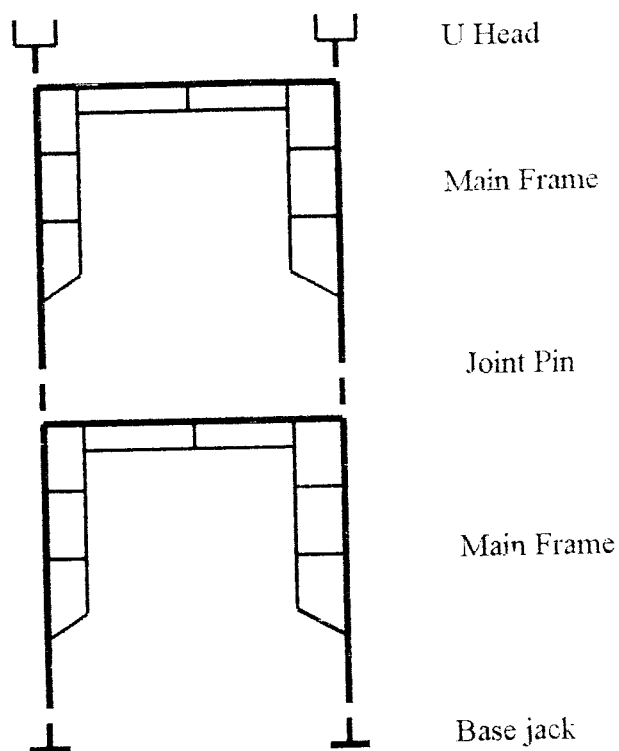
Jenis	Tipe	Dimensi Panjang (mm)	Harga Baru (Rp)	Harga Bekas (Rp)
Main Frame	MF 1217	1219 x 1700	96.600	85.600
Cross Brace	CB 220	1219 x 1829	75.700	45.500
Joint pin	-	-	14.400	12.000
Ladder Frame	LF 1209.	1219 x 914	81.100	66.600
Cross Brace	CB 90	914 x 1829	70.100	35.600
U - Head	HJ 60	-	65.500	35.500
Base jack	BJ 60	-	65.500	35.500

Contoh : Plat PC 1

Luas plat PC 1 = $3 \times 3 = 9 \text{ m}^2$.

Kebutuhan *scaffolding* = $9 \text{ m}^2 \times 0,1525$

= 1,402 ----- 2 *scaffolding* arah horisontal.



Gambar 4. 6. Pemasangan Scaffolding Arah Vertikal Untuk Plat.

Untuk memenuhi ketinggian yang diinginkan maka scaffolding disusun seperti gambar 4. 6. Jadi kebutuhan *Scaffolding* dan komponen pendukungnya adalah :

- Jumlah *Main Frame* dengan cara pasang engkel = $2 \times 2 = 4$ buah
- *U-Head* sebanyak 4 buah
- *Base Jack* sebanyak 4 buah

- *Cross brace* sebanyak 4 buah
- *Joint pin* sebanyak 4 buah.

Untuk selanjutnya dapat dilihat pada tabel 4. 7.

Tabel 4. 7. Kebutuhan Scaffolding Untuk Plat

PLAT	Juml plat	Lx (m)	Ly (m)	luas (m)	Keb Scaff/m2	pakai	sub total	CB	CB subtotal	
PC1	52	3	3	9	1.3725	2	104	2	208	
PC2	6	2.5	6	15	2.2875	3	18	4	72	
PC3	1	2.5	3.55	8.875	1.3534375	2	2	2	4	
PC4	1	3.575	3.8	13.585	2.0717125	3	3	4	12	
PC5	1	3	3.8	11.4	1.7385	2	2	2	4	
PC6	2	3	3.5	10.5	1.60125	2	4	2	8	
PC7	2	3	3	9	1.3725	2	4	2	8	
PC8	1	2.5	3	7.5	1.14375	2	2	2	4	
PC9	1	3	3	9	1.3725	2	2	2	4	
PC10	1	3	3	9	1.3725	2	2	2	4	
PC11	1	3	3	9	1.3725	2	2	2	4	
PC12	1	3	3	9	1.3725	2	2	2	4	
PC13	1	3	3	9	1.3725	2	2	2	4	
PC14	1	3	3	9	1.3725	2	2	2	4	
PC15	1	3.05	3.575	10.904	1.6628219	2	2	2	4	
PC16	1	3.75	3.75	14.063	2.1445313	3	3	4	12	
TOTAL								156		360

Jadi jumlah kebutuhan *scaffolding* untuk plat berdasarkan gambar 4. 6. adalah :

- Jumlah *Main Frame* MF 1217 yaitu = $2 \times 156 = 312$ buah.
- *U-Head* sebanyak 312 buah
- *Base Jack* sebanyak 312 buah
- *Cross brace* CB 220 sebanyak = $2 \times 360 = 640$ buah
- *Joint pin* sebanyak 312 buah.

4. 5. 2. Perhitungan Kebutuhan Scaffolding Untuk Balok

Misalnya:

* Balok Induk BC 1

Beban – beban yang bekerja :

$$\begin{aligned}
 - \text{ Berat sendiri balok} &= q \text{ balok} = \text{Dimensi} \times \gamma \\
 &= 0,4 \times 0,8 \times 2400 \\
 &= 768 \text{ kg} / \text{m}^2 = 7,68 \text{ kN/m}^2
 \end{aligned}$$

- Momen distribusi dari plat

$$\begin{aligned}
 M1 = M2 &= 0,0417 \cdot q \cdot \text{plat} \cdot L^2 \\
 &= 0,0417 \times 6,48 \times 3^2 = 7,3 \text{ kNm.}
 \end{aligned}$$

$$M \text{ total} = 2 \times 7,3 = 14,6 \text{ kNm}$$

$$q \text{ ekuivalen} = \frac{8 \cdot M \text{ total}}{L^2} = \frac{8 \times 14,6}{(3)^2} = 12,98 \text{ kN/m}$$

$$*q \text{ total} = q \text{ ek.} + q \text{ balok}$$

$$= 12,98 + 7,68 = 20,66 \text{ kN/m}$$

Beban akibat persiapan untuk pelaksanaan pekerjaan selanjutnya perlu ditambahkan beban seberat 10% dari beban rencana sehingga beban yang harus ditahan = $q \text{ total} + (q \text{ total} \times 10\%)$

$$20,66 + (20,66 \times 10\%) = 22,726 \text{ kN/m}$$

$$= 2,2726 \text{ ton} / \text{m} \text{ ----- } 2,3 \text{ ton} / \text{m}$$

Pemasangan *scaffolding* dilapangan menggunakan *Cross brace* tipe CB 220 yang mempunyai panjang 1,829 m. Untuk balok induk, jarak antar *scaffolding* adalah setengah panjang *cross brace* yaitu 0,9145 m atau dengan kata lain setiap panjang 0,9145 m dipasang satu *scaffolding*.

Cek kekuatan :

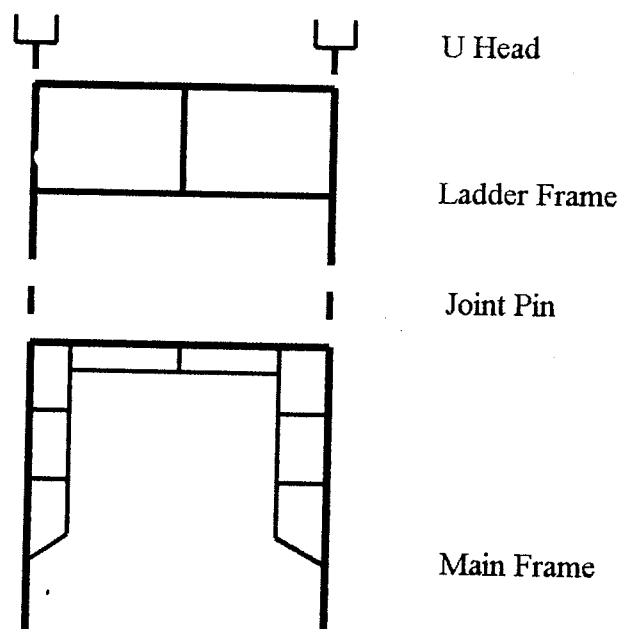
Panjang balok x berat balok \leq daya dukung scaff. / SF

0,9145 m x 2,3 t/m = 2,1034 ton < 8,16 ton / 1,92 = 4,25 ton ----- aman

Panjang total balok BC 1 = 12 m, sehingga diperlukan :

12 m / 0,9145 m = 13,122 dipakai 14 *scaffolding*.

Untuk memenuhi ketinggiannya maka *scaffolding*, disusun seperti gambar 4. 7.



Gambar 4. 7. Pemasangan Scaffolding Arah Vertikal Untuk Balok Induk

Jadi Kebutuhan *Scaffolding* dan komponen pendukungnya adalah :

- Jumlah *Main Frame* MF 1217 = 14 x jumlah balok BC 1

$$= 14 \times 6 = 84 \text{ Main Frame}$$
 setiap jarak 0,9145 m
- Jumlah *Ladder Frame* LF 1209 sama dengan jumlah *Main Frame* = 84
Ladder Frame
- *U-Head* sebanyak = 2 x 84 = 168 buah
- *Cross brace* CB 220 untuk *main frame* sebanyak $(84 - 2) \times 2 = 164$ buah
- *Cross brace* CB 90 untuk *ladder frame* sebanyak $(84 - 2) \times 2 = 164$ buah
- *Joint pin* sebanyak 168 buah.

* Balok Anak BC 2

Beban – beban yang bekerja :

- Berat sendiri balok = q balok = Dimensi x γ

$$= 0,25 \times 0,4 \times 2400$$

$$= 240 \text{ kg / m}^2 = 2,4 \text{ kN/m}^2$$

- Momen distribusi dari plat

$$M1 = M2 = 0,0417 \cdot q_u \text{ plat} \cdot L^2$$

$$= 0,0417 \times 6,48 \times 3^2 = 7,3 \text{ kNm.}$$

$$M \text{ total} = 2 \times 7,3 = 14,6 \text{ kNm}$$

$$q \text{ ekuivalen} = \frac{8.M \text{ total}}{L^2} = \frac{8 \times 14,6}{(3)^2} = 12,98 \text{ kN/m}$$

$$\begin{aligned} *q \text{ total} &= q \text{ ek.} + q \text{ balok} \\ &= 12,98 + 2,4 = 15,38 \text{ kN/m} \end{aligned}$$

Beban akibat persiapan untuk pelaksanaan pekerjaan selanjutnya perlu ditambahkan beban seberat 10% dari beban rencana sehingga beban yang harus ditahan = .q total + (q total x 10%)

$$15,38 + (15,38 \times 10\%) = 16,92 \text{ kN/m} = 1,69 \text{ ton / m}$$

Pemasangan *scaffolding* dilapangan menggunakan *Cross brace* tipe CB 220 yang mempunyai panjang 1,829 m. Untuk balok anak, jarak antar *scaffolding* adalah 1,829 m atau dipasang dengan cara engkel.

Cek kekuatan :

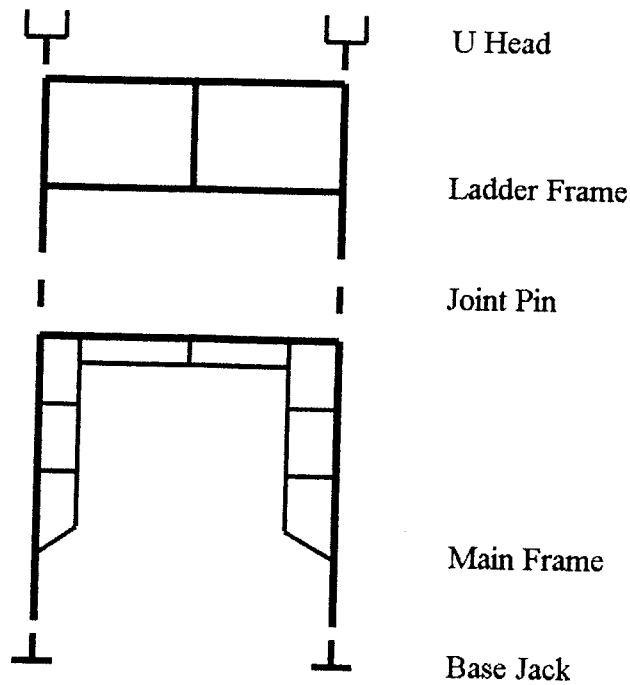
Panjang balok x berat balok \leq daya dukung scaff. / SF

$$1,829 \text{ m} \times 1,69 \text{ t/m} = 3,09 \text{ ton} < 8,16 \text{ ton} / 1,92 = 4,25 \text{ ton} \text{ ----- aman}$$

Panjang total balok BC 2 = 12 m, sehingga diperlukan :

$$12 \text{ m} / 1,829 \text{ m} = 6,561 \text{ ' dipakai } 7 \text{ scaffolding.}$$

Untuk memenuhi ketinggiannya maka *scaffolding*, disusun seperti gambar 4. 8.



Gambar 4. 8. Pemasangan Scaffolding Arah Vertikal Untuk Balok Anak.

Jadi Kebutuhan *Scaffolding* dan komponen pendukungnya adalah :

- Jumlah *Main Frame* MF 1217 = 7 x jumlah balok BC 2
 $= 7 \times 6 = 42$ *Main Frame* setiap jarak 1,829 m
- Jumlah *Ladder Frame* LF 1209 sama dengan jumlah *Main Frame* = 42
Ladder Frame
- *U-Head* sebanyak $= 2 \times 42 = 84$ buah
- *Cross brace* CB 220 untuk *main frame* sebanyak $(42 - 2) \times 2 = 80$ buah
- *Cross brace* CB 90 untuk *ladder frame* sebanyak $(42 - 2) \times 2 = 80$ buah
- *Joint pin* sebanyak 84 buah.

Selanjutnya kebutuhan *scaffolding* untuk balok dapat dilihat pada tabel 4. 8.

Jadi jumlah kebutuhan *scaffolding* untuk balok adalah :

- Jumlah *Main Frame* MF 1217; 351 buah
- Jumlah *Ladder Frame* LF 1209 ; 351 buah.
- *U-Head* sebanyak 702 buah
- *Base Jack* sebanyak 462 buah
- *Cross brace* CB 220 untuk *main frame* sebanyak = 624 buah
- *Cross brace* CB 90 untuk *ladder frame* sebanyak = 624 buah
- *Joint pin* sebanyak 702 buah.

Dari beberapa uraian diatas didapatkan kebutuhan *scaffolding* untuk pelaksanaan pekerjaan pengecoran pada Proyek Kampus Terpadu UII Unit 7 Blok C lantai 1 sebagai berikut :

Tabel 4. 8. Perhitungan Kebutuhan Scaffolding Untuk Balok Pada Proyek Kampus Terpadu UII Unit 7 Blok C Lt. 1

BALOK	L (m)	Banyaknya	jarak	Jml. Scaff	dipake	Jrnl. scaff	keb CB scaff	keb.JP	keb.Uhead	Keb. BJ	Keb.ladder	keb.CB ladder
BC1	12	6 Double	0.91415	13.127	14	84	166	168	168	0	84	166
BC2	12	6 engkel	1.829	6.561	7	42	84	84	84	84	42	84
BC3	2.5	6 engkel	1.829	1.3669	2	12	24	24	24	24	12	24
BC4	2.5	1 engkel	1.829	1.3669	2	2	4	4	4	4	2	4
BC5	4.6	2 double	0.91415	5.032	6	12	22	24	24	0	12	22
BC6	2.8	2 double	0.91415	3.063	4	8	14	16	16	0	8	14
BC7	2.8	2 double	0.91415	3.063	4	8	14	16	16	0	8	14
BC8	2.8	2 engkel	1.829	1.5309	2	4	6	8	8	8	4	6
BC9	2.5	1 engkel	1.829	1.3669	2	2	2	4	4	4	2	2
BC10	3.05	2 engkel	1.829	1.6676	2	4	6	8	8	8	4	6
BC11	3.75	2 engkel	1.829	2.0503	3	6	10	12	12	12	6	10
BC12	2.8	2 engkel	1.829	1.5309	2	4	6	8	8	8	4	6
BC13	3	1 engkel	1.829	1.6402	2	2	2	4	4	4	2	2
BC14	3	1 engkel	1.829	1.6402	2	2	2	4	4	4	2	2
BC15	15	1 engkel	1.829	8.2012	9	9	16	18	18	18	9	16
BC16	3	1 double	0.91415	3.2817	4	4	6	8	8	0	4	6
BC17	3	1 double	0.91415	3.2817	4	4	6	8	8	0	4	6
BC20	3	1 engkel	1.829	1.6402	2	2	2	4	4	4	2	2
BC21	6	1 engkel	1.829	3.2805	4	4	6	8	8	8	4	6
BC22	3.55	1 engkel	1.829	1.941	2	2	2	4	4	4	2	2
BC23	3.55	1 engkel	1.829	1.941	2	2	2	4	4	4	2	2
BC24	3.5	2 engkel	1.829	1.9136	2	4	6	8	8	8	4	6
BC25	3.5	2 engkel	1.829	1.9136	2	4	6	8	8	8	4	6
BC26	3.5	2 engkel	1.829	1.9136	2	4	6	8	8	8	4	6
BC27	3.5	2 engkel	1.829	1.9136	2	4	6	8	8	8	4	6
BC28	3	2 engkel	1.829	1.6402	2	4	6	8	8	8	4	6
BC29	6	6 engkel	1.829	3.2805	4	24	46	48	48	48	24	46
BC30	6	6 engkel	1.829	3.2805	4	24	46	48	48	48	24	46
BC31	14	3 engkel	1.829	7.6545	4	12	20	24	24	24	12	20
BC32a	3	2 engkel	1.829	1.6402	2	4	6	8	8	8	4	6
b	3	2 engkel	1.829	1.6402	2	4	6	8	8	8	4	6
BC33	6	5 engkel	1.829	3.2805	4	20	38	40	40	40	20	38
BC34	3	1 engkel	1.829	1.6402	2	2	2	4	4	4	2	2

- Jumlah *Main Frame* MF 1217: 663 buah
- Jumlah *Ladder Frame* LF 1209 : 351 buah.
- *U-Head* sebanyak 1014 buah
- *Base Jack* sebanyak 774 buah
- *Cross brace* CB 220 untuk *main frame* sebanyak 1264 buah
- *Cross brace* CB 90 untuk *ladder frame* sebanyak 624 buah
- *Joint pin* sebanyak 1014 buah.

4. 6 Perbandingan Biaya

Biaya total pemakaian Perancah Mini Tower adalah :

a..Berdasarkan Perancah MT hasil uji lab.

Tabel 4. 9. Biaya Pemakaian Perancah MT Hasil Uji berdasarkan gambar rencana Proyek Kampus Terpadu UII Unit 7 Blok C Lt. 1 (1 lantai)

Tipe	Harga / pes (Rp)	Jumlah	Harga total (Rp)
Frame	24.231	2034	49.285.854,-
Dudukan U Head	5.874,23	678	3.982.727,94
U head	65.500	678	44.409.000,-
Brace	15.416,67	6708	103.415.022,4
			Biaya total Rp. 201.092.604,3

b..Berdasarkan Perancah MT ideal (hitungan teori)

Tabel 4. 10. Biaya Pemakaian Perancah MT Ideal berdasarkan gambar rencana Proyek Kampus Terpadu UII Unit 7 Blok C Lt. 1 (1 lantai)

Tipe	Harga / pes (Rp)	Jumlah	Harga total (Rp)
Frame	24.231	2034	49.285.854,-
Dudukan U Head	5.874,23	678	3.982.727,94
U head	65.500	678	44.409.000,-
Brace	15.416,67	6708	103.415.022,4
			Biaya total Rp. 201.092.604,3

Biaya total pemakaian *scaffolding* untuk Proyek Kampus Terpadu UII unit 7 Blok C lantai 1 adalah :

Tabel 4. 11. Biaya Pemakaian Scaffolding Dan Komponen Pendukungnya Pada Proyek Kampus Terpadu UII Unit 7 Blok C L1, 1

Tipe	Jumlah	Harga	Total	Harga	Total
	h	baru (Rp)	1000 (Rp)	lama	1000 (Rp)
Main frame MF 1217	662	96,700	64.015,8	135,600	89.752,8
Ladder frame LF 1209	351	81,100	28.465,1	60,600	23.376,6
Cross brace CB 220	1264	75,700	95.684,8	48,300	87.352
Cross brace CF 300	134	70,100	13.713,4	38,200	12.528
Clamp	7114	11,200	79.664,8	12,300	12.138
U-bol	6074	65,800	60.117	32,500	35.997
base jack	774	65,500	50.697	35,500	27.477
HARGA TOTAL			363.654,7		235.497,8

Perbandingan biaya pemakaian perancah MF dan scaffolding pada plat dan balok pada proyek Kampus Terpadu UII unit 7 blok C lantai 1 (1 lantai).

Tabel 4. 12. Perbandingan Biaya Pemakaian Perancah Mini Tower dan Scaffolding berdasarkan gambar rencana proyek Kampus Terpadu UII unit 7 blok C lantai 1 (1 lantai).

Perancah MT	Perancah MT	Scaffolding	
		Baru	Bekas
Hasil Uji	Ideal (Teori)		
Rp. 201.092.604,3	Rp. 201.092.604,3	Rp. 363.654.700,-	Rp. 235.497.800,-

BAB V

PEMBAHASAN

5. 1. DAYA DUKUNG PERANCAH MT

5. 1. 1. Perbandingan Antara Perhitungan Daya Dukung Perancah Mini Tower (ideal) Dengan Perhitungan Daya Dukung Benda Uji

Perancah MT (ideal) adalah perancah MT sesungguhnya yang mempunyai daya dukung hasil perhitungan teori. Sedangkan benda uji adalah model skala dari perancah MT (ideal) ini.

Dari hasil iterasi nilai kelangsingan (sub. Bab. 3. 7. 2. didapatkan $\lambda = 26,19077$) dihitung Pkr (daya dukung) Perancah MT = 14,062 ton.

Selanjutnya dibuat benda uji yang mengacu kepada nilai kelangsingan Perancah MT = 26,19077. Berdasarkan nilai kelangsingan tersebut dilakukan iterasi untuk mendapatkan dimensi Perancah MT yang lebih kecil (benda uji). Kemudian didapatkan dimensi benda uji dengan tinggi 900 mm; lebar 81,8 mm; \emptyset tul. Adalah 6 mm (tul. Utama, diagonal, dan horisontal). Selanjutnya dihitung daya dukung benda uji, didapatkan Pkr = 6,04 ton.

Seperti yang sudah terdapat pada sub. Bab. 4. 1.2. bahwa perbandingan antara benda uji dengan perancah MT adalah = 1 : 2,328

Perbandingan tersebut akan memudahkan dalam menentukan daya dukung Perancah MT sesungguhnya setelah pengujian di laboratorium.

Setelah proses pengujian dilaboratorium diketahui bahwa daya dukung benda uji adalah 1,57575 ton berbeda jauh dengan perhitungan daya dukung benda uji teori = 6,04 ton.

Hal ini terjadi akibat :

- Pembuatan benda uji yang kurang teliti dan rapi terlihat dengan adanya ukuran panjang batang penyusun yang tidak sesuai dengan rencana, seperti benda uji nomor 2 dan 4.
- Ada bagian batang penyusun yang berubah bentuk (diameter mengecil) akibat terkena gerinda yang ditujukan untuk merapikan bagian yang dilas seperti benda uji nomor 1 dan 3.
- Kesulitan dalam pemasangan benda uji pada *loading frame* agar benar – benar tegak lurus dengan landasan *loading frame* dan segaris dengan *hidraulik jack* akibat *transducer* yang selalu bergerak ke segala arah karena sifatnya yang berfungsi sebagai sendi.
- Asumsi awal kerusakan yang terjadi hanya *total buckling* saja, tetapi ternyata setelah uji terjadi *local buckling* yang lebih dominan, sehingga asumsi awal tersebut berubah.
- Perubahan asumsi ini juga diikuti dengan perubahan perhitungan daya dukung benda uji teori menjadi 2,576 ton. Asumsi awal didapatkan dari penggunaan rumus Euler karena terpenuhinya syarat $KL/r > C_c$ (elastis). Terjadinya *local buckling* merupakan indikasi terjadinya

perubahan perilaku ujung – ujung benda uji (factor K). Semula $K = 2$ dengan anggapan jepit – bebas, tetapi pada prakteknya berubah menjadi jepit – sendi ($K=0,7$) atau jepit – jepit ($K = 0,65$).

- Dengan berubahnya nilai factor K mengakibatkan $KL/r < C_c$ atau menjadi inelastic. Maka digunakan rumus perhitungan kolom inelastic.

Setelah perhitungan ulang terhadap benda uji didapatkan P_{kr} benda uji = 2,576 ton. Skala pembebanan menjadi ;

$$\begin{aligned} \text{Benda uji : perancah MT} &= 2,576 : 14,062 \\ &= 1 : 5,4589 \end{aligned}$$

Sementara pencapaian daya dukung hasil uji terhadap hitungan teorinya sebesar 61,17 %.

5. 1. 2. Perbandingan Antara Perhitungan Daya Dukung Perancah MT (ideal)

Dengan Perancah MT Hasil Uji

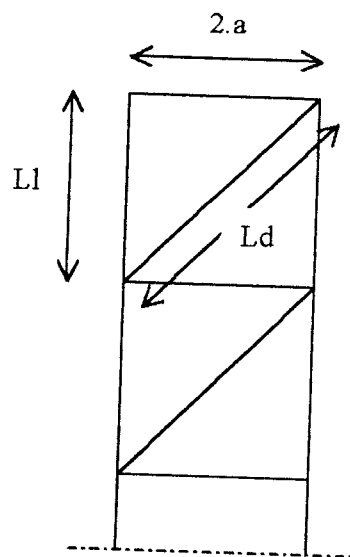
Perancah MT hasil uji adalah perancah MT yang mempunyai daya dukung berdasarkan perhitungan dari hasil pengujian benda uji dengan perbandingan skala. Perancah MT hasil uji ini merupakan perancah MT yang sesungguhnya dan daya dukungnya menjadi acuan dalam perhitungan selanjutnya.

Untuk *safety factor* dipakai 1,92 (sub. Bab. 4. 4.) sehingga daya dukung Perancah MT teori (ideal) menjadi :

$$\begin{aligned} \text{Besar daya dukung Perancah MT} &= 14,062 \text{ ton} / 1,92 \\ &= \underline{\underline{7,324 \text{ ton.}}} \end{aligned}$$

Jadi secara teori Perancah MT akan mampu menahan beban sebesar 7,324 ton dengan spesifikasi sebagai berikut :

- A Dipakai \varnothing 12 mm
- Ad Dipakai \varnothing 5 mm.
- Ab Dipakai \varnothing 5 mm.
- L₁ 300 mm
- .a 150 mm



Gambar 5. 1. Sketsa Perancah Mini Tower

Hasil pengujian menunjukkan bahwa daya dukung benda uji adalah 1,57575T. Skala pembebanan adalah 1 : 5,4589 sehingga Perancah MT hasil uji mempunyai daya dukung sebesar $= 1,57575 \times 5,4589 = 8,6$ T.

Safety factor dipakai 1,92 sehingga :

Daya dukung Perancah MT $= 8,6 / 1,92 = 4,479$ ton.

Daya dukung perancah MT hasil uji dari laboratorium ini ternyata melebihi target rencana beban sebesar 1,725 ton untuk jarak pemasangan antar perancah 1,5 m menggunakan balok kayu penyangga 8/12 meranti.

Agar Perancah MT ini benar – benar efektif dan efisien maka besarnya beban dan besar daya dukung Perancah MT harus sama yaitu 4,479 ton. Sehingga untuk memenuhi hal tersebut Perancah MT harus dipasang pada jarak :

$$\begin{aligned} & \frac{\text{Daya dukung perancah MT}}{\text{beban rencana per. M}} \\ & 4,479 / 1,15 = 3,895 \text{ m.} \end{aligned}$$

Dengan kata lain bahwa Perancah MT akan bekerja dengan aman mendukung beban sebesar 4,479 ton untuk jarak pemasangan antar perancah sebesar 3,895 m.

Perubahan jarak pemasangan perancah MT ini tentu saja berpengaruh terhadap penggunaan balok penyangga 8/12 meranti. Diperlukan perhitungan ulang terhadap penggunaannya dengan mengganti jenis kayu yang mempunyai kelas kuat lebih tinggi, atau memperbesar dimensinya (didobel) atau mengganti balok penyangga dengan system balok girder. Untuk itu diperlukan perhatian tersendiri dalam perhitungannya.

5. 1. 3. Beberapa Alternatif Jarak Pemasangan Perancah MT

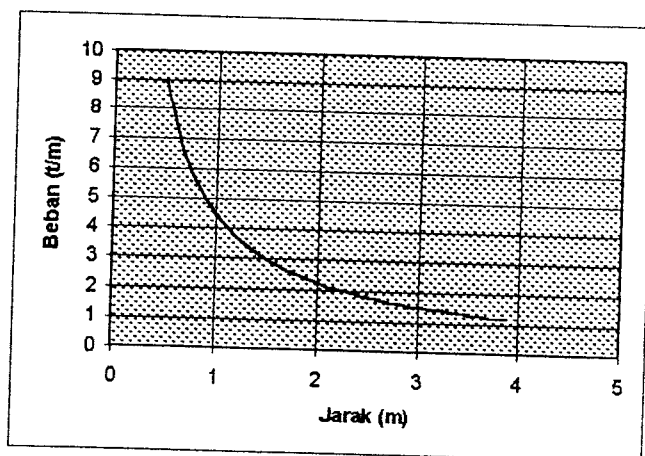
Dari perhitungan sub. Bab 4. 4. Perancah Mini Tower mempunyai daya dukung sebesar 4,479 ton dengan jarak antar perancah adalah 3,895m. Selanjutnya beberapa alternatif jarak untuk pemasangan perancah MT dengan penyambungan

vertikal sebanyak tiga *frame* atau tinggi 2,7 m dengan pembebanan 1,15 ton/m (sub. Bab. 3. 7. 2.) secara aman disajikan berikut ini :

Tabel 5. 1. Beberapa Variasi Jarak Pemasangan Perancah Mini Tower

no.	Tinggi	Jarak	beban (t/m)
1	2.7	0.5	8.958
2	2.7	0.7	6.3985714
3	2.7	0.9	4.9766667
4	2.7	1.1	4.0718182
5	2.7	1.3	3.4453846
6	2.7	1.5	2.986
7	2.7	1.7	2.6347059
8	2.7	1.9	2.3573684
9	2.7	2.1	2.1328571
10	2.7	2.3	1.9473913
11	2.7	2.5	1.7916
12	2.7	2.7	1.6588889
13	2.7	2.9	1.5444828
14	2.7	3.1	1.4448387
15	2.7	3.3	1.3572727
16	2.7	3.5	1.2797143
17	2.7	3.7	1.2105405
18	2.7	3.895	1.1499358

Daya dukung MT =
4,479



Gambar 5. 2. Grafik Daya Dukung Perancah MT Untuk Beberapa Variasi Jarak

Bila jarak perancah diperkecil maka kemampuan daya dukungnya akan semakin besar.

5.2. PERBANDINGAN PEMALIHAN PERANGKAT MITI LOWER TOWER SCAFFOLDING

5.2.1. Biaya

Dibawah ini adalah perbandingan biaya antara cara Perancah Mini Tower yang dapat berdiri sendiri dengan satu unit *scaffolding* untuk ketinggian sama untuk kondisi harga baru.

Scaffolding	Harga (Rp)	Perancah MIT ideal	Harga (Rp)
2 Main Frame	193.200	4 x 3 Frame MIT	290.772
2 Ladder Frame	162.200		
2 Cross brace CB220	151.400	8 Brace datar	125.333,36
2 Cross brace CB90	140.200	4 Dudukan U head	23.496,92
4 Joint pin	57.600	4 Uhead	262.000
4 U Head	262.000		
4 Base Jack	262.000		
Harga Total	Rp. 1.228.000	Harga Total	Rp. 620.642,52
Daya dukung total	16 ton	Daya dukung total	50,247 ton

Tabel diatas menunjukkan perbedaan yang cukup mencelek antara keduanya sehingga sudah dapat diperkirakan kalau Perancah MIT akan lebih murah dalam penggunaannya.

Selanjutnya dibawah ini adalah perbandingan biaya pemakaian scaffolding dan perancah MIT yang diterapkan pada Proyek Kampus Terpadu UI Unit 7 Blok C lantai 1,

Perancah MIT	Perancah MIT	Scaffolding	
Hasil	Ideal	Baru	Ekar
Uji	(Teori)		
Rp. 201.092.604,3	Rp. 201.092.604,5	Rp. 363.054.700,-	Rp. 235.197.500,-

Biaya penggunaan *scaffolding* baik yang baru maupun yang bekas hampir dua kali lipat dari biaya penggunaan perancah MT. Besarnya biaya penggunaan *scaffolding* diakibatkan kurangnya daya dukung *main frame* yang berpengaruh pada jumlah penggunaan *main frame* tersebut.

Terlihat bahwa biaya pemakaian Perancah MT hasil uji maupun Perancah MT ideal adalah sama besar. Hal ini terjadi karena pemasangan Perancah MT dilapangan harus saling terkait satu sama lain agar tercipta stabilitas sendiri, sehingga ada suatu batas minimal jumlah pemasangan Perancah MT dilapangan. Misalnya untuk plat minimal terdiri dari 4 buah Perancah MT walaupun 2 buah Perancah MT sudah dapat memenuhi syarat daya dukung.

5.2.2. Banyaknya Komponen

Dalam pemasangan *scaffolding* maupun Perancah MT harus diikuti oleh komponen – komponen lain yang mendukung kerjanya. Dapat dilihat dibawah ini jenis komponen apa saja yang diperlukan.

Tabel 5. 2. Perbandingan Komponen Pendukung Scaffolding Dan Perancah MT

	Scaffolding	Perancah MT
Komponen Utama	Main Frame Ladder Frame	Frame MT
Komponen Pendukung	Cross brace Joint pin U Head Base Jack Pipe support	Brace datar Dudukan U head Uhead

Terlihat bahwa untuk komponen utama, Perancah MT cukup dengan satu jenis frame saja (dapat dikembangkan untuk jenis frame lain) sedangkan *scaffolding* membutuhkan dua jenis frame. Untuk komponen pendukung Perancah MT dirancang seminim mungkin, dengan harapan biaya pengadaannya menjadi lebih sedikit.

Disamping itu semakin sedikit macam komponennya maka pemasangan dilapangan menjadi lebih cepat. Perancah MT hanya perlu dilepas brace dan U-head saja bila akan dipindah dan digunakan untuk pekerjaan lain yang tipikal. Hal ini dapat terlaksana karena bentuk perancah MT (untuk Proyek kampus terpadu UII Unit 7 memerlukan 3 frame bersambungan) cukup ramping sehingga tidak perlu membongkar per bagian frame.

Antar frame Perancah MT dapat disambung tanpa memerlukan joint pin karena kedua ujung frame dirancang untuk dapat saling berhubungan dengan pas. Dengan kata lain perancah MT memiliki Joint pin yang menyatu dengan frame-nya.

Cross brace untuk *scaffolding* mempunyai bermacam – macam tipe, sehingga untuk jarak pemasangan *main frame* yang berbeda membutuhkan tipe *cross brace* yang berbeda. Perancah MT menggunakan brace datar yang dapat diatur panjangnya, untuk penelitian ini mempunyai panjang maksimum 3,895 m.

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 KESIMPULAN

Beberapa kesimpulan yang dapat diambil ini adalah :

1. Perancah Mini Tower ideal memiliki daya dukung 14,062 ton dan benda uji nya memiliki daya dukung 6,04 ton, sehingga perbandingan benda uji dengan perancah MT adalah $\gamma = 1 - 2,328$.

Setelah pengujian tekan statis ternyata benda uji hanya memiliki daya dukung 1,57575 ton karena terjadi kerusakan diluar rencana. Awalnya awal akan terjadi *total buckling* saja, tetapi ternyata terjadi *local buckling* juga. Terjadinya *local buckling* menyebabkan perubahan perhitungan daya dukung benda uji menjadi 2,576 ton. Perbandingan benda uji dengan perancah MT menjadi $\gamma = 1 - 3,45831$.

2. Dari perbandingan tersebut didapatkan daya dukung perancah MT hasil uji = 8,6 ton. Dikukai SF = 1,92 sehingga daya dukung perancah MT menjadi 1,479 ton dengan jarak pemasangan antar perancah adalah 3,395 m.

Sementara itu diketahui bahwa balok penyangga menggunakan kayu meranti 8x12 yang hanya mampu melayani jarak pemasangan sampai dengan 1,5 m saja, sehingga bila jarak pemasangan lebih besar dari 1,5 m diperlukan perhitungan ulang terhadap balok penyangga.

BAB V

PEMBAHASAN

5. 1. DAYA DUKUNG PERANCAH MT

5. 1. 1. Perbandingan Antara Perhitungan Daya Dukung Perancah Mini Tower (ideal) Dengan Perhitungan Daya Dukung Benda Uji

Perancah MT (ideal) adalah perancah MT sesungguhnya yang mempunyai daya dukung hasil perhitungan teori. Sedangkan benda uji adalah model skala dari perancah MT (ideal) ini.

Dari hasil iterasi nilai kelangsingan (sub. Bab. 3. 7. 2. didapatkan $\lambda = 26,19077$) dihitung Pkr (daya dukung) Perancah MT = 14,062 ton.

Selanjutnya dibuat benda uji yang mengacu kepada nilai kelangsingan Perancah MT = 26,19077. Berdasarkan nilai kelangsingan tersebut dilakukan iterasi untuk mendapatkan dimensi Perancah MT yang lebih kecil (benda uji). Kemudian didapatkan dimensi benda uji dengan tinggi 900 mm; lebar 81,8 mm; \emptyset tul. Adalah 6 mm (tul. Utama, diagonal, dan horisontal). Selanjutnya dihitung daya dukung benda uji, didapatkan Pkr = 6,04 ton.

Seperti yang sudah terdapat pada sub. Bab. 4. 1.2. bahwa perbandingan antara benda uji dengan perancah MT adalah = 1 : 2,328

BC35a	3	2	engkel	1.829	1.6402	2	4	6	8	8	8	4	6
b	3	2	engkel	1.829	1.6402	2	4	6	8	8	8	4	6
BC36	6	1	engkel	1.829	3.2805	4	4	6	8	8	8	4	6
BC37	3	1	engkel	1.829	1.6402	2	2	2	4	4	4	2	2
BC38	3	1	engkel	1.829	1.6402	2	2	2	4	4	4	2	2
BC39	3	1	engkel	1.829	1.6402	2	2	2	4	4	4	2	2
BC40	3	1	engkel	1.829	1.6402	2	2	2	4	4	4	2	2
BC41	3	1	engkel	1.829	1.6402	2	2	2	4	4	4	2	2
TOTAL													
							351	624	702	462	351	624	

3. Brace datar yang digunakan pada perancah Mini Tower dapat diatur panjang pendeknya sesuai kebutuhan dan beban yang akan didukung. Untuk penelitian ini ditetapkan jarak maksimal antar perancah MT adalah 3,8925 m dengan beban 1,15 ton per meter.
4. Perancah Mini Tower ideal dan Perancah Mini Tower hasil uji ternyata lebih murah dalam penggunaannya dibanding *scaffolding*. Hal ini dipengaruhi oleh daya dukung Perancah MT ideal yang lebih besar dan jumlah komponen pendukung yang sedikit.
Selain itu harga satu "unit" Perancah MT lebih rendah dibanding harga satu unit *scaffolding* sehingga apabila digunakan dalam suatu proyek maka harga bel Perancah MT akan lebih murah.
5. Jumlah komponen pendukung *scaffolding* lebih banyak dari komponen pendukung perancah MT. Secara teori bongkar pasang perancah Mini Tower akan lebih mudah dan lebih cepat dibanding dengan *scaffolding*, apalagi untuk bentuk - bentuk tipikal.
6. Terdapat beberapa kelemahan yang perlu dikaji lebih lanjut terkait dengan cara pemasangan, fungsi atau kegunaan, dan ketinggian Perancah MT.

6.2 SARAN

- Pengujian terhadap Perancah MT akan lebih mudah dilaksanakan dan mendekati keadaan sesungguhnya jika benda uji menggunakan skala 1 : 1.

- Dapat dilakukan penelitian lebih lanjut terhadap cara pasang perancah MT dilapangan dan konstruksi bekistingnya sehingga pada nantinya nanti akan didapatkan suatu jenis konstruksi bekisting yang menyata dengan perancah MT.
- Masih banyak alternatif cara pemasangan Perancah MT ini yang belum tergar. Demikian pula dengan bentuk maupun tipe – tipenya. Misalnya dengan merubah tinggi I frame Perancah MT menjadi lebih panjang, sehingga alternatif pemasangan semakin banyak dan kemungkinan efisiensi pekerjaan bekisting semakin tinggi.
- Fungsi Perancah Mini Tower dapat dikembangkan sehingga tidak terbatas hanya sebagai perancah pekerjaan beton saja. Tidak seperti *scaffolding* yang multifungsi Perancah Mini Tower hanya berfungsi sebagai perancah saja pada pekerjaan beton, tetapi tidak menutup kemungkinan untuk dilakukan penelitian lebih lanjut terhadap fungsi – fungsi yang lain misalnya sebagai penyangga, tangga, dll.
- Pada penelitian ini Perancah Mini Tower diarahkan untuk mendukung beban dengan ketinggian maksimal tiga meter. Untuk ketinggian yang lebih dari tiga meter diperlukan pengujian lebih lanjut terhadap daya dukungnya.

DAFTAR PUSTAKA

- _____, 1992, *Laporan Pengujian Tekan Statis Terhadap Benda Uji Frame Scaffolding dan Pipa Support*, BPP Teknologi, Jakarta Pusat.
- _____, 1991, *Bahan Kuliah Struktur Baja I*, Padosbajayo, Yogyakarta.
- Gideon K, Kole P, Sagel R, 1993, *Pedoman Pengerjaan Beton Seri 2*, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Peurifoy, R. L, PE, 1976, *Formwork for Concrete Structure*, Mc Graw – Hill Book Company, New York.
- Sushil Kumar, May 1994, *Building Construction*, Standard Publisher Distributor, New Delhi.
- Total Bangun Persada, 1996, *Metode Konstruksi Scaffolding Dan Girder Balok*, Total BP.
- Team Engineering Beton Perkasa, 1996, *Pedoman Perencanaan Dan Pelaksanaan Bekisting*, PT Pola Beton Konstruksi Perkasa.
- Wigbout F, 1992, *Buku Pedoman Tentang Bekisting (Kotak Cetak)*, Penerbit Erlangga, Jakarta.

LAMPIRAN

lampiran 1. Daftar harga komponen perancah Proyek Kampus Terpadu UII unit 7

DAFTAR HARGA KOMPONEN PERANCAH PROYEK
PEMBANGUNAN KAMPUS TERPADU UII UNIT VII

No	Jenis	Tipe	jumlah	Harga (Rp.)	Keterangan
1	Main frame	MF-1217	2		
2	Cross brace	CB 220	2		
3	Joint pin	-	4		
				90.000	1 set, bekas
4	Ladder frame	LD - 1209	2		
5	Cross brace	CB - 90	2		
6	Joint pin	-	4		
				82.500	1 set, bekas
7	Head jack	HJ - 60	1	13.000	bekas
8	Base jack	BJ - 60	1	13.000	bekas
9	Coupler	-	1	7500	bekas
10	Pipe support	-	1	35.000	bekas
11	Pipa Galvanis	-	1	90.000	-

Harga tersebut diatas termasuk biaya perawatan.

**PROYEK KAMPUS TERPADU
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
UNIT VII
JL. KALIURANG KM 14.4 YOGYAKARTA**

Beton

**PT BETON
PERKASA
WIJAKSANA**

Jl. Penjernihan No.40 Jakarta 10210 INDONESIA
Ph. (62-21) 571 2644 (Hunting 10 line)
Fax : (62-21) 571 2633 - 573 8564

DATE : 18-Mar

"PRICE LIST BETON "1998"

No:	Description:	Dimension (MM)	Art No:	Unit	Unit Sales Price (Rp)	Unit Rent Price (Rp/M)
HORY FRAME SCAFFOLDING :						
1	MAIN FRAME 190	1219 x 1930	MF-1219	Pcs	98,760	3,
2	MAIN FRAME 170	1219 x 1700	MF-1217	Pcs	87,500	3,
3	MAIN FRAME 150	1219 x 1512	MF-1215	Pcs	86,260	3,
4	LADDER FRAME 120	1219 x 1200	LF-1212	Pcs	76,260	2,
5	LADDER FRAME 90	1219 x 914	LF-1209	Pcs	64,260	2,
6	LADDER FRAME 49	1219 x 490	MF-1205	Pcs	57,500	2,
7	BEAM FRAME 50	1219 x 500	BF-1205	Pcs	63,760	2,
8	COMPACT FRAME 76	762 x 1700	CF-0717	Pcs	75,000	
9	COMPACT FRAME 61	610 x 1700	CF-0617	Pcs	62,500	
10	HORIZONTAL FRAME 105	1050 x 1829	HF-1018	Pcs	87,500	4,
11	HORIZONTAL FRAME 75	745 x 1829	HF-0718	Pcs	80,000	4,
12	CAT WALK	500 x 1829	CW-0518	Pcs	137,500	6,
13	STAIRS 65	650 x 1829	SF-0618	Pcs	562,500	28,
14	STAIRS 45	450 x 1829	SF-0418	Pcs	462,500	23,
15	BASE JACK 40	400	BJ-40	Pcs	33,760	1,
16	BASE JACK 60	600	BJ-60	Pcs	43,760	2,
17	HEAD JACK 40	400	HJ-40	Pcs	38,760	1,
18	HEAD JACK 60	600	HJ-60	Pcs	48,760	2,
19	BASE PLATE 42		BP-42	Pcs	13,760	
20	HEAD PLATE 42		HP-42	Pcs	16,260	
21	JOINT PIN 42		JP-42	Pcs	7,000	
22	WALL TIE		WT-40	Pcs	47,500	
23	ARMLOCK 332		AL-33	Pcs	6,500	
24	ARMLOCK 508		AL-51	Pcs	6,500	
25	ARMLOCK 739		AL-74	Pcs	6,500	
26	CROSS BRACE 220	1219 x 1829	CB-1218	Pcs	27,000	1,
27	CROSS BRACE 195	1219 x 1524	CB-1215	Pcs	27,000	1,
28	CROSS BRACE 172	1219 x 1219	CB-1212	Pcs	27,000	1,
29	CROSS BRACE 205	914 x 1829	CB-0918	Pcs	27,000	1,
30	CROSS BRACE 178	914 x 1524	CB-0915	Pcs	27,000	1,
31	CROSS BRACE 152	914 x 1219	CB-0912	Pcs	27,000	1,
32	CROSS BRACE 193	610 x 1829	CB-0618	Pcs	27,000	1,
33	CROSS BRACE 164	610 x 1524	CB-0615	Pcs	27,000	1,
34	CROSS BRACE 136	610 x 1219	CB-0612	Pcs	27,000	1,
35	CROSS BRACE 110	610 x 914	CB-0609	Pcs	27,000	1,
36	CROSS BRACE 185	280 x 1829	CB-0318	Pcs	27,000	1,
37	CROSS BRACE 155	280 x 1524	CB-0315	Pcs	27,000	1,

OFFER PRICE SCAFF97 WK4

Handwritten signature and date:
25
3 98



CV. KARUNIA BINTANG TIMUR

NPWP 1 852 100 7 541

PERDAGANGAN UMUM & JASA

NO	NAMA BARANG	UKURAN	BARU/PCS	BEKAS/PCS	SEWA/PCS
1	MAIN FRAME	1,90	Rp. 99.900	Rp. 88.900	Rp. 5.500
2	MAIN FRAME	1,70	Rp. 96.600	Rp. 85.600	Rp. 5.200
3	MAIN FRAME	1,50	Rp. 88.800	Rp. 80.600	Rp. 4.200
4	LEDDER FRAME	0,90	Rp. 81.100	Rp. 66.600	Rp. 5.200
5	LEDDER FRAME	0,50	Rp. 77.700	Rp. 64.400	Rp. 4.200
6	HORIZONTAL FRAME	1,05	Rp. 87.700	Rp. 76.600	Rp. 5.200
7	HORIZONTAL FRAME	0,75	Rp. 82.200	Rp. 70.800	Rp. 4.200
8	CROSS BRACE	2,20	Rp. 75.700	Rp. 45.500	Rp. 4.200
9	CROSS BRACE	1,93	Rp. 73.300	Rp. 42.200	Rp. 3.300
10	CROSS BRACE	1,84	Rp. 70.100	Rp. 35.600	Rp. 3.000
11	JACK BASE	0,60	Rp. 65.500	Rp. 35.500	Rp. 3.300
12	JACK BASE	0,40	Rp. 62.200	Rp. 31.100	Rp. 3.000
13	U HEAD JACK	0,60	Rp. 65.500	Rp. 35.500	Rp. 3.300
14	U HEAD JACK	0,40	Rp. 62.200	Rp. 31.100	Rp. 3.000
15	JOIN PIN	TN-1	Rp. 14.400	Rp. 12.000	Rp. 2.200
16	CLAMP	1 1/4	Rp. 31.100	Rp. 26.000	Rp. 2.200
17	CAT WALK	0,50	Rp. 251.100	Rp. 178.000	Rp. 17.500
18	PIPA SUPPORT	TS-90	Rp. 231.100	Rp. 178.000	Rp. 15.000
19	PIPA SUPPORT	TS-70	Rp. 226.600	Rp. 176.000	Rp. 14.000
20	PIPA STEEL	1 1/2	Rp. 270.000	Rp. 185.000	Rp. 13.500
21	PIPA STEEL	1 1/4	Rp. 230.000	Rp. 170.000	Rp. 12.500
22	SWIVEL CASTOR	" 6 "	Rp. 756.600	Rp. 625.500	Rp. 88.000
23	STAIR	0,45	Rp. 680.800	Rp. 491.100	Rp. 75.000
24	ARM LOCK	0,50	Rp. 21.800	Rp. 15.000	Rp. 3.800
25	BASE PLAT	0,25	Rp. 28.800	Rp. 17.500	Rp. 5.500

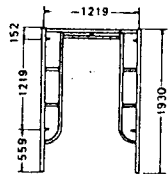
Berlaku Yogyakarta, 02 Januari 2001

- Minimal sewa 1 (satu) bulan .
- Uang jaminan sewa, seharga sewa 6 (enam) bulan atau surat berharga (BPKB) .
- Pengembalian barang terlambat kurang dari 1 (satu) minggu dikenakan biaya sewa harian .
- Terlambat lewat dari 1 (satu) minggu dikenakan biaya seperti semula 1 (satu) bulan .
- Barang yang hilang/rusak dibebankan biaya penggantian kepada penyewa sebesar harga beli bekas ,dengan ketentuan discount yang diberikan tidak sebesar discount sewa .
- Khusus sewa dikenakan biaya mobilisasi, sebesar penyesuaian jauh dekat pengiriman barang (PP) .
- Harga tersebut sewaktu - waktu dapat berubah tanpa pemberitahuan terlebih dahulu .
- Harga tersebut belum termasuk PPN .
- Harga sewa tidak termasuk pemasangan dan pembongkaran Scaffolding .
- Bilamana terjadi hal-hal yang tidak diinginkan (kecelakaan), resiko pihak penyewa .
- Bila pembatalan sewa/beli pihak penyewa dikenakan denda 10% dari harga sewa/beli setelah ada uang DP .
- Setiap ada pemesanan barang harus disertai dengan Surat Pemesanan Barang (PO) .

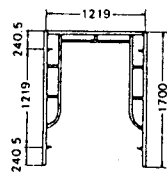
Jl. Ring Road Barat Raya No. 108 (tepi jalan besar) ,Cokrowijayan,Banyuraden,
Gamping, Sleman, Yogyakarta Tlp./Fax. : (0274) 621569, HP 081 2271 7811.

HORY FRAME SCAFFOLDING

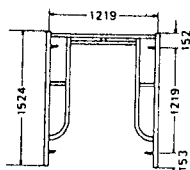
Galvanized!



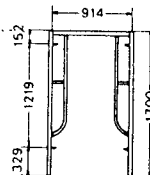
MAIN FRAME MF - 1219



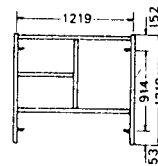
MAIN FRAME MF - 1217



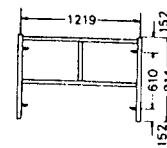
MAIN FRAME MF - 1215



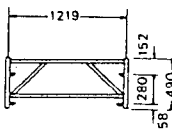
MAIN FRAME MF - 0917



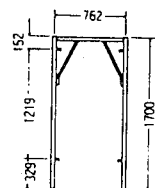
LADDER FRAME LF - 1212



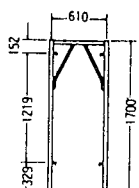
LADDER FRAME LF - 1209



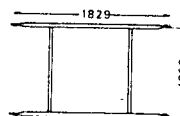
LADDER FRAME LF - 1205



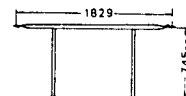
COMPACT FRAME CF - 0717



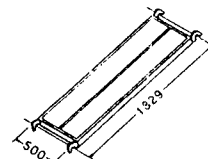
COMPACT FRAME CF - 0617



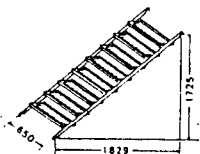
HOR. FRAME HF - 1018



HOR. FRAME HF - 0718



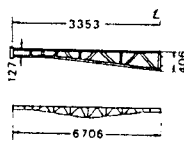
CAT WALK CW - 0518



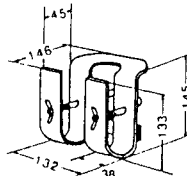
STAIR FRAME SF - 0618



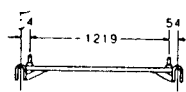
STAIR FRAME SF - 0418



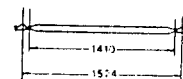
TRUSS FRAME TF - 0467



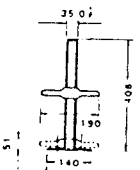
TRUSS HANGER TH - 1313



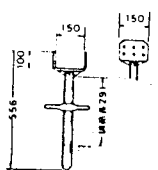
TRUSS GRID TG - 12



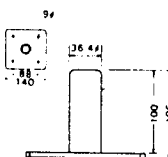
TRUSS SUPPORT TS - 14



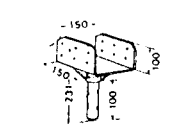
BASE JACK BJ - 40 / BJ - 60 *



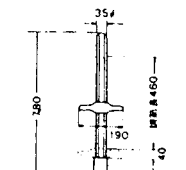
HEAD JACK HJ - 40 / HJ - 60 *



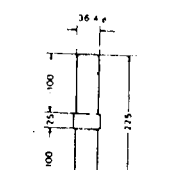
BASE PLATE BP - 42 / BP - 48 *



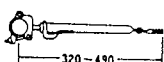
HEAD PLATE HP - 42



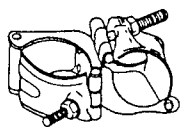
SPINDLE SF - 80



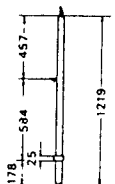
JOINT PIN JP - 42 / JP - 48 *



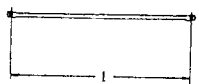
WALL TIE WT - 40



COUPLER SC / FC

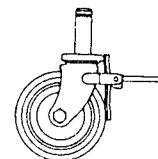


HANDRAIL POLE HP - 12



HANDRAIL BRACE HB

Type	Length (l)	Weight (kg)
HB-06	610	0.6
HB-09	914	0.9
HB-12	1219	1.2
HB-18	1829	1.7

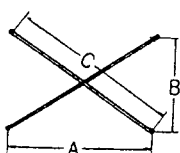


1 Set = 2 Rev + 2 Fix

CASTOR SET CS - 4/CS - 5/CS - 6

Type	Length (l)
AL-33	332
AL-51	508
AL-74	739

ARM LOCK AL



CROSS BRACE CB-

* Figure not shown

TYPE	A	B	C	WEIGHT
CB - 1218	1829	1219	2198	4.2
CB - 1215	1524	1219	1952	3.7
CB - 1212	1219	1219	1724	3.3
CB - 0918	1829	914	2045	3.9
CB - 0915	1524	914	1777	3.4
CB - 0912	1219	914	1524	2.9

TYPE	A	B	C	WEIGHT
CB - 0618	1829	610	1928	3.7
CB - 0615	1524	610	1642	3.1
CB - 0612	1219	610	1363	2.6
CB - 0609	914	610	1099	2.1
CB - 0318	1829	280	1850	3.6
CB - 0315	1524	280	1549	3.0



**BADAN PENGKAJIAN DAN PENERAPAN TEKNOLOGI
(B.P.P. TEKNOLOGI)**

LUK

**UNIT PELAKSANA TEKNIS
LABORATORIUM UJI KONSTRUKSI**

RECEIVED
TANGGAL: 13. 04. 99

Alamat :

- Gedung BPP Teknologi Lantai 15, Jl. M.H. Thamrin No. 81
Telp. 320291 - 304.2404/13 Telex; 44331 ATP JKT
Jakarta Pusat.

- UPT. Laboratorium Uji Konstruksi
Telp. 7560565 - 7560930 - 7560562
Telex : 45512 PPIT IA, Fax. : 7560903.
PUSPIPTEK - Serpong - Tangerang 15310

Depat Dipakai
[Signature]
PUSPIPTEK
[Signature]

[Handwritten mark]

L A P O R A N
R E P O R T

PENGUJIAN TEKAN STATIS
 PIPA SCAFFOLDING dan PIPA SUPPORT
 BENGKEL TRI TUNGGAL.

Nomor : 92. C. 93. 101. A.

Tanggal : 14 Pebruari 1992



Dikerjakan oleh Prepared by	Tanggal Date	Diperiksa oleh Checked by	Tanggal Date	Disetujui oleh Approved by	Tanggal Date
Wayan, Kedep A	14.02.92	Ir. Arif Nurjaho	14.2.92	Ir. Putu M Santika	14.2.92

Publikasi; Duplikasi serta penggunaan dokumen ini atau sebagian dari padanya, harus dengan izin tertulis dari UPT - Laboratorium Uji Konstruksi - BPP Teknologi.

The Publication; Duplication and utilization of this document or part of it, is subjected to prior written permission of UPT - Laboratorium Uji Konstruksi BPP Teknologi.

1. Pendahuluan.

Sesuai dengan permintaan dari Bengkel Tri Tanggal tanggal 10 Pebrnari 1992 No.101/PL/102/II/92.maka telah dilakukan pengujian tekan statis terhadap benda uji Frame Scaffolding dan Pipa Support TS 90 di UPT- LUK BPP Teknologi.

2. Tujuan Pengujian.

Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengetahui kekuatan dari benda uji Frame scaffolding dan pipa support TS 90 terhadap beban tekan statis.

3. Benda uji.

Benda uji terdiri dari 1(satu) buah pipa support TS 90, 1 (satu) buah main frame 1217 dan 1 (satu) buah leader frame 1217 (dimensi benda uji dapat dilihat pada Gambar 2.a, 2.b dan 2.c).

4. Peralatan pengujian.

Tabel 1 : Peralatan pengujian.

No.	Nama/type peralatan	Jumlah	Buatan	Kegunaan
1.	Mesin Servohidraulik PL 160 kN	1	Schenck	pembangkit beban
2.	Load Cell 160 kN	1	Schenck	pengukur beban
3.	X-Y Recorder HP7045B	1	Hewlet Packard	pembuat grafik
4.	Jig & Rig	1 set	LUK	alat bantu

5. Cara pengujian.

Benda uji diletakkan pada jig & rig sedemikian rupa (Gambar 1.a. Gambar 3,4 dan 5), kemudian ditekan statis dengan Mesin Uji Servohidraulik PL 160 kN dengan kecepatan pembebanan konstan yaitu 5 kN/detik. Selama pengujian berlangsung dibuat grafik gaya tekan fungsi displacement dengan menggunakan X-Y recorder.

Dikerjakan oleh Prepared by	Tanggal Date	Diperiksa oleh Checked by	Tanggal Date	Dianalisis oleh Approved by	Tanggal Date
<i>ap</i>	14.2.92	<i>AR</i>	14.2.92	<i>JK</i>	14.2.92

6. Hasil pengujian.

Customer : Bengkel Tri Tunggal.
 Material : Pipa.
 Benda uji : Frame scaffolding dan pipa support.
 Jenis uji : Tekan statis.
 Mesin uji : Servohidraulik PL 160 kN.
 Tanggal uji : 11 & 12 Pebruari 1992.
 Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 2 dan 3 serta Gambar 6 s/d Gambar 12.

Tabel 2 : Hasil pengujian tekan pipa support TS 90.

No.	Panjang Ukur (mm)	Gaya tekan maksimum (kN)	Displacement maksimum (kN)	Keterangan
1.	2810	26,83	18,50	posisi pin ditahan pada handle (ulir)
2.	2720	35,60	23,30	posisi pin ditahan pada lubang pipa

Tabel 3 : Hasil pengujian tekan main frame 1217 dan leader frame 1217.

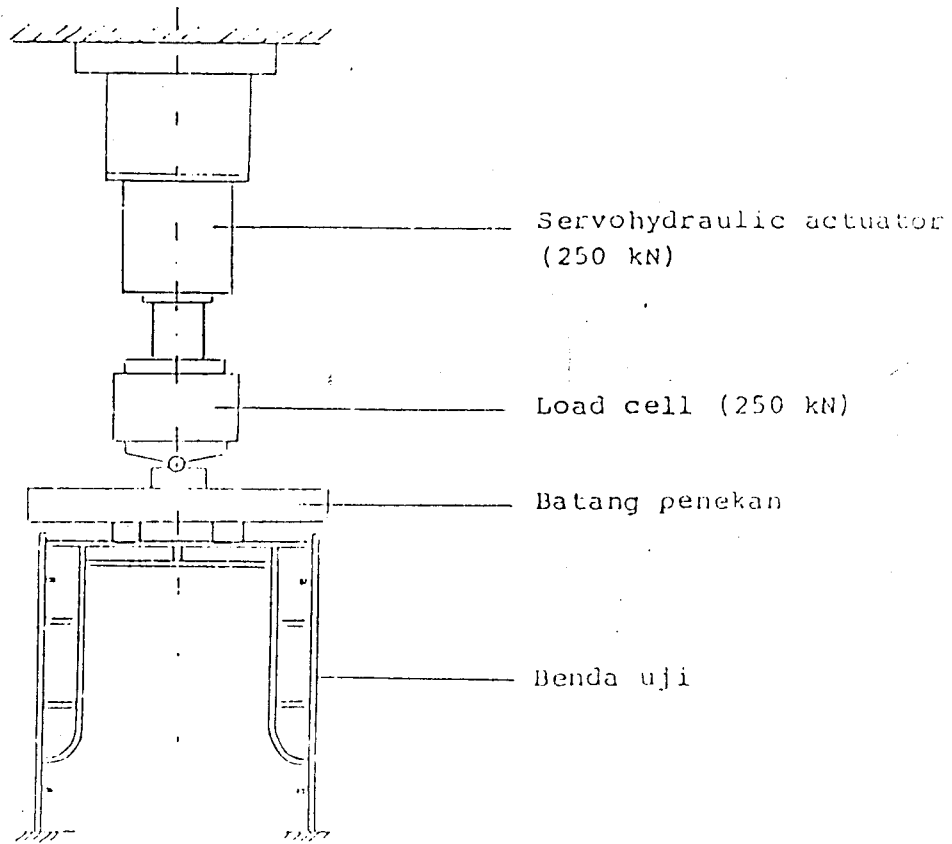
No.	Benda Uji	Gaya maks. (kN)	Displ.maks. (mm)	Keterangan
1	Main frame 1217	81,60	20,50	bengkok
2	Leader frame 1217	111,70	23,40	bengkok

7. Kesimpulan.

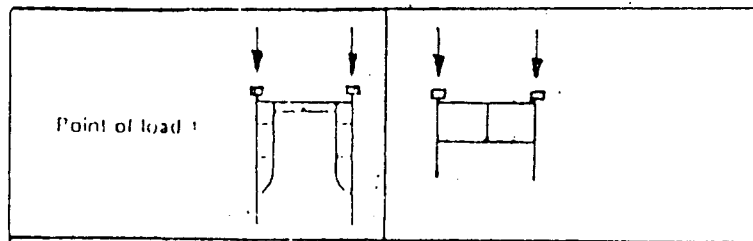
Dari hasil pengujian yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

- Pada pengujian tekan pipa support TS 100 dengan peniti pin ditahan pada handle (ujung), benda uji mengalami kerusakan/merontok pada ulir dengan beban maksimum sebesar 20,00 kN dan displacement maksimum sebesar 18,50 mm.
- Pada pengujian tekan pipa support TS 100 dengan peniti pin ditahan pada ujung lubang pipa, benda uji mengalami keretakan/bengkok pada beban tekan maksimum sebesar 35,00 kN dan displacement maksimum sebesar 23,30 mm.
- Pada pengujian tekan main frame K17, benda uji mengalami kerusakan/bengkok pada beban tekan maksimum sebesar 81,60 kN dan displacement maksimum sebesar 20,50 mm.
- Pada pengujian tekan leader frame T17, benda uji mengalami kerusakan/bengkok pada beban tekan maksimum sebesar 111,00 kN dan displacement maksimum sebesar 34,40 mm.

Dikerjakan oleh Prepared by	<i>af</i>	Tanggal Date	14.2.92	Diperiksa oleh Checked by	<i>AR</i>	Tanggal Date	14.2.92	Disetujui oleh Approved by	<i>OS</i>	Tanggal Date	14.2.92
--------------------------------	-----------	-----------------	---------	------------------------------	-----------	-----------------	---------	-------------------------------	-----------	-----------------	---------

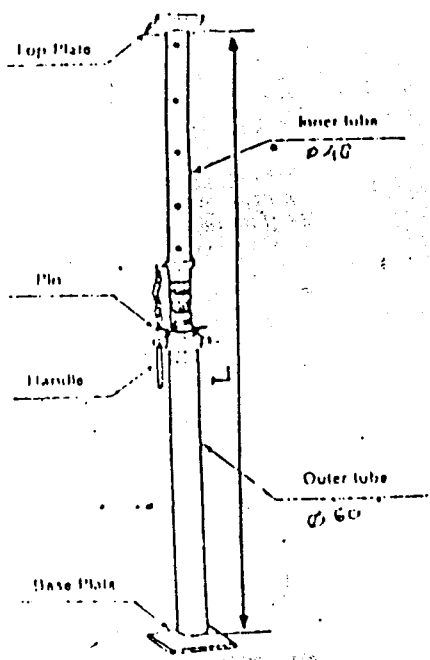


Gambar 1.a : Set up pengujian tekan main frame.

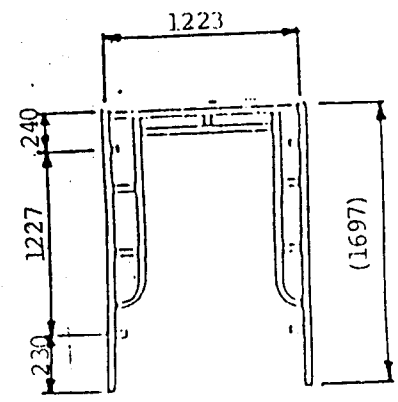


Gambar 1.b : Model pembebanan pengujian tekan main frame dan leader frame.

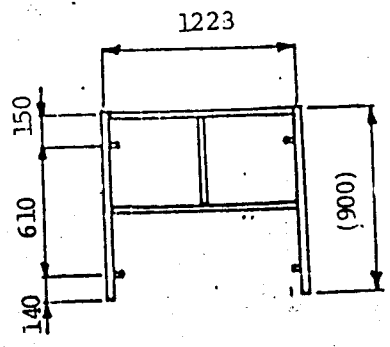
Dikerjakan oleh Prepared by	Tanggal Date	Diperiksa oleh Checked by	Tanggal Date	Disetujui oleh Approved by	Tanggal Date
<i>[Signature]</i>	14-01-02	<i>[Signature]</i>	14-2-02	<i>[Signature]</i>	14-2-02



Gambar 2.a : Dimensi benda uji pipa support TS 90



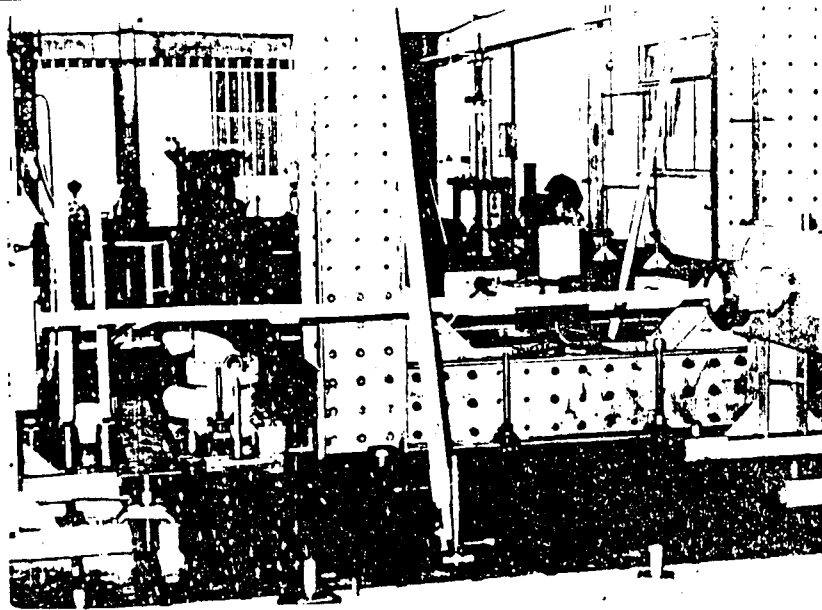
Gambar 2.b : Dimensi benda uji main frame



Gambar 2.c : Dimensi benda uji leader frame.

Catatan : satuan dalam mm.

Dikerjakan oleh Prepared by	Tanggal Date	Diperiksa oleh Checked by	Tanggal Date	Disetujui oleh Approved by	Tanggal Date
	14.02.92	A12	14.2.92		14.2.92

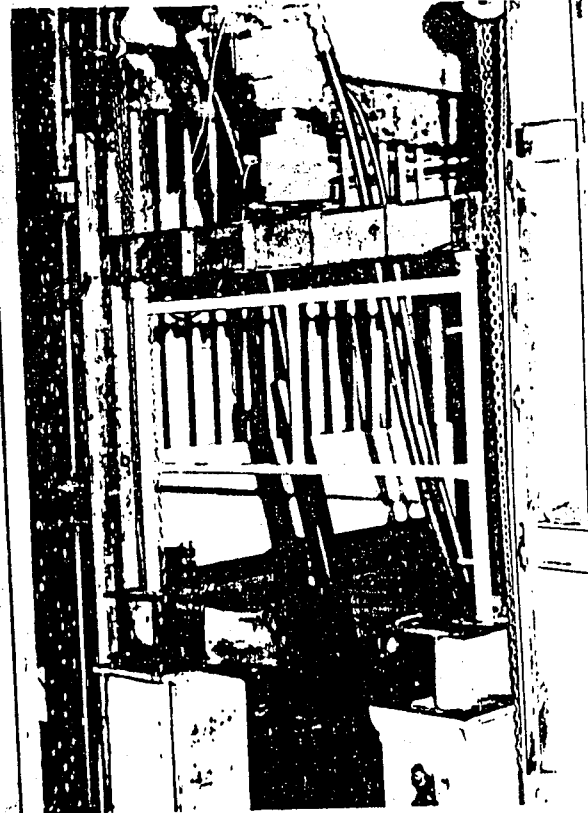


Gambar 3 : Foto set up pengujian tekan pipa support TS 90.



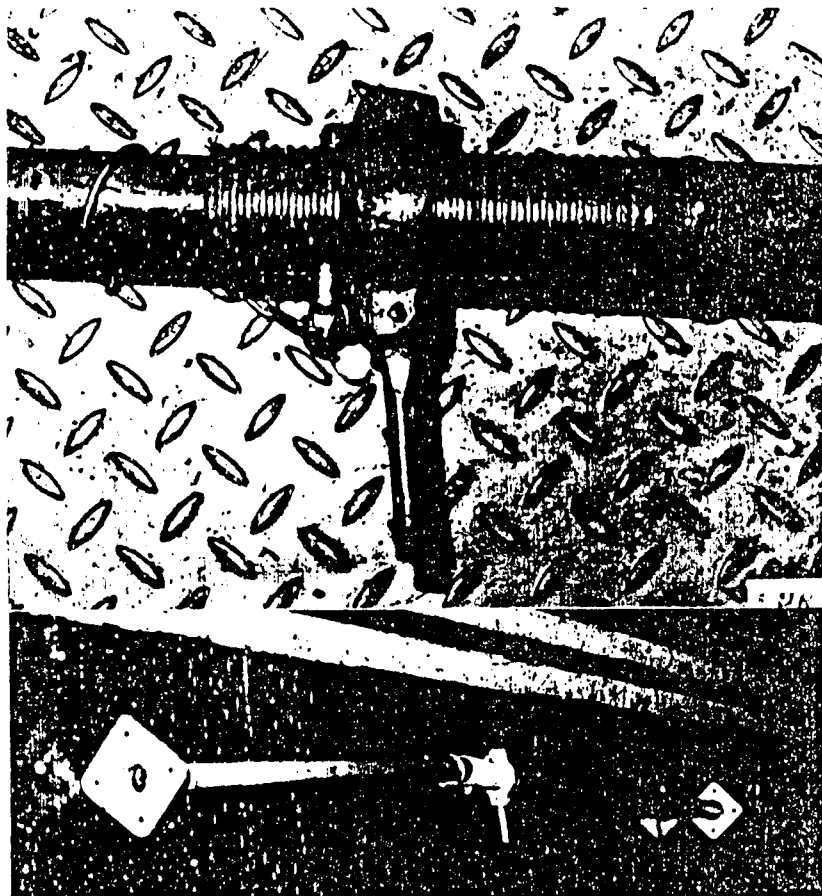
Gambar 4 : Foto set up pengujian tekan main frame

Dikerjakan oleh Prepared by	Tanggal Date	Diperiksa oleh Checked by	Tanggal Date	Disetujui oleh Approved by	Tanggal Date
<i>[Signature]</i>	14.2.92	<i>[Signature]</i>	14.2.92	<i>[Signature]</i>	14.2.92



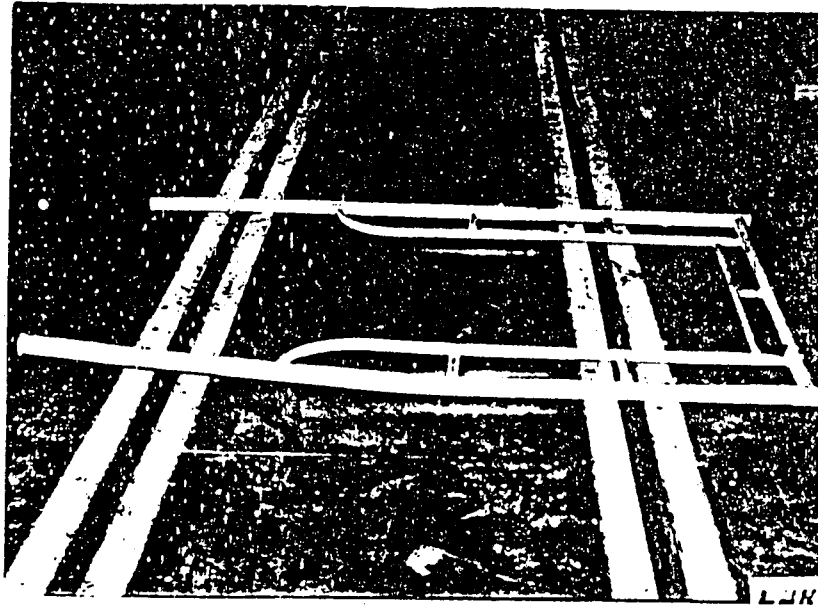
Gambar 5 : Foto set up pengujian tekan leader frame.

Dikerjakan oleh Prepared by	<i>[Signature]</i>	Tanggal Date	17.02.2012	Diperiksa oleh Checked by	<i>[Signature]</i>	Tanggal Date	14-2-12	Disetujui oleh Approved by	<i>[Signature]</i>	Tanggal Date	14.2.12
--------------------------------	--------------------	-----------------	------------	------------------------------	--------------------	-----------------	---------	-------------------------------	--------------------	-----------------	---------

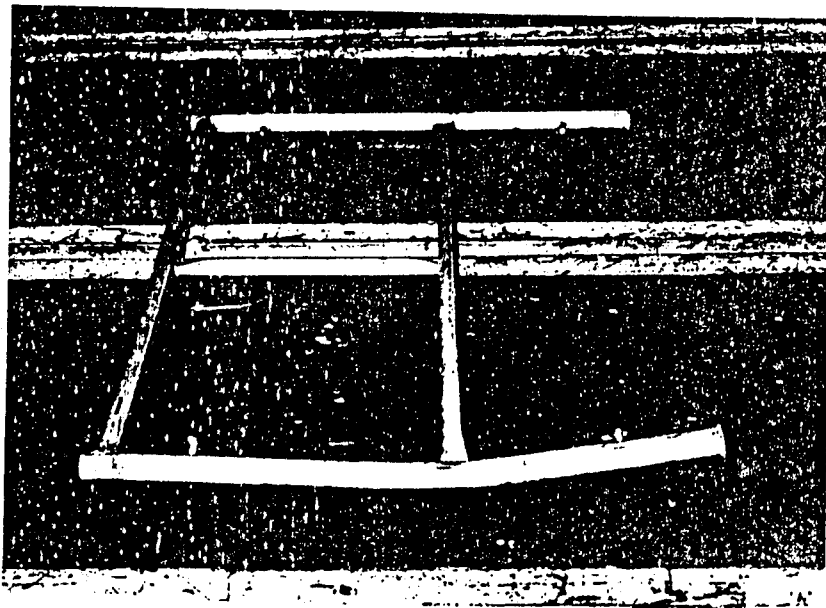


Gambar 6 : Foto benda uji pipa support TS 90 setelah rusak.

Dikerjakan oleh Prepared by	<i>uff</i>	Tanggal Date	14.2.92	Diperiksa oleh Checked by	<i>AR</i>	Tanggal Date	14.2.92	Disetujui oleh Approved by	<i>ur</i>	Tanggal Date	14.2.92
--------------------------------	------------	-----------------	---------	------------------------------	-----------	-----------------	---------	-------------------------------	-----------	-----------------	---------

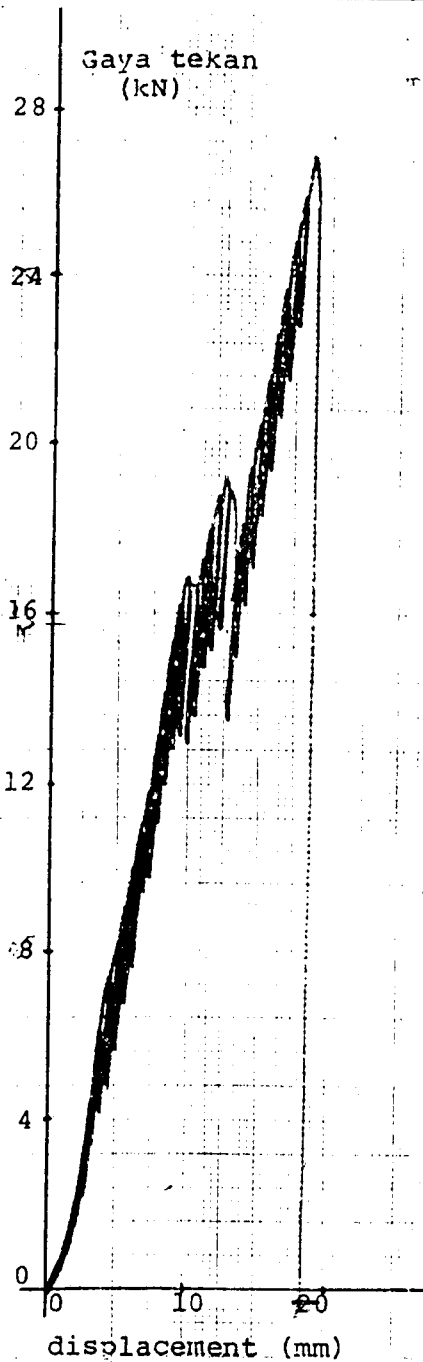


Gambar 7 : Foto benda uji main frame setelah rusak.

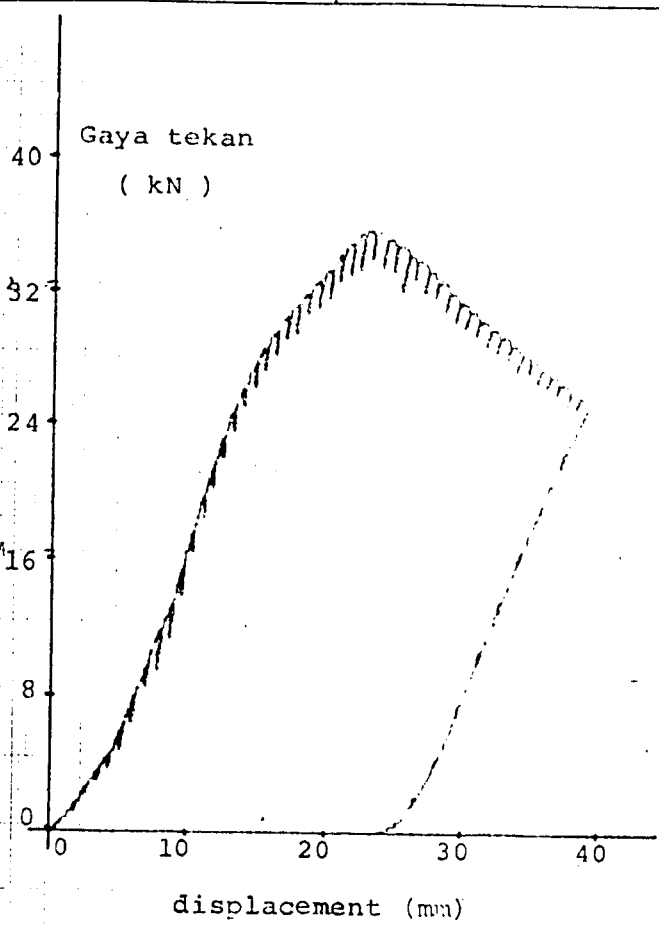


Gambar 8 : Foto benda uji leader frame setelah rusak.

Dikerjakan oleh Prepared by	<i>af</i>	Tanggal Date	14.02.92.	Diperiksa oleh Checked by	<i>AB</i>	Tanggal Date	14.2.92	Disetujui oleh Approved by	<i>Gr</i>	Tanggal Date	14.2.92
--------------------------------	-----------	-----------------	-----------	------------------------------	-----------	-----------------	---------	-------------------------------	-----------	-----------------	---------

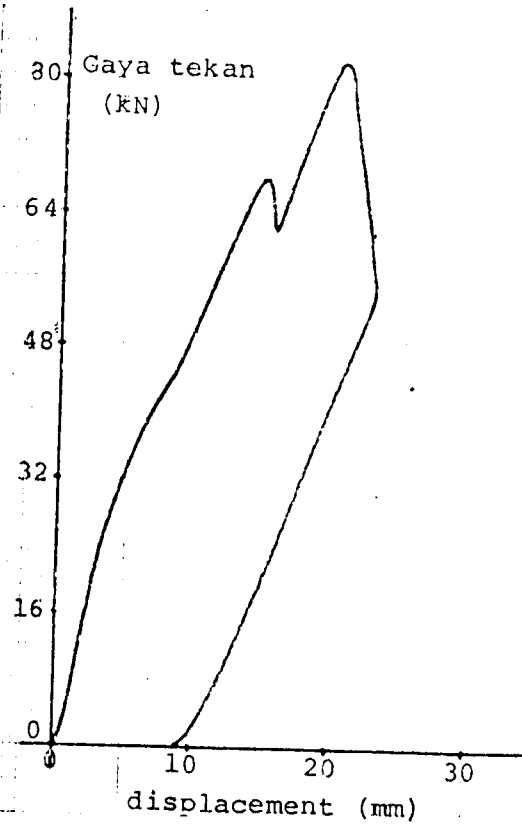


Gambar 9 : Grafik fungsi gaya tekan vs displacement pengujian tekan pipa support ditumpu pada handle (ulir).



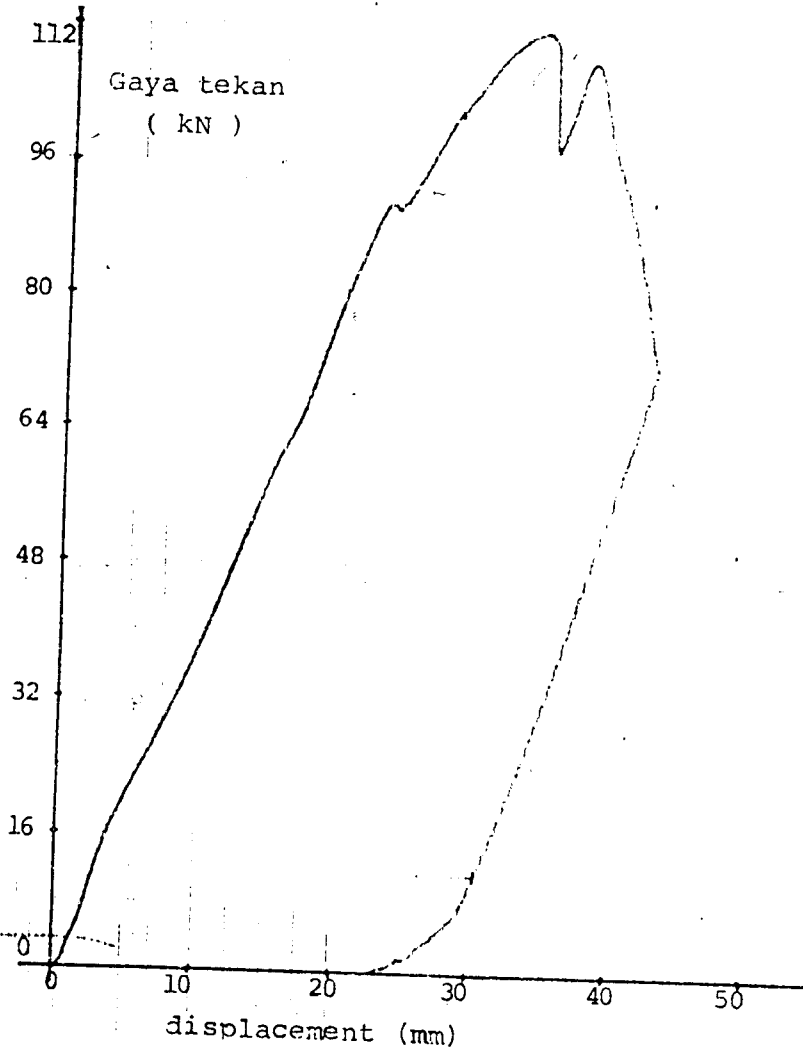
Gambar 10 : Grafik fungsi gaya tekan vs displacement pengujian tekan pipa support ditumpu pada ujung lubang pipa.

Dikerjakan oleh Prepared by	<i>af</i>	Tanggal Date	14.2.92	Diperiksa oleh Checked by	<i>AR</i>	Tanggal Date	14.2.92	Disetujui oleh Approved by	<i>Or</i>	Tanggal Date	14.2.92
--------------------------------	-----------	-----------------	---------	------------------------------	-----------	-----------------	---------	-------------------------------	-----------	-----------------	---------



Gambar 11 : Grafik fungsi gaya tekan vs displacement pengujian tekan main frame.

Dikerjakan oleh Prepared by	<i>AS</i>	Tanggal Date	14.02.92	Diperiksa oleh Checked by	<i>AR</i>	Tanggal Date	14.2.92	Disetujui oleh Approved by	<i>Or</i>	Tanggal Date	14.2.92
--------------------------------	-----------	-----------------	----------	------------------------------	-----------	-----------------	---------	-------------------------------	-----------	-----------------	---------



Gambar 12 : Grafik fungsi gaya tekan vs displacement pangujian tekan leader frame.

Dirjakan oleh Prepared by <i>ap</i>	Tanggal Date 14.02.92	Diperiksa oleh Checked by <i>AR</i>	Tanggal Date 14.2.92	Disetujui oleh Approved by <i>Or</i>	Tanggal Date 14.2.92
--	--------------------------	--	-------------------------	---	-------------------------



LABORATORIUM STRUKTUR

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang km. 14,4 telp. (0274) 895330 Yogyakarta 55584

LAPORAN PENGUJIAN TEKAN MODEL PERANCAH MINI TOWER

OLEH

Sigid Budiantoro	94 310 003
Andrianto Hari Wibowo	94 310 252

Yogyakarta, 7 Desember 2000

Mengetahui,
Kepala Lab. Struktur

Ir. Fatkhurrohman N

adalah alat yang memberikan tampilan nilai besarnya beban yang ditimbulkan oleh Hydraulic Jack atau komputer yang diprogram khusus untuk untuk menampilkan besarnya kuat tekan yang di dapat terdapat

6. Dial Meter.

adalah alat untuk membaca besarnya penyimpangan yang terjadi akibat melendutnya benda uji

7. Dudukan Dial Meter.

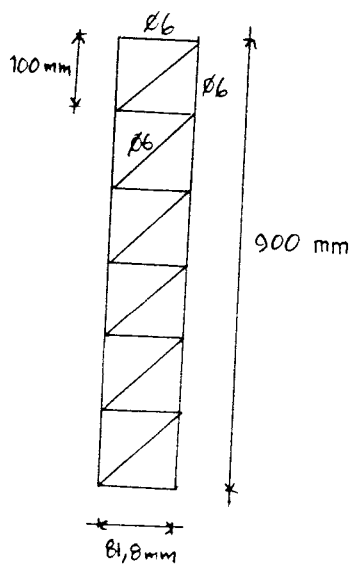
adalah sebagai alas atau dudukan dial meter yang dipasang mengelilingi benda uji di Loading Frame.

8. Baja Penyambung.

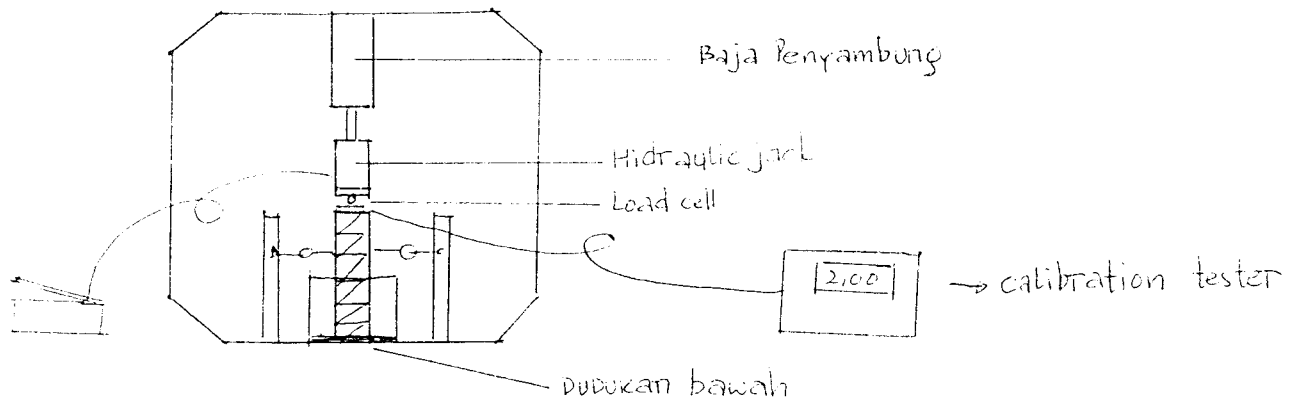
adalah untuk menyesuaikan ketinggian Hydraulic Jack dan benda uji dengan ketinggian Loading Frame.

C. Benda Uji.

Terdiri dari lima buah benda uji dengan ukuran seperti pada gambar



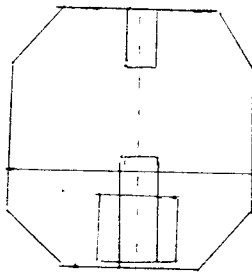
D. Setting Peralatan.



E. Peralatan Pengujian.

BENDA UJI NO 1:

1. Benda uji dipasang tegak lurus dan segaris dengan baja penyambung kemudian dibaut dengan dudukan bawah dengan bantuan unting-unting.



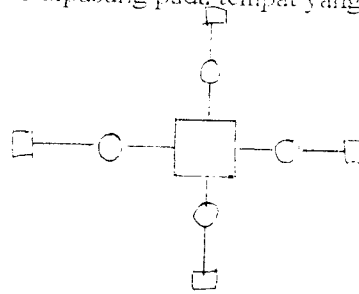
2. Diatas benda uji dipasang plat 10x10cm dengan tebal 0,5mm sebagai alas Transducer yang diletakkan di atasnya.
3. Diatas Transducer dipasang Hydraulic Jack, kemudian dipompa hingga Hydraulic Jack dapat berdiri sendiri.

Pemasangan Hydraulic Jack agar benar-benar segaris dengan baja penyanggung dan benda uji ternyata cukup sulit, karena manduk yang selalu bergerak kesegala arah.

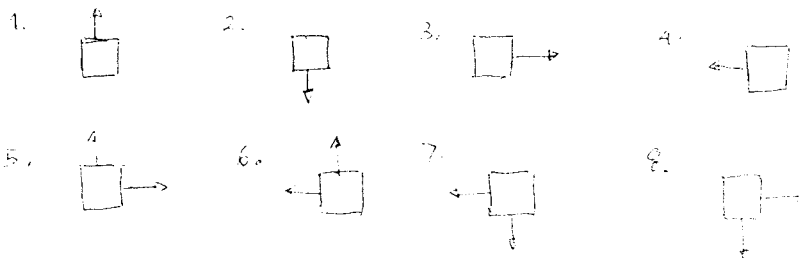


Setelah rangkaian tersebut dapat berdiri sendiri, ternyata pada Transducer tester sudah terbaca 40 kg.

4. Dial Meter dipasang pada tempat yang ditentukan dengan posisi sbb



Kemudian kemungkinan arah melendut benda uji sebagai berikut:



Dapat diambil kesimpulan :

No 1 s d 4 adalah lendutan 1 arah sisi karena hanya satu dial terbaca

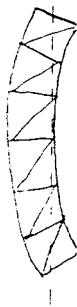
No 5 s d 8 adalah lendutan 2 arah sisi karena hanya dua dial terbaca diambil resultan sebagai besar lendutan.

Dengan nilai yang dibaca dari dial dapat dibuat grafik.

5. Pembebanan dimulai tiap 50 kg dibaca dialnya .
 - ternyata sampai dengan 550 kg dial belum menunjukkan nilai (lihat lampiran).
 - kemudian arah lendutan berubah-ubah dengan nilai yang selalu berubah-ubah.
 - pada posisi 1000 kg menuju 1050 kg terjadi lonjakan nilai dial yang drastic disertai suara krek.
 - atas saran pembimbing uji, pembebanan dihentikan dahulu karena posisi benda uji tersandar pada pengaman baja yang dipasang disekeliling benda uji.
6. Lonjakan nilai dari 0,14mm ke 18,38mm pada dial no 1 dari 0mm ke 10,01mm pada dial no 2 terjadi diluar dugaan.

Untuk menjaga keselamatan alat (dial) maka semua dial dilepas dan pengujian dihentikan.

7. Benda uji diamati ternyata mengalami Total Buckling.



8. Hidraulic Jack dikempeskan ternyata benda uji kembali keposisi semula P kritik belum tercapai.

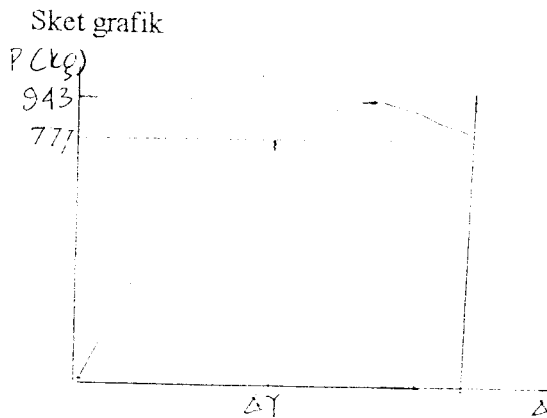
- dengan kondisi seperti itu, penggunaan dial akan sangat riskan, karena buckling terjadi dengan lonjakan nilai yang cukup besar.
- dapat mengakibatkan dial rusak karena over load.
- melihat kondisi tersebut dan atas pertimbangan keselamatan dial, maka diputuskan dial tidak jadi digunakan.

Tidak mengurangi hal utam dari tujuan penelitian, karena P_{max} tidak diketahui dari pembacaan Transducer Tester.

Dilakukan uji ulang terhadap benda uji no 1

1. Benda uji dipasang lagi tapi dudukan dial dan dial dilepas.
2. Begitu terpasang dengan benar, Transducer Tester terbaca 51 kg.
3. Hidraulic Jack dipompa, tiap 100kg berhenti untuk pengamatan benda uji. Mulai angka 870 kg penambahan nilai beban menjadi sedikit demi sedikit, P_{kritik} semakin dekat.
4. Pada angka 943 kg tiba-tiba terjadi penurunan beban hingga angka 777kg disertai suara kleng. Benda uji diamati, terjadi Local Buckling pada ruas paling bawah.





5. Benda uji dilepas, diamati ternyata terjadi Local dan Total Buckling.

$$\begin{aligned} \text{Jadi } P_{\max} &= 943 + 51 \text{ (Pembacaan awal pada Transducer Tester)} \\ &= 994 \text{ kg} \end{aligned}$$

Karena benda uji no 1 diuji dua kali, maka disarankan oleh pembimbing ujibahwa benda ini tidak dimasukkan sebagai data, karena kekuatan sudah lain.

Pengujian selanjutnya tidak pakai dial.

BENDA UJI NO 2:

- setting alat dan urutan sama, harus tegak lurus dengan landasan, harus segaris antara benda uji, Hydraulic Jack, baja penyambung.
- kesulitan terjadi saat memasang Hydraulic Jack, karena Transducer yang bergerak bebas kesegala arah.
- Hydraulic Jack dipompa sedikit agar dapat berdiri sendiri (pada Transducer Tester terbaca 30 kg)
- pembebanan dimulai, mendekati angka 1900 kg penambahan angka pada Transducer Tester terjadi sedikit demi sedikit.

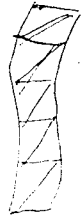
- pada angka 2010 kg terdengar bunyi klek, tapi nilai masih tetap bertambah.
- P_{max} terjadi pada 2038 kg kemudian turun ke 2007 kg.
- pembebanan dihentikan.
- benda uji dilepas dan diamati terjadi Local dan Total Buckling.



- $P_{max} = 2038 + 30$
 $= 2068 \text{ kg}$

BENDA UJI NO 3:

- setting alat sama.
- kesulitan memasang Hidraulic Jack belum teratasi, satu-satunya cara dengan memompa Hidraulic Jack hingga dapat berdiri sendiri.
- pada Transducer Tester terbaca 25kg.
- Pembebanan dimulai setelah nilai 900 kg mulai hati-hati karena penambahan beban sedikit.
- P_{max} terjadi pada 1274 kg setelah didahului bunyi krek, kemudian nilai turun ke 1244 kg pembebanan dihentikan.
- Benda uji dilepas dan diamati, terjadi Local dan Total Buckling.



- $P_{max} = 1274 + 25$
 $= 1299 \text{ kg}$

BENDA UJI NO 4:

- setting alat sama.
- Hidraulic Jack dipasang dan dipompa hingga dapat berdiri sendiri pada Transducer Tester terbaca 51 kg.
- pembebanan dimulai mendekati 1600 kg penambahan nilai sedikit.
- P_{max} terjadi pada 1785 kg, seperti benda uji sebelumnya juga terdengar bunyi krek.
- kemudian nilai turun, tetapi tidak terbaca karena benda uji bersandar pada besi pengaman.
- benda uji dilepas dan diamati terjadi Total dan Local Buckling.



- $P_{max} = 1785 + 51 = 1836 \text{ kg}$

BENDA UJI NO 5:

- setting alat dan urutan pemasangan sama.
- Hydraulic Jack dipasang dan dipompa hingga dapat berdiri sendiri pada Transducer Tester terbaca 18 kg.
- pembebanan dimulai, mendekati 850kg penambahan nilai mulai sedikit.
- Pmax yang terjadi pada nilai 1082 kg dan kemudian turun hingga 981 kg.
- pembebanan dihentikan.
- benda uji dilepas dan diamati terjadi Total dan Local Buckling



- $$P_{max} = 1082 + 18$$
$$= 1100 \text{ kg}$$



LABORATORIUM STRUKTUR

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

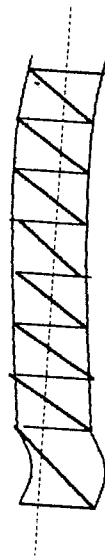
Jl. Kaliurang km. 14,4 telp. (0274) 895330 Yogyakarta 55584

HASIL PENGUJIAN TEKAN STATIS

1. Pengujian tekan statis terhadap benda uji yang merupakan model skala dari Perancah Mini Tower adalah sebagai berikut :

No	Benda Uji	Tanggal Uji	Pmax (Kg)	Keterangan
1	1	7 Des 2000	994	
2	2	8 Des 2000	2068	Terjadi local buckling dan total buckling
3	3	8 Des 2000	1299	Terjadi local buckling dan total buckling
4	4	8 Des 2000	1836	Terjadi local buckling dan total buckling
5	5	8 Des 2000	1100	Terjadi local buckling dan total buckling

- Setting peralatan dilokasi dimulai tanggal 30 November 2000.
- Local buckling adalah tekuk yang terjadi pada salah satu ruas dari benda uji.
- Total buckling adalah tekuk yang terjadi pada keseluruhan frame benda uji.



Total Buckling

Local Buckling

2. Pada awalnya benda uji diarahkan untuk mengalami Total buckling saja, sesuai dengan teori bahwa besarnya nilai kelangsingan total lebih besar dari 1,2 x nilai kelangsingan local, tetapi pada pengujian terjadi total dan local buckling.
3. Local Buckling terjadi hanya pada ruas paling bawah dari benda uji karena pada ruas paling bawah ini mengalami gaya geser paling besar.

3!



LABORATORIUM STRUKTUR

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang km. 14,4 telp. (0274) 895330 Yogyakarta 55584

4. Benda uji no.1 mengalami dua kali pengujian sehingga hasil pembebanannya sudah tidak maksimal lagi. Hal ini terjadi karena benda uji sudah mengalami perlemahan akibat pengujian yang pertama.
5. Kesulitan yang paling dirasakan adalah dalam pemasangan Hidraulic Jack yang harus benar – benar segaris dengan benda uji dan baja penyambung. Pemasangan yang tidak segaris akan menimbulkan momen dan penurunan nilai beban maksimum.
6. Dial meter tidak jadi digunakan untuk pengujian karena terjadinya tekuk yang tiba – tiba sehingga akan dapat merusak dial meter tersebut. Dengan tidak dipasangnya dial meter tidak mempengaruhi proses pengujian ini dalam mendapatkan nilai pembebanan maksimum.
7. Setiap kali beban maksimal (P_{max}) akan dicapai selalu ditandai dengan kenaikan nilai pembebanan yang sedikit – demi sedikit dan adanya suara “krek”.
8. Secara keseluruhan proses pengujian berjalan lancar dan sesuai dengan rencana.

$$(2068+1299+1836+1100)$$

$$P_{max. Rerata} = \frac{\quad}{4} = 1575,75 \text{ Kg.}$$

4

9. Kesulitan – kesulitan yang terjadi dikarenakan pengujian jenis seperti ini belum pernah dilaksanakan di Laboratorium Struktur T. Sipil FTSP UII. Selain itu untuk pertama kalinya Transducer digunakan sehingga perlu penyesuaian dan belajar menggunakannya (belum ada pengalaman).

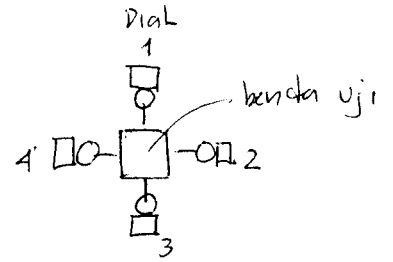
UJI TEKAN PERANCAH MT

Tempat uji : Laboratorium Struktur FTSP UII Yogyakarta

Tanggal uji : 7 DESEMBER 2000

No. Sampel : 1

+ 40 KG



No.	P (KG)	$\Delta L1$ mm	$\Delta L2$ mm	$\Delta L3$ mm	$\Delta L4$ mm
1	0	0	0	0	0
2	50	-	-	-	-
3	100	-	-	-	-
4	150	-	-	-	-
5	200	-	-	-	-
6	250	-	-	-	-
7	300	-	-	-	-
8	350	-	-	-	-
9	400	-	-	-	-
10	450	-	-	-	-
11	500	-	-	-	-
12	550	-	-	-	-
13	600	0,13	-	-	-
14	650	0,1	-	-	-
15	700	0	0,05	-	-
16	750	0,05	-	-	-
17	800	-	-	-	-
18	850	0,2	-	-	-
19	900	0,15	0,1	-	-
20	950	0,1	0,05	-	-
21	1000	0,14	-	-	-
22	1050	18,38	10,1	-	-
23	1100				
24	1150				
25	1200				

Mengetahui,
Kepala Lab. Struktur

PROYEK : PEMBANGUNAN GEDUNG KULIAH DAN
LABORATORIUM FTSP – UII, UNIT VII

LOKASI : JALAN KALIURANG KM 14,4 SLEMAN
Y O G Y A K A R T A

BUKU 2

PERSYARATAN TEKNIS

PEKERJAAN STRUKTUR

<DRAF>

TIM RKS & RAB

DAFTAR ISI

BAB 1 UMUM

- 1.A. Standar yang berlaku
- 1.B. Merek-mrek Dagang
- 1.C. Data Umum Lapangan Kerja
 - 1.C.1. Titik-titik Ukur
 - 1.C.2. Data Fisik
- 1.D. Pengukuran Lapangan dan Pematokan

BAB 2 PEKERJAAN LAPANGAN

- 2.A. Penataan Lapangan
 - 2.A.1. Lingkup Pekerjaan
 - 2.A.2. Pelaksanaan
- 2.B. Penggalian dan Penimbunan Kembali
 - 2.B.1. Lingkup Pekerjaan
 - 2.B.2. Pelaksanaan

BAB 3 PEKERJAAN BETON

- 3.A. Beton Cor di Tempat
 - 3.A.1. Lingkup Pekerjaan
 - 3.A.2. Pengendalian Pekerjaan
 - 3.A.3. Bahan-Bahan
 - 3.A.4. Pelaksanaan
- 3.B. Cetakan Beton dan Cetakan Beton Semi Exposed
 - 3.B.1. Lingkup Pekerjaan
 - 3.B.2. Pengendalian Pekerjaan
 - 3.B.3. Bahan-bahan
 - 3.B.4. Pelaksanaan
- 3.C. Beton Semi Exposed
 - 3.C.1. Lingkup Pekerjaan
 - 3.C.2. Pengendalian Pekerjaan
 - 3.C.3. Bahan-bahan
 - 3.C.4. Pelaksanaan

BAB 4 PEKERJAAN LOGAM

- 4.A. Baja (Strukturil)
 - 4.A.1. Lingkup Pekerjaan
 - 4.A.2. Pengendalian Pekerjaan
 - 4.A.3. Bahan-bahan
 - 4.A.4. Pelaksanaan
- 4.B. Pekerjaan Cat
 - 4.B.1. Lingkup Pekerjaan
 - 4.B.2. Pengendalian Pekerjaan
 - 4.B.3. Bahan-bahan
 - 4.B.4. Pengerjaan

BAB 1 UMUM

1.A. STANDAR YANG BERLAKU

Semua pekerjaan dalam proyek ini harus dilaksanakan dengan mengikuti dan memenuhi persyaratan-persyaratan teknis yang tertera dalam persyaratan Normalisasi Indonesia (NI), Standar Industri Indonesia (SII) dan Peraturan-peraturan Nasional maupun peraturan-peraturan setempat lainnya yang berlaku atas jenis-jenis pekerjaan yang bersangkutan antara lain :

SKSNI (1991)	STANDAR NASIONAL INDONESIA
N1 – 2 (1971)	PERATURAN BETON BERTULANG INDONESIA
NI – 3 (1970)	PERATURAN UMUM UNTUK BAHAN BANGUNAN INDONESIA
NI – 8 (1970)	PERATURAN SEMEN PORTLAND INDONESIA
NI – 5 (1961)	PERATURAN KONSTRUKSI KAYU INDONESIA
SII – 0297 – 80	BAJA KARBON COR MUTU DAN CARA UJI

Untuk pekerjaan-pekerjaan yang belum termasuk dalam standar-standar yang tersebut di atas, maupun standar-standar Nasional lainnya, maka diberlakukan standar-standar internasional yang berlaku atas pekerjaan-pekerjaan tersebut atau setidaknya tidaknya berlaku standar-standar Persyaratan Teknis dari negara-negara asal bahan/pekerjaan yang bersangkutan.

1.B. MEREK-MEREK DAGANG

Kecuali ditentukan lain, maka nama-nama atau merek-merek dagang dari bahan yang disebutkan dalam Persyaratan Teknis ini ditujukan untuk maksud-maksud perbandingan terutama dalam hal mutu, model, bentuk, jenis dan sebagainya, dan hendaknya tidak diartikan sebagai persyaratan (merek) yang mengikat.

Pelaksana boleh mengusulkan merek-merek dagang lainnya yang setaraf dalam mutu, model, bentuk, jenis dan sebagainya setelah mendapat persetujuan Pengawas.

Bilamana Pelaksana mengusulkan bahan dagang dengan merk lain, maka diusulkan adalah setaraf atau lebih baik, melalui data teknis bahan, pengujian bahan dari lembaga Pengujian Bahan yang disetujui Pengawas

Penggunaan barang produksi dalam negeri akan sangat diperhatikan/diutamakan selama barang tersebut memenuhi syarat minimum yang ditetapkan.

Dalam hal dimana disebutkan 3 (tiga) merek dagang atau lebih untuk jenis bahan/pekerjaan yang sama, maka Pelaksana diharuskan untuk dapat menyediakan salah satu dari padanya sesuai dengan persetujuan Pengawas.

3.A. BETON COR DITEMPAT

3.A.1. Lingkup Pekerjaan

Bagian ini meliputi pengadaan bahan, peralatan, tenaga kerja dan jasa-jasa lain sehubungan dengan pekerjaan beton biasa, beton bertulang, dengan penulangannya, finishing dan pekerjaan lain sesuai dengan gambar-gambar dan persyaratan teknis ini.

3.A.2. Pengendalian Pekerjaan

Semua pekerjaan beton harus mengikuti ketentuan-ketentuan seperti yang tertera dalam

NI – 2 – 1971

NI – 3 – 1970

NI – 5 – 1961

NI – 8 – 1972

SKSNI – T – 15 – 1991 – 03

SII – 0013 – 81 (Mutu dan cara uji semen portland)

SII – 0136 – 84 (Baja tulangan Beton)

3.A.3. Bahan-bahan

3.A.3.1 Persyaratan Bahan

- Pasir
Pasir (agregat halus) harus mempunyai butiran-butiran yang keras dan awet (*durable*) dan tidak boleh mengandung lumpur, tanah liat, (clay lump) lebih dari 3% dan tidak terlalu banyak butir-butir yang pipih.
- *Portland Cement*
Semen yang dipakai harus dari mutu yang disyaratkan dalam NI – 8 – 1972 Bab 3.2 dan SII – 0013 – 81.

- Besi Beton
 - Besi penulangan rata (polos maupun besi-besi penulangan ulir (*deformed bars*) harus sesuai dengan persyaratan dalam NI-2-1971 Bab 3.7 dan SII-0136-84, dan dinyatakan sebagai U-24/BJTP-24, *Deformed Bars U 39/BJTD-40* seperti dinyatakan dalam gambar-gambar dengan persyaratan sebagai berikut :
 - U-24 untuk diameter lebih kecil dari 12 mm atau sama dengan 12 mm
 - U-39 untuk diameter lebih besar dari 12 mmSemua tulangan adalah ex KS (Krakatau steel) atau Hanil.
 - Pelaksana harus menyampaikan secara tertulis bahwa besi beton yang akan digunakan sudah melalui test yang diadakan dipabrik dengan disertai sertifikat pengujian. Besi yang digunakan harus bebas dari karat dan kotoran lain. Apabila terdapat karat pada bagian permukaan besi maka besi harus dibersihkan dengan cara disikat, digosok atau diberi bahan cairan sejenis 'Vokaoxy Off' dengan persetujuan pengawas.
- Bahan Additive
 - Untuk mempercepat pengerasan beton Pelaksana boleh menggunakan bahan-bahan additive, yang disetujui oleh Pengawas. Additive yang digunakan setaraf dengan produksi 'Tricosal' Australia atau Sika (Indonesia).
- Split
 - Split (agregat kasar) material beton harus mempunyai ukuran lebih dari 12,5 mm dan ukuran maksimum 40 mm. Agregat berbutir kasar ini, harus lolos saringan $\frac{3}{4}$ " atau 20 mm tetapi tertinggal di atas saringan no.7. Koral harus bebas dari benda-benda atau kotoran-kotoran lain yang tidak dikehendaki.
- Kawat Pengikat
 - Kawat pengikat harus berukuran minimal berdiameter 1 mm dan disarankan menggunakan bendrat minimum double. Seperti yang disyaratkan dalam NI-2-1971 Bab 3.7.
- Air
 - Air untuk pembuatan dan perawatan beton tidak boleh mengandung asam alkali, garam-garam, bahan-bahan organis atau bahan-bahan lain yang merusak beton atau baja tulangan, dalam hal ini sebaiknya dipakai air bersih yang dapat diminum.

BAB 3 PEKERJAAN BETON

3.A.3.4 Penyimpanan

- Portland Cement
Penyimpanan Portland Cement harus dilaksanakan dalam tempat-tempat rapat air dengan lantai/alas terangkat, dan ditumpuk sesuai urutan pengiriman.
Portland Cement yang rusak atau yang tercampur bahan apapun tidak boleh dipakai, dan harus dikeluarkan dari lapangan pekerjaan.
- Besi Beton
Besi beton untuk penulangan harus disimpan dengan cara-cara sedemikian rupa, sehingga bebas dari hubungan langsung dengan tanah lembab maupun basah.
Besi Penulangan harus disimpan berkelompok berdasarkan ukuran masing-masing, agar mudah diadakan pemeriksaan dan pengamatan.
- Agregat
Agregat halus (pasir) dan agregat kasar (koral) harus disimpan dalam tempat-tempat yang terpisah. Agregat harus disimpan sedemikian rupa sehingga bebas dari bahan-bahan yang merusak.

3.A.4. Pelaksanaan

3.A.4.1 Proporsi

Kecuali bila dinyatakan lain, maka campuran dari beton harus sedemikian sehingga mencapai kekuatan mutu beton K275 (kubus) pada umur 28 hari atau setara/sebesar $f'c=27,5$ Mpa (silinder).

Dimana sebelum dilaksanakan Pelaksana harus mengadakan *mixed design* yang dapat membuktikan bahwa mutu beton yang disyaratkan dapat tercapai dari hasil test tersebut.

3.A.4.2 Pengerjaan

- Kolom, Balok dan Plat Lantai
 - Sebelum pengecoran dimulai, Pelaksana harus sudah menyiapkan seluruh stek-stek maupun anker-anker yang diperluakn, pada kolom-kolom, balok-balok beton yang berhubungan dengan dinding bata dan kecuali dinyatakan lain pada gambar-gambar, maka stek-stek dan anker-anker dipasang dengan jarak setiap 1 meter.

BAB 3 PEKERJAAN BETON

- Sebelum pengecoran dimulai, bekisting dan tulangan harus sesuai dengan gambar perencanaan, serta harus dibersihkan dari segala jenis kotoran.
 - Penulangan harus dimatikan pada posisinya, diperiksa sebelum pengecoran dilakukan agar pemeriksaan dan persetujuan dapat diberikan pada waktunya.
 - Pengecoran harus sesuai dengan persyaratan SKSNI 1991. Segera sesudah pengecoran, lapisan-lapisan beton ini harus dipadatkan dengan penggetar (internal concentrate vibrator) dengan dibantu dengan penyendokan dan perojokan. Tidak diperbolehkan melakukan pengetokan pada bekisting dalam hal ini.
Mesin pengaduk beton (*stationery box mixer*) harus dalam keadaan bekerja selama terdapat adukan beton didalamnya. Tenggang waktu penggunaan adukan beton sejak dikeluarkan di *batching plant* yang ditetapkan adalah 3 jam.
Penyambungan beton sebelum melanjutkan pengecoran pada beton yang telah mengeras, maka permukaannya harus dibersihkan dan dikasarkan terlebih dahulu.
Bekisting (cetakan beton) harus dikencangkan kembali dan permukaan sambungan disiram dengan air semen atau bahan '*bonding agent*' untuk maksud tersebut dengan persetujuan pengawas.
 - Vibrator tidak boleh dipakai untuk memasukan beton ke dalam bekisting, dan kecepatan vibrator dalam aduk harus tetap dan lebih besar dari 7.000 impuls/menit.
 - Selama bahan-bahan pembantu (additive) dipakai, terus diadakan pengawasan yang cermat terhadap pemakaiannya.
 - Setiap pengecoran beton akan dimulai, Pelaksana harus minta persetujuan dari Pengawas.
- Lantai Kerja
Semua beton yang berhubungan dengan tanah sebagai dasarnya harus diurug pasir yang dipadatkan setebal 15 cm ditambah lantai kerja 5 cm, dengan adukan beton 1 PC : 3Ps : 5 Agregat kasar.
 - Slump
Slump yang diijinkan untuk beton dalam keadaan mix adalah maksimum 10 cm. Slump yang terjadi di luar batas tersebut di atas harus mendapatkan persetujuan Pengawas.

BAB 3 PEKERJAAN BETON

- Persyaratan Kerja

- Beton berumur lebih lama dari pada 1.5 jam sejak pencampurannya, tidak boleh diaduk ulang dan tidak boleh dipergunakan lagi.
- Beton tidak boleh dijatuhkan dari ketinggian lebih dari 1.5 meter.
- Selesai jam kerja, seluruh pengecoran beton yang belum selesai, harus ditutup (dilindungi) dengan kertas semen, atau dengan cara-cara lain yang disetujui oleh Pengawas.
- Pelaksana harus mempelajari dan memahami keadaan tempat yang ada, agar dapat mengetahui hal-hal yang akan mempengaruhi/mengganggu kelangsungan pekerjaan.
- Pelaksana harus menyediakan peralatan, alat-alat pengatur dan alat-alat pengamanan tambahan yang diwajibkan oleh ketentuan-ketentuan dan peraturan-peraturan yang berlaku di Indonesia.

3.A.4.3 Pengujian Bahan

Selama pelaksanaan, mutu beton harus diperiksa secara berkala dari hasil-hasil pemeriksaan spesimen uji.

Untuk setiap 5 m³ beton atau 1 (satu) truk minimum 2 spesimen uji untuk diuji tekan pada umur 28 hari yang diambil dari ujung slang kira-kira 1/3 dan 2/3 volume mixer truk. Pelaksana harus mengidentifikasi lokasi pengecoran beton untuk setiap truk/mixer. Mutu beton dapat diterima sesuai spesifikasi, apabila nilai rata-rata kuat desak beton pada umur 28 hari minimum ~~22,5~~ = 27,5 Mpa (silinder). Deviasi Standar tidak boleh melebihi 3 Mpa dan tidak ada satu benda uji yang kurang dari kuat desaknya = 22,5 Mpa.

Apabila dari hasil pemeriksaan masih meragukan atau terjadi kegagalan, maka pemeriksaan lanjutan dilakukan dengan menggunakan 'Core Drilling' atau cara lain yang ditentukan Pengawas.

Syarat-syarat penurunan kuat desak beton dari "core drille" harus mengikuti peraturan yang berlaku. Apabila dari hasil pengujian "core drille" belum memenuhi persyaratan maka perlu diadakan tindakan-tindakan secepatnya.

3.B. CETAKAN BETON DAN CETAKAN BETON SEMI EXPOSED

3.B.1. Lingkup Pekerjaan

Bagian ini meliputi pengadaan bahan, peralatan, tenaga kerja dan pemasangan cetakan beton beserta pembongkarannya, sehingga diperoleh hasil pengecoran beton yang sempurna seperti disyaratkan dan yang tertera dalam gambar-gambar.

2.B.2. Pengendalian Pekerjaan

Kecuali disebutkan lain, maka semua pekerjaan cetakan beton harus mengikuti ketentuan-ketentuan seperti tertera dalam :

NI – 2 – 1971	SNI – 1991
NI – 3 – 1970	SII – 0458 – 81
NI – 5 – 1961	SII – 0404 – 80

3.B.3. Bahan-Bahan

3.B.3.1 Persyaratan Bahan

- Kayu
Bahan yang digunakan untuk cetakan beton non cor di tempat harus dari kayu jenis 'Meranti' sesuai dengan NI-3-1970 dan NI-5-1961 atau yang setaraf dan disetujui oleh Pengawas.
- Kayu Lapis (Plywood)
Untuk cetakan beton cor ditempat digunakan plywood, sesuai dengan yang disyaratkan dalam SII 0404-80 dengan ukuran tebal :
 - a. Kolom : plywood 18 mm dengan frame 5/10.
 - b. Balok : plywood 12 mm digunakan untuk dasar
plywood 9 mm digunakan untuk samping.Sedangkan untuk bidang luas seperti plat lantai atau dinding digunakan plywood 18 mm.
- Chamfer Strips
Harus dibuat dari jenis kayu yang baik dan harus mendapatkan persetujuan Pengawas, dibentuk menurut ukuran-ukuran yang tertera pada gambar.
- Bahan Pelepas Acuan
Bahan pelepas acuan (releasing agent) harus sepenuhnya digunakan pada semua acuan untuk beton semi exposed.
Bahan ini harus setaraf dengan 'Cabstrips' buatan Cement Aids Australia.

3.B.4. Pelaksanaan

3.B.4.1 Pengerjaan

- **Cetakan Beton**
 Cetakan beton harus direncanakan, dilaksanakan dan diusahakan sedemikian rupa agar pada waktu pengecoran dan pembongkaran tidak mengakibatkan cacat-cacat, gelombang-gelombang, ketinggian-ketinggian serta posisi pada beton yang dicetak/tercetak.
 Perencanaan pelaksanaan, serta pembongkaran cetakan beton harus sesuai dengan cara-cara yang disarankan dan kriteria di dalam NI-2-1971 Bab 5.8.
 Permukaan cetakan beton yang berhubungan dengan beton harus benar-benar bersih sebelum penggunaan.
- **Perencanaan**
 Penyangga-penyangga harus diberi jarak antara yang cukup rapat sehingga dapat mencegah lendutan/deformasi beton.
 Cetakan beton serta sambungan-sambungannya harus rapat sehingga dapat mencegah kebocoran-kebocoran adukan selama pengecoran.
 Lubang-lubang bukaan sementara harus disediakan di dalam cetakan untuk memungkinkan pembersihan cetakan beton.
 Syarat-syarat yang harus dipenuhi untuk pemakaian cetakan beton :
 - Tidak akan mengalami deformasi, sehingga cetakan harus cukup tebal dan terikat kuat.
 - Harus kedap air dengan menutup semua celah-celah cetakan.
 - Tahan terhadap getaran vibrator dari luar maupun dari sebelah dalam cetakan.
- **Pembongkaran Cetakan Beton**
 Cetakan beton harus dibongkar dengan cara yang sedemikian rupa sehingga dapat menjamin keselamatan penuh atas struktur-struktur yang dicetak dengan memperhatikan persyaratan-persyaratan minimum sebagai berikut :
 - Bagian struktur beton vertikal yang disangga dengan penurapan boleh di bongkar cetakannya setelah 24 (dua puluh empat) jam dengan syarat bahwa betonnya telah cukup keras dan tidak cacat karena pembongkaran tersebut.
 - Bagian struktur-struktur beton yang disangga dengan penumpu tidak boleh dibongkar sebelum betonnya mencaai kekuatan yang minimal untuk penyangga beratnya sendiri dan beban-beban pelaksanaannya dan atau beton tersebut. Dalam hal apapun cetakan beton pada jenis struktur ini tidak boleh dibongkar sebelum 9 (sembilan) hari, demikian juga cetakan-cetakan yang dipakai untuk mematangkan (curing) beton tidak boleh dibongkar sebelum beton ditentukan matang oleh Pengawas.

BAB 3 PEKERJAAN BETON

- **Persyaratan Kerja**

Pelaksana harus mempelajari dan memahami tempat yang ada, agar dapat mengetahui hal-hal yang akan mempengaruhi/mengganggu kelangsungan pekerjaan.

Pelaksana harus menyediakan peralatan, alat-alat pengatur dan alat-alat pengaman tambahan yang diwajibkan oleh ketentuan-ketentuan dan peraturan-peraturan yang berlaku di Indonesia.

Pelaksanaan pekerjaan hanya boleh dilaksanakan bila Wakil Pengawas hadir di Lapangan.

- **Pengujian Pekerjaan**

Sebelum pengecoran dimulai Pelaksana harus menjamin, bahwa cetakan beton sudah cukup kuat dan telah memenuhi persyaratan sehingga akan didapat produk beton berkualitas semi exposed (khususnya pada daerah-daerah yang berplafond beton).

- **Penyelesaian Pekerjaan**

Setelah pekerjaan selesai, Pelaksana harus segera membersihkan lokasi pekerjaan agar tidak mengganggu kegiatan lain.

3.C. BETON SEMI EXPOSED

3.C.1. Lingkup Pekerjaan

Bagian meliputi pengadaan beton, peralatan, tenaga, dan pelaksanaan pekerjaan yang tertera diterakan sebagai beton semi exposed pada gambar-gambar.

3.C.2. Pengendalian Pekerjaan

Seluruh pekerjaan harus sesuai dengan standar-standar :

- NI-2-1971
- NI-3-1970
- SNI-1991
- ASTM.C-494 Type D dan D

Kotabaru Bantul Kulon Progo Gunungkidul Sleman

PERALATAN SANITER						
Bak mandi teraso uk 50 x 50 x 50 cm	Bh	60.000,00	75.000,00	75.000,00	70.000,00	75.000,00
Bak mandi teraso uk.60 x 60 x 60 cm	Bh	92.500,00	95.000,00	90.000,00	95.000,00	95.000,00
Bak mandi teraso uk 90 x 80 x 80 cm	Bh	175.000,00	180.000,00	182.500,00	185.000,00	180.000,00
Bak mandi lps. Porselin / keramik uk 50 x 50 x	Bh	180.000,00	165.000,00	175.000,00	175.000,00	175.000,00
Bak mandi lps. Porselin / keramik uk.60 x 60 x	Bh	200.000,00	175.000,00	150.000,00	160.000,00	190.000,00
Kloset jongkok standart	Bh	50.000,00	45.000,00	48.500,00	48.000,00	70.000,00
BAHAN KACA						
Genteng kaca lengkung cekung 3 mm	Bh.	3.000,00	2.250,00	2.500,00	1.750,00	3.500,00
Genteng kaca lengkung cekung 5 mm	Bh.	5.000,00	3.000,00	3.900,00	-	4.250,00
Genteng kaca lengkung rata 3 mm	Bh.	3.250,00	2.250,00	2.700,00	2.000,00	4.000,00
Genteng kaca lengkung rata 5 mm	Bh.	5.250,00	3.500,00	4.200,00	3.000,00	6.000,00
Genteng kaca mutiara	Bh	1.250,00	-	-	-	9.000,00
Kaca lembaran/bening 3 mm	M2	25.000,00	21.250,00	26.100,00	21.500,00	38.500,00
Kaca lembaran/bening 5 mm	M2	27.500,00	30.250,00	29.300,00	28.000,00	43.500,00
Kaca Rayban 3 mm	M2	30.000,00	31.500,00	36.000,00	26.250,00	51.500,00
Kaca Rayban 5 mm	M2	35.000,00	40.000,00	41.600,00	40.000,00	56.800,00
Glass Box 20 x 20 cm	Bh.	12.170,00	12.500,00	12.500,00	11.000,00	13.250,00
Nako	Daun	3.500,00	3.500,00	3.500,00	3.500,00	8.000,00
BAHAN PLASTIK						
Pipa PVC AW dia. 1/2" panjang 4 m **)	Btg.	8.585,00	8.585,00	8.585,00	8.585,00	8.585,00
Pipa PVC AW dia. 3/4" panjang 4 m **)	Btg.	11.825,00	11.825,00	11.825,00	11.825,00	11.825,00
Pipa PVC AW dia. 1" panjang 4 m **)	Btg.	16.150,00	16.150,00	16.150,00	16.150,00	16.150,00
Pipa PVC AW dia. 1 1/4" panjang 4 m **)	Btg.	24.300,00	24.300,00	24.300,00	24.300,00	24.300,00
Pipa PVC AW dia. 1 1/2" panjang 4 m **)	Btg.	27.415,00	27.415,00	27.415,00	27.415,00	27.415,00
Pipa PVC AW dia. 2" panjang 4 m **)	Btg.	35.610,00	35.610,00	35.610,00	35.610,00	35.610,00
Pipa PVC AW dia. 2 1/2" panjang 4 m **)	Btg.	52.080,00	52.080,00	52.080,00	52.080,00	52.080,00
Pipa PVC AW dia. 3" panjang 4 m **)	Btg.	71.550,00	71.550,00	71.550,00	71.550,00	71.550,00
Pipa PVC AW dia. 4" panjang 4 m **)	Btg.	118.875,00	118.875,00	118.875,00	118.875,00	118.875,00
Pipa PVC AW dia. 5" panjang 4 m **)	Btg.	192.840,00	192.840,00	192.840,00	192.840,00	192.840,00
Pipa PVC AW dia. 6" panjang 4 m **)	Btg.	270.675,00	270.675,00	270.675,00	270.675,00	270.675,00
Pipa PVC AW dia. 8" panjang 4 m **)	Btg.	462.150,00	462.150,00	462.150,00	462.150,00	462.150,00
Pompa Air National	Bh	275.000,00	255.000,00	236.000,00	-	650.000,00
DAB	Bh	185.000,00	200.000,00	208.000,00	-	575.000,00
Atap plastik gelombang	Lbr.	8.750,00	8.500,00	8.900,00	9.250,00	12.125,00
Atap Fiberglass Gelombang kecil 80x180 cm	Lbr.	23.835,00	22.500,00	22.500,00	25.750,00	23.000,00
Atap Fiberglass Gelombang kecil 80x210 cm	Lbr.	27.535,00	28.250,00	27.500,00	28.750,00	25.300,00
Atap Fiberglass Gelombang kecil 80x240 cm	Lbr.	30.000,00	30.000,00	32.500,00	33.750,00	33.500,00
Atap Fiberglass Gelombang besar	Lbr.	50.000,00	-	-	40.000,00	44.250,00
BAHAN BANGUNAN LOGAM BESI						
BAJA TULANGAN/BESI BETON						
Besi beton polos diameter 6 mm	Btg	6.750,00	6.500,00	6.900,00	5.800,00	8.000,00
Besi beton polos diameter 8 mm	Btg	11.750,00	11.500,00	10.900,00	8.500,00	11.600,00
Besi beton polos diameter 10 mm	Btg	17.625,00	17.800,00	17.900,00	12.500,00	17.100,00
Besi Beton polos diameter 12 mm	Btg	26.140,00	24.000,00	26.300,00	21.000,00	24.400,00
Besi beton polos diameter 14 mm	Btg	33.670,00	38.250,00	40.000,00	-	37.800,00
Besi beton polos diameter 16 mm	Btg	45.750,00	46.750,00	55.000,00	-	42.500,00
Kawat pengikat untuk tulangan beton/bindrat	Kg	5.500,00	5.300,00	5.700,00	6.500,00	6.500,00
Pagar BRC 90 x 240 cm	Bh	75.000,00	82.500,00	95.000,00	-	132.500,00
120 x 240 cm	Bh	100.000,00	100.000,00	110.000,00	-	172.500,00
SENG-BJLS						
Seng plat BJLS, 020 lebar 45 cm	M'	5.850,00	8.000,00	6.000,00	5.500,00	9.850,00
Seng plat BJLS, 020 lebar 55 cm	M'	8.000,00	9.250,00	8.250,00	7.000,00	13.200,00
Seng plat BJLS, 020 lebar 60 cm	M'	8.550,00	10.000,00	9.250,00	8.750,00	14.500,00
Seng plat BJLS, 020 lebar 70 cm	M'	10.500,00	11.000,00	10.625,00	9.000,00	17.200,00
Seng plat BJLS, 020 lebar 76 cm	M'	10.500,00	-	-	-	24.500,00
Seng plat BJLS, 025 lebar 90 cm	M'	11.750,00	14.000,00	12.200,00	12.250,00	26.200,00

**) Pipa PVC. Produksi Wavin

KAYU DAN BARANG DARI KAYU						
BENGKIRAI						
Lis & jalusi kayu ukuran 1/3	M'	565.00	550.00	670.00	600.00	525.00
Lis & jalusi kayu ukuran 1/5	M'	9,500.00	900.00	1,110.00	1,000.00	875.00
Lis & jalusi kayu ukuran 2/4	M'	1,500.00	1,475.00	1,775.00	1,600.00	1,400.00
MERANTI						
Lis & jalusi kayu ukuran 1/3	M'	325.00	250.00	525.00	350.00	315.00
Lis & jalusi kayu ukuran 1/5	M'	550.00	450.00	875.00	550.00	525.00
Lis & jalusi kayu ukuran 2/4	M'	625.00	700.00	1,400.00	850.00	840.00
KAMPER						
Lis & jalusi kayu ukuran 1/3	M'	625.00	600.00	675.00	600.00	565.00
Lis & jalusi kayu ukuran 1/5	M'	1,050.00	950.00	1,125.00	1,000.00	940.00
Lis & jalusi kayu ukuran 2/4	M'	1,650.00	1,600.00	1,800.00	1,600.00	1,500.00
KRUING						
Lis & jalusi kayu ukuran 1/3	M'	400.00	400.00	570.00	400.00	417.00
Lis & jalusi kayu ukuran 1/5	M'	675.00	600.00	945.00	650.00	695.00
Lis & jalusi kayu ukuran 2/4	M'	1,100.00	1,100.00	1,500.00	1,000.00	1,115.00
BENGKIRAI						
Papan kayu ukuran 2/15	M'	6,350.00	6,800.00	7,485.00	6,600.00	5,775.00
Papan kayu ukuran 2/20	M'	8,500.00	9,050.00	9,975.00	8,800.00	7,700.00
Papan kayu ukuran 2/25	M'	10,650.00	11,300.00	12,475.00	11,000.00	9,625.00
Papan kayu ukuran 3/18	M'	11,450.00	12,250.00	13,475.00	11,800.00	10,395.00
Papan kayu ukuran 3/20	M'	12,750.00	13,600.00	14,950.00	13,200.00	11,550.00
Papan kayu ukuran 3/30	M'	19,300.00	20,400.00	22,450.00	19,800.00	17,325.00
MERANTI						
Papan kayu ukuran 2/15	M'	3,100.00	2,950.00	6,000.00	3,500.00	3,465.00
Papan kayu ukuran 2/20	M'	4,500.00	3,900.00	8,000.00	4,600.00	4,620.00
Papan kayu ukuran 2/25	M'	5,150.00	4,875.00	10,000.00	5,800.00	5,775.00
Papan kayu ukuran 3/18	M'	5,575.00	5,300.00	10,800.00	6,300.00	6,237.00
Papan kayu ukuran 3/20	M'	6,200.00	5,850.00	12,000.00	7,000.00	6,930.00
Papan kayu ukuran 3/30	M'	9,500.00	8,800.00	18,000.00	10,300.00	10,395.00
KAMPER						
Papan kayu ukuran 2/15	M'	7,200.00	7,200.00	7,500.00	6,600.00	6,150.00
Papan kayu ukuran 2/20	M'	9,550.00	9,600.00	10,000.00	8,800.00	3,250.00
Papan kayu ukuran 2/25	M'	11,950.00	12,000.00	12,500.00	11,000.00	10,350.00
Papan kayu ukuran 3/18	M'	12,550.00	12,950.00	13,500.00	11,800.00	11,200.00
Papan kayu ukuran 3/20	M'	13,600.00	14,400.00	15,000.00	13,200.00	12,400.00
Papan kayu ukuran 3/30	M'	20,400.00	21,600.00	22,500.00	19,800.00	18,565.00
KRUING						
Papan kayu ukuran 2/15	M'	4,400.00	4,650.00	5,650.00	3,800.00	4,600.00
Papan kayu ukuran 2/20	M'	5,900.00	6,200.00	7,550.00	5,000.00	6,200.00
Papan kayu ukuran 2/25	M'	7,375.00	7,750.00	9,425.00	6,500.00	7,650.00
Papan kayu ukuran 3/18	M'	7,950.00	8,400.00	10,200.00	6,750.00	8,300.00
Papan kayu ukuran 3/20	M'	8,850.00	9,300.00	11,300.00	7,500.00	9,200.00
Papan kayu ukuran 3/30	M'	12,500.00	13,950.00	16,950.00	11,250.00	13,761.00
BENGKIRAI						
Bingkai, reng & kaso kayu 2/3	M'	1,125.00	1,100.00	1,350.00	1,200.00	1,050.00
Bingkai, reng & kaso kayu 3/4	M'	2,400.00	2,200.00	2,650.00	2,400.00	2,100.00
Bingkai, reng & kaso kayu 4/6	M'	4,500.00	4,400.00	5,350.00	4,800.00	4,200.00
Bingkai, reng & kaso kayu 5/7	M'	6,550.00	6,450.00	7,775.00	7,000.00	6,125.00
MERANTI						
Bingkai, reng & kaso kayu 2/3	M'	575.00	500.00	1,050.00	600.00	630.00
Bingkai, reng & kaso kayu 3/4	M'	1,200.00	1,000.00	2,100.00	1,250.00	1,260.00
Bingkai, reng & kaso kayu 4/6	M'	2,250.00	2,050.00	4,200.00	2,500.00	2,520.00
Bingkai, reng & kaso kayu 5/7	M'	3,300.00	2,975.00	6,125.00	3,650.00	3,675.00
KAMPER						
Bingkai, reng & kaso kayu 2/3	M'	1,225.00	1,200.00	1,350.00	1,200.00	1,125.00
Bingkai, reng & kaso kayu 3/4	M'	2,600.00	2,400.00	2,700.00	2,400.00	2,250.00
Bingkai, reng & kaso kayu 4/6	M'	5,000.00	4,750.00	5,400.00	4,800.00	4,500.00
Bingkai, reng & kaso kayu 5/7	M'	7,250.00	6,900.00	7,875.00	7,000.00	6,560.00

A. SUMBER DATA

I. KOTA YOGYAKARTA

Toko Besi / Leveransir / Toko Kayu

1. Toko Besi " SIDODADI "
2. Toko Besi & Bahan Bangunan " IKA SARI "
3. Toko Kayu Kalimantan " SURYA BARU "
4. Pemborong & Leveransir. " INTAN NUSANTAPA "
5. UD. " KARYA MURNI "
6. PD. "RIMBA BARJ "
7. Toko Kayu " HADI SUPRAPTO "

Jln. Tukangan No. 46, Yogyakarta
Jln. Tritunggal No. 2 A, Yogyakarta
Jln. Majen Sutoyo No. 81, Yogyakarta
Jetisharjo, Jt. II / 422 Yogyakarta
Jln. HOS. Cokroaminoto, Yogyakarta
Jl. Perintis Kemerdekaan 62 B Yk.
Jl. Laksda Adisucipto 59 Yogyakarta

II. KABUPATEN BANTUL

Toko Besi/Leveransir/Toko Kayu

1. Toko Bahan Bangunan " SIDO AGUNG "
2. Toko Besi & Kaca " SENDANG MULYO "
3. Toko Besi & Bahan Bangunan " SANDEYAN "
4. Toko Kayu " JATI AGUNG "
5. Toko Kayu " UD. BINTANG ANDALAS "
6. UD. Kayu Kalimantan " ANDAMA WIJAYA "
7. Leveransir " WAHYU SANTOSA "
8. Leveransir " KESUMA JAYA "

Pandak, Bantul
Jln. Parangtritis Km.7,Cabean,Sewon,Bantul
Jln. Jogya - Wonosari Km. 14, Bantul, Yk.
Jln. Bantul (Melikan Lor) Bantul, Yk.
Jl. Raya Wonosari, Km. 8 No. 19, Bantul, Yk.
Jln. Parangtritis, Sewon, Bantul
Salakan, Bantul, Yogyakarta
Piyungan, Bantul

III. KABUPATEN KULON PROGO

Toko Besi / Leveransir / Toko Kayu

1. Toko Besi " CEMARA DUA "
2. UD. " PARI KESIT "
3. CV " JANUR WENDRO "
4. UD. " SRI GADING "
5. Toko Besi " SEDERHANA LENDAH "

Jln. Raya Temon, Kulon Progo
Jln. Diponegoro, Wates, Kulon Progo
Wates, Kulon Progo
Jln. Diponegoro No. 18, Wates, Kulon Progo
Jatirejo, Lendah, Kulonprogo

IV. KABUPATEN GUNUNGKIDUL

Toko Besi/Leveransir / Toko Kayu

1. Toko Besi & Kaca " LANGGENG JAYA "
2. UD. " SITI JENAR "
3. Toko Kayu " MORO JODO "
4. Toko Besi dan Kaca " PODO MORO "
5. Kontraktor & Leveransir " CV. BANGUN INDAH "
6. Toko Kayu " KPN - RI " BANGUN "

Jln. Brigjen Kalamso No. 47, Wonosari, Gk.
Jln. MGR. Sugiyopranoto, Baleharjo, Gk.
Kepek, Wonosari, Gunungkidul
Sihono tengah, Wonosari, Gunungkidul
Jln. Garda, Karangrejek, Wonosari, Gk.
Jln. Kol. Sugiono, Wonosari, Gunungkidul

V. KABUPATEN SLEMAN

Toko Besi / Leveransir / Toko Kayu

1. Toko Besi " FORMULA "
2. Toko Besi, Kayu & Kaca " WARNA WARNI "
3. UD " RIMBA SENDANG REJEKI "
4. Toko Besi & Listrik " POJOK "
5. UD. " BANTU REJO "
6. Toko Besi " MAJU "

Jln. Cebongan, Yogyakarta Telpon 98280
Mencasan, Pendowoharjo, Sleman
Sukoharjo, Ngaglik, Sleman
Sidoarum, Godean, Sleman
Banturejo, Sukoharjo, Ngaglik, Sleman
Jln. Magelang Km 5, Sleman

**DAFTAR HARGA SATUAN UPAH TENAGA KERJA
DI PROPINSI DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA
BULAN : NOPEMBER 2000**

B. UPAH TENAGA KERJA

JENIS PEKERJA	SAT	YOGYA	BANTUL	WATES	WONOSARI	BERAN
		Kotamadia Yogyakarta	Kabupaten Bantul	Kabupaten Kulonprogo	Kabupaten Gunungkidul	Kabupaten Sleman
Pekerja / Tenaga	Hari	9.000,00	9.000,00	9.000,00	9.000,00	9.500,00
Tenaga gali tanah / pondasi	Hari	13.000,00	9.500,00	10.000,00	9.500,00	9.500,00
Tukang batu	Hari	14.000,00	13.000,00	14.000,00	13.500,00	13.000,00
Tukang kayu	Hari	15.500,00	14.000,00	15.000,00	15.000,00	14.000,00
Tukang cat	Hari	13.000,00	12.500,00	15.000,00	15.000,00	13.500,00
Tukang politur	Hari	14.000,00	13.000,00	15.000,00	15.000,00	13.000,00
Tukang besi	Hari	14.000,00	13.000,00	15.000,00	15.000,00	13.000,00
Tukang listrik	Hari	15.000,00	14.000,00	15.000,00	16.000,00	15.500,00
Tukang pipa leidang	Hari	15.000,00	14.500,00	17.000,00	16.000,00	16.000,00
Kepala tukang batu	Hari	15.000,00	15.000,00	15.000,00	16.500,00	15.000,00
Kepala tukang kayu	Hari	17.000,00	16.000,00	15.500,00	16.500,00	15.500,00
Kepala tukang cat	Hari	15.000,00	13.500,00	15.000,00	16.000,00	14.000,00
Kepala tukang besi	Hari	15.000,00	14.500,00	15.000,00	16.500,00	14.000,00
Mandor	Hari	17.500,00	16.000,00	16.000,00	15.000,00	15.000,00
Masinis	Hari	18.000,00	18.000,00	20.000,00	20.000,00	18.000,00
Kernet	Hari	10.000,00	9.000,00	15.000,00	14.000,00	13.500,00
Penjaga	Hari	10.000,00	9.000,00	12.500,00	9.500,00	10.000,00
Juru godog	Hari	12.500,00	11.000,00	12.500,00	12.500,00	12.000,00

B. SUMBER DATA

I. KOTA YOGYAKARTA

Kontraktor / Pemborong Bangunan

1. PB. " DEWA NDARU "
2. PB. " CIPTA MULYA "
3. PB. " SRI RATNA "

Jln. Namburan Kidul, Yogyakarta
Jetisharjo JT. II/422, Yogyakarta
Demakan Baru, Yogyakarta

II. KABUPATEN BANTUL

Kontraktor / Pemborong Bangunan

1. PB. " SUTRISNO "
2. PB. " WAHYU SANTOSA "
3. Kontraktor " SARANA "
4. PB " SIDO AGUNG "

Melikan Lor, Jln. Bantul, Bantul
Bangunharjo, Sewon, Bantul
Piyungan Bantul
Pandak, Bantul

III. KABUPATEN KULON PROGO

Kontraktor / Pemborong Bangunan

1. PB. " SEJATI GIRI "
2. PB. " SRI TANJUNG "
3. PB. " PURI WANGI "
4. CV. JANUR WENDRO"

Jln. Diponegoro No. 18, Wates, Kulon Prog
Wates, Kulon Progo
Jogoyudan, Mutihan, Wates, Kulon Progo
Wates, Kulonprogo

IV. KABUPATEN GUNUNGKIDUL

Kontraktor / Pemborong Bangunan

1. PB. " GUNUNG SLAMET "
2. PB. " TRI KARYA "

Karangrejek, Wonosari, Gunungkidul
Karangrejek, Wonosari, Gunungkidul

V. KABUPATEN SLEMAN

Kontraktor / Pemborong Bangunan

1. CV. " BINA CIPTA USAHA "
2. PB. " PANUNTUN "
3. CV. " IDOLA "
4. CV. " DUTA PEMBANGUNAN "

Sinduadi, Mlati, Sleman
Kutudukuh, Sinduadi, Mlati, Sleman
Tegalan, Sidomulyo, Godean, Sleman
Ngemplak, Sinduadi, Mlati, Sleman

25-AUG-1999 10:07 FROM PT BAKRIE PIPE INDUSTRIES TO

ST01335 P.02

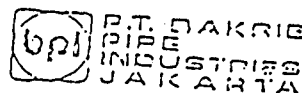
DAFTAR HARGA PIPA BAJA
STANDARD : SIO
5 AGUSTUS 1998 (Ver. : 1.0)

Bakrie Pipe Industries
 An ISO 9002 Company

No	DIAMETER		Tebal Pipa mm	Panjang Satuan mtr./blg.	Jumlah Brg/blg.	HARGA SATUAN Ex- Pabrik	
	Nominal Inch.	Luas mm.				Milik Rp/batang	Putih Rp/batang
1	1/2	15	2.00	6	217	40,255	52,833
2	3/4	20	2.00	6	127	51,667	67,811
3	1	25	2.00	6	91	66,607	87,420
4	1.1/4	32	2.00	6	61	84,037	110,296
5	1.1/2	40	2.00	6	61	94,619	124,702
6	2	50	2.00	6	37	119,904	158,028
7	2.1/2	65	2.00	6	37	150,900	198,873
8	3	80	2.90	6	19	253,695	334,358
9	4	100	2.90	6	19	328,207	432,560
10	5	125	2.90	6	7	407,154	536,609
11	6	150	2.90	6	7	482,553	635,961
12	8	200	5.00	6	-	1,091,474	1,438,509
13	10	250	5.00	6	-	1,366,254	1,800,655
14	12	300	6.35	6	-	2,091,391	2,744,076
18	14	350	6.35	6	-	2,300,893	3,019,840
19	16	400	6.35	6	-	2,635,568	3,459,089

Keterangan :

- Harga belum termasuk PPN 10 % dan PPh pasal 22. 0,3 %.
- Toleransi tebal pipa +/- 10 %.
- Harga FOT Pabrik BPI Bukasi.
- Harga dapat berubah tanpa pemberitahuan lebih dahulu.



Membangun dengan pipa "BAKRIE" yang berkualitas

020200010

PT Bakrie Pipe Industries
 Jl. Raya Bekasi KM. 27,
 Duren Kaya, Jakarta, Indonesia.
 Telp. (021) 400 0000, 500 112,
 Fax. (021) 400 2180,
 Telex. 9300 BPI ID.

PT Bakrie Pipe Industries
 Jl. Kapten Tendean No. 8,
 Jakarta 12510, Indonesia,
 Telp. (021) 432 8316, 222 51,
 222 1200, 226 8000 + 3,
 Fax. (021) 432 7125/111,
 Fax. (021) 432 0020