



**EVALUASI TERHADAP PENGGUNAAN
PERANCAH BAJA MODIFIKASI SEBAGAI PENOPANG SEMENTARA
UNTUK STRUKTUR *TRANSFER BEAM COLUMN*
(Studi Kasus Proyek Tunjungan Plaza 6 Surabaya)**

SKRIPSI

Oleh

Herdhyasmara Rizki Nugraha

NIM 131910301025

**JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER**

2018



***EVALUATION OF MODIFICATED STEEL SCAFFOLD
APPLICATION AS A TEMPORARY SUPPORT FOR
THE TRANSFER BEAM COLUMN STRUCTURE
(Case Study Tunjungan Plaza 6 Project in Surabaya)***

SKRIPSI

Oleh

Herdhyasmara Rizki Nugraha

NIM 131910301025

**JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER**

2018



**EVALUASI TERHADAP PENGGUNAAN
PERANCAH BAJA MODIFIKASI SEBAGAI PENOPANG SEMENTARA
UNTUK STRUKTUR *TRANSFER BEAM COLUMN*
(Studi Kasus Proyek Tunjungan Plaza 6 Surabaya)**

SKRIPSI

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat
untuk menyelesaikan Program Studi Teknik Sipil (S1)
dan mencapai gelar Sarjana Teknik

Oleh

Herdhyasmara Rizki Nugraha

NIM 131910301025

**JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER**

2018

PERSEMBAHAN

Skripsi ini dipersembahkan untuk:

1. Bapak Kamari dan Ibu Suyati serta Kakak Hatma Heris Mahendra yang tercinta;
2. Guru-guru sejak dari taman kanak-kanak hingga Perguruan Tinggi;
3. Teman-temanku sejak kecil hingga sekarang;
4. Teman-teman sekaligus keluargaku di TC Community : Iim, Ocha, Nona, Lukman, Abid, Mirza, Agung, Vicky, Wahyu, Deni, Ikhwan, dan Ade;
5. Teman-teman seperjuangan : Shafira Shastri, Malik Hadi Iskandar, Arifa, Gandhi Kartiko Aji, Syarifuddin Baharsyah, M. Waffi Mahzumi;
6. Saudara-saudara Paku Payung 2013 Teknik Sipil Universitas Jember;
7. Almamater tercinta, Fakultas Teknik Universitas Jember.

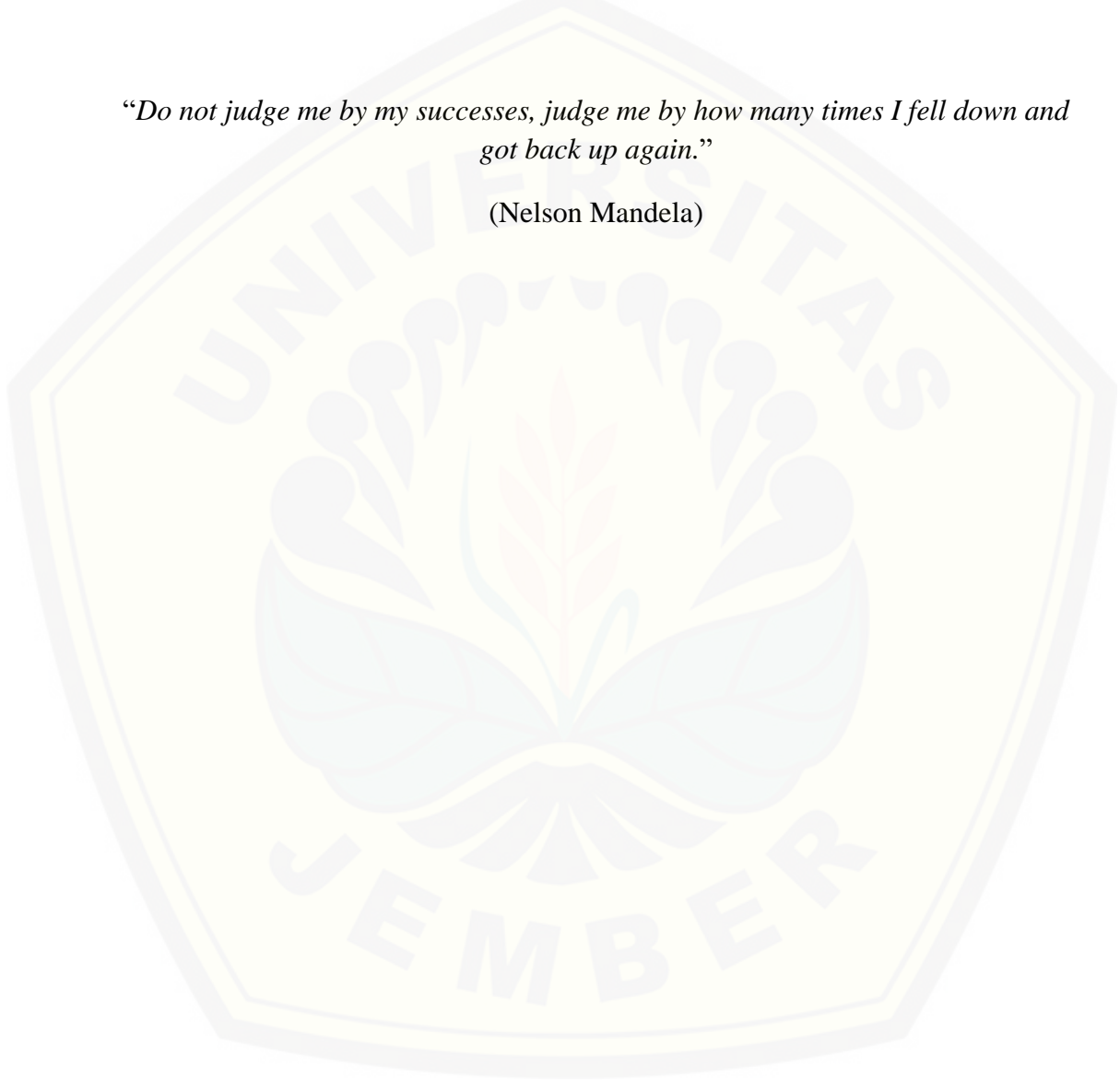
MOTTO

“Life as if you were to die tomorrow, learn as if you were to live forever.”

(Mahatma Gandhi)

“Do not judge me by my successes, judge me by how many times I fell down and got back up again.”

(Nelson Mandela)



PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Herdhyasmara Rizki Nugraha

NIM : 131910301025

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Skripsi yang berjudul “Evaluasi Terhadap Penggunaan Perancah Baja Modifikasi Sebagai Penopang Sementara Untuk Struktur *Transfer Beam Column* (Studi Kasus Proyek Tunjungan Plaza 6 Surabaya)” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah disebutkan sumbernya dan belum pernah diajukan pada institusi manapun serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun, serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, Januari 2018

Yang menyatakan,

Herdhyasmara Rizki Nugraha

NIM 131910301025

SKRIPSI

**EVALUASI TERHADAP PENGGUNAAN
PERANCAH BAJA MODIFIKASI SEBAGAI PENOPANG SEMENTARA
UNTUK STRUKTUR *TRANSFER BEAM COLUMN*
(Studi Kasus Proyek Tunjungan Plaza 6 Surabaya)**

Oleh

Herdhyasmara Rizki Nugraha

NIM 131910301025

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Syamsul Arifin, S.T., M.T.

Dosen Pembimbing Anggota : Winda Tri Wahyuningtyas, S.T.,M.T

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Evaluasi Terhadap Penggunaan Perancah Baja Modifikasi Sebagai Penopang Sementara Untuk Struktur *Transfer Beam Column* (Studi Kasus Proyek Tunjungan Plaza 6 Surabaya)” telah diuji dan disahkan pada:
hari, tanggal : Selasa, 9 Januari 2018
tempat : Fakultas Teknik Universitas Jember

Tim Penguji:

Pembimbing I,



Syamsul Arifin, S.T., M.T.
NIP. 19690709 199802 1 001

Pembimbing II,



Winda Tri Wahyuningtyas, S.T., M.T.
NIP. 760016772

Penguji I,



Ir. Hernu Suyoso, M.T.
NIP. 19551112 198702 1 001

Penguji II,



Nunung Nuring H., S.T., M.T.
NIP. 19760217 200112 2 002

Mengesahkan

Dekan Fakultas Teknik Universitas Jember,



Dr. Ir. Ehtin Hidayah, M.UM.
NIP. 19661215 199503 2 001

RINGKASAN

Evaluasi Terhadap Penggunaan Perancah Baja Modifikasi Sebagai Penopang Sementara Untuk Struktur *Transfer Beam Column*; Herdhyasmara Rizki Nugraha; 131910301025; 2017; 123 halaman; Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Jember.

Perkembangan teknologi di dunia sekarang ini telah merambah ke dunia konstruksi. Perkembangan ini diharapkan dapat membantu tercapainya efisiensi biaya, waktu dan mutu yang diinginkan. Agar tercapainya efisiensi biaya, waktu dan mutu tersebut maka perlunya pemilihan suatu metode pelaksanaan suatu proyek konstruksi. Dengan adanya perkembangan di bidang konstruksi maka memungkinkan perusahaan jasa konstruksi berinovasi mengganti perancah (*scaffolding*) dengan perancah dari profil baja yang di modifikasi.

Proyek Tunjungan Plaza 6 merupakan proyek konstruksi supermall yang cukup kompleks sehingga pengerjaannya membutuhkan metode pelaksanaan yang harus dikontrol dengan sangat baik. Dalam kasus ini proyek Tunjungan Plaza 6 merencanakan sebuah struktur *Transfer Beam Column* dengan ukuran panjang 24 meter, lebar 1,4 meter dan tinggi 4 meter. Salah satu metode pelaksanaan yang perlu menjadi perhatian adalah metode pelaksanaan perancah pada struktur *Transfer Beam Column*.

Metode yang dilakukan pada penelitian ini yaitu mengidentifikasi dimensi profil baja yang efisien untuk digunakan sebagai perancah baja modifikasi (*megatruss*) yang menopang struktur *Transfer Beam Column*. Sehingga dapat dilakukan perhitungan analisa biaya produksi (*cost product*) yang minimum dan optimal.

Mutu baja yang digunakan untuk struktur perancah baja modifikasi (*megatruss*) adalah BJ-37. Batang profil 1 menggunakan profil *Castellated Beam (Honeycomb)* 1200.300.14.26. Batang profil 2 menggunakan profil WF 400.400.13.21. Batang profil 3 menggunakan profil WF 350.350.12.19. Batang profil 4 menggunakan profil WF 350.350.12.19. Batang profil 5 menggunakan

profil WF 300.150.5,5.8. Batang profil 6 menggunakan profil WF 250.250.9.14. Batang profil 7 menggunakan profil WF 350.350.12.19. Batang profil 8 menggunakan profil WF 350.350.12.19. Batang profil 9 menggunakan profil WF 250.250.9.14. Batang profil 10 menggunakan profil WF 250.250.9.14. Batang profil 11 menggunakan profil WF 250.250.9.14.

Dari perhitungan profil tersebut diatas maka didapatkan hasil perhitungan Rencana Anggaran Biaya (bahan, alat dan upah tenaga kerja) untuk biaya produksi yang minimum yaitu sebesar Rp. 3.623.026.584. Hasil tersebut berkurang sebesar 20,05% dari biaya produksi berdasarkan penggunaan profil yang telah di aplikasikan atau terpasang di lapangan yaitu sebesar Rp. 4.531.622.583.

SUMMARY

Evaluation of Modified Steel Scaffold Application as a Temporary Support for The Transfer Beam Column Structure; Herdhyasmara Rizki Nugraha; 131910301025; 2017; 123 pages; Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, University of Jember.

The development of technology in the world today has penetrated into the world of construction. The development is expected to help achieve cost-efficiency, time, and quality desired. In order to achieve cost-efficiency, time and quality, of the need for the selection a method of implementating a construction project. With the developments in the field of construction then allows the construction services company innovating replace scaffolding with scaffold from steel profiles in the modifications.

The Tunjungan Plaza 6 project is a supermall construction project is a complex enough, so the work requires implementing methods that must be controlled very well. In this case the Tunjungan Plaza 6 project planned a structure Transfer Beam Column with length 24 meters, width 1,4 meters and height 4 meters. One of the methods of implementation needs to be of concern is the method of implementation of scaffold the Transfer Beam Column structure.

The method in this study is identifying the most efficient steel profile dimensions for use as a modified steel scaffold (megatruss) that sustains the Transfer Beam Column structure. So the production analysis are minimum and optimal in cost calculation.

The quality of the steel used for modified steel scaffold (megatruss) structure is BJ-37. Profile 1 use Castellated Beam (Honeycomb) 1200.300.14.26 profile. Profile 2 use WF 400.400.13.21 profile. Profile 3 use WF 350.350.12.19 profile. Profile 4 use WF 350.350.12.19 profile. Profile 5 use WF 300.150.5,5.8 profile. Profile 6 use WF 250.250.9.14 profile. Profile 7 use WF 350.350.12.19 profile. Profile 8 use WF 350.350.12.19 profile. Profile 9 use WF 250.250.9.14

profile. Profile 10 use WF 250.250.9.14 profile. Profile 11 use WF 250.250.9.14 profile.

From the calculation of the profile above, then obtained as a result of calculation Budget Plan Cost (materials, tools and labor wages) for the minimum cost of production is equal Rp. 3.623.026.584. These results are reduced by 20,05% of production cost based on the usage profile that has been applied or installed in the field is equal Rp. 4.531.622.583.



PRAKATA

Alhamdulillah, Puji syukur kehadirat Allah SWT atas limpahan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Evaluasi Terhadap Penggunaan Perancah Baja Modifikasi Sebagai Penopang Sementara Untuk Struktur *Transfer Beam Column* (Studi Kasus Proyek Tunjungan Plaza 6 Surabaya)”. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan program studi strata satu (S1) Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember.

Dalam penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Kedua orangtua, Bapak Kamari dan Ibu Suyati, serta kakak Hatma Heris Mahendra tercinta yang selalu memberikan dukungan, kasih sayang, dan mendoakan penulis;
2. Wiwik Yunarni W., S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing Akademik atas segala saran serta bimbingannya selama penulis menempuh pendidikan di Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember;
3. Ir. Hernu Suyoso, M.T., selaku ketua Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember, dan Dr. Anik Ratnaningsih S.T., M.T., selaku ketua Program Studi S1 Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember;
4. Syamsul Arifin S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing Utama dan Winda Tri Wahyuningtyas, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah meluangkan waktu, masukan, serta perhatian di dalam proses pengerjaan skripsi ini;
5. Ir. Hernu Suyoso, M.T. dan Nunung Nuring H., S.T., M.T., selaku Dosen Penguji atas saran dan evaluasi dalam proses perbaikan skripsi ini;
6. Seluruh staff pengajar, karyawan dan karyawan Fakultas Teknik Universitas Jember atas bantuannya;
7. Ramadani Masitoh W., Sinta Okta Nandani, Ning Fatchah Humaira, Muh. Lukman Abadi, Abidulloh Huda A., Priyo Agung L., Mirza Kurnia S.,

Vicky Hidayatullah, Wahyu Kusuma W., Deni Fernanda, Ikhwan Tri K., dan Ade Prasetyo (TC Community) yang selama ini membantu, memberi semangat dan saran dalam menyelesaikan skripsi ini, dari awal hingga akhir perjuangan ini;

8. Shafira Shastri, Malik Hadi Iskandar, Arifa, Gandhi Kartiko Aji, Syarifuddin Baharsyah, dan M. Waffi Mahzumi yang telah membantu dan telah direpotkan dalam pengerjaan skripsi ini.
9. Teman-teman Teknik Sipil Universitas Jember angkatan 2013 (Paku Payung) yang tidak mungkin untuk disebut satu persatu. Terima kasih atas segalanya yang telah memberikan dukungan serta perhatian;
10. Almater Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember;
11. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis juga menerima segala kritik dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan skripsi ini. Penulis berharap, semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis maupun pembaca sekalian.

Jember, Januari 2018

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN JUDUL	iii
PERSEMBAHAN	iv
MOTTO	v
PERNYATAAN	vi
HALAMAN PEMBIMBINGAN	vii
HALAMAN PENGESAHAN	viii
RINGKASAN	ix
SUMMARY	xi
PRAKATA	xiii
DAFTAR ISI	xv
DAFTAR TABEL	xviii
DAFTAR GAMBAR	xix
BAB I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan	3
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Manfaat	4
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 <i>Transfer Beam Column</i>	5
2.2 Perancah (<i>scaffolding</i>)	7
2.2.1 Fungsi Perancah Baja	9
2.2.2 Jenis Material Perancah	10
2.2.3 Tipe Konstruksi Acuan Perancah Baja	10
2.3 Perencanaan Modifikasi Perancah Baja	11
2.3.1 Permasalahn yang Mendasari Perencanaan Perancah	11
2.3.2 Faktor Pemilihan Penggunaan Perancah Baja	11
2.3.3 Perencanaan Struktur Perancah Baja Modifikasi	12

2.3.4	Metode Pelaksanaan Penggunaan Perancah Baja	17
2.4	Profil Baja	18
2.4.1	Sejarah Profil Baja	18
2.4.2	Kelebihan Baja Sebagai Material Struktur	19
2.4.3	Kekurangan Baja Sebagai Material Struktur	21
2.4.4	Macam-macam Bentuk Profil Baja	22
2.5	Perencanaan dan Perhitungan Desain Baja.....	25
2.5.1	Penampang Profil Baja	27
2.5.2	Sambungan	34
2.6	Perkiraan Biaya Perancah Baja Modifikasi	38
2.7	Analisa Harga Satuan dan Upah Tenaga Kerja	38
2.8	Harga Satuan Pekerjaan.....	38
BAB III.	METODE PENELITIAN	40
3.1	Lokasi Penelitian	40
3.2	Waktu Penelitian	40
3.3	Tahap Persiapan dan Kajian Pustaka	40
3.4	Tahap Pengumpulan Data	41
3.5	Pengolahan Data	42
3.6	Dimensi yang efisien struktur perancah baja	43
3.7	Biaya produksi yang minimum penggunaan perancah	44
3.8	Kesimpulan dan Saran	44
BAB IV.	ANALISA PEMBAHASAN	51
4.1	Data Proyek.....	51
4.2	Data Perencanaan Perancah Baja Modifikasi (<i>Megatruss</i>)	52
4.3	Menghitung Beban untuk Pemodelan Perancah	52
4.3.1	Pembebanan	52
4.4	Menentukan Profil yang efisien untuk menumpu beban ..	53
4.5	Analisa SAP 2000.....	57
4.5.1	Desain Profil	61
4.6	Perencanaan Sambungan.....	78
4.6.1	Sambungan titik D.....	79

4.6.2 Sambungan titik E	81
4.6.3 Sambungan titik F.....	84
4.6.4 Sambungan titik C1	87
4.6.5 Sambungan Rangka Induk.....	90
4.7 Rencana Anggaran Biaya (RAB)	103
4.7.1 Menghitung Analisa Harga Satuan Pekerjaan	103
4.7.2 Perhitungan Volume Pekerjaan	105
4.7.3 Durasi yang dibutuhkan	109
4.7.4 Perhitungan Biaya Upah Tenaga Kerja	118
4.7.5 Perhitungan Biaya Pelaksanaan <i>Tower Crane</i>	119
BAB V. PENUTUP	122
5.1 Kesimpulan.....	122
5.2 Saran.....	123
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

	Halaman
2.1 Faktor Ketahanan (DFBK)	26
2.2 Besaran Material	27
2.3 Perbandingan Luas Penampang Bersih	28
2.4 Perbandingan Tegangan Kritis dan Faktor Ketahanan	29
2.5 Perbandingan Kekuatan Lentur Nominal	32
2.6 Perbandingan Desain Sambungan Las	34
2.7 Perbandingan Desain Sambungan Baut	36
3.1 Matriks Penelitian	47
3.2 Tabel <i>Time Schedule</i>	49
4.1 Total Beban Profil Pada SAP 2000	57
4.2 Total Beban Profil Perhitungan Manual	57
4.3 Perbandingan profil baja yang ada dilapangan dengan hasil efisiensi ..	58
4.4 Data Profil yang paling ekonomis dari perhitungan SAP 2000	60
4.5 Analisa Harga Satuan Pekerjaan	104
4.6 Analisa Anggaran Biaya Pemasangan Profil Baja Hasil Efisiensi	107
4.7 Analisa Anggaran Biaya Pemasangan Profil Baja (merujuk pada profil yang terpasang di lapangan)	108
4.8 Total Volume Batang Profil Baja	114
4.9 Analisa penjadwalan perakitan dan pemasangan profil baja pada perancah <i>megatruss</i> setelah dilakukan efisiensi	117
4.10 Total biaya produksi (<i>cost product</i>) untuk pekerjaan perancah baja modifikasi (<i>megatruss</i>)	121

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 <i>Transfer Beam Column</i> tampak dari atas	7
2.2 <i>Trannsfer Beam Column</i> yang ada di Proyek TP 6 Surabaya	7
2.3 Perancah Baja Modifikasi yang digunakan untuk menopang sementara Struktur <i>Transfer Beam Column</i> yang ada di Proyek TP 6 Surabaya ..	17
2.4 Beberapa Bentuk Profil Baja	24
3.1 Lokasi Penelitian	40
3.2 Diagram Alir Penelitian.....	45
4.1 Gambar 3D pemodelan struktur perancah pada SAP2000	56
4.2 Running pemodelan struktur perancah pada SAP2000	59
4.3 Running pemodelan struktur perancah pada SAP2000	59
4.4 Titik Sambungan Rangka	78
4.5 Titik Buhul D.....	79
4.6 Titik Buhul E	81
4.7 Titik Buhul F	84
4.8 Titik Buhul C1	87
4.9 Titik Sambungan Rangka	90
4.10 Titik Buhul A.....	90
4.11 Titik Buhul B.....	96
4.12 Titik Buhul C	99

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi di dunia sekarang ini mengalami kemajuan yang sangat pesat. Perkembangan yang ada sekarang ini juga telah merambah ke dunia konstruksi. Perkembangan ini diharapkan dapat membantu tercapainya efisiensi biaya, waktu dan mutu yang diinginkan. Agar tercapainya efisiensi biaya, waktu dan mutu tersebut maka perlunya pemilihan suatu metode pelaksanaan suatu proyek konstruksi. Dengan adanya perkembangan di bidang konstruksi maka memungkinkan pula bagi para perusahaan jasa konstruksi untuk memilih salah satu metode konstruksi dari berbagai alternatif metode pelaksanaan konstruksi yang ada. Salah satu cara penerapannya adalah dengan mengganti metode-metode konvensional dengan metode yang lebih modern. Dengan hal tersebut maka memungkinkan perusahaan jasa konstruksi berinovasi mengganti perancah (*scaffolding*) dengan perancah dari profil baja yang dimodifikasi.

Proyek Tunjungan Plaza 6 merupakan proyek konstruksi supermall yang mempunyai nilai kontrak yang besar. Proyek ini juga cukup kompleks sehingga pengerjaannya membutuhkan metode pelaksanaan yang harus dikontrol dengan sangat baik. Proyek Tunjungan Plaza 6 dikerjakan oleh kontraktor PT. Pembangunan Perumahan atau disingkat (PP). Pembangunan Tunjungan Plaza 6 meliputi *Office Tower* dengan 43 lantai dan *Condo Tower* dengan 53 lantai. Kedua gedung tinggi tersebut akan dihubungkan dengan *Podium East* dan *Podium West*. Pada bagian Podium inilah direncanakan sebuah struktur *Transfer Beam Column* dengan ukuran panjang 24 meter, lebar 1,4 meter dan tinggi 4 meter. Struktur *Transfer Beam Column* membutuhkan perhatian khusus baik dalam perencanaan maupun pada pelaksanaannya. Salah satu metode pelaksanaan yang perlu menjadi perhatian adalah metode pelaksanaan perancah pada struktur *Transfer Beam Column*.

Perencanaan awal dari perancah yang akan menopang struktur *Transfer Beam Column* adalah dengan menggunakan perancah (*scaffolding*) yang biasa digunakan pada proyek-proyek pada umumnya. Namun dengan seiring berjalannya pekerjaan struktur dilakukannya evaluasi sehingga dilakukan perencanaan ulang dan memutuskan memilih menggunakan struktur perancah baja modifikasi dari profil baja yang disusun menjadi suatu struktur dan diberi nama *megatruss*. Dengan struktur perancah dari profil baja maka tentu akan mampu menopang beban lebih besar dibandingkan struktur perancah (*scaffolding*) biasanya. Namun dibalik keunggulan tersebut tentu terdapat resiko yang mungkin terjadi, salah satunya yaitu pembengkakan biaya untuk struktur perancah *megatruss* tersebut. Jadi perlunya pengawasan yang ketat dalam perencanaan dan pelaksanaannya. Pengawasan ini penting mengingat struktur perancah tersebut sifatnya tidak permanen.

Konstruksi perancah sifatnya hanyalah sementara, akan tetapi memerlukan biaya yang cukup besar, maka dari itu perlunya perhitungan yang cermat dan teliti untuk menekan biaya sehingga efisiensi biaya dapat tercapai. Pemilihan jenis bahan perancah beton pada proyek pembangunan gedung bertingkat perlu diperhatikan (Suparno, 2012). Melakukan *value engineering* antara perancah konvensional dengan *scaffolding* pada proyek konstruksi juga dapat dilakukan untuk membandingkan lebih murah yang mana dari segi total biaya sewa (Astina, 2015).

Dari beberapa penjelasan diatas dapat disimpulkan bahwa berdasarkan biaya yang cukup besar untuk konstruksi perancah yang sifatnya sementara, maka diperlukannya perencanaan konstruksi perancah yang benar-benar diperhitungkan secara matang dan efisien. Sejauh ini belum banyak ada penelitian yang membahas secara khusus mengenai konstruksi perancah. Maka dari itu, diharapkan penelitian ini dapat memberi sedikit pengetahuan tentang konstruksi perancah, khususnya perancah baja modifikasi. Selain itu, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui dimensi yang efisien dan biaya produksi yang minimum dari penggunaan perancah baja modifikasi yang

digunakan sebagai penopang sementara struktur *Transfer Beam Column* yang diterapkan pada Proyek Tunjungan Plaza 6 Surabaya.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas maka dapat dirumuskan beberapa permasalahan sebagai berikut :

1. Berapa dimensi yang efisien perancah baja modifikasi yang digunakan sebagai penopang sementara struktur *Transfer Beam Column* pada Proyek Tunjungan Plaza 6 Surabaya?
2. Berapa biaya produksi (*cost product*) yang minimum dari penggunaan perancah baja modifikasi yang menopang sementara struktur *Transfer Beam Column* pada Proyek Tunjungan Plaza 6 Surabaya?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini sebagai berikut:

1. Mengetahui dimensi yang efisien perancah baja modifikasi yang digunakan untuk menopang sementara struktur *Transfer Beam Column* pada Proyek Tunjungan Plaza 6 Surabaya.
2. Mengetahui berapa biaya produksi (*cost product*) yang minimum dari penggunaan perancah baja modifikasi yang menopang sementara struktur *Transfer Beam Column* pada Proyek Tunjungan Plaza 6 Surabaya.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini sebagai berikut :

Dapat digunakan oleh Instansi terkait untuk menjadi salah satu pertimbangan pihak kontraktor dalam memilih dan menentukan perancah baja untuk metode pelaksanaan dalam suatu proyek konstruksi.

1.5 Batasan Masalah

Adapun batasan permasalahan dalam penelitian ini sebagai berikut :

1. Hanya membahas perhitungan beban struktur *Transfer Beam Column* yang akan dibebankan pada perancah.
2. Tidak memasukkan beban angin dan beban gempa pada pembebanan.
3. Perancah yang di evaluasi hanya perancah untuk penopang sementara struktur *Transfer Beam Column*.
4. Profil baja yang di evaluasi hanya jenis profil WF.
5. Tidak membandingkan struktur perancah baja modifikasi (*megatruss*) dengan struktur perancah *scaffolding*.
6. Tidak memperhitungkan biaya sewa (*rental costs*) untuk profil baja yang digunakan.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 *Transfer Beam Column*

Transfer Beam Column adalah suatu balok kolom yang merupakan salah satu implementasi dari konsep balok prategang. Balok beton prategang adalah balok beton dengan kombinasi *strand* prategang dan tulangan biasa. Beton prategang adalah kombinasi dari dua bahan berkekuatan tinggi, yaitu beton dan baja mutu tinggi.

Beton prategang atau beton pratekan merupakan beton bertulang yang telah diberikan tegangan tekan dalam untuk mengurangi tegangan tarik potensial dalam beton akibat beban kerja (Dirjen Bina Marga, 2011).

Beton Pratekan : Pada beton pratekan, kombinasi antara beton dengan mutu yang tinggi dan baja bermutu tinggi dikombinasikan dengan cara aktif, sedangkan beton bertulang kombinasinya secara pasif. Cara aktif ini dapat dicapai dengan cara menarik baja dengan menahannya kebeton, sehingga beton dalam keadaan tertekan. Karena penampang beton sebelum beban bekerja telah dalam kondisi tertekan, maka bila beban bekerja tegangan tarik yang terjadi dapat di-eliminir oleh tegangan tekan yang telah diberikan pada penampang sebelum beban bekerja (Konstruksi Beton Pratekan, Ir.Soetoyo).

Konstruksi beton prategang (*Prestressed concrete*) mempunyai beberapa keuntungan bila dibandingkan dengan konstruksi beton bertulang biasa, antara lain :

- a. Terhindarnya retak terbuka didaerah tarik, sehingga beton prategang akan lebih tahan terhadap korosi.
- b. Lebih kedap terhadap air, cocok untuk pipa dan tangki air
- c. Karena terbentuknya lawan lendut akibat gaya prategang sebelum beban rencana bekerja, maka lendutan akhir setelah beban rencana bekerja, akan lebih kecil dari pada beton bertulang biasa.
- d. Penampang struktur akan lebih kecil/langsing, sebab seluruh luas penampang dipergunakan secara efektif.

e. Jumlah berat baja prategang jauh lebih kecil daripada jumlah berat besi penulangan pada konstruksi beton bertulang biasa.

f. Ketahanan geser balok dan ketahanan puntirnya bertambah.

Sedangkan kekurangan dari struktur beton prategang antara lain :

a. Bahan-bahan bermutu tinggi yang digunakan mempunyai harga satuan yang lebih mahal.

b. Memerlukan peralatan khusus seperti tendon, angkur, mesin penarik kabel, dan lain-lain.

c. Memerlukan keahlian khusus baik dalam perencanaan maupun pelaksanaannya.

Pada dasarnya ada 2 macam metode pemberian gaya prategang pada beton, yaitu :

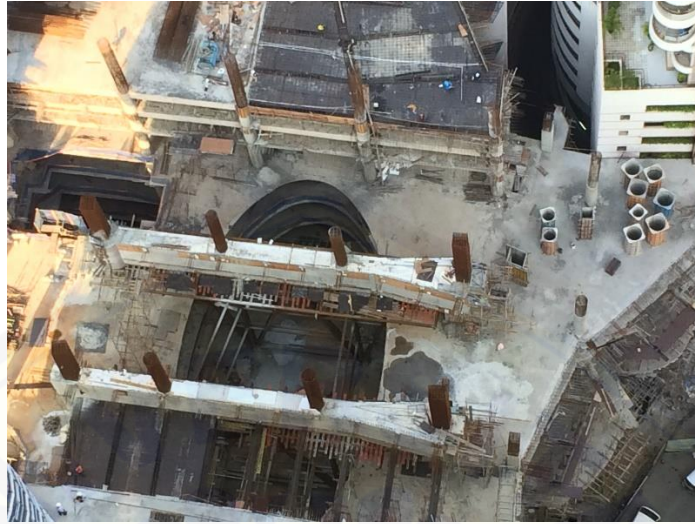
1. Pratarik (*Pre-Tension Method*)

Metode ini baja prategang diberi gaya prategang dulu sebelum beton dicor, oleh karena itu disebut *pretension method*.

2. Pasca tarik (*Post-Tension Method*)

Pada metode Pasca tarik, beton dicor lebih dahulu, dimana sebelumnya telah disiapkan saluran kabel atau tendon yang disebut duct.

Proyek pembangunan Tunjungan Plaza 6 Surabaya meliputi Office Tower dengan 43 lantai dan Condo Tower dengan 53 lantai. Kedua gedung tinggi tersebut akan dihubungkan dengan Podium East dan Podium West. Pada bagian Podium inilah terdapat *Transfer Beam Column* direncanakan untuk membuat sebuah balok yang dibawahnya merupakan sebuah void yang luas dan memiliki ketinggian yang cukup tinggi. Dengan ukuran panjang 24 meter, lebar 1,4 meter dan tinggi 4 meter, maka struktur dari *Transfer Beam Column* membutuhkan perhatian khusus baik dalam perencanaan maupun pada pelaksanaannya. Seperti balok prategang di struktur jembatan, balok prategang pada struktur *Transfer Beam Column* memiliki konsep yang sama dan menggunakan kabel strand untuk mutu tinggi bajanya.



(Sumber : Lapangan)

Gambar 2.1 *Transfer Beam Column* tampak dari atas



(Sumber : Lapangan)

Gambar 2.2 *Transfer Beam Column* yang ada di Proyek Tunjungan Plaza 6
Surabaya

2.2 Perancah (*Scaffolding*)

Perancah (*Scaffolding*) adalah bangunan peralatan (*platform*) yang dibuat untuk sementara dan digunakan sebagai penyangga tenaga kerja, bahan-bahan serta alat-alat pada setiap pekerjaan konstruksi bangunan termasuk pekerjaan

pemeliharaan dan pembongkaran. (Pasal 1 Permenaker & trans No.PER.01/MEN/1980)

Sedangkan menurut Wikipedia, perancah adalah struktur sementara yang digunakan untuk mendukung kru kerja dan bahan untuk membantu dalam pembangunan, pemeliharaan dan perbaikan bangunan, jembatan dan semua manusia lainnya dibuat struktur. Perancah juga digunakan dalam bentuk disesuaikan untuk bekisting dan menopang, pacuan tempat duduk, tahap konser, akses / melihat menara, stan pameran, landai ski, setengah pipa dan proyek-proyek seni.

Menurut *Heinz Frick (2002)*, perancah adalah suatu konstruksi dari batang bambu, kayu, atau pipa baja yang didirikan ketika suatu gedung sedang dibangun untuk menjamin tempat kerja yang aman bagi tukang yang membangun gedung, memasang sesuatu, atau mengadakan pekerjaan pemeliharaan / perawatan.

Perancah baja merupakan komponen utama dalam pekerjaan bekisting yang digunakan untuk menyangga bekisting sebelum dilakukan pemasangan besi tulangan dan pengecoran. Perancah baja merupakan suatu konstruksi pendukung pada suatu pekerjaan sebuah proyek yang terbuat dari rangka besi yang berbentuk khusus buatan pabrik dengan daya dukung tertentu, dimana pada pekerjaan ringan dapat dipakai sebagai penyangga untuk pekerja, pada pekerjaan yang lebih tinggi.

Persyaratan-persyaratan suatu konstruksi acuan perancah baja adalah sebagai berikut :

1. Kuat menahan berat beton segar, getaran vibrator, peralatan yang digunakan, berat sendiri, berat orang yang bekerja dan pengaruh kejutan.
2. Kaku, terutama alibat beban horizontal yang membuat cetakan mudah goyang atau labil. Selain itu acuan perancah tidak boleh melebihi deformasi yang diizinkan.
3. Kokoh, sehingga mampu menghasilkan bentuk penampang beton seperti yang diharapkan, tanpa mengalami perubahan bentuk yang berarti, oleh

karena itu maka ukuran dan kedudukan cetakan harus teliti atau sesuai dengan gambar perencanaan.

4. Bersih, karena dalam pengecoran kotoran mungkin akan naik dan masuk ke dalam adukan beton sehingga akan mengurangi mutu beton, dan jika kotoran tidak naik maka akan melekat pada permukaan beton dan sulit dibersihkan.
5. Mudah dibongkar, agar tidak merusak beton yang sudah jadi dan dapat digunakan berkali-kali.
6. Rapat, sambungan-sambungan pada cetakan harus rapat dan lubang-lubang yang disebabkan oleh serangga harus ditutup, sehingga cairan semen dan agregat tidak keluar dari celah-celah sambungan.
7. Material atau bahan yang digunakan harus mudah dipaku atau sekrup dan dalam membuat bagian cetakan harus mudah dirangkai sehingga dapat dilaksanakan dengan tenaga kerja minimal yang pada akhirnya akan memperoleh efisiensi waktu yang maksimal.
8. Optimal, kebutuhan bahan dan tenaga kerja harus seefektif dan seefisien mungkin yang akhirnya menguntungkan semua pihak.

2.2.1 Fungsi Perancah Baja

Perancah baja sangat erat kaitannya dengan proses konstruksi karena perancah baja digunakan untuk membantu menyangga material maupun pekerja. Perancah baja pada dasarnya memiliki beberapa manfaat. Manfaat yang pertama adalah sebagai struktur sementara yang digunakan untuk menahan beban yang belum mampu memikul beratnya sendiri. Biasanya digunakan saat pengecoran. Manfaat yang kedua adalah sebagai struktur sementara yang digunakan untuk membantu pelaksanaan pemasangan besi-besi atau material lainnya dalam suatu proyek konstruksi.

Selain itu, dari segi fungsinya, Perancah baja memiliki dua fungsi meliputi fungsi sebagai pendukung (*support*) dan sebagai akses (*access*).

1. Fungsi perancah baja sebagai pendukung (*support*)

Yaitu menyediakan tatakan elevasi yang dapat menahan suatu beban atau gaya tertentu pada sebuah area tertentu dan sebagai penompang atau penyangga bekisting.

2. Fungsi sebagai akses (*access*)

Yaitu menyediakan akses atau mampu mengakomodasi dan sebagai landasan untuk para pekerja yang digunakan untuk membantu pelaksanaan pekerjaan.

2.2.2 Jenis Material Perancah

Beberapa jenis material perancah yang dapat digunakan antara lain sebagai berikut :

1. Kayu dan Bambu
2. Kayu lapis (*plywood*)
3. Aluminium
4. Pipa Baja

2.2.3 Tipe Konstruksi Acuan Perancah Baja

Sejalan dengan perkembangan pemakaian beton, konstruksi acuan perancah juga mengalami perkembangan menjadi 3 sistem :

1. Sistem Tradisional

Acuan perancah sistem sederhana biasanya digunakan satu kali pakai. Bahan yang digunakan dapat berupa bahan organis, bahan buatan, dan / atau gabungan keduanya. Depresiasi acuan perancah jenis ini sangat tinggi, karena banyak volume tenaga kerja yang cukup besar serta berpengalaman.

2. Semi Sistem Modern

Sistem ini dirancang untuk suatu pekerjaan dan ukuran-ukuran untuk komponen tertentu dengan masa penggunaan satu kali atau lebih. Karena kemungkinan dapat digunakan secara berulang, maka biaya investasi yang diperlukan dan upah kerja yang tidak terlalu tinggi.

3. Sistem Modern

Perkembangan terakhir dalam pemanfaatan acuan perancah adalah perancangan acuan perancah baja untuk memudahkan penggunaan dalam berbagai bentuk komponen struktur. Sistem ini dapat memudahkan dan mempercepat proses pemasangan dan pembongkaran. Dengan kualitas hasil yang lebih baik dibandingkan dengan sistem lain, acuan perancah dengan sistem ini dapat dimanfaatkan untuk beberapa kali masa penggunaan. Untuk meningkatkan kecepatan kerja, sistem ini telah dilengkapi dengan berbagai alat bantu yang disesuaikan dengan tujuan penggunaan.

2.3 Perencanaan Modifikasi Perancah Baja

2.3.1 Permasalahan yang Mendasari Perencanaan Perancah Baja Modifikasi

Perhitungan pada perencanaan pemilihan jenis perancah selalu dilakukan dengan penuh ketelitian dan kehati-hatian. Dengan data struktur balok yang akan ditopang perancah maka akan didapatkan beban total struktur sehingga didapatkan perencanaan yang tepat untuk perancah baja modifikasi.

2.3.2 Faktor Pemilihan Penggunaan Perancah Baja Modifikasi

Faktor-faktor yang mempengaruhi pemilihan perancah baja modifikasi yaitu jika perancah baja modifikasi tersebut lebih baik dalam pengerjaannya. Hal tersebut dapat dilihat dari segi jenis material perancah baja, metode pelaksanaan dan pekerjaan, biaya, waktu serta mutu. Faktor efisiensi biaya adalah hal yang paling dilihat oleh kontraktor. Usaha yang dilakukan adalah bagaimana kontraktor bias menekan pengeluaran biaya proyek tanpa mengurangi mutu dan kualitas pekerjaan.

Faktor pemilihan penggunaan perancah baja yang lain yaitu dikarenakan durasi waktu pekerjaan yang diberikan oleh owner. Jika waktu yang diberikan mepet maka dicari cara agar pekerjaan cepat selesai tanpa

mengurangi mutu dan kualitas pekerjaan.

2.3.3 Perencanaan Struktur Perancah Baja Modifikasi

Persyaratan utama pada struktur yaitu dimana perancah baja harus memenuhi syarat kekuatan, kekakuan dan kestabilan pada masa layannya. Seiring dengan adanya perkembangan perancah sebagai upaya untuk mendapatkan cara kerja yang lebih cepat (mudah), hemat dan memiliki bobot yang ringan namun mampu memikul beban yang lebih berat, suatu perancah harus memiliki persyaratan-persyaratan teknis yang mendasar. Persyaratan tersebut bertujuan untuk mendukung dalam upaya meningkatkan efisiensi dan efektivitas pekerjaan konstruksi. Adapun persyaratan tersebut antara lain:

1. Kuat, perancah dengan bobot yang relatif ringan namun mampu memikul beban yang lebih besar.
2. Awet, dengan penggunaan bongkar-pasang perancah yang berlangsung terus menerus namun perancah dapat digunakan dalam waktu yang lama dan masih dalam keadaan baik.
3. Mudah dipasang (sederhana), dengan bobot perancah yang relatif ringan dan ditambah dengan sistem pendukung yang sederhana maka akan memudahkan dalam pemasangan.

Menurut Gunanusa Utama Fabricators (2010) Rancang Bangun Perancah baja, yaitu:

1. Prinsip-Prinsip Umum

Rancang bangun perancah baja harus disesuaikan dengan :

- a. Kekuatan, stabilitas, dan kekokohan rangka penguat
- b. Penanganan pekerjaan secara normal dengan menggunakan perancah baja
- c. Keselamatan kerja personel di dalam melaksanakan pekerjaan :

- Pemasangan, perubahan dan pembongkaran perancah baja
- Penggunaan perancah baja
- Hal yang berkaitan dengan pekerjaan perancah baja

2. Beban Rancang Bangun / desain, yaitu :

AS 1576-1 mengenalkan 3 (tiga) elemen beban dengan melibatkan perhitungan beban desain, yaitu :

a. Beban Mati (*Dead Loads*)

Beban ini adalah berat perancah baja dan perlengkapannya, seperti landasan/dek, pengaman tepi landasan, tali gantungan, pegangan tangan, tangga, jala pengaman, tali berjalan, komponen pengikat/kunci, hoist, kabel-kabel listrik dan lain-lain yang terkait.

b. Beban Tambahan (*Environmental Loads*)

Beban yang timbul akibat pengaruh dari luar terhadap perancah baja, yaitu kekencangan angin, beban hujan, beban salju dan lain-lain. Dalam prakteknya beban tambahan ini dapat di perhitungkan seorang praktisi yang telah memiliki pengalaman yang luas.

c. Beban Hidup (*Live Loads*)

Beban hidup yang dimaksudkan dalam penggunaan perancah baja adalah :

- Berat pelaksana / pekerja yang tidak boleh lebih dari 80 kg setiap orang
- Berat barang / material dan komponen yang diperlukan
- Berat perkakas dan peralatan yang digunakan oleh pekerja
- Berat beban tumbukan / benturan

Adapun kategori berat beban hidup yang dapat ditanggung oleh

perancah baja sesuai dengan schedule 6 AS1575-1 (*Australia Standart*) adalah sebagai berikut:

- Perancah baja penggunaan ringan (*Light duty*) dengan beban maksimum 225 kg/bay perancah baja penggunaan sedang (*medium duty*) dengan beban maksimum 450 kg/bay.
- Perancah baja penggunaan berat (*heavy duty*) dengan beban maksimum 675 kg/bay

Menurut Alkon (1997) hal-hal terpenting yang harus dilakukan dalam penggunaan perancah baja, adalah :

1. Distribusi gaya muatan untuk perancah baja harus merata, untuk mencegah bahaya dan menjaga keseimbangan.
2. Dalam penggunaan perancah baja, harus dijaga bahwa beban/gaya muatan tidak boleh melebihi kapasitas yang ditentukan (*over loaded*).
3. Perancah baja tidak boleh dipakai untuk menyimpan bahan-bahan (*material*) kecuali bahan-bahan yang akan segera dipakai/dipasang
4. Karyawan tidak boleh bekerja di dekat bangunan perancah baja sewaktu angin kencang.
5. Kejutan gaya yang besar tidak boleh dibebankan kepada perancah baja.

Menurut Gunanusa Utama Fabricators (2010), Agar proses pendirian dan pemakaian perancah baja aman dan tidak mengalami kecelakaan pada pekerja yang bekerja pada/diatas perancah baja, maka prosedur keselamatan kerja perancah baja harus diterapkan yaitu :

1. memakai pakaian kerja yang rapi, tidak sempit atau terlampau longgar
2. memakai topi pengaman (*safety helmet*)
3. memakai sepatu keselamatan (*safety shoes*)

4. memakai sarung tangan kulit (*hand gloves*)
5. memakai sarung kunci perancah baja (*scaffold key house*)
6. memakai *full body harness*

Sedangkan tiga persyaratan dasar yang harus dipenuhi oleh perancah baja adalah mampu member daya dukung yang aman, tidak menimbulkan goyangan, dan memiliki biaya yang terendah. (CJ. Wishere, 1983).

Untuk mencapai kondisi daya dukung aman dan tidak menimbulkan goyangan, maka perlu diperhatikan cara perletakan base daripada perancah yang bergantung pada daya dukung tanah di bawahnya.

Pentingnya peran perancah baja dalam proses pembangunan suatu proyek maka perlu diperhatikan pula ketepatan dalam pemilihan untuk pemakaian suatu perancah baja. Pemilihan perancah baja harus dilaksanakan dengan baik dan tepat agar tidak terjadi kegagalan perancah baja yang dapat menyebabkan pembekakan pengeluaran biaya dan waktu. Kegagalan perancah seringkali disebabkan hal-hal berikut :

1. Material yang gagal

Kegagalan ini disebabkan oleh pemakaian kembali suatu perancah baja yang tidak layak pakai dalam hal untuk mengurangi biaya proyek. Perancah baja yang tidak layak ini seperti berkarat dan perancah baja yang melengkung atau tidak lurus.

2. Kurangnya komponen yang diperlukan

Hal ini pada umumnya disebabkan oleh para pekerja yang teledor selama pemasangan. Juga dapat disebabkan oleh kurangnya komponen dalam suatu perancah baja.

3. Beban yang berlebihan

Penggunaan platform sebagai peletakan material dan peralatan sementara yang menyebabkan perancah baja memikul beban terlalu berat.

4. Renovasi tak memenuhi syarat

Modifikasi tanpa seizin konsultan selama pelaksanaan. Hal ini akan dapat menyebabkan struktur menjadi tidak stabil dan mengalami perubahan bentuk dan fungsi.

5. Peristiwa yang tidak terduga

Hal ini disebabkan oleh pengaturan set lay-out yang tidak seimbang (biasanya terjadi pada base yang miring, hal ini jarang menjadi perhatian atau sering diabaikan) pada lokasi konstruksi.

6. Cuaca

Faktor cuaca sangat penting karena perancah baja dari besi mempunyai kelemahan yaitu korosi, sehingga harus diberi pelindung

7. Kondisi tanah

Berhubungan dengan *bearing capacity*.

8. Ikatan pada dinding yang kurang kuat.

Pada proyek Tunjungan Plaza 6 Surabaya, perencanaan struktur perancah baja modifikasi yang digunakan untuk menopang sementara struktur *Transfer Beam Column* direncanakan menggunakan perancah yang terdiri dari profil-profil baja. Perencanaan awal dari perancah untuk menopang struktur *Transfer Beam Column* menggunakan perancah *scaffolding* biasa seperti perancah pada umumnya namun setelah dilakukan evaluasi, pihak konsultan pengawas serta kontraktor sepakat mengganti dengan perancah dari profil baja. Hal tersebut dipilih untuk lebih menjamin faktor keamanan serta untuk mencapai efisiensi dari segi mutu, waktu, dan biaya.



(Sumber : Lapangan)

Gambar 2.3 Perancah Baja Modifikasi yang digunakan untuk menopang sementara struktur *Transfer Beam Column* yang ada di Proyek Tunjungan Plaza 6 Surabaya

2.3.4 Metode Pelaksanaan Penggunaan Perancah Baja Modifikasi

Dalam sebuah proyek konstruksi ada beberapa permasalahan yang sering terjadi salah satu diantaranya yaitu tidak terpenuhinya kebutuhan perancah baja. Terlebih lagi apabila proyek yang dikerjakan terhitung sebagai proyek dalam skala besar dengan luas bangunan yang sangat luas. Metode pelaksanaan pada suatu proyek telah ditetapkan dan tertuang pada buku panduan proyek tersebut. Tugas dari tim proyek adalah *me-review* kembali apakah pelaksanaan pekerjaan di lapangan sudah sesuai dengan metode pelaksanaan yang sudah ditetapkan.

Review bertujuan untuk melihat perbandingan kesesuaian metode pelaksanaan dengan pelaksanaan di lapangan. Dalam hal ini dimaksudkan untuk mencari metode alternatif sehingga dapat menghasilkan total biaya yang paling rendah dan mudah dilaksanakan tanpa mengurangi *performance* (Ir. Daryatmo, 1991).

Adapun aspek-aspek yang perlu diperhatikan dalam *me-review* antara lain:

1. Aspek biaya, hasil dari *review* harus tercapai biaya yang lebih

murah.

2. Aspek kemudahan, bahan, peralatan, dan cara pengerjaannya harus lebih mudah diaplikasikan.
3. Aspek kecepatan, waktu pelaksanaan harus lebih cepat.
4. Seleksi, mengidentifikasi metode-metode yang biayanya tinggi.
5. Informasi, dengan menentukan fungsi primernya, kemudian kumpulkan informasi sumber dayanya (biaya, bahan, alat, dan cara).
6. Analisis, menyeleksi alternatif yang ada, bandingkan fungsi dan biayanya, cari alternatif yang baik.
7. Presentasi, mengusulkan metode untuk dilaksanakan, dengan memberikan penjelasan mengapa alternatif ini yang terbaik, dan berapa biaya yang dapat dihemat.
8. Pelaksanaan, setelah sepakat, laksanakan metode sesuai rencana.

2.4 Profil Baja

2.4.1 Sejarah Tentang Profil Baja

Sejarah profil baja struktur tidak terlepas dari perkembangan rancangan struktur di Amerika Serikat yang kemudian diikuti oleh negara lain. Bentuk profil yang pertama kali dibuat di Amerika Serikat adalah besi siku pada tahun 1819. Baja I pertama kali dibuat di AS pada tahun 1884 dan struktur rangka yang pertama (*Home Insurance Company Building of Chicago*) dibangun pada tahun yang sama. Wiliam LeBaron Jenney adalah orang pertama yang merancang gedung pencakar langit dimana sebelumnya gedung dibangun dengan dinding batu.

Untuk dinding luar dari gedung 10 lantai Jenney menggunakan kolom *cast iron* dibungkus batu. Balok lantai 1 sampai dengan 6 terbuat dari *wrought iron*, dan untuk lantai di atasnya digunakan balok baja struktur.

Gedung yang seluruh rangkanya dibuat dari baja struktur adalah Gedung Rand-McNally kedua di Chicago dan selesai dibangun pada tahun 1890.

Menara Eiffel yang dibangun pada tahun 1889 dengan tinggi 985 ft dibuat dari *wrought iron* dan dilengkapi dengan elevator mekanik. Penggabungan konsep mesin elevator dan ide dari Jenny membuat perkembangan konstruksi gedung tinggi meningkat hingga sekarang.

Sejak itu berbagai produsen baja membuat bentuk profil berikut katalog yang menyediakan dimensi, berat dan properti penampang lainnya. Pada tahun 1896, *Association of American Steel Manufacturers* (sekarang *American Iron and Steel Institute*, AISI) membuat bentuk standar. Sekarang ini profil struktur baja telah distandarisasi, meskipun dimensi eksaknya agak berbeda sedikit tergantung produsennya.

2.4.2 Kelebihan Baja Sebagai Material Struktur

Sebagai material struktur, baja memiliki beberapa kelebihan antara lain (Sumargo, 2009) :

Kekuatan Tinggi

Kekuatan yang tinggi dari baja per satuan berat mempunyai konsekuensi bahwa beban mati akan kecil. Hal ini sangat penting untuk jembatan bentang panjang, bangunan tinggi dan bangunan dengan kondisi tanah yang buruk.

Keseragaman

Sifat baja tidak berubah banyak terhadap waktu, tidak seperti halnya pada struktur beton bertulang.

Elastisitas

Baja berperilaku mendekati asumsi perancang teknik dibandingkan dengan material lain karena baja mengikuti hukum Hooke hingga mencapai tegangan yang cukup tinggi. Momen inersia untuk penampang baja dapat ditentukan dengan pasti dibandingkan dengan penampang beton bertulang.

Permanen

Portal baja yang mendapat perawatan baik akan berumur sangat panjang, bahkan hasil penelitian menunjukkan bahwa pada kondisi tertentu baja tidak memerlukan perawatan pengecatan sama sekali.

Daktilitas

Daktilitas didefinisikan sebagai sifat material untuk menahan deformasi yang besar tanpa keruntuhan terhadap beban tarik. Suatu elemen baja yang diuji terhadap tarik akan mengalami pengurangan luas penampang dan akan terjadi perpanjangan sebelum terjadi keruntuhan. Sebaliknya pada material keras dan getas (*brittle*) akan hancur terhadap beban kejut. SNI 03-1729-2002 mendefinisikan daktilitas sebagai kemampuan struktur atau komponennya untuk melakukan deformasi inelastis bolak-balik berulang (siklis) di luar batas titik leleh pertama, sambil mempertahankan sejumlah besar kemampuan daya dukung bebannya.

Liat (*Toughness*)

Baja struktur merupakan material yang liat artinya memiliki kekuatan dan daktilitas. Suatu elemen baja masih dapat terus memikul beban dengan deformasi yang cukup besar. Ini merupakan sifat material yang penting karena dengan sifat ini elemen baja bisa menerima deformasi yang besar selama pabrikan, pengangkutan, dan pelaksanaan tanpa menimbulkan kehancuran. Dengan demikian pada baja struktur dapat diberikan lenturan, diberikan beban kejut, geser, dan dilubangi tanpa memperlihatkan kerusakan. Kemampuan material untuk menyerap energi dalam jumlah yang cukup besar disebut *toughness*.

Tambahan pada Struktur yang Telah ada

Struktur baja sangat sesuai untuk penambahan struktur. Baik sebagian bentang baru maupun seluruh sayap dapat ditambahkan

pada portal yang telah ada, bahkan jembatan baja seringkali diperlebar.

2.4.3 Kekurangan Baja Sebagai Material Struktur

Secara umum baja mempunyai kekurangan antara lain sebagai berikut:

Biaya Pemeliharaan

Umumnya material baja sangat rentan terhadap korosi jika dibiarkan terjadi kontak dengan udara dan air sehingga perlu dicat secara periodik.

Biaya Perlindungan Terhadap Kebakaran

Meskipun baja tidak mudah terbakar tetapi kekuatannya menurun drastis jika terjadi kebakaran. Selain itu baja juga merupakan konduktor panas yang baik sehingga dapat menjadi pemicu kebakaran pada komponen lain. Akibatnya, portal dengan kemungkinan kebakaran tinggi perlu diberi pelindung. Ketahanan material baja terhadap api dipersyaratkan dalam Pasal 14 SNI 03-1729-2002.

Rentan Terhadap *Buckling*

Semakin langsung suatu elemen tekan, semakin besar pula bahaya terhadap *buckling* (tekuk). Sebagaimana telah disebutkan bahwa baja mempunyai kekuatan yang tinggi per satuan berat dan jika digunakan sebagai kolom seringkali tidak ekonomis karena banyak material yang perlu digunakan untuk memperkuat kolom terhadap *buckling*.

Fatik

Kekuatan baja akan menurun jika mendapat beban siklis. Dalam perancangan perlu dilakukan pengurangan kekuatan jika pada elemen struktur akan terjadi beban siklis.

Keruntuhan Getas

Pada kondisi tertentu baja akan kehilangan daktilitasnya dan keruntuhan getas dapat terjadi pada tempat dengan konsentrasi

tegangan tinggi. Jenis beban fatik dan temperatur yang sangat rendah akan memperbesar kemungkinan keruntuhan getas (ini yang terjadi pada kapal Titanic).

2.4.4 Macam-macam Bentuk Profil Baja

Baja struktur dapat dibuat menjadi berbagai bentuk dan ukuran tanpa banyak merubah sifat fisiknya. Pada umumnya yang diinginkan dari suatu elemen adalah momen inersia yang besar selain luasnya. Termasuk didalamnya adalah bentuk I, T, dan C.

Pada umumnya profil baja dinamai berdasarkan bentuk penampangnya. Misalnya siku, T, Z dan pelat. Perlu kiranya dibedakan antara balok standar Amerika (balok S) dan balok *wide-flange* (balok W atau IWF) karena keduanya mempunyai bentuk I. Sisi dalam dan luar dari *flens* profil W hamper sejajar dengan kemiringan maksimum 1:20.

Balok S adalah balok profil pertama yang diproduksi di AS, mempunyai kemiringan *flens* sisi dalam 1:6. Perhatikan bahwa tebal *flens* profil W yang hamper konstan dibandingkan profil S dapat mempermudah penyambungan. Sekarang ini produksi *wide-flange* hamper 50% dari seluruh berat bentuk profil yang diproduksi di AS, sedangkan di Indonesia hampir seluruh balok menggunakan profil W. Gambar 2.4 memperlihatkan profil W dan S serta profil lainnya. Beberapa properti penampang mengacu pada *Manual of Steel Construction Load & Resistance Factor Design* edisi kedua yang diterbitkan oleh *American Institute of Steel Construction (AISC)*, 1 Desember 1993. Manual terdiri dari Volume I (*Structural Members, Specifications Codes*) dan Volume II (*Connections*).

Profil diberikan singkatan berdasarkan suatu system yang dijelaskan untuk digunakan dalam penggambaran, spesifikasi, dan desain. Sistem ini telah distandarisasi sehingga semua produsen dapat mengacu pada sistem yang sama untuk tujuan pemesanan, pembayaran, dll. Berikut ini adalah beberapa contoh sistem singkatan dari profil baja yang digunakan dalam peraturan AISC LRFD-93. Kelebihan dari sistem penamaan (kodifikasi)

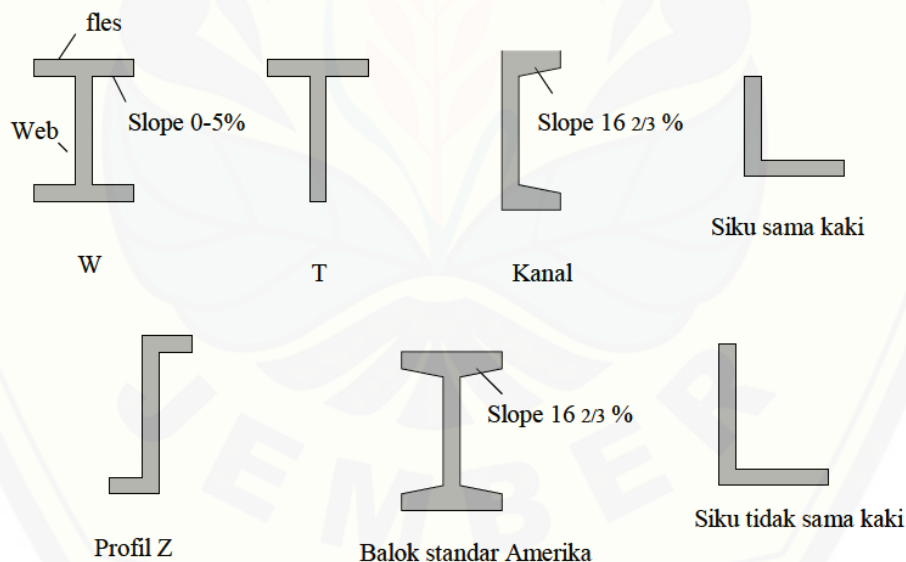
yang ada dalam AISC dirasakan lebih memudahkan karena didasarkan pada berat baja persatuan panjang, selain juga didasarkan pada dimensi tinggi profil.

1. W27 x 114 adalah penampang *Wide-flange* dengan tinggi penampang mendekati 27 in dengan berat 114 lb/ft.
2. S12 x 35 adalah penampang Standar Amerika dengan tinggi penampang mendekati 12 in dan berat 35 lb/ft.
3. HP12 x 74 adalah profil untuk tiang pondasi dengan tinggi profil mendekati 12 in dan berat 74 lb/ft. Profil ini dibuat dengan material yang sama seperti profil W tetapi dengan web yang lebih tebal dengan tujuan supaya lebih kuat terhadap proses pemancangan.
4. M8 x 6,5 adalah profil dengan tinggi 8 in dan berat 6,5 lb/ft. Berdasarkan dimensinya, profil ini tidak dapat digolongkan dalam penampang W, S, atau HP.
5. C10 X 30 adalah profil tipe kanal dengan tinggi 10 in dan berat 30 lb/ft.
6. MC18 x 58 adalah sejenis kanal tetapi dari dimensinya tidak dapat dikelompokkan sebagai C.
7. L6 x 6 x ½ adalah siku sama kaki dengan panjang kaki 6 in dan tebal ½ in.
8. WT18 x 140 adalah profil T yang didapat dengan memotong separuh profil W36 x 240.
9. Penampang baja persegi dikelompokkan menjadi pelat dan bar. Pada umumnya penampang lebih besar dari 8 in, disebut pelat, sedangkan yang lebih kecil dari 8 in disebut tulangan/batang. Informasi detail dari penampang ini diberikan dalam Part 1 dari Manual LFRD. Pelat umumnya diberi notasi berdasarkan tebal x lebar x panjang, misalnya : PL ½ x 6 x 1 ft 4 in.
10. IWF 100 x 100 x 17,2 adalah profil *wide-flange* dengan lebar *flens* 100 mm, tinggi profil 100 mm, dan berat per meter 17,2 kg.

Data profil secara lengkap dapat dilihat dalam peraturan AISC LRFD. Dimensi diberikan dalam bentuk decimal (diperlukan oleh perancang teknik) dan juga sampai dengan 1/16 in (digunakan oleh juru gambar). Data lain yang diberikan dalam manual AISC-LRFD adalah luas penampang, momen inersia, jari-jari girasi, dll.

Tentu saja dalam proses manufaktur baja akan terjadi variasi sehingga besaran penampang yang ada tidak sepenuhnya sesuai dengan yang tersedia dalam table manual tersebut. Untuk mengatasi variasi tersebut, toleransi maksimum telah ditentukan dalam peraturan. Sebagai konsekuensi dari toleransi tersebut, perhitungan tegangan dapat dilakukan berdasarkan properti penampang yang diberikan dalam tabel.

Dari tahun ke tahun terjadi perubahan dalam penampang baja. Hal ini disebabkan tidak cukup banyaknya permintaan baja profil tertentu, atau sebagai akibat dari perkembangan profil yang lebih efisien, dll.



(Sumber : Perancangan Struktur Baja metode LRFD – Elemen Aksial, Sumargo, 2009)

Gambar 2.4 Beberapa Bentuk Profil Baja

2.5 Perencanaan dan Perhitungan Desain Baja

Konsep LRFD untuk mendesain Baja :

Dua filosofi yang sering digunakan dalam perencanaan struktur baja adalah perencanaan berdasarkan kekuatan ijin (*Allowable Strength Design / ASD*) dan perencanaan kondisi batas / *limit states design (Load And Resistance Factor Design / LRFD)*.

Metode ASD dalam perencanaan struktur baja telah digunakan dalam kurun waktu kurang lebih 100 tahun. Dan dalam 20 tahun terakhir prinsip perencanaan struktur baja mulai beralih ke konsep LRFD.

Pada SNI 2015, metode LRFD diistilahkan sebagai **Desain Faktor Beban dan Ketahanan (DFBK)** sedangkan metode ASD diistilahkan sebagai **Desain Kekuatan Ijin (DKI)**.

Kombinasi Beban DFBK

$$1,4D$$

$$1,2D + 1,6L + 0,5(L_r \text{ atau } R)$$

$$1,2D + 1,6(L_r \text{ atau } R) + (L \text{ atau } 0,5W)$$

$$1,2D + 1,0W + 0,5(L_r \text{ atau } R)$$

$$1,2D + 1,0E + L$$

$$0,9D + 1,0W$$

$$0,9D + 1,0E$$

Kombinasi Beban DKI

$$D$$

$$D + L$$

$$D + (L_r \text{ atau } R)$$

$$D + 0,75L + 0,75(L_r \text{ atau } R)$$

$$D + (0,6W \text{ atau } 0,7E)$$

$$D + 0,75L + 0,75(0,6W) + 0,75(L_r \text{ atau } R)$$

$$D + 0,75L + 0,75(0,75E)$$

$$0,6D + 0,6W$$

Dengan :

D adalah beban mati yang diakibatkan oleh berat konstruksi permanen, termasuk dinding, lantai atap, plafon, partisi tetap, tangga dan peralatan layan tetap

L adalah beban hidup yang ditimbulkan oleh penggunaan gedung, termasuk kejut, tetapi tidak termasuk beban lingkungan seperti angin, hujan dan lain-lain. Faktor beban L boleh direduksi sebesar 0,5 apabila besarnya kurang atau sama dengan 4,79 kPa.

L_r adalah beban hidup di atap yang ditimbulkan selama perawatan oleh pekerja

R adalah beban hujan, tidak termasuk diakibatkan genangan air

W adalah beban angin

E adalah beban gempa yang ditentukan dari peraturan gempa, SNI 1726:2013

Tabel 2.1 Faktor Ketahanan (DFBK)

Kondisi Batas	Faktor Ketahanan ϕ	SNI 1729:2015
Tarik : leleh tarik	0.90	D2
Tarik : putus tarik	0.75	
Tekan	0.90	E1
Balok : lentur	0.90	F1
Balok : geser		
- WF gilas panas dengan $h/t_w \leq 2.24 \sqrt{E/F_y}$	1.00	G1
- lainnya	0.90	G1
Las	Lihat AISC Tabel J2.5	J3
Sambungan : tarik, geser, dan kombinasi geser dan tarik	0.75	J3.6, J3.7
Geser Blok	0.75	J4.3

Sumber : SNI 1729:2015

Besaran Material

Modulus Elastisitas $E = 200000 \text{ MPa}$ (29000 ksi)

Rasio Poisson $\mu = 0.3$

Modulus Geser,

$$G = \frac{E}{2(1+\mu)} \quad (2.1)$$

diambil 77200 MPa (11200 ksi)

Tabel 2.2 Besaran Material

Jenis Baja	Kekuatan tarik minimum	Tegangan leleh minimum
	yang dispesifikasikan F_u (MPa)	yang dispesifikasikan F_y (MPa)
BJ 34	340	210
BJ 37	370	240
BJ 41	410	250
BJ 50	500	290
BJ 55	550	410

Sumber : Perencanaan Struktur Baja dengan Metode LRFD, (Agus S. , 2008)

2.5.1 Penampang Profil Baja

Terdapat dua metode pembuatan profil baja yaitu metode Hot-Rolled (giling panas) serta metode Cold-Form (bentukan dingin). Metode giling panas digunakan untuk menghasilkan berbagai jenis penampang baja, seperti siku, WF, T, H Beam dengan berbagai jenis ukuran serta ketebalan. Metode bentukan dingin dapat digunakan untuk menghasilkan penampang dengan ketebalan tipis, seperti Lip Channel, Cell Form, Honey Comb, Z – Section atau pada pembuatan penampang baja ringan.

Desain Komponen Struktur untuk Tarik

Pada kedua peraturan untuk menghitung kekuatan tarik nominal (P_n) menggunakan rumus dan faktor ketahanan (ϕ_t) yang sama.

Untuk menghitung luas penampang bersih, terdapat perubahan ketentuan seperti yang terlihat pada **Tabel 2.3**

Tabel 2.3 Perbandingan Luas Penampang Bersih

No	SNI 03-1729-2002	SNI 1729:2015
1.	Pasal 17.3.6 Diameter nominal dari suatu lubang yang sudah jadi, harus 2 mm lebih besar dari diameter nominal baut untuk suatu baut yang diameternya yang tidak melebihi 24 mm, dan maksimum 3 mm lebih besar untuk baut dengan diameter lebih besar, kecuali untuk lubang pada pelat landas	Pasal B4.3b Dalam penghitungan luas neto untuk tarik dan geser, lebar lubang baut harus diambil sebesar $1/16$ in. (2 mm) lebih besar dari dimensi nominal dari lubang.

Sumber : SNI 03-1729-2002 & SNI 1729:2015

Desain Komponen Struktur untuk Tekan

Pada kedua peraturan untuk menghitung kekuatan tekan nominal (P_n) menggunakan rumus yang sama.

Akan tetapi, pada perhitungan tegangan kritis (F_{cr}) terdapat perubahan ketentuan dan faktor ketahanannya (ϕ_c) berbeda seperti yang terlihat pada **Tabel 2.4**

Tabel 2.4 Perbandingan Tegangan Kritis (F_{cr}) dan Faktor Ketahanan (ϕ_c)

No	SNI 03-1729-2002	SNI 1729:2015
1.	<p>Pasal 7.6.2</p> <p>Untuk penampang yang mempunyai perbandingan lebar terhadap tebalnya lebih kecil daripada nilai λ_r pada Tabel 7.5-1, maka kekuatan tekan nominal sebagai berikut :</p> $\lambda_r = \frac{1}{\pi} \frac{L_k}{r} \sqrt{\frac{f_y}{E}}$ <p>(SNI 03-1729-2002 7.6-2)</p> $F_{cr} = \frac{f_y}{\omega}$ <p>(SNI 03-1729-2002 7.6-4)</p> <p>$\phi_c = 0.85$</p> <p>Untuk $\lambda_c < 0.25$ maka $\omega = 1$</p> <p>(SNI 03-1729-2002 7.6-5a)</p> <p>Untuk $0.25 < \lambda_c < 0.25$ maka</p> $\omega = \frac{1.43}{1.6 - 0.67\lambda_c}$ <p>(SNI 03-1729-2002 7.6-5b)</p> <p>Untuk $\lambda_c \geq 1.2$ maka</p> $\omega = 1.25\lambda_c^2$ <p>(SNI 03-1729-2002 7.6-5c)</p> <p>Keterangan :</p>	<p>Pasal E3, E4, dan E7</p> <p>Komponen Struktur Tanpa Elemen Langsing</p> <ul style="list-style-type: none"> Tekuk Lentur <p>$\phi_c = 0.90$</p> <p>Tegangan kritis, F_{cr}, yang ditentukan sebagai berikut :</p> <p>(a) Bila $\frac{KL}{r} < 4.71 \sqrt{\frac{E}{f_y}}$ (atau $\frac{f_y}{f_e} \leq 2.25$)</p> $F_{cr} = \left[0.658 \frac{f_y}{f_e} \right] F_y$ <p>(SNI 1729:2015 E3-2)</p> <p>(b) Bila $\frac{KL}{r} > 4.71 \sqrt{\frac{E}{f_y}}$ (atau $\frac{f_y}{f_e} > 2.25$)</p> $F_{cr} = 0.877 F_e$ <p>(SNI 1729:2015 E3-3)</p> <p>Keterangan : F_e = tegangan tekuk kritis elastis yang ditentukan sesuai</p>

λ_c = parameter kelangsingan kolom dengan Persamaan E3-4, ksi (Mpa)

$$L_k = k_c L$$

k_c = faktor panjang tekuk, ditetapkan sesuai dengan Pasal 7.6.3

f_y = tegangan leleh material, MPa

L = panjang teoritis kolom, mm

Untuk penampang yang mempunyai perbandingan lebar terhadap tebalnya lebih besar daripada nilai λ_r pada Tabel 7.5-1, maka analisis kekuatan dan kekakuannya dilakukan secara tersendiri dengan mengacu pada metode-metode analisis yang rasional.

$$F_e = \frac{\pi^2 E}{\left(\frac{KL}{r}\right)^2}$$

(SNI 1729:2015 E3-4)

- **Tekuk Torsi dan Tekuk Torsi-Lentur dari Komponen Struktur Tanpa Elemen Langsing**

Tegangan efektif, F_{cr} , dijelaskan pada Pasal E7.

Komponen Struktur dengan Elemen Langsing

Tegangan kritis, F_{cr} , akan ditentukan sebagai berikut:

(a) Bila $\frac{KL}{r} \leq 4.71 \sqrt{\frac{E}{Qf_y}}$

(atau $\frac{Qf_y}{f_e} \leq 2.25$)

$$F_{cr} = \left[0.658 \frac{Qf_y}{f_e} \right] F_y$$

(SNI 1729:2015 E7-2)

(b) Bila $\frac{KL}{r} > 4.71 \sqrt{\frac{E}{Qf_y}}$

(atau $\frac{Qf_y}{f_e} > 2.25$)

$$F_{cr} = 0.877 F_e$$

(SNI 1729:2015 E7-3)

Keterangan :

F_e = tegangan tekuk kritis elastis yang ditentukan sesuai dengan Persamaan E3-4, ksi (Mpa)

Q = faktor reduksi bersih yang menghitung untuk semua elemen tekan langsing

= 1.0 untuk komponen struktur tanpa elemen langsing untuk elemen dalam tekan merata

= $Q_s Q_a$ untuk komponen struktur dengan penampang elemen langsing untuk elemen dalam tekan merata

Faktor reduksi, Q_s , untuk elemen langsing tidak diperkaku dijelaskan pada Pasal E7.1.

Faktor reduksi, Q_a , untuk elemen langsing tidak diperkaku dijelaskan pada Pasal E7.2.

Sumber : SNI 03-1729-2002 & SNI 1729:2015

Desain Komponen Struktur untuk Lentur

Untuk menghitung kekuatan lentur nominal (M_n), terdapat perubahan ketentuan seperti yang terlihat pada **Tabel 2.5**

Tabel 2.5 Perbandingan Kekuatan Lentur Nominal (M_n)

No	SNI 03-1729-2002	SNI 1729:2015
1.	Kekuatan lentur nominal (M_n) dihitung dengan rumus yang selalu sama untuk semua jenis profil berdasarkan tekuk lokal (penampang kompak, tidak kompak, dan langsing) dan tekuk lateral (panjang bentang).	Kekuatan lentur nominal (M_n) sudah dibagi-bagi per pasal tergantung pada jenis profil (profil I, siku, kanal, HSS) dan kekompakan profil (kompak, tidak kompak, langsing)

Sumber : SNI 03-1729-2002 & SNI 1729:2015

Balok (SNI 1729:2015 Pasal F1)

Pada elemen balok bekerja gaya lentur dan gaya geser. Kapasitas lentur dan gaya geser harus memenuhi persyaratan sebagai berikut :

$$\phi_b M_n > M_u \quad (2.2)$$

$$\phi_v V_n > V_u \quad (2.3)$$

Dengan ϕ_b adalah faktor reduksi lentur dan ϕ_v adalah faktor reduksi geser yang nilainya sebesar 0.9.

Pada perencanaan elemen balok harus dilakukan pengecekan terhadap hal-hal sebagai berikut :

- a. Cek terhadap kelangsingan penampang

sayap (*flange*) :

Penampang kompak

$$\lambda \leq \lambda_p \quad (2.4)$$

Penampang tidak kompak

$$\lambda_p \leq \lambda \leq \lambda_r \quad (2.5)$$

badan (*web*) :

Penampang kompak

$$\lambda \leq \lambda_p \quad (2.6)$$

Penampang tidak kompak

$$\lambda_p \leq \lambda \leq \lambda_r \quad (2.7)$$

b. Cek terhadap kapasitas lentur penampang

Penampang kompak

$$M_n = M_p \quad (2.8)$$

Penampang tidak kompak

$$M_n = M_p - (M_p - M_r) \left(\frac{\lambda_r - \lambda}{\lambda_r - \lambda_p} \right) \quad (2.9)$$

Penampang tidak kompak

$$M_n = M_r \left(\frac{\lambda_r}{\lambda} \right)^2 \quad (2.10)$$

Secara umum harus dipenuhi persamaan

$$M_u \leq \phi M_n \quad (2.11)$$

Keterangan :

M_n = momen nominal

M_r = momen batas tekuk

c. Cek terhadap tekuk torsi lateral (SNI 1729:2015 Pasal F2.2)

Bentang pendek

Syarat bentang pendek : $L_b < L_p$

Bentang menengah

Syarat bentang menengah : $L_p \leq L_b \leq L_r$

Bentang panjang

Syarat bentang panjang : $L_p > L_r$

Kapasitas lentur : $M_n = F_{cr} \cdot S_x \leq M_p$

d. Cek nominal geser (SNI 1729:2015 Pasal G2)

Kuat geser balok tergantung perbandingan antara tinggi bersih pelat badan (h) dengan tebal pelat badan (tw)

Pelat badan leleh (Plastis)

$$V_n = 0.6 \cdot f_y \cdot A_w \cdot C_v \quad (2.12)$$

$$V_u \leq \phi V_n \rightarrow \phi = 0.9 \quad (2.13)$$

e. Kontrol kuat tarik (SNI 1729:2015 Pasal D5)

Keruntuhan Tarik dan Geser

$$P_n = F_u (2tb_e) \quad (2.14)$$

$$P_n \leq 0.6 F_u A_{sf} \quad (2.15)$$

2.5.2 Sambungan

Desain Sambungan

Untuk menghitung desain sambungan las dan baut, terdapat perubahan ketentuan seperti yang terlihat pada **Tabel 2.6** dan **Tabel 2.7**

Tabel 2.6 Perbandingan Desain Sambungan Las

No	SNI 03-1729-2002	SNI 1729:2015
1.	Pada desain sambungan las tumpul, untuk menghitung kekuatan desain (ϕR_n) terbatas pada jenis gaya yang terjadi yaitu akibat gaya normal dan akibat gaya geser.	Pada desain sambungan las tumpul, untuk menghitung kekuatan desain (ϕR_n) diperjelas dengan disediakan pada Tabel J2.5.
2.	Pada desain sambungan las sudut, untuk menghitung kekuatan desain (ϕR_n) menurut Pasal 13.5.3.10 :	Pada desain sambungan las sudut, untuk menghitung kekuatan desain (ϕR_n) menurut Pasal J2.4 :

$\phi_f R_{nw} = 0.75 t_t (0.6 f_{uw})$ (las)	$R_n = F_{nw} A_{we}$
(SNI 03-1729-2002 13.5-3a)	$\phi = 0.75$
$\phi_f R_{nw} = 0.75 t_t (0.6 f_u)$ (bahan dasar)	(SNI 1729:2015 J2-4)
(SNI 03-1729-2002 13.5-3b)	Keterangan :
Keterangan :	$F_{nw} = 0.60 F_{EXX} (1.0 + 0.50 \sin^{1.5} \theta)$
ϕ_f = faktor reduksi kekuatan saat fraktur (0.75)	(SNI 1729:2015 J2-5)
f_{uw} = tegangan tarik putus logam las, MPa	F_{EXX} = kekuatan klasifikasi logam pengisi, ksi (MPa)
f_u = tegangan tarik putus bahan dasar, MPa	θ = sudut pembebanan yang diukur dari sumbu longitudinal las, derajat
t_t = tebal rencana las, mm	

Ukuran minimum las sudut

3. ditentukan dari tebal bagian paling tebal yang tersambung. Ukuran minimum las sudut ditentukan dari tebal bagian paling tipis yang tersambung.

Sumber : SNI 03-1729-2002 & SNI 1729:2015

Tabel 2.7 Perbandingan Desain Sambungan Baut

No	SNI 03-1729-2002	SNI 1729:2015
1.	<p>Pada desain sambungan baut, untuk menghitung kekuatan geser dan tarik desain (ϕR_n) menggunakan rumus yang berbeda.</p> <p>Baut dalam geser menurut Pasal 13.2.2.1 :</p> $V_d = \phi_f V_n = \phi_f r_l f_u^b A_b$ <p>(SNI 03-1729-2002 13.2-2)</p> <p>Baut dalam tarik menurut Pasal 13.2.2.2 :</p> $T_d = \phi_f T_n = \phi_f 0.75 f_u^b A_b$ <p>(SNI 03-1729-2002 13.2-3)</p> <p>Keterangan :</p> <p>$r_l = 0.5$ untuk baut tanpa ulir pada bidang geser</p> <p>$r_l = 0.4$ untuk baut dengan ulir pada bidang geser</p> <p>$\phi_f = 0.75$ adalah faktor reduksi kekuatan untuk fraktur</p> <p>f_u^b = tegangan tarik putus baut</p> <p>A_b = luas bruto penampang baut pada daerah tak berulir</p>	<p>Pada desain sambungan baut, untuk menghitung kekuatan geser dan tarik desain (ϕR_n) menggunakan rumus yang sama (ϕR_n) menurut Pasal J3.6. :</p> $R_n = F_n A_b$ <p>$\phi = 0.75$</p> <p>(SNI 1729:2015 J3-1)</p> <p>Keterangan :</p> <p>A_b = luas tubuh baut tidak berulir nominal atau bagian berulir, in.² (mm²)</p> <p>F_n = tegangan tarik nominal, F_{nt}, atau tegangan geser, F_{nv} dari Tabel J3.2, ksi (MPa)</p>
2.	<p>Pada desain sambungan baut, untuk menghitung kombinasi gaya tarik dan geser dalam</p>	<p>Pada desain sambungan baut, untuk menghitung kombinasi gaya tarik dan geser dalam</p>

sambungan tipe tumpuan sambungan tipe tumpuan

menurut Pasal 13.2.2.3 :

$$f_{uv} = \frac{V_u}{nA_b} \leq r_1 \phi_f f_u^b m$$

(SNI 03-1729-2002 13.2-4)

$$T_d = \phi_f T_n = \phi_f f_t A_b \geq \frac{T_u}{n}$$

(SNI 03-1729-2002 13.2-5)

$$f_t \leq r_2 f_{uv} \leq f_2$$

(SNI 03-1729-2002 13.2-6)

Keterangan :

n = jumlah baut

m = jumlah bidang geser

untuk baut mutu tinggi :

$$f_1 = 807 \text{ MPa}, f_2 = 621 \text{ MPa}$$

$r_2 = 1.9$ untuk baut dengan ulir
pada bidang geser

$r_2 = 1.5$ untuk baut tanpa ulir
pada bidang geser

untuk baut mutu normal :

$$f_1 = 410 \text{ MPa}, f_2 = 310 \text{ MPa}$$

$$r_2 = 1.9$$

3. Ukuran jarak tepi minimum baut ditentukan dari tepi dipotong dengan tangan, mesin, atau bukan hasil potongan.

menurut Pasal J3.7 :

$$R_n = F'_{nt} A_b$$

$$\phi = 0.75$$

(SNI 1729:2015 J3-2)

Keterangan :

F'_{nt} = tegangan tarik nominal yang dimodifikasi mencakup efek tegangan geser, ksi (MPa)

$$F'_{nt} = 1.3 c - \frac{F_{nt}}{\phi F_{nv}} f_{rv} \leq F_{nt}$$

(SNI 1729:2015 J3-3a)

F_{nt} = tegangan tarik nominal dari Tabel J3.2, ksi (MPa)

F_{nv} = tegangan geser dari Tabel J3.2, ksi (MPa)

f_{rv} = tegangan geser yang diperlukan menggunakan kombinasi beban, ksi (MPa)

Ukuran jarak tepi minimum baut ditentukan diameter baut pada Tabel J3.4M.

2.6 Perkiraan Biaya Perancah Baja Modifikasi

1. Perkiraan Biaya

Perkiraan biaya adalah sesuatu yang memperkirakan kemungkinan jumlah biaya yang diperlukan untuk sesuatu kegiatan yang didasarkan atas informasi atas informasi yang tersedia pada waktu itu. Menyusun perkiraan biaya berarti melihat masa depan, memperhitungkan, dan mengadakan prakiraan atas hal-hal yang akan dan mungkin terjadi. Sedangkan analisa biaya menitik beratkan pada pengkajian dan membahas biaya kegiatan masa lalu yang akan dipakai bahan masukan (Deby Ambara, 2016)

2. Rencana Anggaran Biaya

Rencana anggaran biaya yaitu perhitungan banyaknya biaya yang diperlukan untuk bahan dan upah, serta biaya lain pelaksanaan proyek :

$$\text{RAB} = \sum (\text{Volume} \times \text{Harga Satuan Pekerjaan}) \quad (2.16)$$

Adapun biaya-biaya lain yang berhubungan dengan pelaksanaan bangunan atau proyek tersebut.

2.7 Analisa Harga Satuan (AHS) dan Upah Tenaga Kerja

Data ini digunakan untuk menghitung biaya yang dibutuhkan untuk masing-masing bahan/material dan upah tenaga kerja pada tiap jenis pekerjaan. Data ini berisikan daftar harga bahan satuan dan upah tenaga kerja berdasarkan harga di pasaran tempat lokasi proyek. Dan diperoleh dengan mengalikan volume bahan atau upah yang dibutuhkan dengan harga satuannya.

2.8 Harga Satuan Pekerjaan

Dalam analisa harga satuan ini akan dihitung besar upah pekerja baik itu dengan sistem harian atau borongan. Selain itu yang harus diketahui ketika akan menyusun AHS antara lain adalah harga bahan, jumlah volume bahan

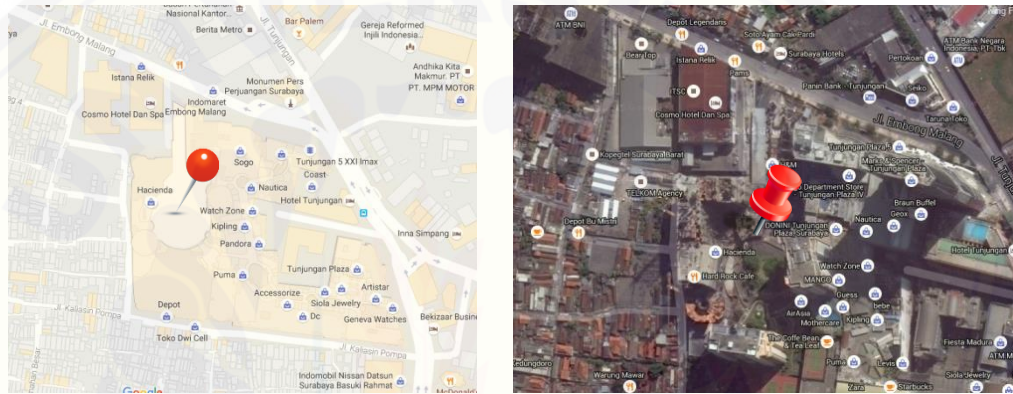
setiap pekerjaan dan upah pekerja. AHS suatu pekerjaan dihitung berdasarkan kebutuhan harga upah dan bahan setiap 1 m³ volume pekerjaan merupakan perhitungan jumlah harga bahan dan upah pekerja yang harus dibayarkan untuk menyelesaikan suatu pekerjaan bekisting. Harga satuan pekerjaan adalah jumlah harga bahan dan upah tenaga kerja atau harga yang harus dibayar untuk menyelesaikan suatu pekerjaan bekisting berdasarkan perhitungan analisis.



BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian atau studi kasus ini dilakukan di Surabaya. Penelitian tentang analisa evaluasi terhadap penggunaan perancah baja modifikasi untuk penopang sementara struktur *Transfer Beam Column* pada proyek pembangunan Tunjungan Plaza 6 yang dilaksanakan di Jalan Embong Malang No. 25 – 31 Surabaya, Jawa Timur.



(Sumber : Google Earth, 2016)

Gambar 3.1 Lokasi Penelitian (Peta letak Proyek)

3.2 Waktu Penelitian

Waktu penelitian dalam penyelesaian tugas akhir ini terhitung setelah penyusunan proposal yang disusun dalam *time schedule* seperti pada tabel 3.2.

3.3 Tahap Persiapan dan Kajian Pustaka

Pada tahap persiapan ini bertujuan untuk memudahkan penelitian dalam menyusun tugas akhir. Yang termasuk dalam tahap ini diantaranya :

1. Mengumpulkan studi pustaka atau kajian pustaka mengenai perancah dan *Transfer Beam Column*.
2. Menentukan data-data yang dibutuhkan untuk mendukung proses penelitian.

Kajian pustaka merupakan suatu pembahasan berdasarkan bahan baku referensi yang bertujuan untuk menambah wawasan, memperkuat materi pembahasan maupun sebagai dasar untuk menggunakan rumus-rumus tertentu dalam desain suatu struktur.

3.4 Tahap Pengumpulan Data

Pada tahap ini seluruh data yang diperlukan dikumpulkan untuk selanjutnya dilakukan proses pengolahan data. Pengumpulan data merupakan sarana pokok untuk menemukan penyelesaian suatu masalah secara ilmiah. Dalam pengumpulan data, diperlukan peran instansi yang terkait sebagai pendukung dalam memperoleh data-data yang diperlukan. Metode pengumpulan data yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Metode literatur, yaitu mengumpulkan, mengidentifikasi dan mengolah data tertulis dan metode kerja yang digunakan.
2. Metode observasi, yaitu dilakukan dengan survey langsung ke lapangan, agar dapat diketahui langsung kondisi real dilapangan sehingga dapat diperoleh gambaran sebagai pertimbangan dalam perencanaan desain struktur.
3. Metode wawancara, yaitu dengan mewawancarai narasumber yang dapat dipercaya untuk memperoleh data yang diperlukan.

Data yang diperlukan terdiri dari data yang didapatkan dengan cara survey langsung dilapangan (Data Primer) dan data yang diperoleh instansi terkait (Data Sekunder), data-data tersebut dapat dijelaskan sebagai berikut :

a. Data primer berupa :

1. Data Kondisi Eksisting atau kondisi dilapangan merupakan data yang didapatkan langsung dari lapangan setelah melakukan survei langsung dilapangan.
 - Sumber : Survei langsung dilokasi;
 - Fungsi : Untuk mengetahui keadaan sesungguhnya perancah yang ada dilapangan.

b. Data sekunder berupa :

1. Data Gambar Kerja *Transfer Beam Column* merupakan data-data yang didapatkan dari instansi terkait yang berupa gambar rencana *Transfer Beam Column*.
 - Sumber : PT. PP (Persero) Tbk selaku kontraktor pelaksana;
 - Fungsi : Untuk mengetahui struktur penulangan *Transfer Beam Column* sehingga didapatkan beban total yang harus ditopang oleh perancah.
2. Data Gambar perencanaan perancah baja modifikasi (*megatruss*) merupakan data-data yang didapatkan dari instansi terkait yang berupa gambar rencana perancah baja modifikasi yang digunakan untuk menopang struktur *Transfer Beam Column*.
 - Sumber : PT. PP (Persero) Tbk selaku kontraktor pelaksana;
 - Fungsi : Untuk mengetahui struktur perencanaan perancah baja modifikasi yang digunakan untuk menopang struktur *Transfer Beam Column* sehingga dapat melakukan perhitungan kekuatan perancahnya.
3. Data Harga Satuan Pokok Kegiatan, Harga Upah, dan Harga Bahan daerah Surabaya merupakan data yang didapatkan dari instansi terkait yang berupa daftar harga satuan tertinggi untuk wilayah Surabaya 2016.
 - Sumber : Dinas PU Cipta Karya dan Tata Ruang Surabaya;
 - Fungsi : Untuk mengetahui harga upah, bahan dan harga satuan pokok kegiatan sehingga dapat menjadi acuan untuk menentukan biaya paling minimum penggunaan perancah baja modifikasi.

3.5 Pengolahan Data

Tahap pengolahan data ini dilakukan setelah data-data yang dibutuhkan telah tercukupi, selanjutnya berdasarkan data-data tersebut dilakukan

pengolahan pada dua tahap berbeda yang saling berkaitan. Dua tahap tersebut antara lain sebagai berikut :

1. Pengolahan data dari data Gambar Kerja *Transfer Beam Column* sehingga output yang dihasilkan merupakan beban mati dari struktur *Transfer Beam Column* yang harus ditopang sementara oleh perancah baja modifikasi (*megatruss*) yang telah direncanakan.
2. Pengolahan data dari data Gambar perencanaan perancah baja modifikasi (*megatruss*) sehingga output yang dihasilkan merupakan kekuatan dari perancah baja modifikasi (*megatruss*) yang telah direncanakan untuk menopang sementara struktur *Transfer Beam Column*.

Output dari kedua tahapan pengolahan data tersebut akan menentukan alur tahapan selanjutnya apakah struktur perancah baja modifikasi (*megatruss*) yang direncanakan sudah dapat dikatakan cukup kuat untuk menopang sementara struktur *Transfer Beam Column* atau belum. Jika sudah cukup kuat maka perencanaan perancah baja modifikasi sudah tepat dan dapat disimpulkan bahwa dimensi perancah baja modifikasi sudah efisien. Namun jika hasil perhitungannya masih belum memenuhi kekuatan yang dibutuhkan maka harus kembali ke tahapan pengolahan data dengan pembebanan akibat dari Struktur *Transfer Beam Column* yang tetap, hanya merubah profil baja dari perancahnya sehingga nantinya akan didapatkan hasil dimensi yang efisien.

3.6 Dimensi yang efisien struktur perancah baja modifikasi (*megatruss*)

Pada tahap ini didapatkan hasil dimensi yang efisien dari struktur perancah baja modifikasi (*megatruss*) yang digunakan untuk menopang sementara struktur *Transfer Beam Column*. Dimensi yang efisien didapatkan dari pengolahan data dari tahapan sebelumnya. Runtutan tahapannya dimulai dari menghitung total pembebanan akibat dari struktur *Transfer Beam Column* lalu dibebankan pada struktur perancah baja modifikasi, jika hasil sudah memenuhi dan dianggap kuat dalam menopang sementara struktur *Transfer Beam Column* maka sudah dapat dikatakan dimensinya efisien. Namun untuk mendapatkan dimensi yang efisien harus membandingkan dengan mencoba-mencoba

dimensi profil baja lain dengan beban yang akan ditumpu tetap beban yang telah dihitung diawal, sehingga nantinya akan didapatkan dimensi yang efisien sesuai harapan. Dimensi yang efisien inilah yang menjadi salah satu dari output dari penelitian ini. Jadi dapat disimpulkan bahwa dimensi yang efisien dari struktur perancah baja modifikasi (*megatruss*) ini berdampak pada efisiensi biaya, metode dan waktu pelaksanaan.

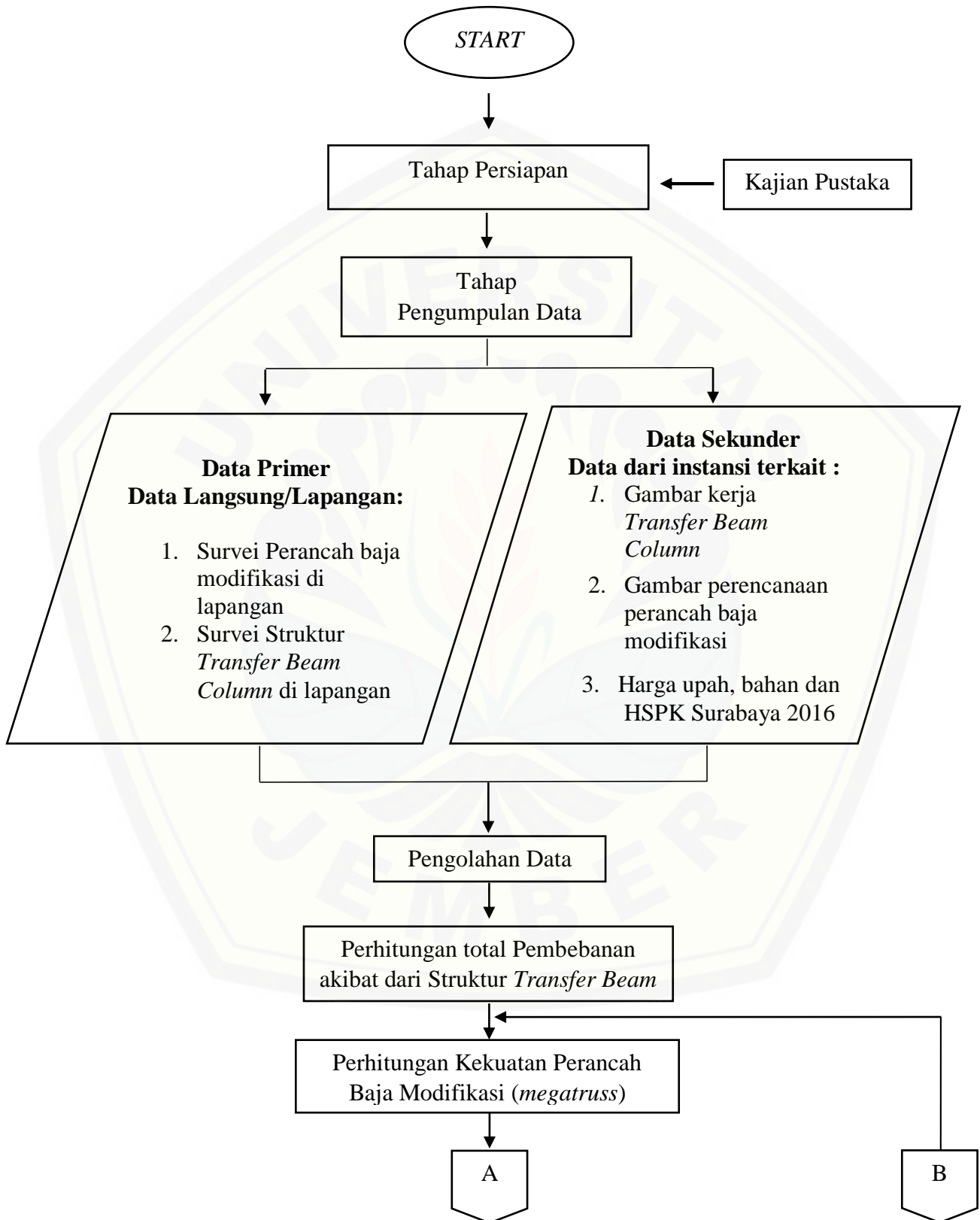
3.7 Biaya produksi yang minimum dari struktur perancah baja modifikasi

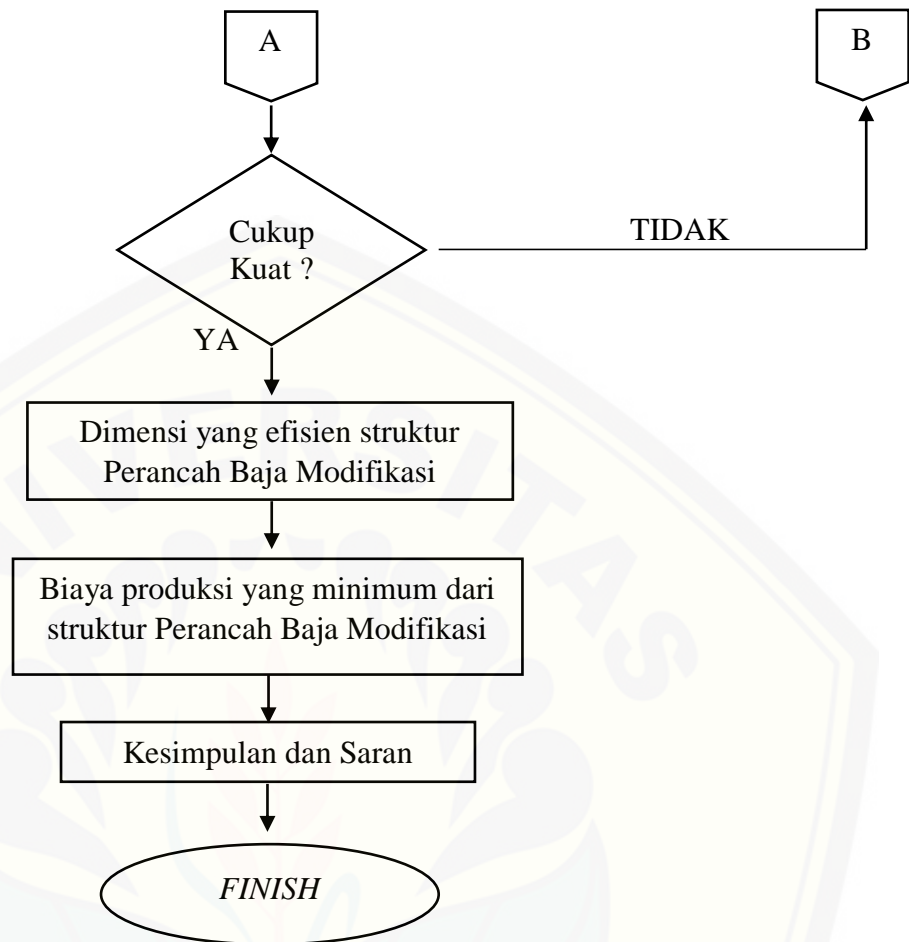
Setelah didapatkan dimensi yang efisien dari struktur perancah baja modifikasi (*megatruss*) maka dapat melanjutkan ke tahap selanjutnya yaitu menghitung biaya produksi yang minimum dari penggunaan perancah baja modifikasi. Pada tahap ini perhitungan biaya produksi yang minimum ini didasarkan pada Harga Satuan Pokok Kegiatan (HSPK) kota Surabaya tahun 2016. Perhitungan biaya produksi yang minimum ini untuk mendapatkan biaya produksi yang tepat dari perencanaan struktur perancah baja modifikasi yang digunakan untuk menopang sementara Struktur *Transfer Beam Column*.

3.8 Kesimpulan dan saran

Ini merupakan tahap terakhir dari penelitian ini. Pada tahap ini kedua hasil pada dua tahap sebelumnya disimpulkan untuk didapatkan hasil akhir dari penelitian ini. Hasilnya berupa berapa dimensi yang efisien dan biaya produksi yang minimum dari penggunaan struktur perancah baja modifikasi (*megatruss*) yang digunakan untuk menopang sementara struktur *Transfer Beam Column* pada proyek Tunjungan Plaza 6 Surabaya.

Diagram Alir Perencanaan



Gambar 3.2 *Flow Chart* Penelitian

3.8 Matrik Penelitian

Tabel 3.1 Matriks Penelitian

Latar Belakang	Rumusan Masalah	Variabel Penelitian	Data	Sumber Data	Metode
1. Penggunaan Perancah Baja Modifikasi (<i>megatruss</i>) yang berasal dari profil baja yang disusun sebagai sebuah struktur perancah	1. Berapa dimensi yang efisien dari perancah baja modifikasi yang digunakan sebagai penopang sementara struktur <i>Transfer Beam Column</i> ?	1. Kekuatan struktur Perancah Baja modifikasi 2. Volume	<ul style="list-style-type: none"> • Shop Drawing • Gambar kerja struktur <i>Transfer Beam Column</i> • Gambar kerja struktur Perancah Baja Modifikasi • Data Pembebanan akibat dari Struktur <i>Transfer Beam Column</i> 	Data yang digunakan yaitu jenis data sekunder yang didapatkan dari instansi terkait.	Metode yang digunakan untuk mengetahui dimensi yang efisien dari perancah baja modifikasi yang digunakan untuk menopang sementara struktur <i>Transfer Beam Column</i> pada Proyek Tunjungan Plaza 6 Surabaya adalah metode perhitungan kekuatan dengan analisa struktur dari perancah baja modifikasi.
2. Biaya konstruksi perancah yang tentu cukup besar dikarenakan penggunaan profil baja					

sebagai bahan dasar dari perancah.	2. Berapa biaya produksi yang minimum penggunaan perancah baja modifikasi yang menopang sementara struktur <i>Transfer Beam Column</i> ?	1. Analisa Harga Satuan Pokok 2016 2. Volume	<ul style="list-style-type: none">• Harga upah• Harga bahan• Shop Drawing	Data yang digunakan yaitu jenis data sekunder yang didapatkan dari instansi terkait.	Metode yang digunakan untuk mengetahui berapa biaya produksi yang minimum dari penggunaan perancah baja modifikasi (<i>megatruss</i>) yang menopang sementara struktur <i>Transfer Beam Column</i> pada Proyek Tunjungan Plaza 6 Surabaya adalah metode perhitungan biaya berdasarkan dimensi yang efisien yang didapatkan dan Harga Satuan Pokok Kegiatan Kota Surabaya tahun 2016.
------------------------------------	--	---	---	--	--

Tabel 3.2. Tabel *Time Schedule*

No	Kegiatan	I				II				III				IV				V				VI			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1.	Studi Literatur	[Redacted]																							
2.	Pengumpulan Data	[Redacted]																							
	• Data Primer	[Redacted]																							
	• Data Sekunder	[Redacted]																							
3.	Mengolah data-data yang telah dikumpulkan	[Redacted]																							
4.	Menghitung pembebanan akibat dari struktur <i>Transfer Beam Column</i>	[Redacted]																							
5.	Menghitung kekuatan perancah baja modifikasi berdasarkan pembebanan yang ada	[Redacted]																							
6.	Melakukan evaluasi kinerja perancah baja modifikasi untuk mendapatkan dimensi yang efisien dan biaya produksi yang minimum	[Redacted]																							

BAB 5. PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan yang didapat pada bab sebelumnya, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Dimensi profil yang efisien yang dapat digunakan untuk struktur perancah baja modifikasi (*megatruss*) antara lain sebagai berikut :
 1. Profil *Castellated Beam (Honeycomb)* 1200 . 300 . 14 . 26. Profil ini dimensinya seperti profil yang terpasang di lapangan.
 2. Profil WF 400 . 400 . 13 . 21. Profil ini dimensinya seperti profil yang terpasang di lapangan dikarenakan sudah termasuk efisien.
 3. Profil WF 350 . 350 . 12 . 19. Profil ini dikecilkan dimensi profilnya dari yang semula di lapangan Profil WF 400.400.13.21.
 4. Profil WF 350 . 350 . 12 . 19. Profil ini dimensinya seperti profil yang terpasang di lapangan dikarenakan sudah termasuk efisien.
 5. Profil WF 350 . 175 . 7 . 11. Profil ini dikecilkan dimensi profilnya dari yang semula di lapangan Profil WF 300 . 150 . 5,5 . 8.
 6. Profil WF 250 . 250 . 9 . 14. Profil ini dikecilkan dimensi profilnya dari yang semula di lapangan Profil WF 350 . 350 . 12 . 19.
 7. Profil WF 350 . 350 . 12 . 19. Profil ini dimensinya seperti profil yang terpasang di lapangan dikarenakan sudah termasuk efisien.
 8. Profil WF 350 . 350 . 12 . 19. Profil ini dimensinya seperti profil yang terpasang di lapangan dikarenakan sudah termasuk efisien.
 9. Profil WF 250 . 250 . 9 . 14. Profil ini dikecilkan dimensi profilnya dari yang semula di lapangan Profil WF 350 . 350 . 12 . 19.
 10. Profil WF 250 . 250 . 9 . 14. Profil ini dimensinya seperti profil yang terpasang di lapangan dikarenakan sudah termasuk efisien.
 11. Profil WF 250 . 250 . 9 . 14. Profil ini dimensinya seperti profil yang terpasang di lapangan dikarenakan sudah termasuk efisien.

Hasil tersebut lebih efisien dimensinya dibandingkan dengan profil yang terpasang di lapangan.

2. Dari perhitungan dimensi tersebut didapatkan analisa biaya produksi (*cost product*) yang minimum untuk struktur perancah baja modifikasi yang telah dilakukan efisiensi sebesar Rp. 3.623.026.584. Hasil tersebut berkurang sebesar 20,05% dari segi biaya produksi dibandingkan dengan analisa biaya produksi pekerjaan perancah baja modifikasi yang terpasang di lapangan yaitu sebesar Rp. 4.531.622.583. Pengurangan sebesar itu didapatkan dari hasil pengecilan dimensi yang mungkin dilakukan namun tanpa mengurangi sisi kekuatan dan keamanan dari struktur perancah itu sendiri.

5.2. Saran

Beberapa saran yang dapat digunakan untuk penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut :

1. Perhitungan analisa anggaran biaya untuk biaya bekisting juga di perhitungkan. Dikarenakan biasanya perhitungan biaya perancah dan bekisting menjadi satu kesatuan yang saling berkaitan.
2. Dalam perencanaan analisa anggaran biaya seharusnya perlu lebih detail lagi terkait metode pelaksanaan yang dipakai dalam pelaksanaan pemasangan dan perakitan struktur perancah.
3. Menambahkan perhitungan biaya sewa profil baja sesuai kenyataan yang ada dilapangan sehingga total anggaran biaya yang didapatkan bukan biaya produksinya melainkan biaya sewa profil bajanya.

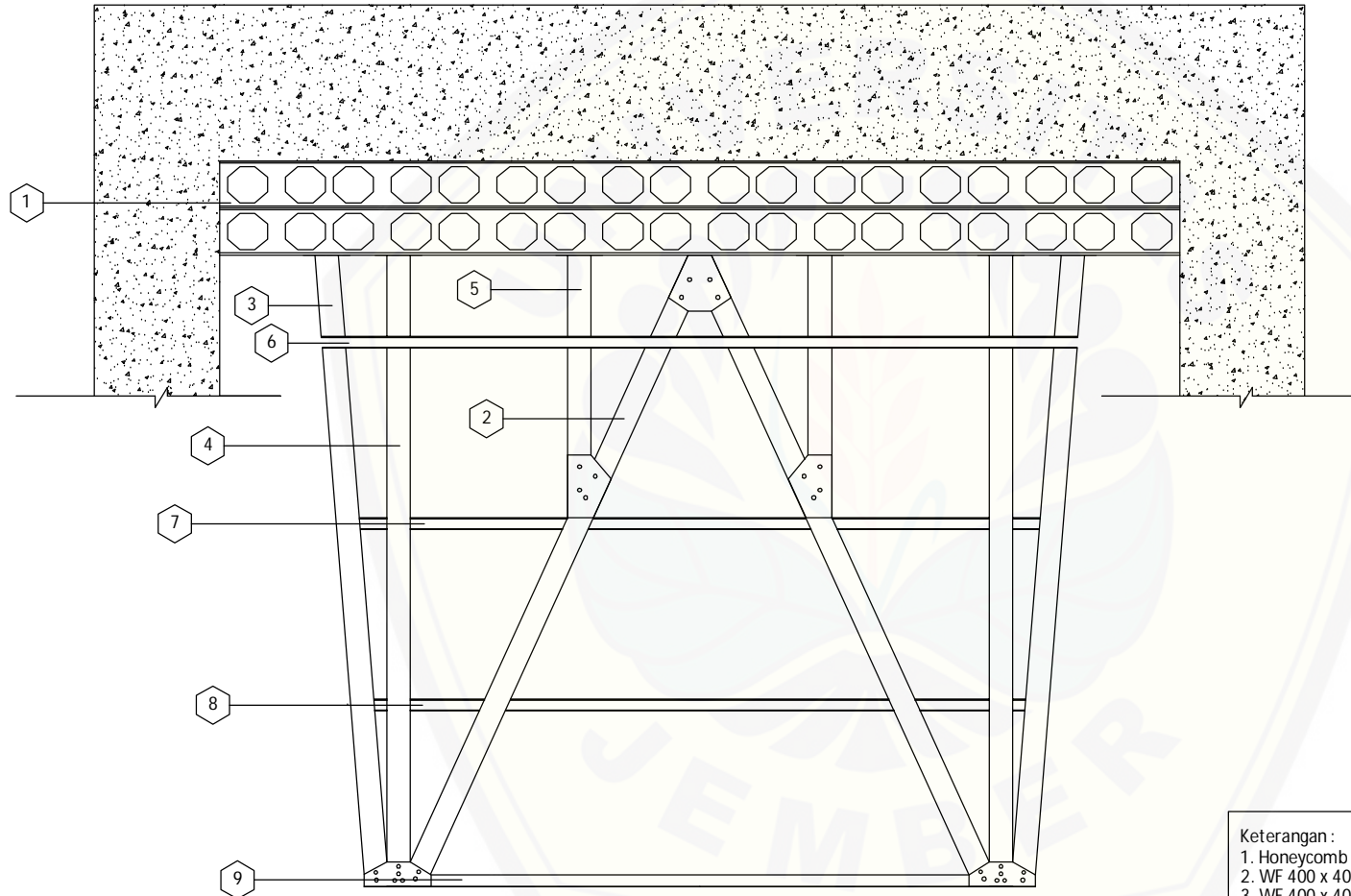
DAFTAR PUSTAKA

- American Institute of Steel Construction (AISC)*. 1993. “*Manual of Steel Construction Load & Resistance Factor Design*”, Amerika Serikat
- Astina I Nyoman. 2015. “*Value Engineering Antara Perancah Konvensional Dengan Scaffolding Pada Proyek Konstruksi*”. Surabaya
- Atma Achmad Faiq Adhi. 2017. “*Modifikasi Perencanaan Struktur Gedung Dengan Kombinasi Hot Rolled dan Cold Formed Steel*”. Surabaya, Institut Teknologi Sepuluh Nopember
- Badan Standarisasi Nasional, 2002. “Tata cara perencanaan stuktur baja untuk bangunan gedung” SNI 03-1729-2002. Jakarta : BSN
- Badan Standarisasi Nasional, 2008. “Tata cara perhitungan harga satuan pekerjaan beton untuk konstruksi bangunan gedung dan perumahan” SNI 03-7394-2008. Jakarta : BSN
- Badan Standarisasi Nasional, 2013. “Beban minimum untuk perancangan bangunan gedung dan struktur lain” SNI 1727:2013. Jakarta : BSN
- Badan Standarisasi Nasional, 2015. “Spesifikasi untuk bangunan gedung struktural” SNI 1729:2015. Jakarta : BSN
- Heinz Frick, Pujo L Setiawan. 2002. “*Ilmu Konstruksi Bangunan 2*”, Yogyakarta, Kanisius
- Kementerian Tenaga Kerja Dan Transmigrasi Indonesia, 1980. Peraturan Menteri Tenaga Kerja Dan Transmigrasi No.PER.01/MEN/1980 tentang Keselamatan dan Kesehatan Kerja Pada Konstruksi Bangunan. Jakarta
- Phiegiarto Fendy & Tjanniadi Julio Esra. 2015. “*Perencanaan Elemen Struktur Baja Berdasarkan SNI 1729:2015*”. Surabaya, Universitas Kristen Petra
- Sumargo. 2009. “*Perencanaan Struktur Baja Metode LRFD - Elemen Aksial*”. Bandung, Politeknik Negeri Bandung

Suparno. 2012. “Kajian Pemilihan Jenis Bahan Perancah Beton Pada Pembangunan Gedung Bertingkat”. Semarang

Universitas Jember. 2016. Pedoman Penulisan Karya Ilmiah. Jember: Badan Penerbit Universitas Jember

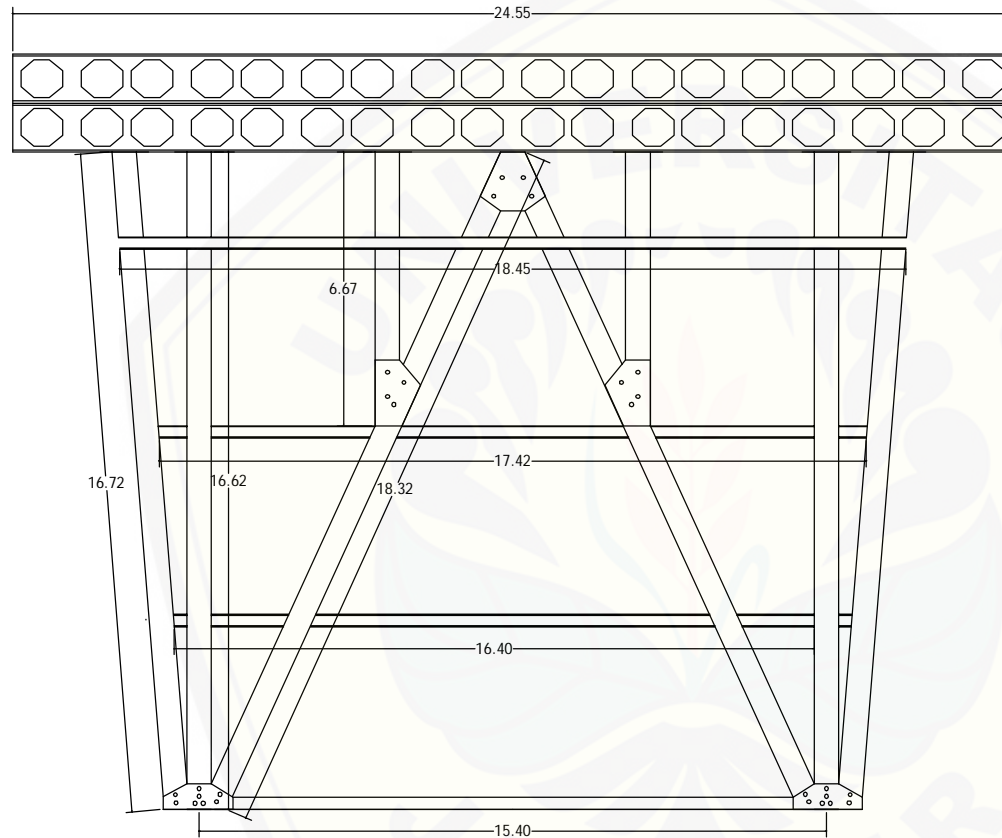





TAMPAK SAMPING KANAN
 KONDISI PERANCAH DILAPANGAN

- Keterangan :
1. Honeycomb 1200 x 300 x 14 x 26
 2. WF 400 x 400 x 13 x 21
 3. WF 400 x 400 x 13 x 21
 4. WF 350 x 350 x 12 x 19
 5. WF 350 x 175 x 7 x 11
 6. WF 350 x 350 x 12 x 19
 7. WF 350 x 350 x 12 x 19
 8. WF 350 x 350 x 12 x 19
 9. WF 350 x 350 x 12 x 19

NAMA KEGIATAN	
TUGAS AKHIR	
PEKERJAAN	
PERENCANAAN PERANCAH UNTUK MENOPANG TRANSFER BEAM COLUMN (TBC)	
PEMILIK KEGIATAN	
PROGRAM STUDI S1 TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS JEMBER	
PERENCANA	
MAHASISWA PROGRAM STUDI S1 TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS JEMBER	
DIGAMBAR	DIPERIKSA
HERDHYASMARAREZKAN (NIM 13191030025)	SYAMSUL ARIFIN, S.T., M.T. (NIP. 196907091998021008)
	WINDA TRI WAHYUNINGTYAS, S.T., M.T. (NIP. 768016772)
SKALA	NO GAMBAR
1 : 2000	



 **TAMPAK SAMPIING KANAN**
 PROFIL BAJA SESUAI YANG ADA DILAPANGAN

NAMA KEGIATAN

TUGAS AKHIR

PEKERJAAN

PERENCANAAN
 PERANCAH UNTUK
 MENOPANG TRANSFER BEAM
 COLUMN (TBC)

PEMILIK KEGIATAN

PROGRAM STUDI S1 TEKNIK SIPIL
 FAKULTAS TEKNIK
 UNIVERSITAS JEMBER

PERENCANA

MAHASISWA PROGRAM STUDI S1
 TEKNIK SIPIL
 FAKULTAS TEKNIK
 UNIVERSITAS JEMBER

DIGAMBAR

DIPERIKSA

HERDHYASMARA REZKIN
 (NIM 13191030025)

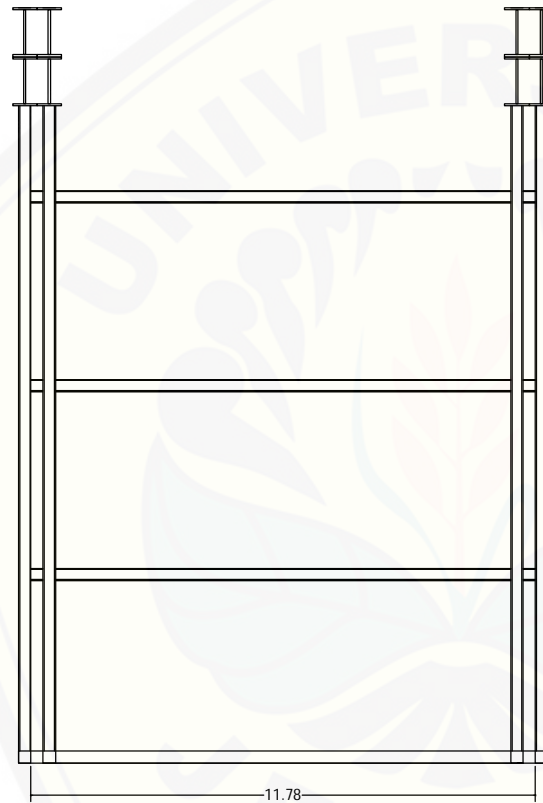
SYAMSUL ARIFIN, S.T., M.T.
 (NIP. 196907091998021008)

WINDA TRI WAHYUNINGTYAS, S.T., M.T.
 (NIP. 768016772)

SKALA

NO GAMBAR

1 : 2000




TAMPAK DEPAN
 PROFIL BAJA SESUAI YANG ADA DIPANGKALAN

NAMA KEGIATAN

TUGAS AKHIR

PEKERJAAN

PERENCANAAN
PERANCAH UNTUK
MENOPANG TRANSFER BEAM
COLUMN (TBC)

PEMILIK KEGIATAN

PROGRAM STUDI S1 TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER

PERENCANA

MAHASISWA PROGRAM STUDI S1
TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER

DIGAMBAR

DIPERIKSA

HERDHYASARA REZKIN
(NIM 13191030025)

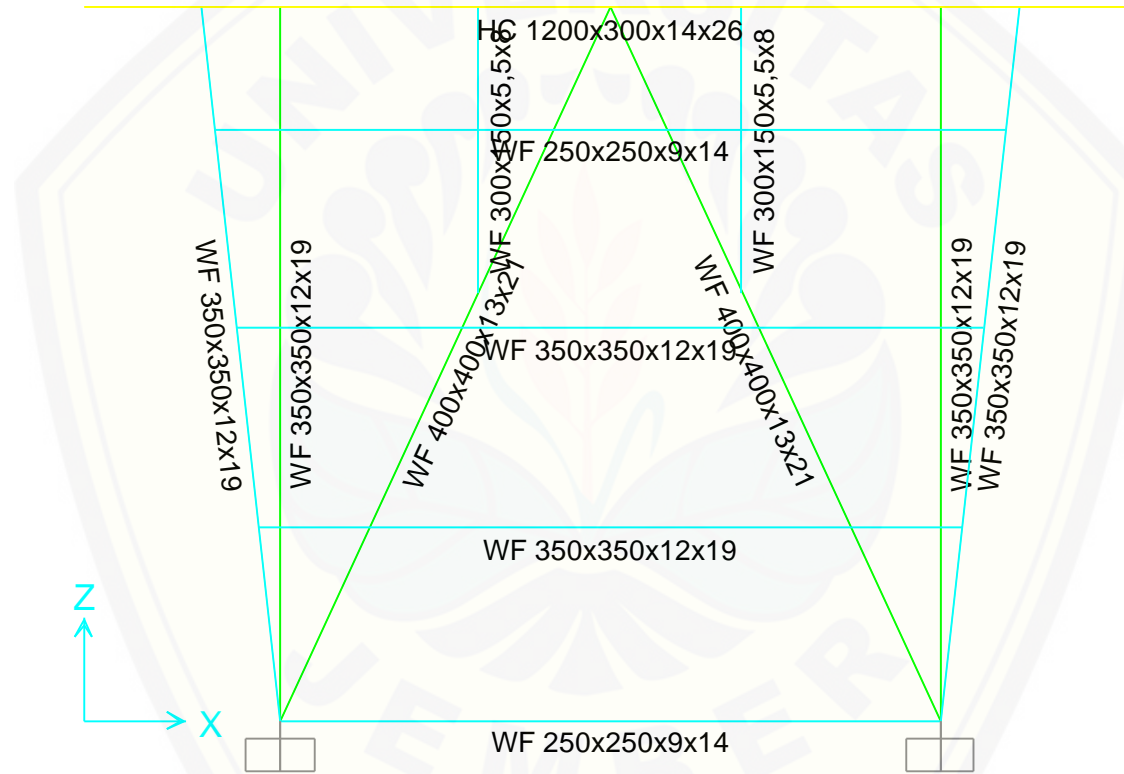
SYAMSUL ARIFIN, S.T., M.T.
(NIP. 196907011998021008)

WINDA TRI WAHYUNINGTYAS, S.T., M.T.
(NIP. 768016772)

SKALA

NO GAMBAR

1 : 2000



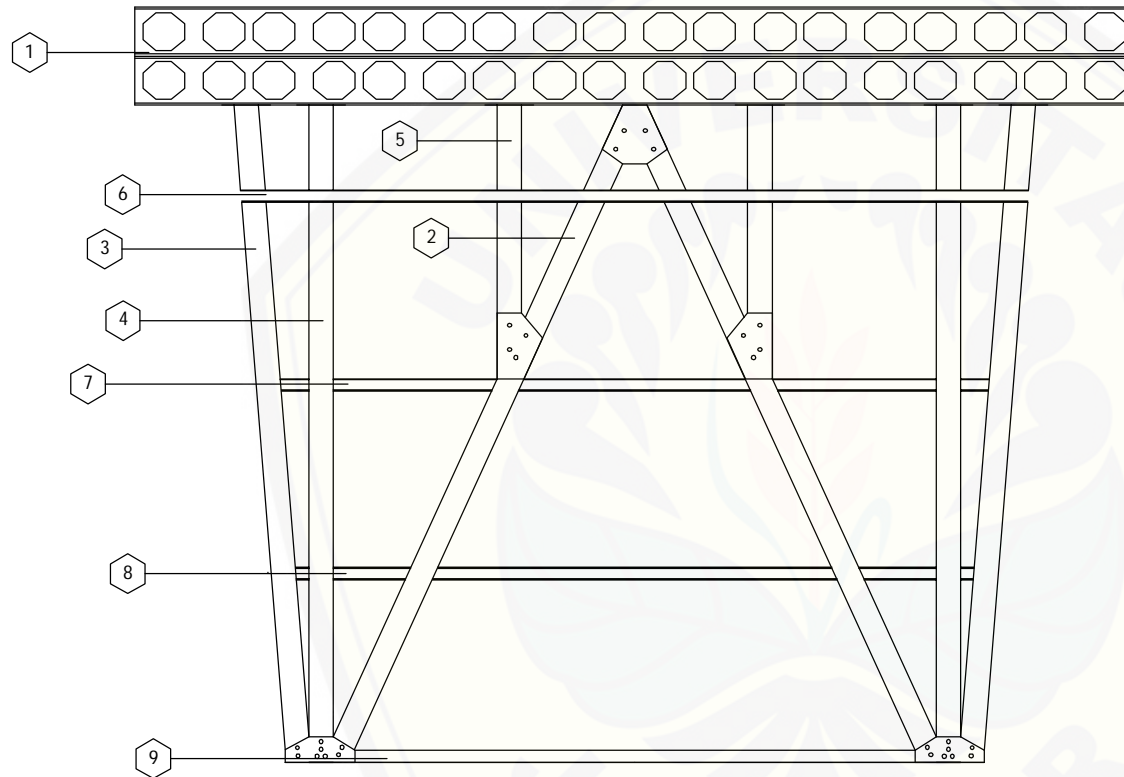
0.00

0.50

0.70

0.90

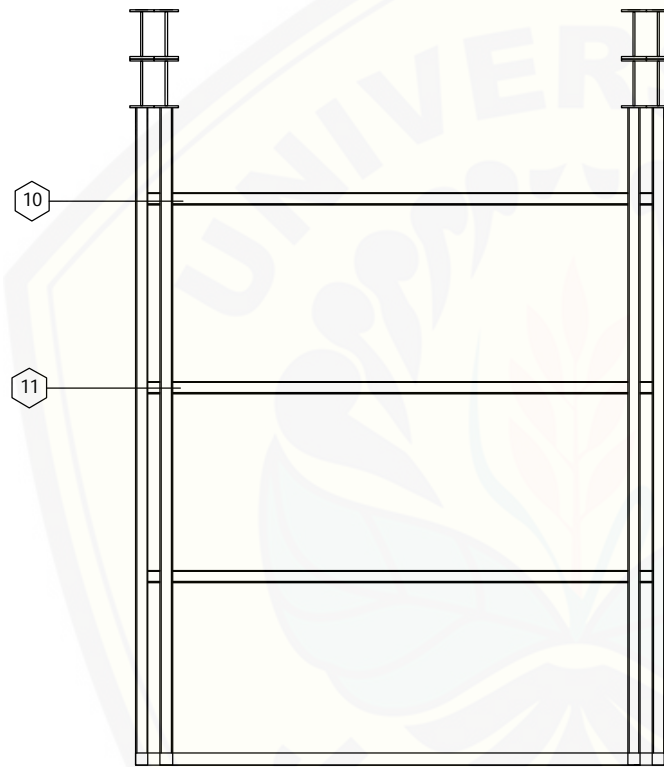
1.00



TAMPAK SAMPIING KANAN
 PROFIL BAJA SESUAI YANG ADA DILAPANGAN

- Keterangan :
1. Honeycomb 1200 x 300 x 14 x 26
 2. WF 400 x 400 x 13 x 21
 3. WF 400 x 400 x 13 x 21
 4. WF 350 x 350 x 12 x 19
 5. WF 350 x 175 x 7 x 11
 6. WF 350 x 350 x 12 x 19
 7. WF 350 x 350 x 12 x 19
 8. WF 350 x 350 x 12 x 19
 9. WF 350 x 350 x 12 x 19

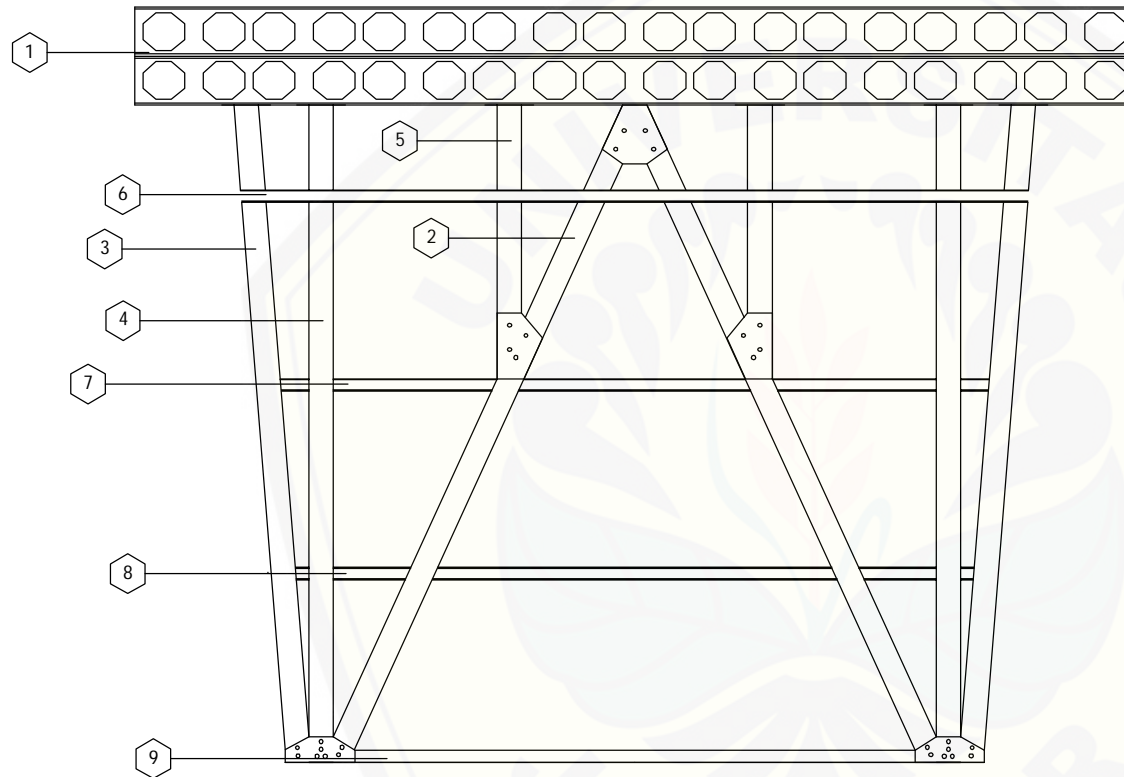
NAMA KEGIATAN	
TUGAS AKHIR	
PEKERJAAN	
PERENCANAAN PERANCAH UNTUK MENOPANG TRANSFER BEAM COLUMN (TBC)	
PEMILIK KEGIATAN	
PROGRAM STUDI S1 TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS JEMBER	
PERENCANA	
MAHASISWA PROGRAM STUDI S1 TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS JEMBER	
DIGAMBAR	DIPERIKSA
HERDHYASMARARIZKIN. (NIM 13191030025)	SYAMSUL ARIFIN, ST.MT. (NIP. 196907091998021008)
SKALA	NO GAMBAR
1 : 2000	



TAMPAK DEPAN
 PROFIL BAJA SESUAI YANG ADA DIPANGKASAN

Keterangan :
 10. WF 250 x 250 x 9 x 14
 11. WF 250 x 250 x 9 x 14

NAMA KEGIATAN	
TUGAS AKHIR	
PEKERJAAN	
PERENCANAAN PERANCAH UNTUK MENOPANG TRANSFER BEAM COLUMN (TBC)	
PEMILIK KEGIATAN	
PROGRAM STUDI S1 TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS JEMBER	
PERENCANA	
MAHASISWA PROGRAM STUDI S1 TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS JEMBER	
DIGAMBAR	DIPERIKSA
HERDHYASMARAREZKIN. (NIM 13191030025)	SYAMSUL ARIFIN, ST.,MT. (NIP. 196907091998021008) WINDA TRI WAHYUNINGTYAS, ST.,MT. (NIP. 768016772)
SKALA	NO GAMBAR
1 : 2000	



 **TAMPAK SAMPIING KANAN**
PROFIL BAJA HASIL EFISIENSI

Keterangan :

1. Honeycomb 1200 x 300 x 14 x 26
2. WF 400 x 400 x 13 x 21
3. WF 350 x 350 x 12 x 19
4. WF 350 x 350 x 12 x 19
5. WF 300 x 150 x 5,5 x 8
6. WF 250 x 250 x 9 x 14
7. WF 350 x 350 x 12 x 19
8. WF 350 x 350 x 12 x 19
9. WF 250 x 250 x 9 x 14

NAMA KEGIATAN

TUGAS AKHIR

PEKERJAAN

PERENCANAAN
PERANCAH UNTUK
MENOPANG TRANSFER BEAM
COLUMN (TBC)

PEMILIK KEGIATAN

PROGRAM STUDI S1 TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER

PERENCANA

MAHASISWA PROGRAM STUDI S1
TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER

DIGAMBAR

DIPERIKSA

HERDHYASMARAREZKIN
(NIM 13191030025)

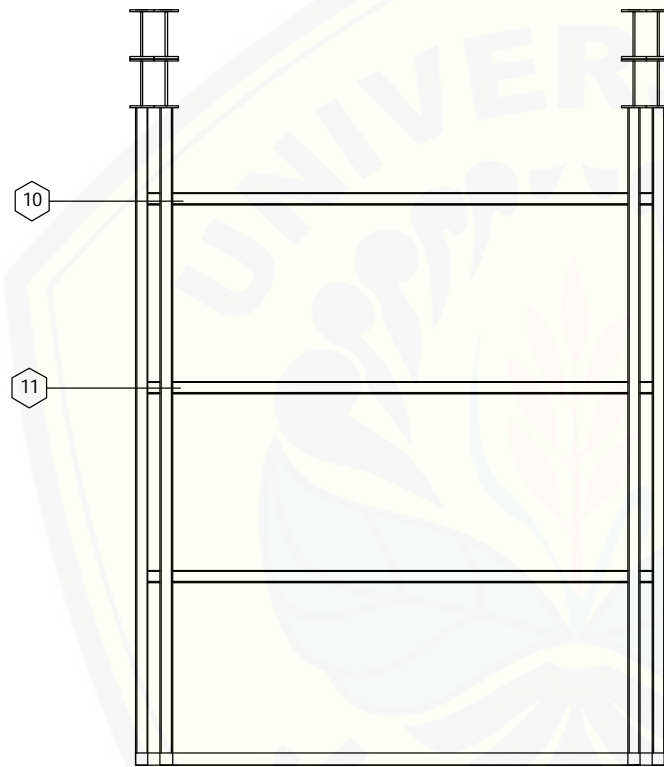
SYAMSUL ARIFIN, ST.,MT.
(NIP. 196907091998021008)

WINDA TRI WAHYUNINGTYAS, ST.,MT.
(NIP. 768016772)

SKALA

NO GAMBAR

1 : 2000




TAMPAK DEPAN
 PROFIL BAJA HASIL EFISIENSI

Keterangan :
 10. WF 250 x 250 x 9 x 14
 11. WF 250 x 250 x 9 x 14

NAMA KEGIATAN	
TUGAS AKHIR	
PEKERJAAN	
PERENCANAAN PERANCAH UNTUK MENOPANG TRANSFER BEAM COLUMN (TBC)	
PEMILIK KEGIATAN	
PROGRAM STUDI S1 TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS JEMBER	
PERENCANA	
MAHASISWA PROGRAM STUDI S1 TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS JEMBER	
DIGAMBAR	DIPERIKSA
HERDHYASMARA REZKA (NIM 13191030025)	SYAMSUL ARIFIN, ST.,MT. (NIP. 196907091998021008) WINDA TRI W A H Y U N I N G T Y A S, ST.,MT. (NIP. 768016772)
SKALA	NO GAMBAR
1 : 2000	