

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

Rumus :

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

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

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

$$= 114182,1165 \cdot X \frac{1}{1,890342}$$

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

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

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

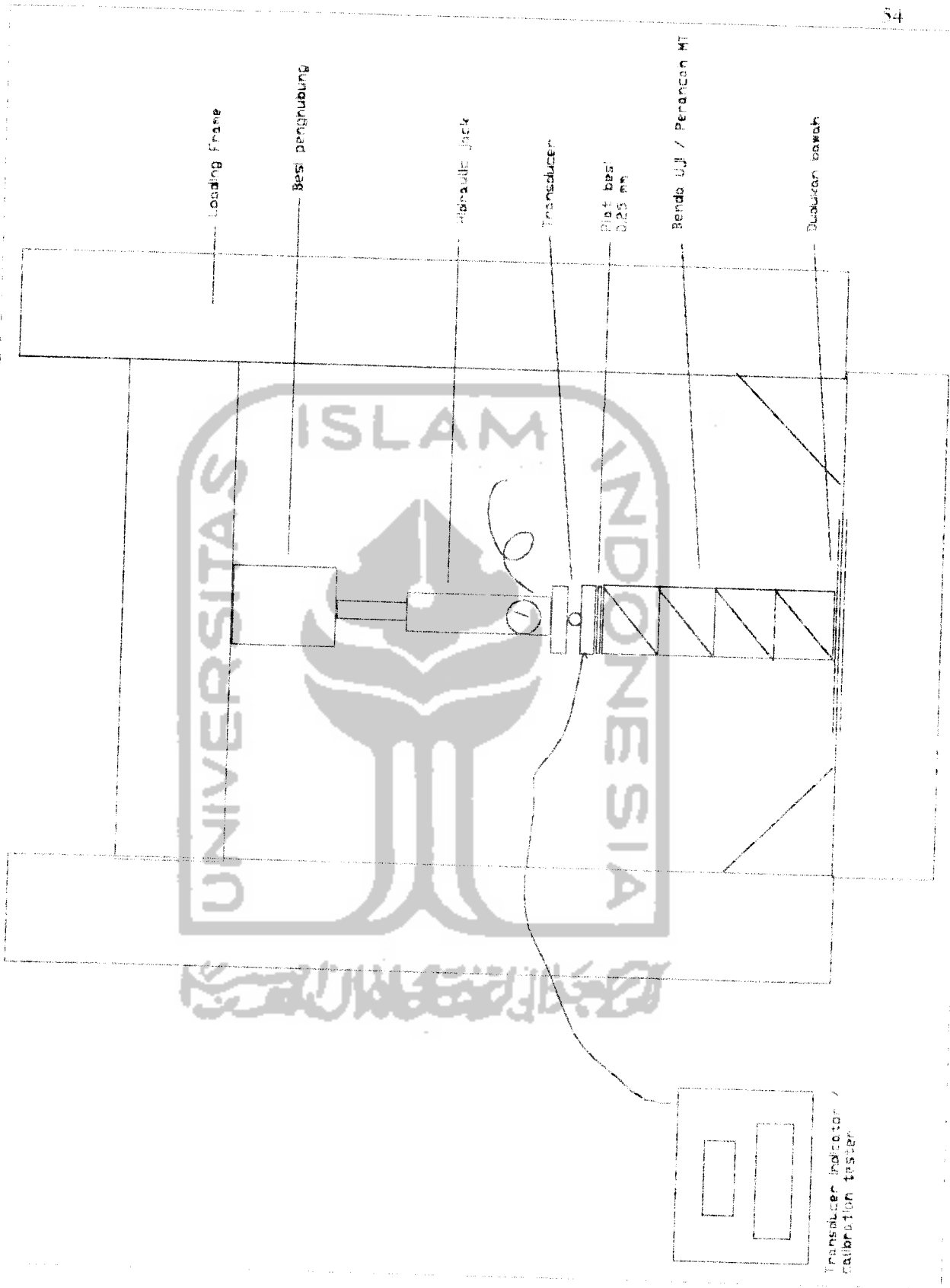
Alat - Alat yang digunakan dalam pengujian adalah :

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.



Loading Frame

Besi penghubung

Hydraulic Jack

Transducer

Piat besi  
0,25 mm

Benda Uji / Perancah MT

Dudukan bawah

Transducer indicator /  
calibration tester

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.

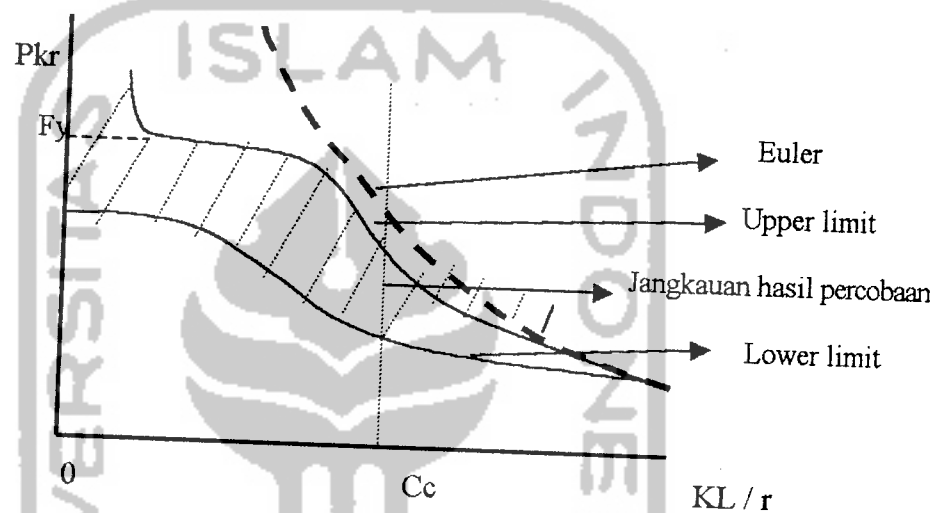
#### 4. 2. ANALISIS HASIL PENGUJIAN

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 Pkr = 1,57575 Ton, sedangkan perhitungan secara teori yaitu Pkr = 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 <sub>y</sub>  | = Tegangan luluh baja             | = 240 mPa |
| K               | = nilai syarat ujung              | = 0,65    |
| L               | = panjang batang dibatasi pengaku | = 100 mm  |
| E               | = 2. 10 <sup>5</sup> mPa          |           |
| r               | = jari - jari kelembabamam Ø 6 mm | = 1,5 mm  |
| F <sub>cr</sub> | = 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. Ø 12mm 3,6 m = 3,6 x Rp.2033,33=Rp. 7.319,98

Tul. Ø 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**

\*Pembuatan dudukan 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<sup>2</sup>.
- Beban mati = berat beton = tebal plat x  $\gamma$  = 0,12 m x 2500 = 300 kg/m<sup>2</sup>.
- = berat bekisting = 40 kg/m<sup>2</sup>
- $q_d$  = 340 kg/m<sup>2</sup>

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<sup>2</sup> 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 m<sup>2</sup> plat adalah :

$$\begin{aligned}
 &= \frac{\text{Berat 1 m}^2 \text{ plat}}{\text{daya dukung Perancah MT}} \times \text{SF} \\
 &= \frac{0,648 \text{ ton}}{4,48 \text{ ton}} \times 1,92 = 0,145 \text{ Perancah MT / m}^2.
 \end{aligned}$$

Contoh : Plat PC 1 dengan luas plat PC 1 = 3 x 3 = 9 m<sup>2</sup>.

$$\begin{aligned}
 \text{Kebutuhan Perancah MT} &= 9 \text{ m}^2 \times 0,145 \\
 &= 1,305 \text{ ----- 2 Perancah MT, agar stabilitas terpenuhi} \\
 &\hspace{15em} \text{dipasang 4 Perancah MT.}
 \end{aligned}$$

b. Kebutuhan Perancah MT ideal. (7,324 t) untuk 1 m<sup>2</sup> plat adalah :

$$\begin{aligned}
 &= \frac{\text{Berat 1 m}^2 \text{ plat}}{\text{daya dukung Perancah MT}} \times \text{SF} \\
 &= \frac{0,648 \text{ ton}}{7,324 \text{ ton}} \times 1,92 = 0,1699 \text{ Perancah MT / m}^2.
 \end{aligned}$$

Contoh : Plat PC 1 dengan luas plat PC 1 = 3 x 3 = 9 m<sup>2</sup>.

$$\begin{aligned}
 \text{Kebutuhan Perancah MT} &= 9 \text{ m}^2 \times 0,1699 \\
 &= 1,529 \text{ ----- 2 Perancah MT, agar stabilitas terpenuhi} \\
 &\hspace{15em} \text{dipasang 4 Perancah MT.}
 \end{aligned}$$

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 (m <sup>2</sup> ) | 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, 308 dudukan *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, 308 dudukan *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 :

- Berat sendiri balok =  $q$  balok = Dimensi x  $\gamma$

$$= 0,4 \times 0,8 \times 2400$$

$$= 768 \text{ kg / m}^2 = 7,68 \text{ kN/m}^2$$

- Momen distribusi dari plat

$$M_1 = M_2 = 0,0417 \cdot q_u \text{ plat} \cdot L^2$$

$$= 0,0417 \times 6,48 \times 3^2$$

$$= 7,3 \text{ kNm.}$$

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

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

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

\* $q$  total =  $q$  ek. +  $q$  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 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 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 m x 2,3 t/m = 3,45 ton  $<$  2 x 7,324 ton / 1,92 = 7,63 ton ----- aman

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

2m x 2.3 t/m = 4,6 ton  $<$  2 x 7,324 ton / 1,92 = 7,63 ton ----- aman

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

$$2,5 \text{ m} \times 2,3 \text{ t/m} = 5,75 \text{ ton} < 2 \times 7,324 \text{ ton} / 1,92 = 7,63 \text{ ton} \text{ ----- aman}$$

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

$$3 \text{ m} \times 2,3 \text{ t/m} = 6,9 \text{ ton} < 2 \times 7,324 \text{ ton} / 1,92 = 7,63 \text{ ton} \text{ ----- aman}$$

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

$$3,25 \text{ m} \times 2,3 \text{ t/m} = 7,475 \text{ ton} < 2 \times 7,324 \text{ ton} / 1,92 = 7,63 \text{ ton} \text{ ----- aman}$$

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

$$3,5 \text{ m} \times 2,3 \text{ t/m} = 8,05 \text{ ton} < 2 \times 7,324 \text{ ton} / 1,92 = 7,63 \text{ ton} \text{ ----- tidak aman}$$

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 =  $(8 - 1) \times 2$

= 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.



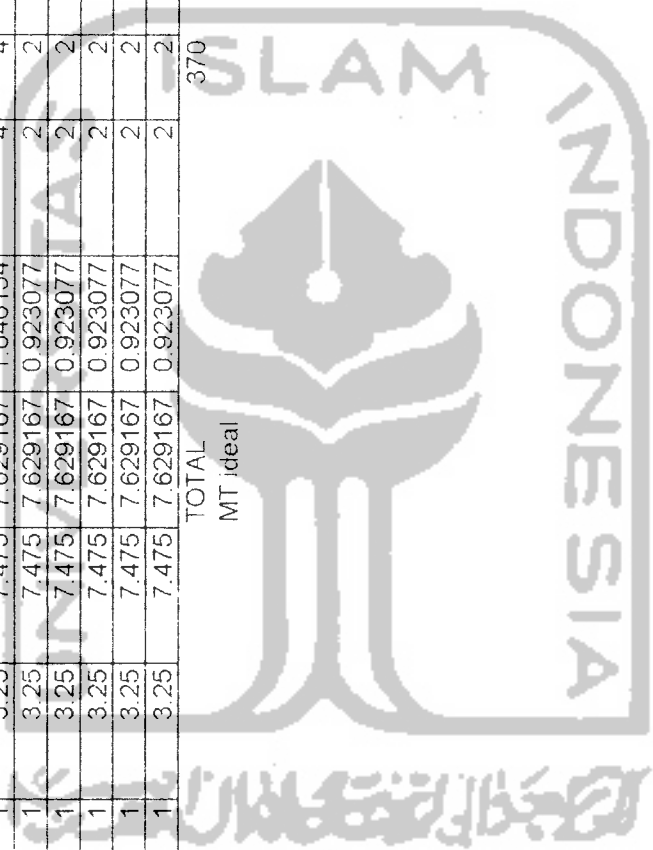
Tabel 4. 4. Perhitungan Kebutuhan Perancah Mini Tower - Hasil Uji Pada Balok Proyek Kampus Terpadu UI Unit 7 Blok C Lt. 1

| BALOK | L (m) | Banyaknya | Panj. Brace | Brace (Braceberat) <math>2 \times 4, 635</math> | Keb. MT  | pakai | sub total | Keb. Brace | Uhead | dudukan Uji |
|-------|-------|-----------|-------------|---|----------|-------|-----------|------------|-------|-------------|
| 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

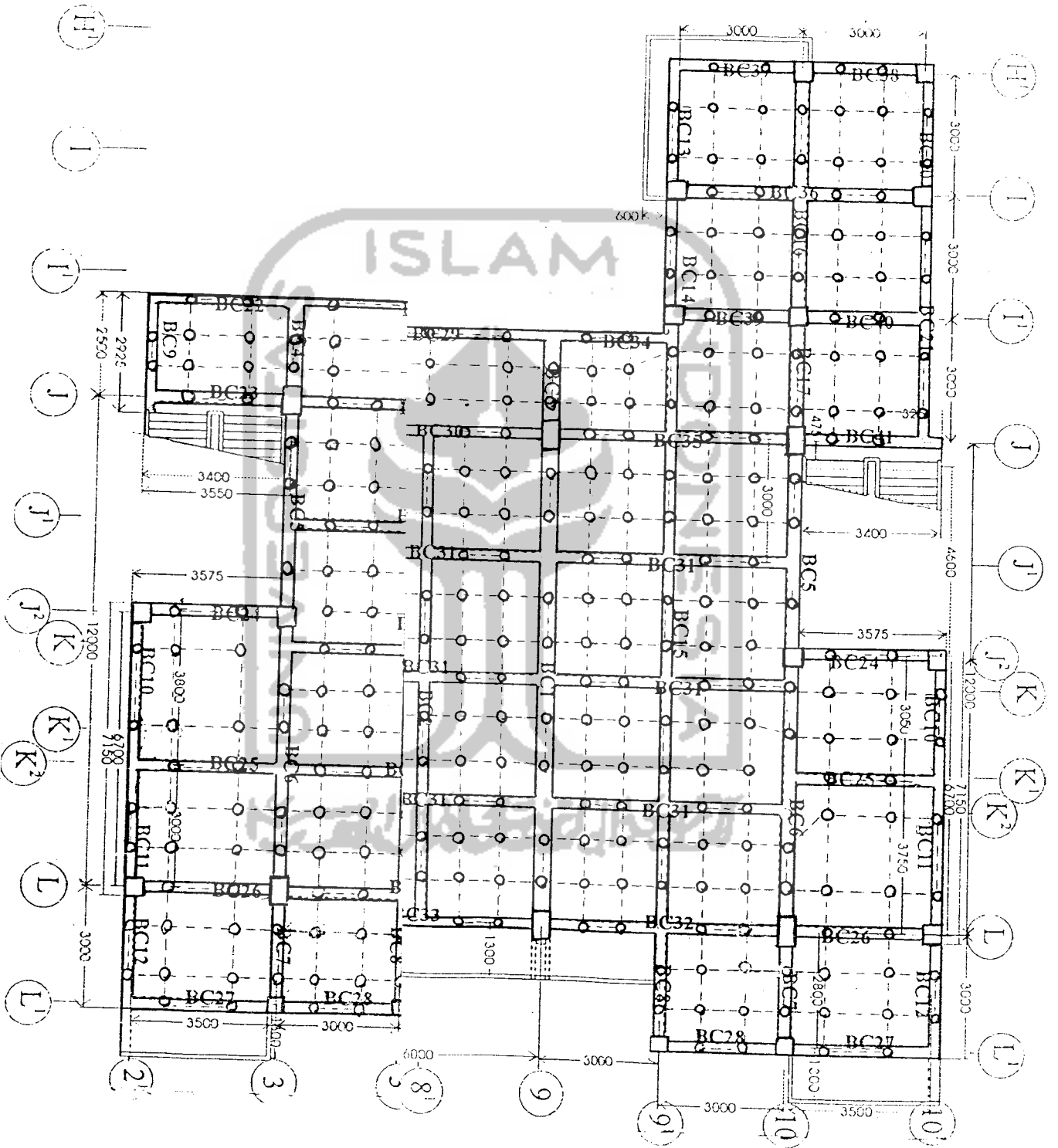
b. Berdasar daya dukung ideal :

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

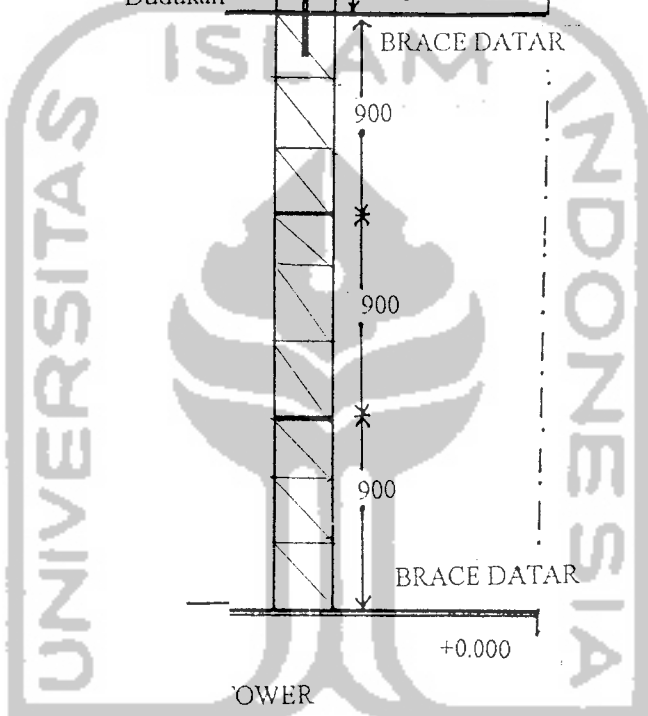
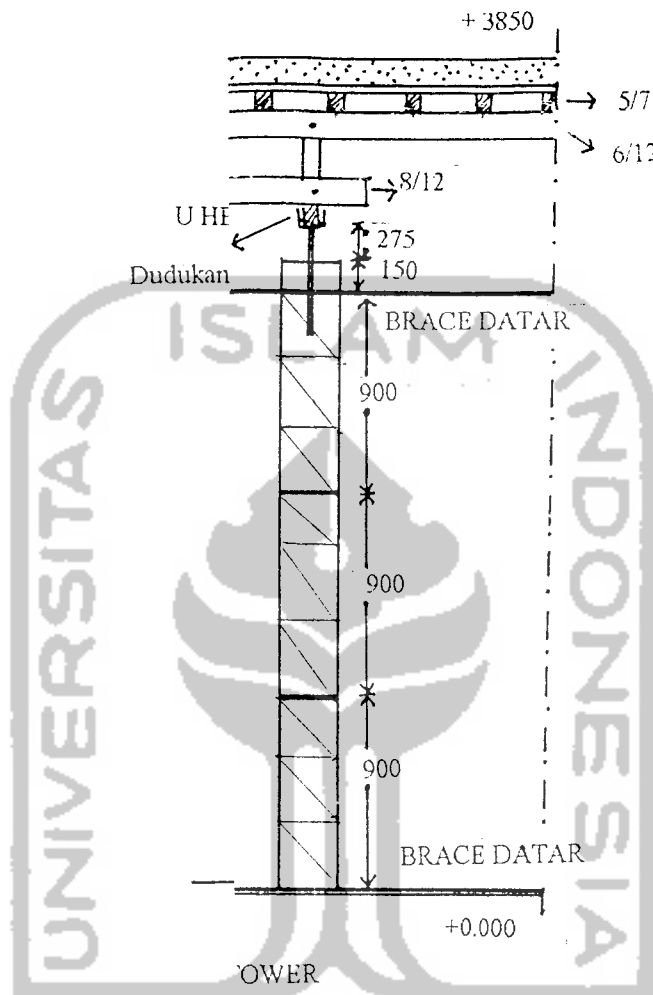
#### 4. 5. PERHITUNGAN KEBUTUHAN SCAFFOLDING

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*.



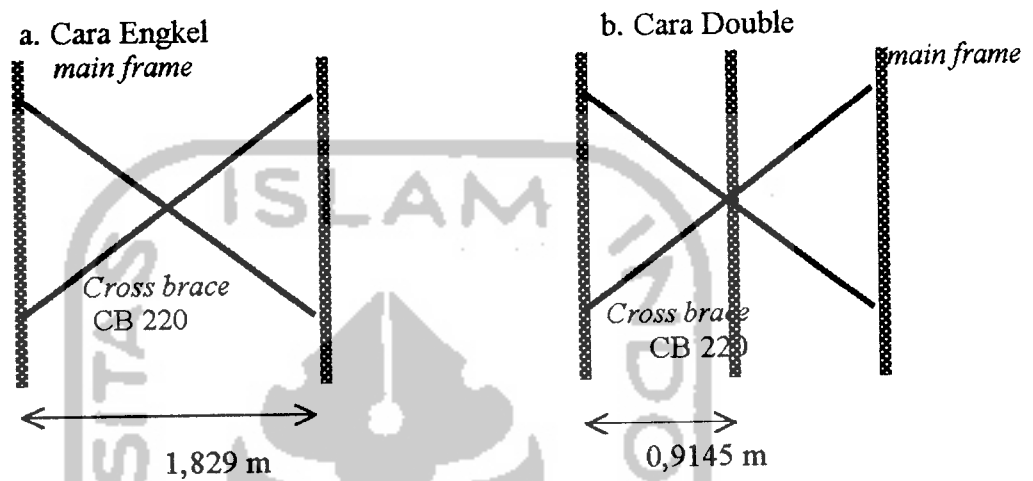


ك.ت.ل. 1



J<sup>2</sup>).

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           |

Diketahui bahwa daya dukung 1 *Main Frame* adalah 81,6 kN dan *Ladder Frame* adalah 111,7 kN. *Safety Factor* dipakai 1,92.

#### 4. 5. 1. Perhitungan Kebutuhan Scaffolding Untuk Plat

Beban – beban yang bekerja :

- Beban hidup = beban pekerja =  $q_l$  = 150 kg/m<sup>2</sup>.
- Beban mati = berat beton = tebal plat x  $\gamma$  = 0,12 m x 2500 = 300 kg/m<sup>2</sup>.  
 = berat bekisting = 40 kg/m<sup>2</sup>  
 $q_d$  = 340 kg/m<sup>2</sup>

$$\begin{aligned} \text{Maka beban ultimit} = q_u &= 1,2 (q_d) + 1,6 (q_l) \\ &= 1,2 \cdot 340 + 1,6 \cdot 150 = 648 \text{ kg/m}^2. \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Berat 1 m}^2 \text{ plat} &= 648 \text{ kg/m}^2 \times 1 \text{ m}^2 \\ &= 648 \text{ kg} = 0,648 \text{ ton.} \end{aligned}$$

Kebutuhan *scaffolding* untuk 1 m<sup>2</sup> plat adalah :

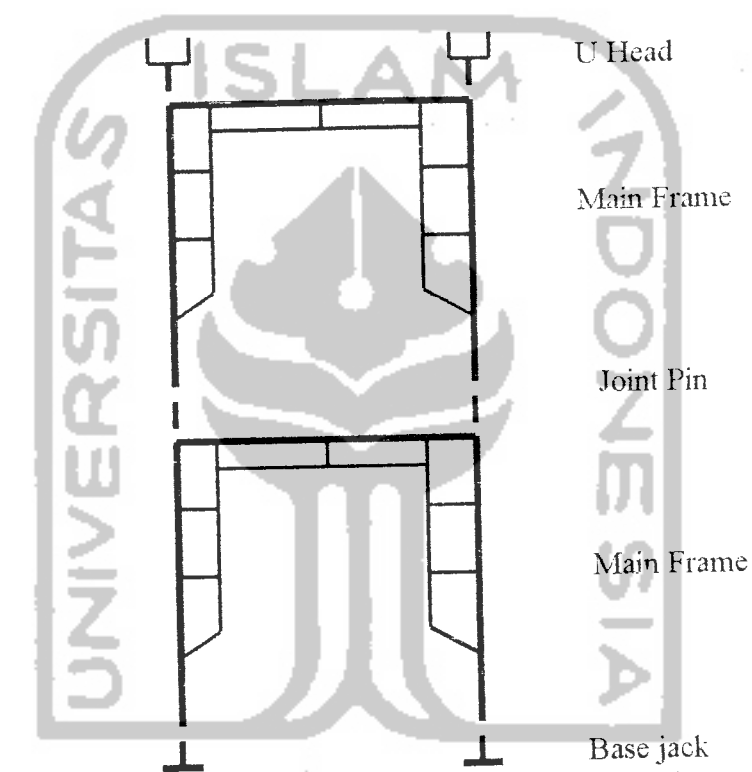
$$\begin{aligned} &\text{Berat 1 m}^2 \text{ plat} \\ &= \text{-----} \times \text{SF} \\ &\text{daya dukung scaff.} \\ &0,648 \text{ ton} \\ &= \text{-----} \times 1,92 = 0,1525 \text{ scaffolding / m}^2. \\ &8,16 \text{ ton} \end{aligned}$$

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 :

- Berat sendiri balok =  $q$  balok = Dimensi  $\times \gamma$

$$= 0,4 \times 0,8 \times 2400$$

$$= 768 \text{ kg / m}^2 = 7,68 \text{ kN/m}^2$$

- Momen distribusi dari plat

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

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

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

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

\* $q$  total =  $q$  ek. +  $q$  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 =  $q$  total + ( $q$  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 *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 :

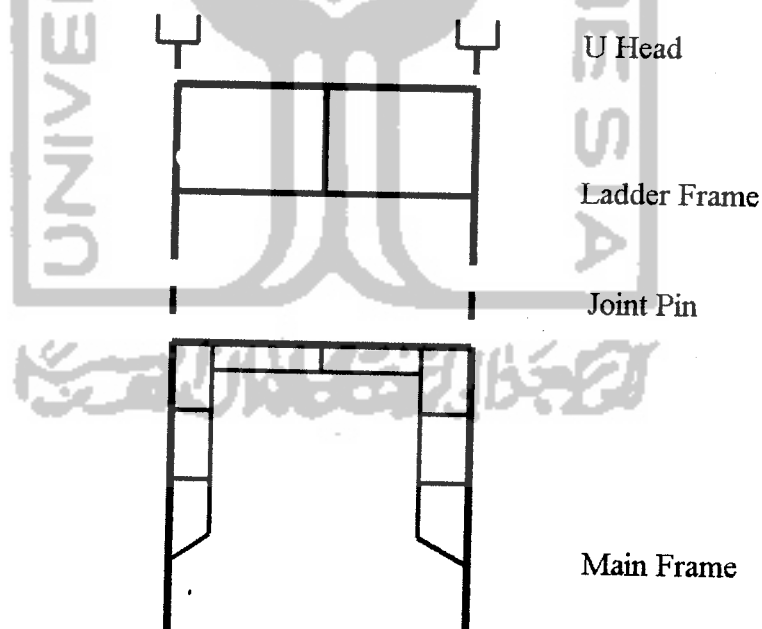
Panjang balok x berat balok  $\leq$  daya dukung scaff. / SF

$$0,9145 \text{ m} \times 2,3 \text{ t/m} = 2,1034 \text{ ton} < 8,16 \text{ ton} / 1,92 = 4,25 \text{ ton} \text{ ----- aman}$$

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

$$12 \text{ m} / 0,9145 \text{ m} = 13,122 \text{ dipakai } 14 \text{ scaffolding.}$$

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 x 6 = **84 *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  $\gamma$   
= 0,25 x 0,4 x 2400  
= 240 kg / m<sup>2</sup> = 2,4 kN/m<sup>2</sup>

- Momen distribusi dari plat

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

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

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

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

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

$$= 12,98 + 2,4 = 15,38 \text{ kN/m}$$

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 :

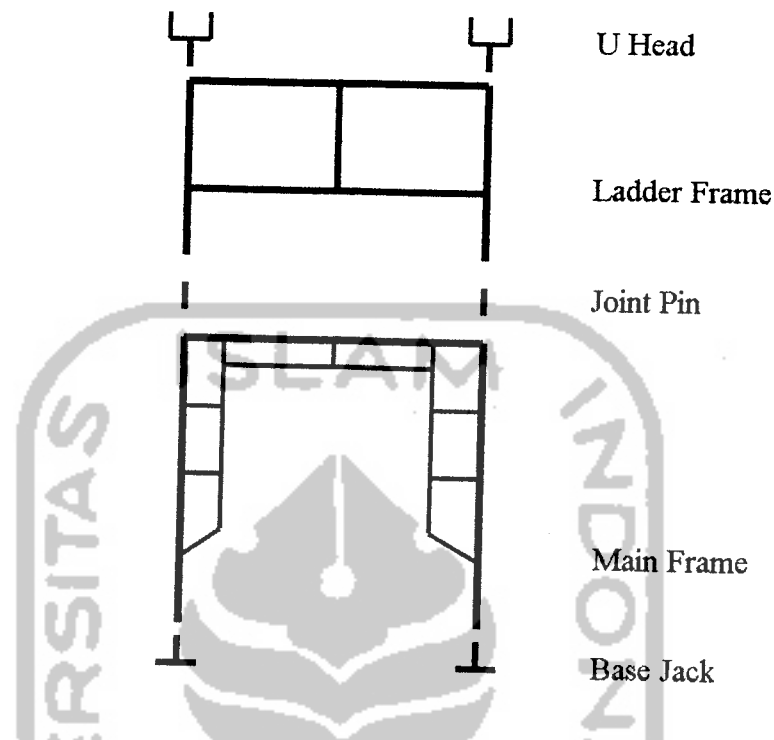
Panjang balok x berat balok  $\leq$  daya dukung scaff. / SF

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

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 | caranya | psg     | 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          | 0      | 168       | 84      | 166        |               |
| BC2   | 12    | 6         | engkel  | 1.829   | 6.561  | 7          | 42     | 84          | 84           | 84     | 84        | 84      | 84         |               |
| BC3   | 2.5   | 6         | engkel  | 1.829   | 1.3669 | 2          | 12     | 24          | 24           | 24     | 24        | 24      | 24         |               |
| BC4   | 2.5   | 1         | engkel  | 1.829   | 1.3669 | 2          | 2      | 4           | 4            | 4      | 4         | 4       | 4          |               |
| BC5   | 4.6   | 2         | double  | 0.91415 | 5.032  | 6          | 12     | 22          | 24           | 0      | 24        | 0       | 22         |               |
| BC6   | 2.8   | 2         | double  | 0.91415 | 3.063  | 4          | 8      | 14          | 16           | 0      | 16        | 0       | 14         |               |
| BC7   | 2.8   | 2         | double  | 0.91415 | 3.063  | 4          | 8      | 14          | 16           | 0      | 16        | 0       | 14         |               |
| BC8   | 2.8   | 2         | engkel  | 1.829   | 1.5309 | 2          | 4      | 6           | 8            | 8      | 8         | 8       | 8          |               |
| BC9   | 2.5   | 1         | engkel  | 1.829   | 1.3669 | 2          | 2      | 2           | 4            | 4      | 4         | 4       | 4          |               |
| BC10  | 3.05  | 2         | engkel  | 1.829   | 1.6676 | 2          | 4      | 6           | 8            | 8      | 8         | 8       | 8          |               |
| BC11  | 3.75  | 2         | engkel  | 1.829   | 2.0503 | 3          | 6      | 10          | 12           | 12     | 12        | 12      | 12         |               |
| BC12  | 2.8   | 2         | engkel  | 1.829   | 1.5309 | 2          | 4      | 6           | 8            | 8      | 8         | 8       | 8          |               |
| BC13  | 3     | 1         | engkel  | 1.829   | 1.6402 | 2          | 2      | 2           | 4            | 4      | 4         | 4       | 4          |               |
| BC14  | 3     | 1         | engkel  | 1.829   | 1.6402 | 2          | 2      | 2           | 4            | 4      | 4         | 4       | 4          |               |
| BC15  | 15    | 1         | engkel  | 1.829   | 8.2012 | 9          | 9      | 16          | 18           | 18     | 18        | 18      | 18         |               |
| BC16  | 3     | 1         | double  | 0.91415 | 3.2817 | 4          | 4      | 6           | 8            | 0      | 8         | 0       | 6          |               |
| BC17  | 3     | 1         | double  | 0.91415 | 3.2817 | 4          | 4      | 6           | 8            | 0      | 8         | 0       | 6          |               |
| BC20  | 3     | 1         | engkel  | 1.829   | 1.6402 | 2          | 2      | 2           | 4            | 4      | 4         | 4       | 4          |               |
| BC21  | 6     | 1         | engkel  | 1.829   | 3.2805 | 4          | 4      | 6           | 8            | 8      | 8         | 8       | 8          |               |
| BC22  | 3.55  | 1         | engkel  | 1.829   | 1.941  | 2          | 2      | 2           | 4            | 4      | 4         | 4       | 4          |               |
| BC23  | 3.55  | 1         | engkel  | 1.829   | 1.941  | 2          | 2      | 2           | 4            | 4      | 4         | 4       | 4          |               |
| BC24  | 3.5   | 2         | engkel  | 1.829   | 1.9136 | 2          | 4      | 6           | 8            | 8      | 8         | 8       | 8          |               |
| BC25  | 3.5   | 2         | engkel  | 1.829   | 1.9136 | 2          | 4      | 6           | 8            | 8      | 8         | 8       | 8          |               |
| BC26  | 3.5   | 2         | engkel  | 1.829   | 1.9136 | 2          | 4      | 6           | 8            | 8      | 8         | 8       | 8          |               |
| BC27  | 3.5   | 2         | engkel  | 1.829   | 1.9136 | 2          | 4      | 6           | 8            | 8      | 8         | 8       | 8          |               |
| BC28  | 3     | 2         | engkel  | 1.829   | 1.6402 | 2          | 4      | 6           | 8            | 8      | 8         | 8       | 8          |               |
| BC29  | 6     | 6         | engkel  | 1.829   | 3.2805 | 4          | 24     | 46          | 48           | 48     | 48        | 48      | 48         |               |
| BC30  | 6     | 6         | engkel  | 1.829   | 3.2805 | 4          | 24     | 46          | 48           | 48     | 48        | 48      | 48         |               |
| BC31  | 14    | 3         | engkel  | 1.829   | 7.6545 | 4          | 12     | 20          | 24           | 24     | 24        | 24      | 24         |               |
| BC32a | 3     | 2         | engkel  | 1.829   | 1.6402 | 2          | 4      | 6           | 8            | 8      | 8         | 8       | 8          |               |
| b     | 3     | 2         | engkel  | 1.829   | 1.6402 | 2          | 4      | 6           | 8            | 8      | 8         | 8       | 8          |               |
| BC33  | 6     | 5         | engkel  | 1.829   | 3.2805 | 4          | 20     | 38          | 40           | 40     | 40        | 40      | 40         |               |
| BC34  | 3     | 1         | engkel  | 1.829   | 1.6402 | 2          | 2      | 2           | 4            | 4      | 4         | 4       | 4          |               |

- 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 MIT hasil uji lab.

Tabel 4. 9. Biaya Pemakaian Perancah MIT 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 MIT ideal (hitungan teori)

Tabel 4. 10. Biaya Pemakaian Perancah MIT 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 Lt. 1

| Tipe                 | Jumlah | Harga     | Total            | 8       | Harga            | Total     |
|----------------------|--------|-----------|------------------|---------|------------------|-----------|
|                      | h      | baru (Rp) | 1000 (Rp)        |         | Jama             | 1000 (Rp) |
| Main frame MF-1217   | 667    | 96,700    | 64.315,8         | 135,600 | 56.752,8         |           |
| Ladder frame LF-1209 | 351    | 81,100    | 28.465,1         | 60,600  | 23.376,6         |           |
| Cross brace CB-220   | 1204   | 75,700    | 98.684,8         | 48,500  | 87.319           |           |
| Cross brace CB-300   | 131    | 70,100    | 13.713,1         | 38,200  | 27.541,8         |           |
| Clamp                | 707    | 17,000    | 12.019           | 12,000  | 12.018           |           |
| U-head               | 674    | 60,500    | 60.417           | 32,500  | 35.997           |           |
| base jack            | 774    | 65,500    | 50.687           | 35,500  | 27.477           |           |
| <b>HARGA TOTAL</b>   |        |           | <b>363.654,7</b> |         | <b>235.497,8</b> |           |

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 MF       | Perancah MF -<br>Ideal | 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,- |