



**PERENCANAAN ULANG JEMBATAN SUNGAI BRANTAS PADA
JALAN TOL KERTOSONO– MOJOKERTO DENGAN
METODE *CABLE STAYED***

SKRIPSI

oleh

Wahyu Prasetyo

NIM 091910301041

**JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2013**



**PERENCANAAN ULANG JEMBATAN SUNGAI BRANTAS PADA
JALAN TOL KERTOSONO– MOJOKERTO DENGAN
METODE *CABLE STAYED***

SKRIPSI

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

oleh

Wahyu Prasetyo

NIM 091910301041

**JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2013**

MOTTO

Maka nikmat Tuhan kamu manakah yang kamu dustakan
(*Al-Qur'an; surat Ar-rahman*)

Suatu pekerjaan yang paling tak kunjung bisa terselesaikan
adalah pekerjaan yang tidak pernah dimulai.
(*JJR. Tolkien*)

Emas tidak akan berkarat karena tempat.
(*Leonard S.*)

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Wahyu Prasetyo

NIM : 091910301041

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul ” *Perencanaan Ulang Jembatan Sungai Brantas Pada Jalan Tol Kertosono –Mojokerto Dengan Metode Cable Stayed* ” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi mana pun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab penuh 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, 25 September 2013

Yang menyatakan,

Wahyu Prasetyo
NIM 091910301041

SKRIPSI

PERENCANAAN ULANG JEMBATAN SUNGAI BRANTAS PADA JALAN TOL KERTOSONO– MOJOKERTO DENGAN METODE *CABLE STAYED*

oleh

Wahyu Prasetyo
NIM 091910301041

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Erno Widayanto S.T., M.T.
Dosen Pembimbing Anggota : Dwi Nurtanto S.T., M.T.

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “ *Perencanaan Ulang Jembatan Sungai Brantas Pada Jalan Tol Kertosono –Mojokerto Dengan Metode Cable Stayed* ” telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Teknik Universitas Jember pada :

Hari : Rabu

Tanggal : 25 September 2013

Tempat : Fakultas Teknik Universitas Jember

Tim Penguji

Ketua,

Sekretaris,

Dr. Anik Ratnaningsih, S.T., M.T.
NIP 19700530 199803 1 001

Erno Widayanto, S.T., M.T.
NIP 19700419 199803 1 002

Anggota I,

Anggota II,

Dwi Nurtanto, S.T., M.T.
NIP 19731015 199802 1 001

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

Mengesahkan
Dekan Fakultas Teknik
Universitas Jember

Ir. Widyono Hadi, M.T.
NIP 19610414 198902 1 001

Wahyu Prasetyo

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Jember

ABSTRAK

Jembatan yang direncanakan ulang berada di Kecamatan Gedek, Mojokerto, dengan bentang 299 m dan lebar 2 x 16,4 m dibangun dengan metode *box girder balance cantilever*. Tujuan penelitian ini untuk mendesain jembatan *cable stayed* yang aman menurut SNI dan untuk memberikan alternatif desain jembatan jika akan dilakukan pembangunan lanjutan karena jembatan yang ada sudah melebihi kapasitas yang seharusnya. Dalam perencanaan ini jembatan direncanakan dengan metode *cable stayed* dengan tatanan kabel menggunakan *fan system* dan *pylon* menggunakan *two vertical system*. Jembatan dibagi menjadi 2 bentang dengan panjang masing-masing bentang 149,5 m dan lebar 2 x 16,4 m. Hasil dari perencanaan ini akan didapat dimensi struktur lantai kendaraan, gelagar, kabel dan dimensi *pylon* dengan menggunakan acuan peraturan SNI 03- 1729- 2002, RSNI T-02- 2005, RSNI T - 02- 2005, SNI 7391- 2008.

Kata kunci: *Cable stayed, fan system, jembatan, two vertical system*

Wahyu Prasetyo

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Jember

ABSTRACT

The bride redesign is at Kecamatan Gedek, Mojokerto. This bridge that extends for 299 m and has 2 x 16,4 m dimension, was build using box girder balance cantilever method.. The aims of his research is to design safe cable stayed bridge based on SNI as a alternative bridge design. The design use fan system for arragement cable two vertical system for pylon. The bridge divide into two part, each part extends for 149,5 m and has 2 x 16,4 m dimension. The result of this research gives dimension of plate structure, girder, cable, and pylon dimension based on SNI 03- 1729- 2002, RSNI T- 02- 2005, RSNI T - 02- 2005, SNI 7391- 2008

Keywords: : *Bridge, cable stayed, fan system, two vertical system*

RINGKASAN

PERENCANAAN ULANG JEMBATAN SUNGAI BRANTAS PADA JALAN TOL KERTOSONO - MOJOKERTO DENGAN METODE CABLE STAYED;

Wahyu Prasetyo, 091910301041; 2013: 58 halaman; Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember

Jembatan yang direncanakan ulang berada di Kecamatan Gedek, Mojokerto. Jembatan tersebut merupakan jembatan bentang panjang yang memiliki 299 m dan lebar 2 x 16,4 m dan dibangun dengan metode *box girder balance cantilever*.

Tujuan penelitian ini untuk mendesain jembatan *cable stayed* yang aman menurut SNI dan untuk memberikan alternatif desain jembatan jika akan dilakukan pembangunan lanjutan karena jembatan yang ada sudah melebihi kapasitas yang seharusnya. Dalam perencanaan ini jembatan direncanakan dengan metode *cable stayed* dengan tatanan kabel menggunakan *fan system* dan *pylon* menggunakan *two vertical system*.

Jembatan dibagi menjadi 2 bentang dengan panjang masing-masing bentang 149,5 m dan lebar 2 x 16,4 m. Hasil dari perencanaan ini akan didapat dimensi struktur lantai kendaraan, gelagar, kabel dan dimensi pylon dengan menggunakan acuan peraturan SNI 03- 1729- 2002, RSNI T-02- 2005, RSNI T - 02- 2005, SNI 7391- 2008.

Gelagar yang digunakan dalam desain jembatan ini menggunakan profil WF, sedangkan kabel yang dipakai adalah kabel tipe ASTM 416-74 dengan $\varnothing = 15,2$ mm, untuk *pylon* menggunakan beton bertulang dengan tipe *pylon two vertical system*.

SUMMARY

REDESIGNING BRIDGE AT SUNGAI BRANTAS FOR KERTOSONO - MOJOKERTO TOLL USING CABLE STAYED METHOD; Wahyu Praseto, 091910301041; 2013: 58 pages; Department of Civil Engineering Faculty of Engineering, University of Jember.

The redesigned bridge in this paper located at Kecamatan Gedek, Mojokerto. The bridge is a long term bridge that have 299 m length and 2 x 16,2 m width. The bridge was build by box girder cantilever method.

The aims of this research is to design a safe cable stayed bridge based on SNI as a alternative design of bridge. The bridge designed based on cable stayed method with fan system for cable arrangement and two vertical system for pylon.

The dridge is devided into two parts. Every part extends for 149 m of length and 2 x 14,6 m of width. Result of the research gives dimension structure of girder plate, cable, and pylon based on SNI SNI 03- 1729- 2002, RSNI T-02- 2005, RSNI T - 02- 2005, and SNI 7391- 2008.

The girder used in the design is girder with profile WF. Cable system used in this design is cable type ASTM 416-74 with $\emptyset = 15,2$ mm, The design use “beton bertulang” with pylon two vertical system.type.

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
HALAMAN MOTTO	v
HALAMAN PERNYATAAN	vi
HALAMAN PEMBIMBING	vii
HALAMAN PENGESAHAN	viii
ABSTRAK	ix
ABSTRACT	x
RINGKASAN	xi
SUMMARY	xii
PRAKATA	xiii
DAFTAR ISI	xiv
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR GAMBAR	xviii
BAB 1. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Manfaat	2

1.5 Batasan Masalah	3
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Pengertian	4
2.2 Kriteria Perencanaan	5
2.3 Bagian-Bagian Jembatan	5
BAB 3. METODOLOGI	
3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian	12
3.2 Data yang Diperlukan	12
3.3 Metodologi	13
3.4 Diagram Alir Perencanaan Jembatan	14
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Pengambilan Data Jembatan	17
4.2 Perencanaan Pembebanan dan Perancangan Plat Lantai	17
4.3 Perancangan Trotoar	26
4.4 Perancangan Gelagar Memanjang	31
4.5 Perancangan Gelagar Melintang	38
4.6 Perhitungan Rangka	46
4.7 Perhitungan Kabel	51
4.8 Struktur Pylon	55
BAB 5. PENUTUP	
5.1 Kesimpulan	58
5.2 Saran	58

DAFTAR PUSTAKA	59
-----------------------------	-----------

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1	Analisa Perhitungan Gaya Batang dengan SAP 2000	45
Tabel 4.2	Jenis Kabel dan Angker	49
Tabel 4.3	Perhitungan Strand Kabel	52
Tabel 4.4	Perhitungan Gaya Aksial pada <i>Pylon</i>	52

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Jembatan Dryburgh Abbey Footbridge	4
Gambar 2.2	Bagian-Bagian Jembatan	5
Gambar 2.3	Gelagar <i>Stuffering Truss</i> (Troitsky, 1997)	6
Gambar 2.4	Gelagar Solid Web	7
Gambar 2.5	Sistem Kabel	9
Gambar 2.6	Sistem Fan	10
Gambar 2.7	Jenis-Jenis <i>Pylon</i>	10
Gambar 3.1	Peta Lokasi JembaGatan	12
Gambar 3.2	Diagram Alir Perencanaan Ulang Jembatan	14
Gambar 4.1	Beban Akibat Muatan Beban	19
Gambar 4.2	Momen lentur pada Saat Roda di Tengah Plat	20
Gambar 4.3	Momen Lentur Saat Dua Roda Berdekatan	20
Gambar 4.4	Luas Bidang Kontak	21
Gambar 4.5	Trotoar	25
Gambar 4.6	Potongan Melintang	30
Gambar 4.7	Beban Terpusat pada Gelagar Memanjang	30
Gambar 4.8	Potongan Melintang.....	36
Gambar 4.9	Beban T pada Gelegar Melintang	36
Gambar 4.10	Beban T pada Gelegar Melintang	37

Gambar 4.11 Beban D pada Gelegar Melintang	38
Gambar 4.12 Rangka Memanjang	44
Gambar 4.13 Pembagian Tabel	48
Gambar 4.14 Struktur <i>Pylon</i>	54

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Proyek tol Mojokerto-Kertosono merupakan bagian dari proyek *Trans Java Tollway System* yang dimulai dari barat pulau Jawa tepatnya di Merak, Jawa Barat hingga Ketapang, Jawa Timur. Pengerjaan proyek tersebut dibagi menjadi beberapa subproyek dan dilengkapi beberapa proyek tol penunjang. Terdapat sepuluh tol yang ada di Jawa Timur diantaranya Tol Waru–Juanda (13,6 km), Jalan Tol Surabaya–Mojokerto (37 km) dan Jalan tol Mojokerto–Kertosono (41 km) dan tujuh ruas jalan tol lainnya (en.wikipedia.org, 2012 dan Jauhari, 2011:1). Rute jalan tol Mojokerto Kertosono yang dibangun melalui berbagai macam topografi, seperti perbukitan, dan sungai. Pembangunan jalan tol pun harus disesuaikan dengan wilayah yang dilalui. Di Kecamatan Gedek, Mojokerto yang merupakan bagian subproyek Tol Kertosono-Mojokerto, jalan yang dibangun harus melalui aliran Sungai Brantas sehingga salah satu pekerjaan proyek yang dilakukan adalah pembangunan jembatan.

Jembatan menurut ilmu sipil merupakan suatu struktur konstruksi yang memungkinkan menghubungkan suatu rute transportasi yang terpisah oleh rintangan seperti sungai, lembah, saluran irigasi dan bahkan menghubungkan antar pulau yang terpisah cukup jauh. Perencanaan jembatan tidak hanya mempertimbangkan aspek struktural dan transportasi saja, tetapi juga perlu meninjau aspek ekonomi dan estetika (Supriyadi & Muntohar, 2007:27).

Jembatan yang dibangun untuk lokasi tersebut adalah jenis jembatan box girder dengan bentang 299 m dan lebar 2x16,2 m. jika dilihat dari ukuran bentang dan panjangnya, jembatan tersebut merupakan jembatan bentang panjang. Jembatan bentang panjang biasanya didesain dengan beberapa metode diantaranya: a) cabel stayed, b) suspension, c) box girder kantilever, d) pelengkung. Dalam skripsi ini alternatif desain jembatan yang dipilih adalah jembatan cable stayed.

Jembatan *cable stayed* adalah jembatan yang dibangun dengan menggunakan kabel vertikal dan miring dan biasanya menggunakan gelegar baja atau beton sebagai gelegar utama (Zarkashi dan Rosliansjah, 1955). Tipe jembatan *cable stayed* memiliki volume dan tonase yang lebih kecil daripada jembatan *box girder*. Sehingga dalam proses pengerjaannya memberikan beberapa keuntungan, misalnya pondasi dan tiang pancang yang dibutuhkan tidak terlalu banyak sehingga menghemat anggaran proyek. Jembatan *cable stayed* merupakan salah satu jenis yang sesuai untuk jembatan bentang panjang (Supriyadi dan Muntohar, 2007:197). Selain itu, jembatan *cable stayed* dapat memenuhi aspek estetika yang juga merupakan factor pertimbangan penting dalam perencanaan jembatan (Supriyadi & Muntohar, 2007:27).

Berdasarkan uraian tersebut dapat dinyatakan bahwa jembatan *cable stayed* dapat digunakan sebagai alternatif jembatan *box girder*. Oleh karena itu peneliti bermaksud melakukan perencanaan ulang jembatan di Kecamatan Gedek, Mojokerto menjadi jembatan *cable stayed*.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka diperoleh rumusan masalah dalam penelitian ini adalah bagaimana desain jembatan *cable stayed* yang aman untuk jembatan jalan Tol Kertosono-Mojokerto di Kecamatan Gedek, Mojokerto menurut SNI.

1.3 Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah yang telah diuraikan, maka tujuan penelitian ini adalah untuk merancang desain jembatan *cable stayed* yang aman berdasarkan SNI.

1.4 Manfaat

Manfaat dari perencanaan jembatan *cable stayed* ini adalah :

1. Untuk menambah wawasan tentang berbagai tipe jembatan. khususnya jembatan *cable stayed*.
2. Untuk memberikan alternatif desain jembatan untuk pembangunan jembatan lanjutan jika jembatan yang ada sudah melebihi kapasitas yang seharusnya.

1.5 Batasan Masalah

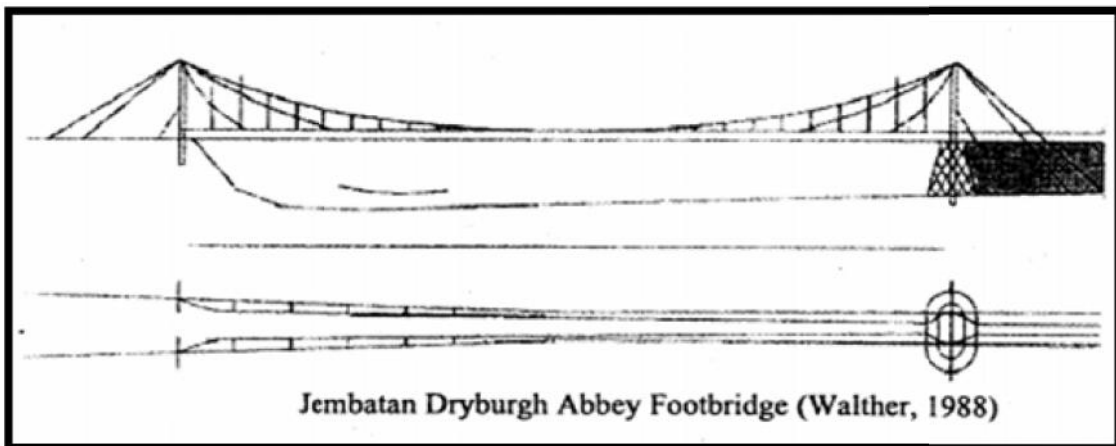
Batasan- batasan masalah yang akan dibahas adalah sebagai berikut:

1. Perencanaan jembatan ini tidak termasuk kemungkinan pembangunan dinding penahan tanah akibat kondisi topografis lapangan.
2. Perencanaan jembatan hanya merencanakan struktur atas ditambah dengan pylon, tidak termasuk desain, ukuran, dan jumlah pondasi.
3. Perencanaan tidak termasuk perhitungan abutment, sambungan dan blok angkur.
4. Perencanaan tidak termasuk analisa harga satuan, rencana anggaran biaya pembangunan dan realisasi.
5. Jembatan yang direncanakan adalah jembatan *cable stayed* dengan bentang 299 meter dan lebar 2x16,4 meter.
6. Peraturan yang digunakan dalam perencanaan jembatan *cable stayed* adalah SNI. .
7. Perencanaan tidak termasuk analisa akibat beban gempa.

BAB 2.TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian

Salah satu tipe bentuk jenis jembatan adalah jembatan *cable stayed*. Jembatan *cable stayed* sudah dikenal sejak lebih dari 200 tahun yang lalu (Walther, 1988) yang pada awal era tersebut umumnya dibangun dengan menggunakan kabel vertical dan miring seperti Dryburgh Abbey Footbridge di Skotlandia yang dibangun tahun 1817. Jembatan seperti ini seperti ini masih merupakan kombinasi dari jembatan *cable stayed* modern. Sejak saat itu jembatan *cable stayed* mengalami banyak perkembangan dan mempunyai bentuk yang bervariasi baik dari segi material yang digunakan maupun segi estetika (Supriyadi dan Muntohar, 2007:197).



Gambar 2.1 Jembatan dryburgh Abbey Footbridge

Pada umumnya jembatan *cable stayed* menggunakan gelagar baja, rangka, beton, atau beton pratekan sabagai gelagar utama (Zarkasi dan Rosliansjah,1995). Pemilihan bahan gelagar tergantung pada ketersediaan bahan, metode pelaksanaan

dan harga konstruksi. Penilaian parameter tersebut tidak hanya tergantung pada perhitungan semata melainkan masalah ekonomi dan estetika lebih dominan. Kecenderungan sekarang adalah menggunakan gelagar beton, *cast in situ* atau *prefabricated (pre cast)* (Supriyadi dan Muntohar, 2007:197)

2.2 Kriteria Perencanaan

Jembatan yang direncanakan harus memenuhi beberapa kriteria agar layak digunakan dan memberikan kenyamanan dan rasa aman bagi penggunanya, diantaranya adalah :

2.2.1 Kekuatan

Jembatan harus mampu menahan beban yang bekerja, baik beban hidup maupun beban mati secara aman dan sesuai dengan peraturan.

2.2.2 Lendutan

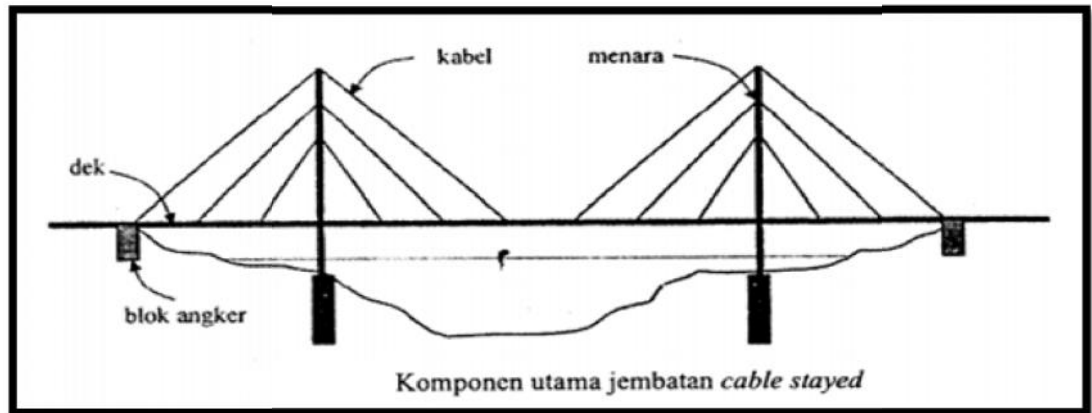
Jembatan yang direncanakan tidak boleh melendut, karena lendutan akan mengakibatkan ketidaknyamanan pengguna jembatan dan bisa mengakibatkan jembatan menjadi tidak rata.

2.2.3 Beban angin

Dimensi jembatan yang cukup besar menyebabkan pengaruh angin perlu diperhatikan, karena aliran udara bisa mempengaruhi osilasi torsional dan lentur struktur dan perubahan sudut datang terhadap gelagar akan mengubah besarnya gaya angkat hal ini bisa mengakibatkan runtuhnya jembatan.

2.3 Bagian-bagian jembatan

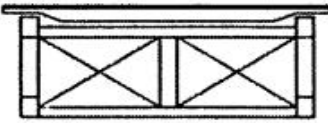
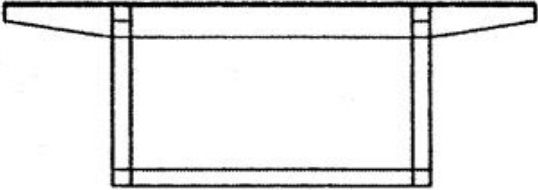
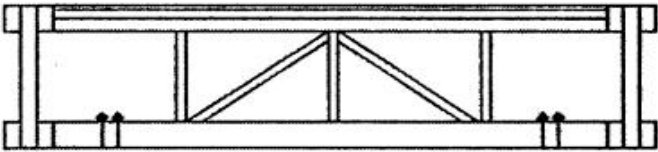
Pada dasarnya komponen utama jembatan *cable stayed* terdiri atas gelagar, system kabel dan menara atau pylon (Supriyadi dan Muntohar, 2007:198).



Gambar 2.2 Bagian-bagian jembatan

2.3.1 Gelagar

Bentuk gelagar jembatan *cable stayed* sangat bervariasi namun yang paling sering digunakan ada dua jenis yaitu stiffening truss dan solid web (Podolny dan Scalzi, 1976). Pada awal perkembangan jembatan *cable stayed* modern, stiffening truss banyak digunakan tetapi sekarang sudah mulai ditinggalkan dan jarang digunakan dalam desain, karena mempunyai banyak kekurangan. Kekurangannya adalah membutuhkan fabrikasi yang besar, perawatan yang relative sulit, dan kurang menarik dari segi estetika. Meskipun demikian dapat digunakan sebagai gelagar dengan alasan memiliki sifat aero dinamik yang baik. Dalam keadaan jembatan jalan raya disatukan dengan jembatan jalan rel dan biasanya menggunakan deck ganda yang bertingkat, truss dapat dipertimbangkan sebagai elemen utama deck (Supriyadi dan Muntohar, 2007:205). Berikut adalah contoh gambar stiffening truss :

Tipe Jembatan	Tipikal potongan melintang
Jalan raya	
Jalan raya dan jalan rel	
Jalan raya dan jalan rel	

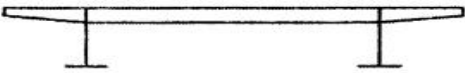
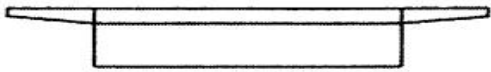
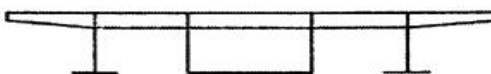
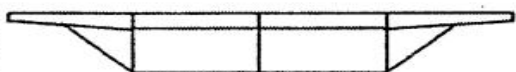
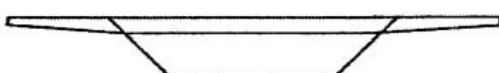
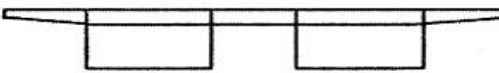
Gambar 2.3 Gelagar stiffening truss (Troitsky 1977)

Gelagar yang tersusun dari solid web yang terbuat dari baja atau beton cenderung terbagi atas dua tipe yaitu:

- a) gelagar pelat (plate girder), dapat terdiri atas dua atau banyak gelagar,
- b) gelagar box (box girder), dapat terdiri atas satu atau susunan box yang dapat berbentuk persegi panjang atau trapezium.

Susunan dek yang tersusun dari gelagar pelat tidak memiliki kekakuan torsi yang besar sehingga tidak dapat digunakan untuk jembatan dapat digunakan untuk jembatan yang bentangnya panjang dan lebar atau jembatan yang direncanakan hanya menggunakan satu bidang kabel penggantung. Dek jembatan yang menggunakan satu atau susunan blox akan memiliki kekakuan torsi yang sangat besar sehingga cocok untuk jembatan yang mengalami torsi sangat besar. Jembatan yang menggunakan satu bidang kabel penggantung biasanya menggunakan gelagar box tunggal, sedangkan jembatan yang lebar menggunakan susunan gelagar box. Gelagar pelat atau box mempunyai masalah seperti pada truss berupa perawatan terhadap korosi yang relative mahal meskipun biaya konstruksinya lebih murah

Perkembangan teknologi beton yang sangat cepat membuat baja mulai ditinggalkan dan beralih ke gelagar beton yang dapat berupa beton precast atau cetak setempat. Gelagar beton umumnya berupa gelagar box tunggal yang diberi pengaku lateral pada jarak tertentu (Supriyadi dan Muntohar, 2007:206). Berikut adalah gambar gelagar solid web:

	Susunan	Tipikal potongan melintang
Tipe gelagar utama	Gelagar I Kembar	
	Gelagar box persegi	
	Kombinasi gelagar box (tengah) - gelagar I individual (tepi)	
	Kombinasi gelagar box seluler kembar individual dan <i>sloping struts</i>	
	Gelagar box <i>trapezoidal</i> individual	
	Gelagar box persegi kembar	

Gambar 2.4 Gelagar solid web

Solid web yang terbuat dari beton precast mempunyai banyak keuntungan (Zarkasi dan Rosliansjah, 1995) antara lain:

- a) struktur dek beton cenderung untuk tidak bergetar dan dapat berbentuk aerodinamis yang menguntungkan,
- b) komponen gaya horizontal pada kabel akan mengaktifkan gaya tekan pada system dek dimana beton sangat cocok untuk menahan gaya desak,
- c) beton mempunyai berat yang sangat besar sehingga perbandingan beban hidup dan beban mati menjadi kecil, sehingga perbandingan lendutan akibat beban hidup dan beban mati tidak terlalu besar,

- d) pemasangan bangunan atas dan kabel yang relative mudah dengan teknik prestressing masa kini, prefabrikasi, segmental, dan mempunyai kandungan local yang tinggi,
- e) pemeliharaan lebih mudah karena beton tidak berkarat seperti baja.

Pengalaman dalam perancangan jembatan *cable stayed* (Troitsky,1977) menunjukkan bahwa tinggi gelagar dapat digunakan antara $\frac{1}{15} - \frac{1}{18}$ panjang panel atau $\frac{1}{100} - \frac{1}{200}$ panjang bentang utama. Sedangkan menurut Leonart (dalam Zarkasi dan Roliansjah,1995), perbandingan antara tinggi gelagar dengan bentang utama jembatan sangat tergantung pada rasio lendutan maksimum akibat beban hidup dan beban mati, dan memberikan nilai yang ekonomis jika nilainya berkisar antara $\frac{1}{10} - \frac{1}{90}$. Khusus untuk jembatan *cable stayed* beton dengan system kabel dua bidang,pada kedua ujung tidak menunjukkan gejala aerodinamis yang menghawatirkan bila memenuhi persyaratan: $B \geq 10H$ atau $B \geq \frac{L}{30}$

Dimana: B = lebar jembatan

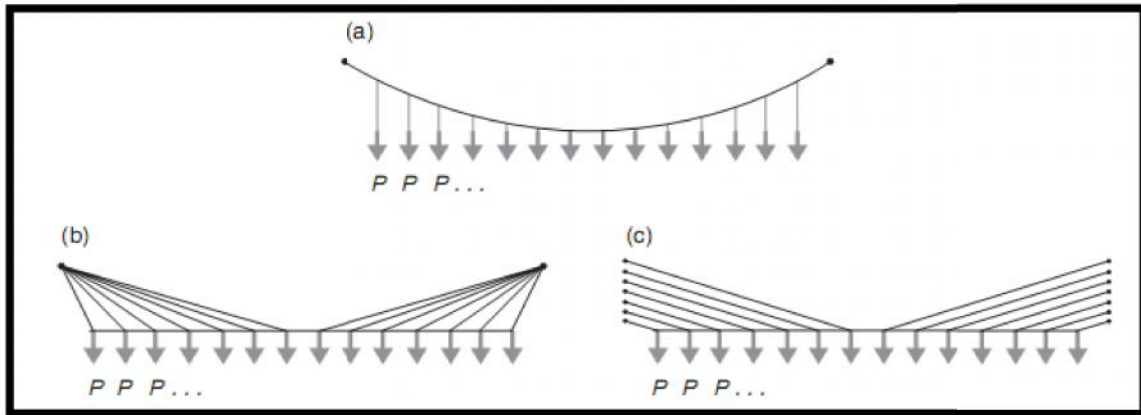
H= tinggi gelagar

L= panjang bentang

Untuk jembatan baja yang relatif ringan dan bentang di atas 400m sehingga cenderung mudah bergetar, persyaratan diatas masih berlaku namun sebaiknya digantung ke menara bentuk A dan harus mempunyai $B \geq \frac{L}{35}$.

2.3.2 Kabel

Sisitem kabel merupakan salah satu hal mendasar dalam perencanaan jembatan *cable stayed*. Kabel digunakan untuk menopang gelagar diantara dua tumpuan dan memindahkan beban tersebut ke menara/pylon. System kabel terbagi menjadi 3 bentuk dasar, yaitu: a) system suspense; b) system fan; c) system harp.



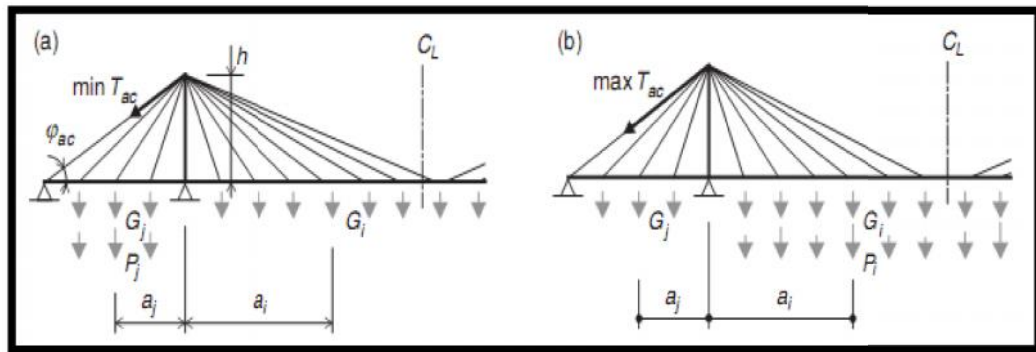
Gambar 2.5 kabel sistem

2.3.2.2 Sistem kabel fan

Sudut kemiringan optimal kabel adalah 45° namun masih dapat divariasikan dalam batas-batas yang dapat diterima (reasonable limits) yaitu antara $25^\circ - 65^\circ$. Perbandingan jarak antara kabel atau panjang panel yang diperbolehkan dari struktur yang sudah ada (Troitsky,1977) memberikan nilai optimal sebagai berikut:

- a) untuk bentang tengah 450 ft – 490 ft (130 m – 150 m), direkomendasikan panjang panel 65 ft (20 m),
- b) untuk bentang tengah yang kecil, panjang panel antara 50 ft – 55 ft (15m-17m),
- c) untuk bentang tengah yang lebih dari 550 ft (170 m) panjang panel seharusnya 100 ft (30 m).

Panel tengah berbeda dengan panel lainnya karena tidak tertekan oleh komponen horizontal gaya kabel dan dimungkinkan menggunakan panjang panel tengah yang sama lebih besar. Pengalaman memberikan bahwa panjang panel tengah 20% - 30% lebih panjang dari panel lainnya (Supriyadi dan Muntohar, 2007:204)



Gambar 2.6 sistem fan

Jarak kabel pada gelagar baja adalah 15m-25m sedangkan pada gelagar beton adalah 5m-10m.

Dimensi kabel dapat dihitung dengan rumus:

$$A_{sc} = \frac{P \cos \theta}{(0,7f_u)(\sin \theta \cdot \cos \theta) - \gamma \cdot a}$$

Dimana: A_{sc} = Luas penampang kabel

P = beban yang bekerja

θ = sudut kabel terhadap horisontal

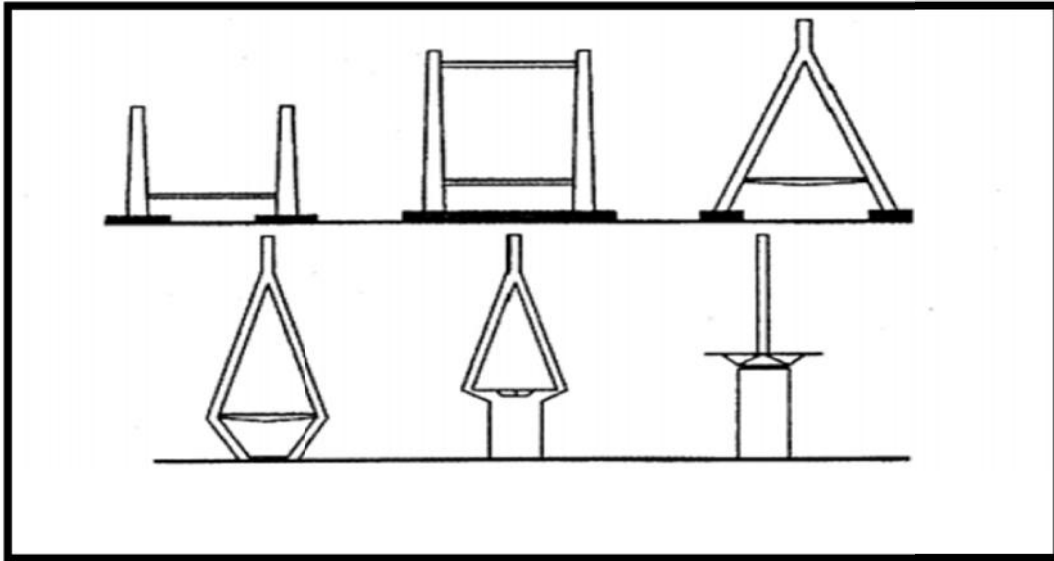
γ = berat jenis kabel = 77 kN/m³

a = jarak mendatar dari *pylon* ke kabel pada gelagar

f_u = tegangan putus kabel = 1860 Mpa

2.3.3 Menara

Pemilihan menara sangat dipengaruhi oleh konfigurasi kabel, estetika, dan kebutuhan perencanaan serta pertimbangan biaya. Bentuk-bentuk menara dapat berupa rangka portal trapezoid, menara kembar, menara A, atau menara tunggal (Supriyadi dan Muntohar, 2007:204)



Gambar 2.7 Jenis-jenis pylon

Menurut Troitsky 1977 hal.33 tinggi pylon adalah:

$$h \geq L/6$$

$$h = 0,465 \times n \times a$$

dimana: L = bentang jembatan

n = jumlah kabel

a = jarak kabel antar gelagar

h = tinggi pylon

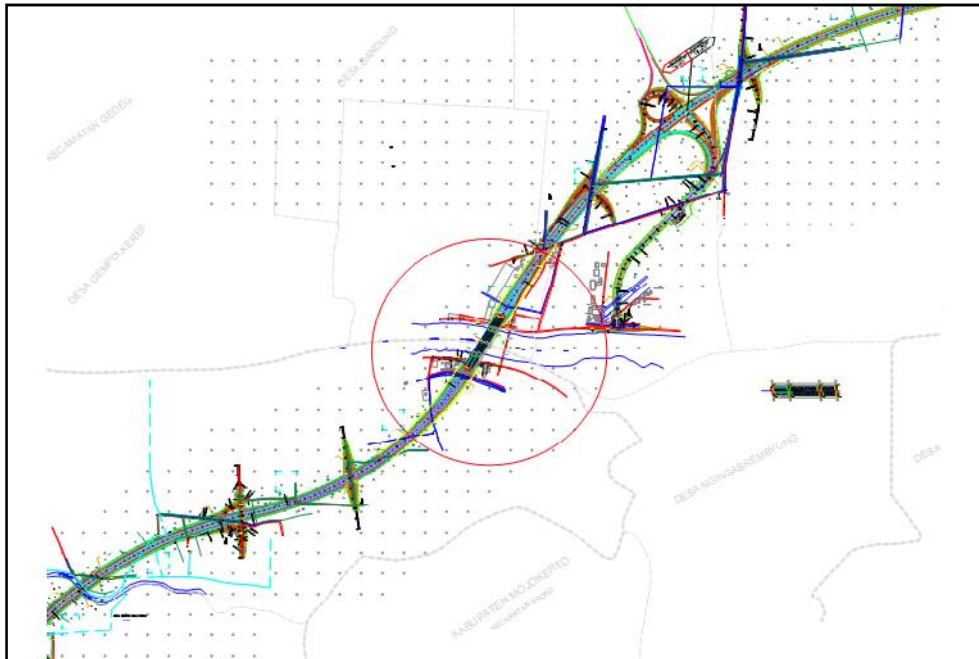
Sedangkan menurut Gimsing 2012 hal.353

$$h = 0,291 L$$

BAB 3. METODOLOGI

3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian

Jembatan yang direncanakan ulang berada di Kecamatan Gedek, Mojokerto. Jembatan tersebut berada di aliran Sungai Brantas yang menghubungkan wilayah Gedek, Mojokerto dengan Kecamatan Kesamben, Jombang yang berada di sisi lain sungai. Perencanaan ulang jembatan dilakukan selama lima bulan pada Mei-September 2013. Berikut ini gambar yang menunjukkan lokasi jembatan sebagai bagian dari proyek Tol Mojokerto-Kertosono.



Gambar 3.1 Peta Lokasi Jembatan

3.2 Data yang diperlukan

Untuk merancang ulang jembatan di Kecamatan Gedek, Mojokerto diperlukan data awal jembatan yang digunakan sebagai patokan desain. Data-data tersebut antara

lain: a) gambar jembatan yang sudah ada; b) panjang jembatan; c) tinggi jembatan; dan d) lebar jembatan.

3.3 Metodologi

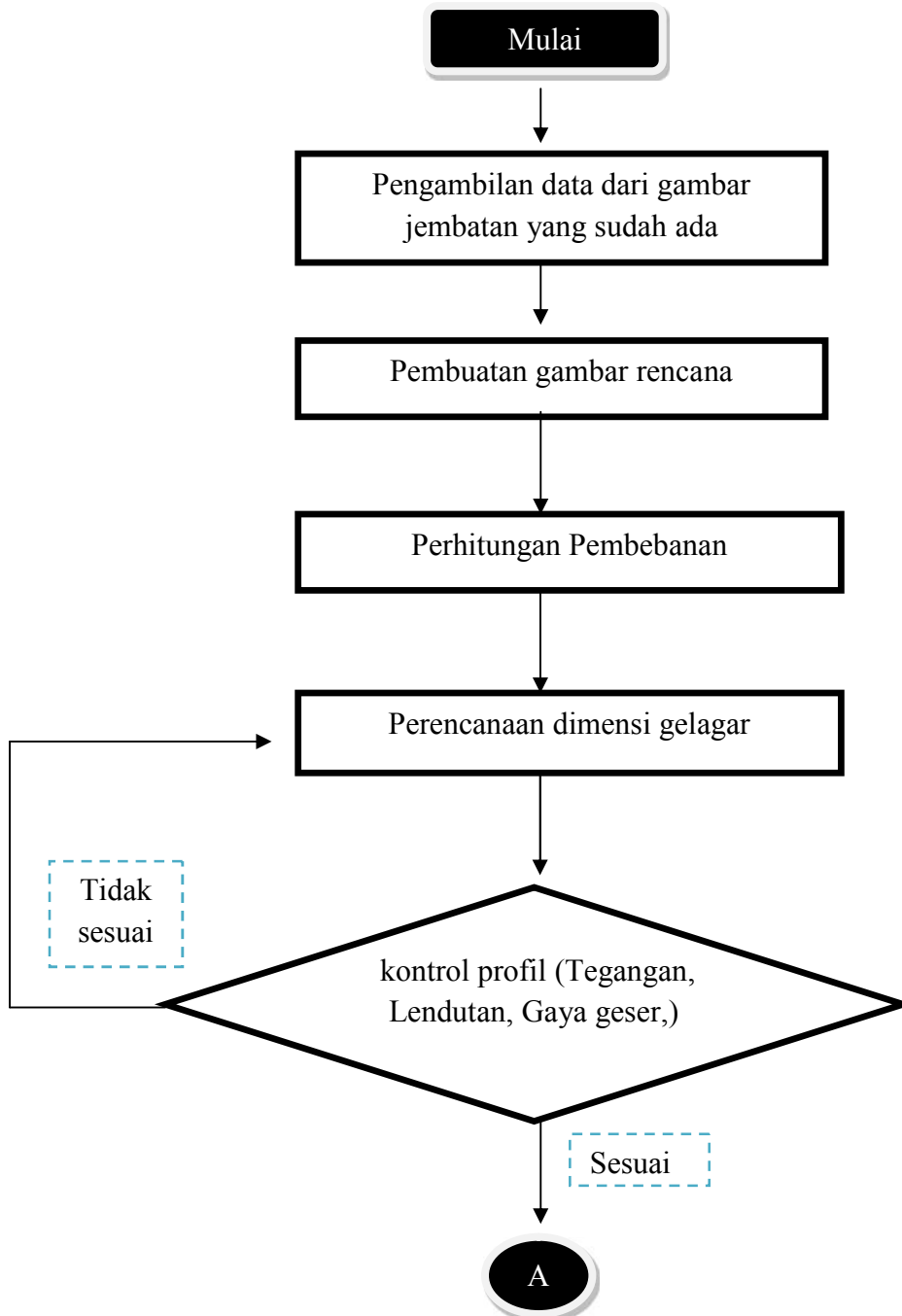
Perencanaan ulang jembatan diawali dengan pengambilan data awal jembatan. Pengambilan data ini dilakukan dengan mengkaji gambar jembatan awal yang sudah ada. Data yang diperoleh adalah lebar jembatan, panjang jembatan dan tinggi jembatan yang akan digunakan sebagai acuan desain jembatan. Langkah selanjutnya adalah dengan melakukan perhitungan dan perencanaan ulang jembatan dengan design jembatan *cable stayed*. Perhitungan dan perencanaan dilakukan dengan tahap-tahap berikut:

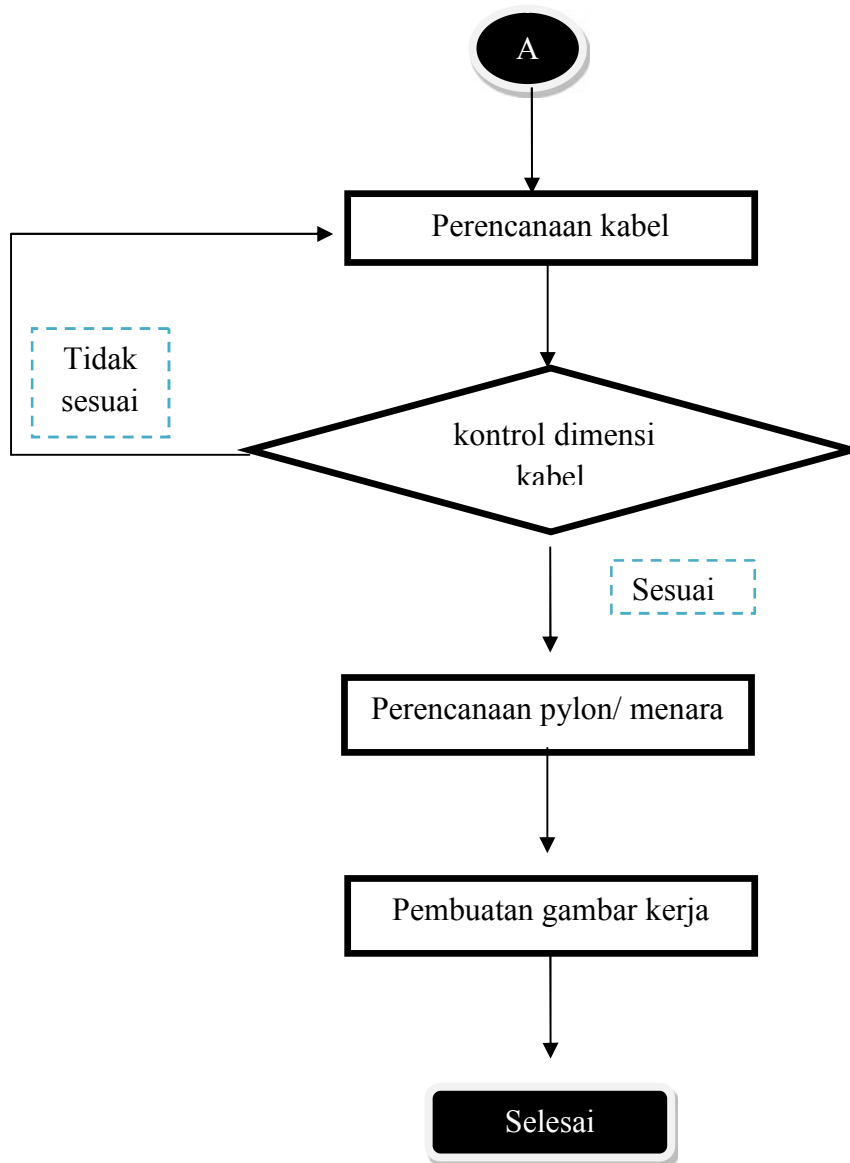
- a. *Pembuatan gambar rencana*, bertujuan untuk menghasilkan gambar rencana jembatan. Gambar yang dihasilkan dari tahap ini masih menggunakan ukuran sesungguhnya karena belum dilakukan perhitungan.
- b. *Perhitungan pembebanan*, bertujuan menghitung beban rencana yang akan bekerja pada jembatan dengan mengacu pada RSNI T-02-2005.
- c. *Perencanaan tebal plat*, bertujuan untuk merencanakan tebal plat lantai beserta dimensi tulangnya berdasarkan hasil perhitungan pembebanan.
- d. *Perencanaan gelagar*, bertujuan untuk merencanakan gelagar memanjang dan melintang jembatan. Gelagar yang dirancang menggunakan profil baja dengan mengacu pada RSNI T-02-2005.
- e. *Perencanaan kabel*, bertujuan untuk merancang kabel-kabel penopang jembatan. Pada jembatan *cable stayed*, kabel digunakan untuk menopang gelagar diantara dua tumpuan dan memindahkan beban tersebut ke menara (Supriyadi dan Muntohar, 2007:198).
- f. *Perencanaan pylon/menara*, bertujuan merencanakan menara jembatan. Pemilihan menara sangat dipengaruhi oleh konfigurasi kabel, estetika, dan kebutuhan perencanaan serta pertimbangan biaya. Bentuk-bentuk menara dapat berupa rangka portal trapezoid, menara kembar, menara A, atau menara tunggal (Supriyadi dan Muntohar, 2007:204).

g. *Pembuatan gambar kerja*, bertujuan untuk menghasilkan gambar yang sesuai dengan ukuran yang telah diperhitungkan

3.4 Diagram alir perencanaan jembatan

Diagram alir perencanaan jembatan *cable stayed* diuraikan pada gambar berikut.





Gambar 3.2. Diagram Alir Perencanaan Ulang Jembatan

BAB 4.HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengambilan data jembatan

Pengambilan data jembatan dilakukan dengan cara mengambil data dari jembatan yang sudah ada, sehingga didapat data tinggi muka air banjir, tinggi jembatan, lebar jembatan dan panjang jembatan yang akan direncanakan.

Berdasarkan data jembatan yang sudah ada, maka didapatkan:

1. Tinggi muka air banjir : 21,262 m
2. Lebar jembatan : 2 x 16,4 m
3. Panjang jembatan : 299 m

4.2 Perencanaan pembebanan dan perencanaan plat lantai

Bedasarkan Pedoman Perencanaan Pembebanan Jembatan Jalan Raya Tahun 1987, diketahui :

- Beton bertulang = 2400 kg/m³
- Baja Tuang = 7850 kg/m³
- Perkerasan Aspal = 2000 – 2500 kg/m³
- Beban air hujan = 1000 kg/m³

Jumlah jalur lalu lintas yang digunakan :

- Maksimum = 3,75 m
- Minimum = 2,75 m
- Menurut SNI T – 02 – 2005 lebar jalur kendaraan 15,1 m – 18, 75 m jumlah lajur lalu lintas rencana adalah 5 buah.

1. Beban pada lantai kendaraan

Beban yang berlaku adalah beban T. beban T adalah beban yang merupakan kendaraan truk yang mempunyai beban roda ganda (*dual wheel load*) sebesar 10 ton.

2. Beban pada Gelagar Memanjang

Beban yang berlaku adalah beban T dan beban D. beban D atau beban Jalur adalah susunan beban pada setiap jalur lalu lintas yang terdiri dari beban terbagi rata sebesar “ q” ton/m panjang perjalur dan beban garis “p” ton/m panjang perjalur dan beban garis “p” ton perjalur lalu lintas tersebut dengan nilai $p = 12$ ton

3. Beban pada Gelagar Melintang

Beban yang berlaku adalah beban $P = 12$ ton, maka nilai beban q adalah:

- Jika $L \leq 30$ m maka $q = 2,2$ t/m
- $30 < L < 60$ m maka $q = 2,2 - \{1,1 (L - 30)/60\}$ t/m
- $L > 60$ maka $q = \{1,1 (1+(30/L))\}$ t/m

4. Koefisien kejut

Berdasarkan pedoman perencanaan pembebanan Jembatan Jalan Raya, Beban Garis (P) harus dikalikan koefisien kejut yang akan memberikan hasil maksimum. Nilai koefisien kejut : $K = 1+[20/(50+L)]$

5. Perencanaan Plat Lantai Kendaraan

- Mutu Baja (F_y) = 410 Mpa
- Mutu Beton (F_c') = 30 Mpa
- Lebar Jembatan = 16 m
- Bentang Jembatan = 74,75 m
- Tebal Aspal = 10 cm
- Tebal Plat = 20 cm
- Tebal Hujan = 5 cm

- Tebal Kereb = 20 cm

6. Pembebanan

Beban mati (D)

$$\text{Plat Beton} = 0,2 \times 16,4 \times 2400 = 7872 \text{ kg/m}$$

$$\text{Lapisan Aspal} = 0,1 \times 15,8 \times 2200 = 3555 \text{ kg/m}$$

$$\begin{aligned} \text{Kereb} &= 0,2 \times 0,4 \times 2400 = \underline{192 \text{ kg/m}} + \\ &= 11619 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

Beban Hidup (L)

$$\text{Beban roda kendaraan (T)} = 10000 \text{ kg}$$

$$\text{Beban Garis} = 12000 \text{ kg}$$

Beban merata (q) untuk $L > 60$, maka $q = \{1,1 (1+(30/L))\}$ t/m

$$\begin{aligned} L = 74,75 \text{ m, jadi } q &= \{1,1 (1+(30/74,75))\} = 1,542 \text{ t/m} \\ &= 1542 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

7. Koefisien Kejut

$$K = 1 + (20/(50 + 74,75))$$

$$= 1,16032$$

Maka tebal Garis P = p x k

$$= 12000 \times 1,16032 = 13923,84$$

8. Lantai Kendaraan

$$\text{Beban Merata} = \frac{q}{2,75}$$

$$= \frac{1542}{2,75} \times 16 = 8971,6364 \text{ kg/m}$$

$$\text{Beban garis} = \frac{P}{2,75}$$

$$= \frac{12000}{2,75} \times 16 = 69818,18182 \text{ kg}$$

Untuk Penulangan plat lantai kendaraan bagian dalam di tinjau per 1 m. panjang dengan tebal plat lantai kendaraan 20 cm.

a. Pembebanan pada plat kendaraan akibat beban mati

$$\text{Berat aspal} = 0,1 \text{ m} \times 2200 \text{ kg/m}^2 = 220 \text{ kg/m}$$

$$\text{Berat lantai kendaraan} = 0,2 \text{ m} \times 2400 \text{ kg/m}^2 = 480 \text{ kg/m}$$

$$\text{Berat air hujan} = 0,05 \times 1000 \text{ kg/m}^2 = \underline{50 \text{ kg/m}} +$$

$$D = 750 \text{ kg/m}$$

Jadi besarnya momen lentur plat 2 arah yang bekerja akibat beban mati, adalah:

$$M_{xm} = \frac{1}{10} q l^2 = 1/10 \times 750 \times 1^2 = 75 \text{ kgm}$$

$$M_{ym} = \frac{1}{3} M_{xm} = 1/3 \times 75 = 25 \text{ kgm}$$

b. Akibat Beban hidup (factor reduksi 70 % berdasarkan Bina Marga)

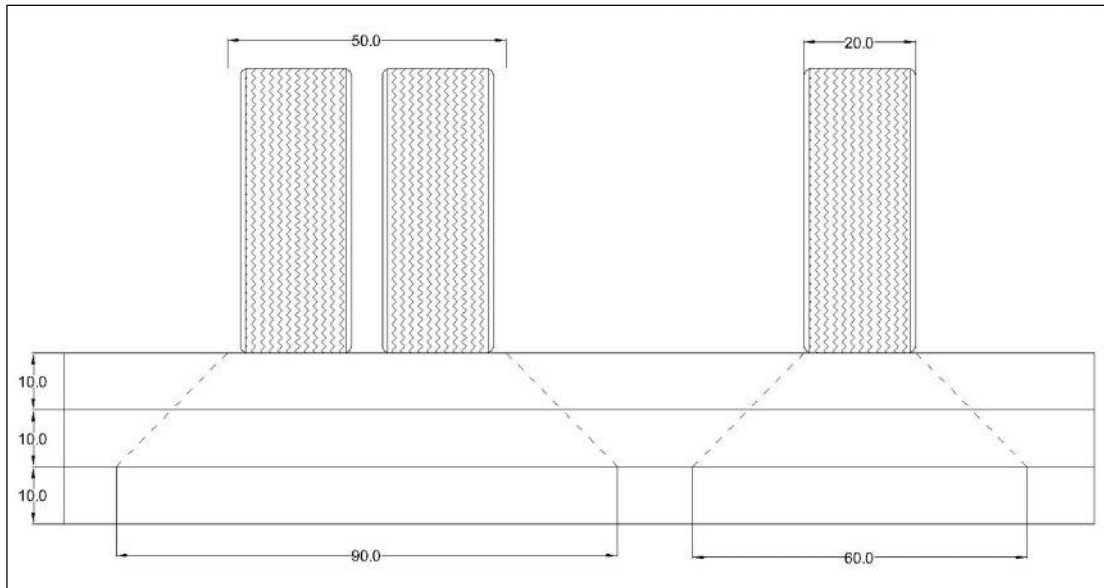
Beban akibat muatan T

$$\text{Beban roda (70\%)} = 0,7 \times 10000 \text{ kg} = 70000 \text{ kg}$$

$$\text{Bidang kontak} = 90 \times 60 \text{ cm}$$

$$\text{Penyebaran beban roda T} = (P \times K) / A$$

$$= \frac{7000 \times 1,16032}{0,9 \times 0,6} = 15041,18519 \text{ kg/m}$$

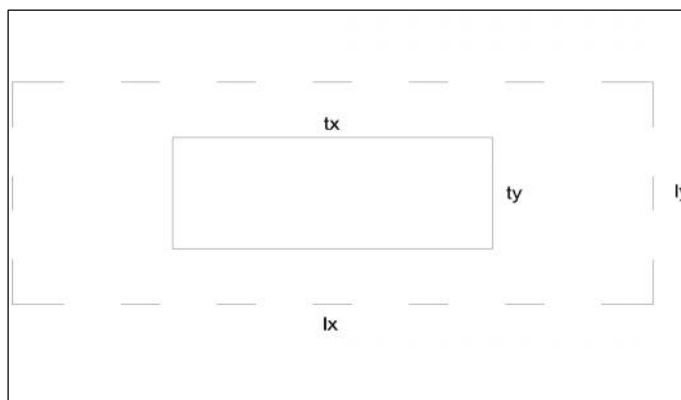


Gambar 4.1 Beban akibat muatan beban D

Untuk menentukan besarnya momen arah sumbu x dan y, menggunakan table bitner dengan ketentuan :

$L_x = 1$ dan $L_y = \sim$ (lantai tidak menumpu pada diafragma)

a. Momen lentur pada saat 1 roda pada tengah – tengah plat.



$$T_x = 50 \text{ cm}, L_x = 100 \text{ cm}$$

$$T_y = 20 \text{ cm}, L_y = \sim$$

$$T_x/L_x = 50/100 = 0,5$$

$$T_y/L_x = 20/100 = 0,2$$

Gambar 4.2 Momen lentur pada saat roda ditengah plat

Dari table bitner didapat

$$F_{xm} = 0,1503$$

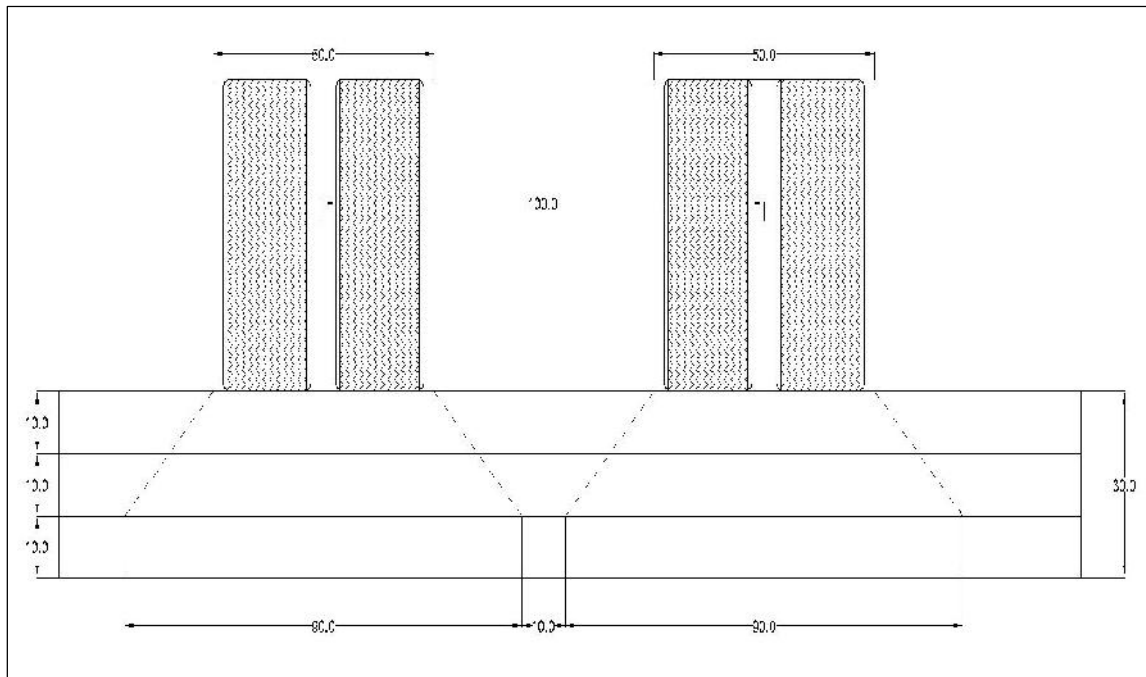
$$F_{ym} = 0,1095$$

Momen total pada 1 roda plat tengah :

$$M_{xm} = 0,1503 \times 15041,18519 \times 0,5 \times 0,2 = 226,069 \text{ kgm}$$

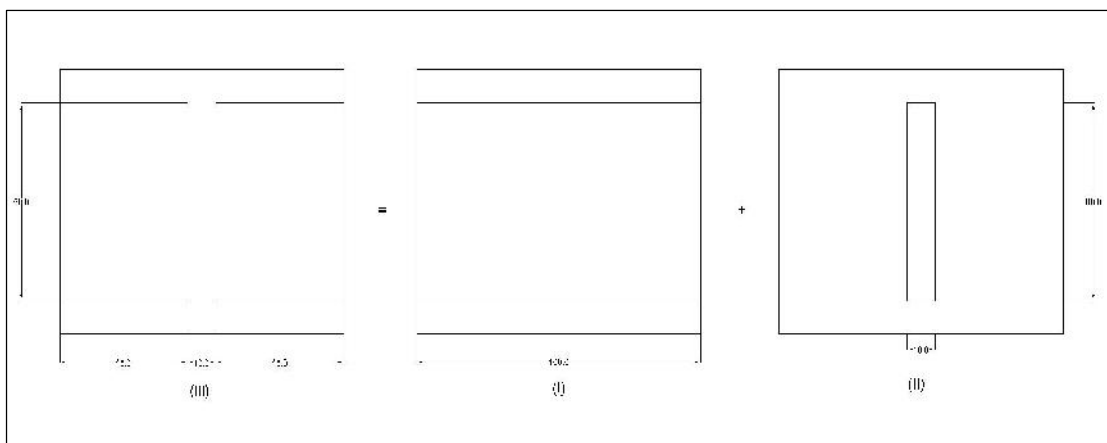
$$M_{ym} = 0,1095 \times 15041,18519 \times 0,5 \times 0,2 = 164,701 \text{ kgm}$$

- b. Momen Lentur pada saat 2 roda pada daerah yang berdekatan dengan jarak antara as ke as minimal 1



Gambar 4.3 Momen lentur pada saat 2 roda berdekatan

Luas bidang kontak dapat di hitung atas 2 bagian antara lain :



Gambar 4.4 Luas bidang kontak

Bagian I

$$T_x = 100$$

$$L_x = 100$$

$$T_y = 60$$

$$T_x/T_y = 100/100 = 1$$

$$T_y/T_x = 60/100 = 0,6$$

Dari table bitner diperoleh :

$$F_{xm} : 0,0862$$

$$F_{ym} : 0,0388$$

Bagian II

$$T_x = 100$$

$$L_x = 100$$

$$T_y = 60$$

$$T_x/T_y = 10/100 = 0,1$$

$$T_y/T_x = 60/100 = 0,6$$

Dari table bitner diperoleh :

$$F_{xm} : 0,1975$$

$$F_{ym} : 0,0561$$

- Momen Total bagian I :

$$M_{xm} = 0,0862 \times 15041,18519 \times 1 \times 0,6 = 777,9301 \text{ kgm}$$

$$M_{ym} = 0,0388 \times 15041,18519 \times 1 \times 0,6 = 350,1588 \text{ kgm}$$

- Momen total bagian II

$$M_{xm} = 0,1975 \times 15041,18519 \times 0,1 \times 0,6 = 178,238 \text{ kgm}$$

$$M_{ym} = 0,0561 \times 15041,18519 \times 0,1 \times 0,6 = 50,6286 \text{ kgm}$$

Momen total akibat beban hidup pada saat 2 roda berdekatan dengan jarak antara as ke as minimal 1 m (bagian III)

$$\text{Bagian III} = \text{Bagian I} - \text{Bagian II}$$

$$M_{xm} = M_{xm \text{ I}} - M_{xm \text{ II}}$$

$$= 777,9301 - 178,238$$

$$= 599,6921 \text{ kgm}$$

$$M_{ym} = M_{ym \text{ I}} - M_{ym \text{ II}}$$

$$= 350,1588 - 50,6286$$

$$= 299,5302 \text{ kgm}$$

c. Momen yang menentukan

Dari kedua kemungkinan tersebut, didapat momen akibat beban hidup yang terbesar yaitu pada saat 1 roda di tengah plat.

$$M_{xm} = 777,9301 \text{ kgm}$$

$$M_{ym} = 350,1588 \text{ kgm}$$

Perhitungan Batang Tulangan

- Arah melintang (tx)

Penulangan

$$\rho_{\min} = 1,4/f_y = 1,4 / 410 = 0,00341463$$

$$\begin{aligned} \rho_{\max} &= 0,75 \frac{0,85x f_c' x \beta}{f_y} x \frac{600}{600 + f_y} \\ &= 0,75 \frac{0,85x 30x 0,85}{410} x \frac{600}{600 + 410} \\ &= 0,023554 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{\text{Lapangan}} &= M_{\text{xm mati}} + M_{\text{xm Hidup}} \\ &= 75 \text{ kgm} + 777,9301 \text{ kgm} \\ &= 852,9301 \text{ kgm} = 8,529301 \text{ KNm} \end{aligned}$$

$$h = 200$$

$$d = 170 \text{ mm}$$

$$R_n = \frac{Mu}{\phi b d^2} = \frac{8,529301x10^6}{0,8x1000x170^2} = 0,3689144$$

$$\omega = 0,85 \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2,353x0,3689144}{30}} \right) = 0,012387$$

$$\rho = \omega \frac{f_c'}{f_y} = 0,012387 \frac{30}{410} = 0,00090641 < \rho_{\min} = 0,00341463$$

$$A_s = \rho b d$$

$$= 0,00341463x1000x170 = 580,4871 \text{ mm}^2 = 5,804871 \text{ cm}^2$$

Maka tulangan yang dipakai adalah D10 – 100 (7,13 cm²)

$$M_{\text{Tumpuan}} = 1/3 \cdot M_{\text{lap}}$$

$$= \frac{1}{3} x 852,9301 = 284,31003 \text{ kgm} = 2,8431 \text{ KNm}$$

$$h = 200$$

$$d = 170 \text{ mm}$$

$$R_n = \frac{Mu}{\phi b d^2} = \frac{2,8431 \times 10^6}{0,8 \times 1000 \times 170^2} = 0,12297$$

$$\omega = 0,85 \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2,353 \times 0,12297}{30}} \right) = 0,004109034336$$

$$\rho = \omega \frac{f_c'}{f_y} = 0,004109034336 \frac{30}{410} = 0,000301 < \rho_{\min} = 0,00341463$$

$$A_s = \rho b d$$

$$= 0,00341463 \times 1000 \times 170 = 580,4871 \text{ mm}^2 = 5,804871 \text{ cm}^2$$

Maka tulangan yang dipakai adalah D10 – 100 (7,13 cm²)

- Arah Memanjang

$$\begin{aligned} M_{\text{Lapangan}} &= M_{ym} + M_{ym \text{ hidup}} \\ &= 25 \text{ kgm} + 350,1588 \text{ kg} = 375,1588 \text{ kgm} = 3,751588 \text{ KNm} \end{aligned}$$

$$h = 200$$

$$d = 170$$

$$R_n = \frac{Mu}{\phi b d^2} = \frac{3,751588 \times 10^6}{0,8 \times 1000 \times 170^2} = 0,16227$$

$$\omega = 0,85 \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2,353 \times 0,16227}{30}} \right) = 0,00542645$$

$$\rho = \omega \frac{f_c'}{f_y} = 0,00542645 \times \frac{30}{410} = 0,000397 < \rho_{\min} = 0,00341463$$

$$A_s = \rho b d$$

$$= 0,00341463 \times 1000 \times 170 = 580,4871 \text{ mm}^2 = 5,804871 \text{ cm}^2$$

Maka tulangan yang dipakai adalah D10 – 100 (7,13 cm²)

$$M \text{ Tumpuan} = 1/3 \cdot M_{lap}$$

$$= \frac{1}{3} \times 375,1588$$

$$= 125,0529 \text{ kgm} = 1,250529 \text{ KNm}$$

$$h = 200$$

$$d = 170 \text{ mm}$$

$$R_n = \frac{Mu}{\phi b d^2} = \frac{1,250529 \times 10^6}{0,8 \times 1000 \times 170^2} = 0,0540886$$

$$\omega = 0,85 \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2,353 \times 0,0540886}{30}} \right) = 0,0018049$$

$$\rho = \omega \frac{f_c'}{f_y} = 0,0018049 \frac{30}{240} = 0,000132 < \rho_{\min} =$$

$$0,00341463$$

$$A_s = \rho b d$$

$$= 0,00341463 \times 1000 \times 170 = 580,4871 \text{ mm}^2 = 5,80487 \text{ cm}^2$$

Maka tulangan yang dipakai adalah D10 – 100 (7,13 cm²)

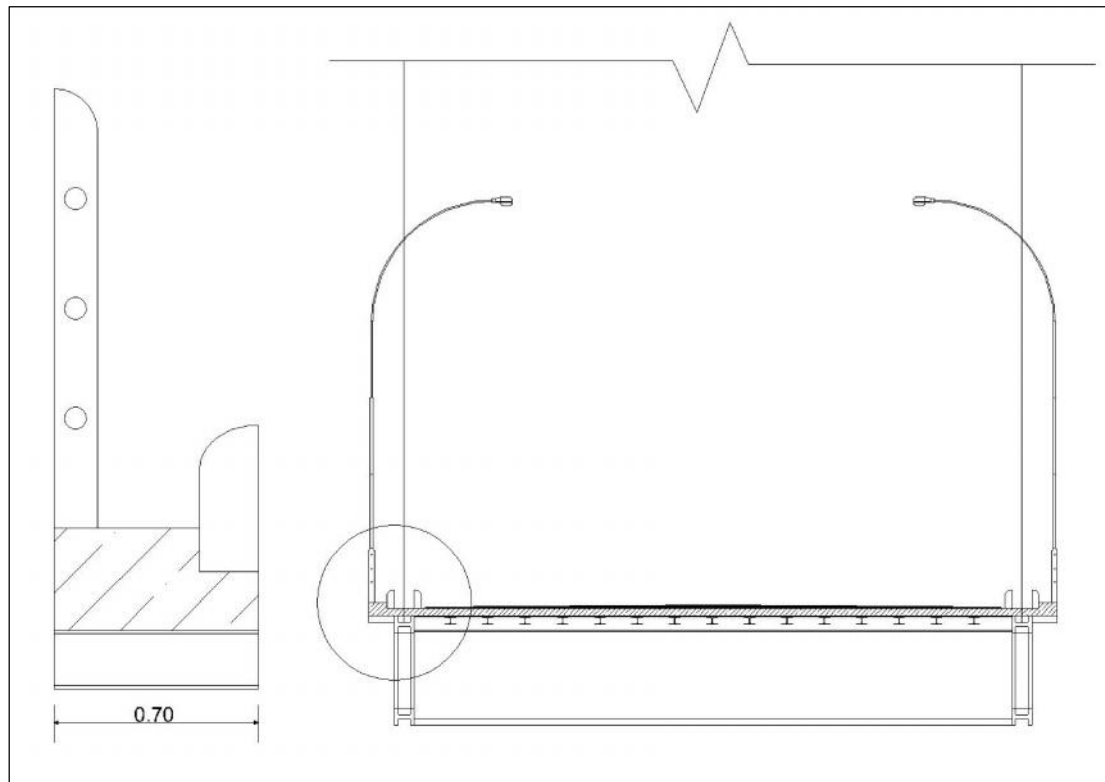
4.3 Perencanaan trotoar

1. Perencanaan plat lantai trotoar

Pembebanan

- Plat beton 20cm	= 0,2 x 0.7x 2400	= 336 kg/m
- Plat beton 15cm	= 0,15 x 0.5 x 2400	= 180 kg /m
- Kerb	= 0.2 x 0.5 x 2400	= 240 kg/m
- Beban guna	= 500	= 500 kg/m
		<hr/>
		= 1256 kg/m

$$q = 1256 \text{ kg/m}$$



Gambar 4.5 Trotoar

$$\begin{aligned}
 \text{Mu Tumpuan} &= 1/2 \text{ ql}^2 \\
 &= 1/2 \times 1256 \times 0.7 \\
 &= 307,72 \text{ kgm}
 \end{aligned}$$

Penulangan

$$\rho_{\min} = 1,4/f_y = 1,4 / 410 = 0,00341463$$

$$\begin{aligned}
 \rho_{\max} &= 0,75 \frac{0,85 \times f_c' \times \beta}{f_y} \times \frac{600}{600 + f_y} \\
 &= 0,75 \frac{0,85 \times 30 \times 0,85}{410} \times \frac{600}{600 + 410} \\
 &= 0,02355
 \end{aligned}$$

Tumpuan

$$\text{Mu} = 307,72 \text{ kgm} = 3,0772 \text{ KNm}$$

$$d = 170 \text{ mm}$$

$$b = 700 \text{ mm}$$

$$\Theta = 0,8$$

$$R_n = \frac{Mu}{\phi b d^2} = \frac{3,0772 \times 10^6}{0,8 \times 700 \times 170^2} = 0,190138$$

$$\omega = 0,85 \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2,353 \times 0,190138}{30}} \right) = 0,007485$$

$$\rho = \omega \frac{f_c'}{f_y} = 0,007485 \frac{30}{240} = 0,000548 < \rho_{\min} = 0,00341463$$

dipakai $\rho_{\min} = 0,00341463$

$$A_s = \rho b d$$

$$= 0,00341463 \times 700 \times 170 = 406,3415 \text{ mm}^2 = 4,063415 \text{ cm}^2$$

Maka tulangan yang dipakai adalah D10 – 120 ($5,94 \text{ cm}^2$)

2. Perencanaan gelagar cantilever

Pembebanan

- Plat beton 20cm	= 0,2 x 0,7 x 2400	= 336	kg/m
- Plat beton 15cm	= 0,15 x 0,5 x 2400	= 180	kg /m
- Kerb	= 0,2 x 0,5 x 2400	= 240	kg/m
- Beban guna	= 500	= 500	kg/m
- Air Hujan	= 0,05 x 0,7 x 1000	= 35	kg/m
- Pipa sandaran	= 3,3	= 3,3	kg/m
- Tiang Sandaran	= (0,15 x 1,5 x 2400)/4,153	= 39,01	kg/m
- Lampu penerangan jalan	= 500/4,153	= <u>120,39</u>	kg/m +
		= 1453,703	kg/m

$$M = \frac{1}{2} q l^2$$

$$= \frac{1}{2} \times 1453,703 \times 0,7$$

$$= 356,157 \text{ kgm}$$

Dipakai profil WF 100 x 50 x 5 x 7

$$\begin{array}{lll}
 h = 10 \text{ cm} & A = 11,85 \text{ cm}^2 & iy = 1,12 \text{ cm} \\
 b = 5 \text{ cm} & Ix = 187 \text{ cm}^4 & BV = 9,3 \text{ kg/m} \\
 tw = 0,5 \text{ cm} & Iy = 14,8 \text{ cm}^4 & Zx = 37,5 \text{ cm}^3 \\
 tf = 0,7 \text{ cm} & ix = 3,98 \text{ cm} & Zy = 5,91 \text{ cm}^3
 \end{array}$$

3. Balok yang penampangnya tidak berubah bentuk dengan syarat ;

a. $\frac{h}{tw} \leq 75$

$$\frac{10}{0,5} \leq 75$$

$$20 \leq 75 \dots \text{OK}$$

b. $\frac{L}{h} \geq 1,25 \frac{b}{tf}$

$$\frac{4,153}{10} \geq 1,25 \frac{5}{0,7} = 41,53 \geq 8,9285 \dots \text{OK}$$

4. Kontrol stabilitas lipat sayap dan badan (SNI – 03 -1729 2002)

a. Elemen sayap

$$\lambda = \frac{bf}{2tf} = \frac{5}{2 \times 0,7} = 3,5714 \text{ cm}$$

$$\lambda_p = \frac{170}{\sqrt{fy}} = \frac{170}{\sqrt{410}} = 8,39 \text{ cm}$$

$\lambda (3,571 \text{ cm}) \leq \lambda_p (8,39)$ maka penampang kompak

b. Elemen badan

$$\lambda = \frac{h}{tw} = \frac{10}{0,5} = 20 \text{ cm}$$

$$\lambda_p = \frac{1680}{\sqrt{f_y}} = \frac{1680}{\sqrt{410}} = 82,969 \text{ cm}$$

λ (20 cm) \leq λ_p (82,969 cm) maka penampang kompak

c. Momen nominal

$$M_n = Z_x F_y = 37,5 \cdot 10^3 \times 410 = 15,375 \text{ KNm}$$

$$\Phi M_n = 0,9 \times 15,375 = 13,837 \text{ KNm}$$

$$M_u = 3,5615 \text{ KNm}$$

M_u (3,5615 \leq ΦM_n (13,837) , maka profil bisa digunakan

5. Kontrol profil terhadap geser (SNI 03 – 1729 – 2002)

$$a. \lambda = \frac{h}{t_w} = \frac{10}{0,5} = 20 \text{ cm}$$

$$K_n = 5 + \frac{5}{\left(\frac{a}{h}\right)^2}, \text{ dengan } a = h - 2C_x \quad C_x = 3,98$$

$$a = 10 - (3,98 \times 2) = 2,04 \text{ cm}$$

$$K_n = 5 + \frac{5}{\left(\frac{5}{10}\right)^2} = 24,031 \text{ cm}$$

$$\frac{h}{t_w} = 1,10 \sqrt{\frac{K_n \cdot E}{f_y}}$$

$$\frac{h}{t_w} = \frac{10}{0,5} = 20 \text{ cm}$$

$$1,10 \sqrt{\frac{K_n \cdot E}{f_y}} = 1,10 \sqrt{\frac{24,031 \times 200000}{410}} = 119,0987 \text{ cm}$$

$$\frac{h}{tw}(20cm) \leq 1,10 \sqrt{\frac{Kn.E}{fy}}(119,0987cm)$$

b. $V_n = 0,6 f_y A_w$

$$A_w = (h - 2 t_f) \times t_w$$

$$= (10 - 2(0,7)) \times 0,5 = 4,3 \text{ cm}^2$$

$$V_n = 0,6 \times 2400 \times 4,3 = 1175,33$$

$$\Phi V_n = 0,9 \times 1175,33 = 1057,8$$

$$V_u (282,395) \leq \Phi V_n (1057,8) \dots\dots\dots \text{OK}$$

Maka profil baja kuat terhadap kuat geser

6. Kontrol lendutan

$$\frac{L}{300} > \frac{5ML^2}{48EIx}$$

$$\frac{70}{300} > \frac{5 \times 356,157 \times 0,7^2}{48 \times 2000 \times 187}$$

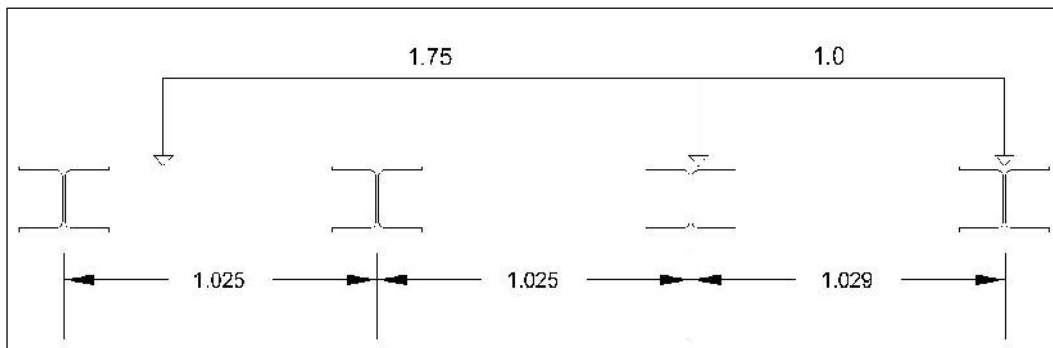
$$0,233 > 0,0000048 \dots\dots\dots \text{OK}$$

4.4 Perencanaan gelagar memanjang

1. Pembebanan

- Plat = 0,2 m x 1,025 m x 2400 kg/m³ = 492 kg/m
- Aspal = 0,1 m x 1,025 m x 2200 kg/m³ = 220 kg/m
- Air hujan = 0,05 m x 1,025 m x 1000 kg/m³ = 50 kg/m
- Berat sendiri gelagar = 200 kg/m +
= 962 kg/m

$$\begin{aligned} \text{Momen akibat berat sendiri} &= \frac{1}{10} q l^2 \\ &= \frac{1}{10} \times 962 \times 4,153^2 = 1659,201 \text{ kgm} \end{aligned}$$

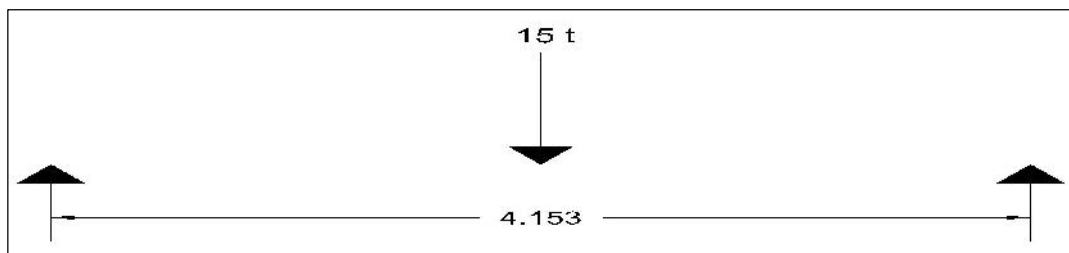


Gambar 4.5 potongan melintang

$$\text{Beban yang masuk ke A} = \frac{1,25}{1} \times 10 = 12,5 t$$

$$\text{Beban yang masuk ke B} = 10 + \left(\frac{0,5}{1} \times 10\right) = 15 t$$

$$\text{Beban yang masuk ke C} = \frac{1}{1} \times 10 = 10 t$$



Gambar 4.6 Beban terpusat pada gelagar memanjang

$$\text{Momen} = \frac{1}{4} \times 15 \times 4,153 = 15,57375 \text{ tm} = 15573,75 \text{ kgm}$$

2. Perhitungan momen akibat beban muatan D

Dengan $P = 12 \text{ t}$, $q = 2,2 \text{ t/m}$ dan jarak gelagar memanjang 1 m factor distribusi $1/1,65$.

Beban akibat beban merata :

$$Q = \left(\frac{1}{1,65}\right) \times \left(\frac{2,2}{2,75}\right)$$

$$= 0,484848 \text{ t/m} = 484,48 \text{ kg/m}$$

Akibat beban terpusat P :

$$P = \left(\frac{1}{1,65}\right) \times \left(\frac{12}{2,75}\right)$$

$$= 2,644628 \text{ ton} = 2644,628 \text{ kg}$$

Momen akibat beban q dan P :

$$M = \frac{1}{4}pl + \frac{1}{8}ql^2$$

$$M = \frac{1}{4}2644,628 \times 4,153 + \frac{1}{8}484,48 \times 4,153^2$$

$$M = 3791,082 \text{ kgm}$$

Koefisien kejut :

$$K = 1 + \frac{20}{50 + 4,153} = 1,37$$

Momen dua tumpuan Gelagar memanjang akibat muatan D :

$$M = K \times M$$

$$= 1,37 \times 3791,082$$

$$= 5191,2202 \text{ kgm}$$

M dua tumpuan akibat beban D (5191,2202 kgm) < M (15573,75 kgm).

Karena gelagar memanjang memiliki gelagar menerus dengan bentang yang sama maka :

$$M = 80 \% \times 15573,75 = 12459 \text{ kgm}$$

Jadi momen total gelagar memanjang adalah:

$$M = 1638,504 + 12459 = 14097,50386 \text{ kgm}$$

3. Desain profil gelagar memanjang

Diasumsikan profil gelagar memanjang kompak, dengan BJ 55 dan $f_y = 410$

Mpa dan $f_u = 550$ Mpa.

$$\begin{aligned} M_n &= \frac{M_u}{\phi} \\ &= \frac{14097,50386}{0,9} = 15663,893 \text{ kgm} \\ &= 1566389,3 \text{ kgcm} \end{aligned}$$

$$M_n = Z_x \cdot f_y$$

$$1566389,3 = Z_x \cdot 2400$$

$$Z_x = 652,662 \text{ cm}^3$$

Maka dicari profil yang memiliki Z_x diatas $652,662 \text{ cm}^3$, maka profil yang dipilih adalah WF 300 x 200 dengan $Z_x = 771 \text{ cm}^3$

$$\text{Tegangan tarik} = \frac{M}{W} = \frac{1409750,386}{771} = 1828,47 \text{ kg/cm}^2 < 1933 \text{ kg/cm}^2 \dots\dots \text{OK}$$

$$M_u = 1409750,386 \text{ kgc}$$

Profil Baja WF 300 x 200 x 8 x 12

$$\begin{array}{lll}
 h = 29,4 \text{ cm} & A = 72,38 \text{ cm}^2 & i_y = 4,71 \text{ cm} \\
 b = 20 \text{ cm} & I_x = 11300 \text{ cm}^4 & BV = 56,8 \text{ kg/m} \\
 tw = 0,8 \text{ cm} & I_y = 1600 \text{ cm}^4 & Z_x = 771 \text{ cm}^3 \\
 tf = 1,2 \text{ cm} & ix = 12,5 \text{ cm} & Z_y = 160 \text{ cm}^3
 \end{array}$$

4. Balok yang penampangnya tidak berubah bentuk dengan syarat ;

a. $\frac{h}{tw} \leq 75$

$$\frac{29,4}{0,8} \leq 75$$

$$36,75 \leq 75 \dots \text{OK}$$

b. $\frac{L}{h} \geq 1,25 \frac{b}{tf}$

$$\frac{7475}{29,4} \geq 1,25 \frac{20}{1,2} = 254,251 \geq 20,833 \dots \text{OK}$$

5. Kontrol stabilitas lipat sayap dan badan (SNI – 03 -1729 2002)

a. Elemen sayap

$$\lambda = \frac{bf}{2tf} = \frac{20}{2 \times 1,2} = 8,33 \text{ cm}$$

$$\lambda_p = \frac{170}{\sqrt{fy}} = \frac{170}{\sqrt{410}} = 8,39 \text{ cm}$$

$\lambda (8,33 \text{ cm}) \leq \lambda_p (8,39)$ maka penampang kompak

b. Elemen badan

$$\lambda = \frac{h}{tw} = \frac{29,4}{0,8} = 36,75 \text{ cm}$$

$$\lambda_p = \frac{1680}{\sqrt{f_y}} = \frac{1680}{\sqrt{410}} = 82,969 \text{ cm}$$

λ (36,75 cm) \leq λ_p (82,969 cm) maka penampang kompak

c. Momen nominal

$$M_n = Z_x F_y = 771.10^3 \times 410 = 316,11 \text{ KNm}$$

$$\Phi M_n = 0,9 \times 316,11 = 284,499 \text{ KNm}$$

$$M_u = 140,975 \text{ KNm}$$

M_u (140,975) \leq ΦM_n (284,499) , maka profil bisa digunakan

6. Kontrol profil terhadap geser (SNI 03 – 1729 – 2002)

$$a. \lambda = \frac{h}{tw} = \frac{29,4}{0,8} = 36,75 \text{ cm}$$

$$K_n = 5 + \frac{5}{\left(\frac{a}{h}\right)^2}, \text{ dengan } a = h - 2C_x \quad C_x = 12,5$$

$$a = 29,4 - (12,5 \times 2) = 4,4 \text{ cm}$$

$$K_n = 5 + \frac{5}{\left(\frac{4,4}{29,4}\right)^2} = 45,3538 \text{ cm}$$

$$\frac{h}{tw} = 1,10 \sqrt{\frac{K_n E}{f_y}}$$

$$\frac{h}{tw} = \frac{29,4}{0,8} = 36,75 \text{ cm}$$

$$1,10 \sqrt{\frac{Kn.E}{fy}} = 1,10 \sqrt{\frac{45,3538 \times 200000}{410}} = 163,6148 \text{ cm}$$

$$\frac{h}{tw} (36,75 \text{ cm}) \leq 1,10 \sqrt{\frac{Kn.E}{fy}} (163,6148 \text{ cm})$$

b. $V_n = 0,6 f_y A_w$

$$A_w = (h - 2 tf) \times tw$$

$$= (29,4 - 2(1,2)) \times 0,8 = 21,6 \text{ cm}^2$$

$$V_n = 0,6 \times 2400 \times 21,6 = 53136$$

$$\Phi V_n = 0,9 \times 53136 = 47822,4$$

$$V_u (2644,628) \leq \Phi V_n (47822,4) \dots\dots\dots \text{OK}$$

Maka profil baja kuat terhadap kuat geser

7. Kontrol lendutan

$$\frac{L}{300} > \frac{5ML^2}{48EIx}$$

$$\frac{415,3}{300} > \frac{5 \times 1409750,386 \times 415,3^2}{48 \times 2000 \times 11300}$$

$$1,3843 > 1,1209 \dots\dots\dots \text{OK}$$

4.4 Perencanaan gelagar melintang

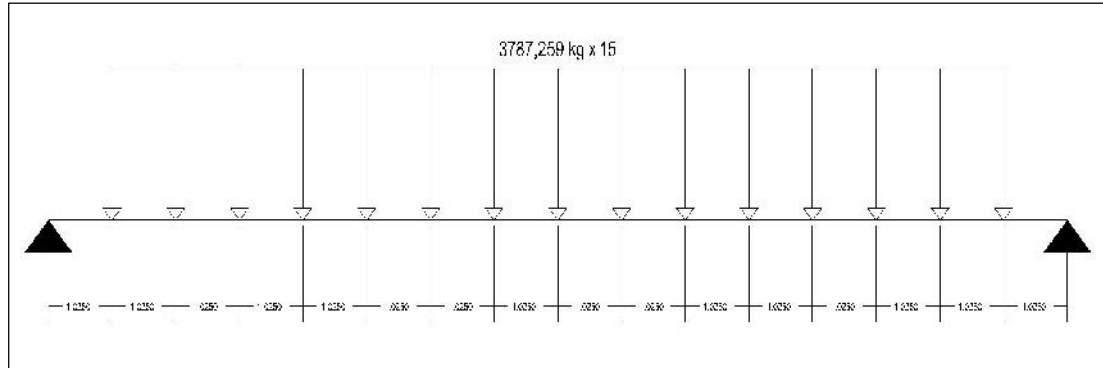
1. Data perencanaan gelagar melintang

- a. Jarak antara gelagar melintang = 4,153 m
- b. Panjang gelagar melintang = 16,4 m
- c. Pembebanan yang berlaku adalah berat sendiri dan beban D

2. Perhitungan momen akibat beban berat sendiri dan beban T

a. Pembebanan

- Plat beton = $0,2 \times 4,153 \times 1,025 \times 2400$ = 2043,276 kg
- Lapisan aspal = $0,1 \times 4,153 \times 1,025 \times 2200$ = 936,502 kg
- Air Hujan = $0,05 \times 4,153 \times 1,025 \times 1000$ = 212,841 kg
- Berat Gelagar memanjang = $200 \times 4,153$ = 235,89 kg
- Berat sendiri Gelagar Melintang = $350 \times 41,025$ = 358,75 kg +
= 3787,2592 kg



Gambar 4.7 Potongan melintang

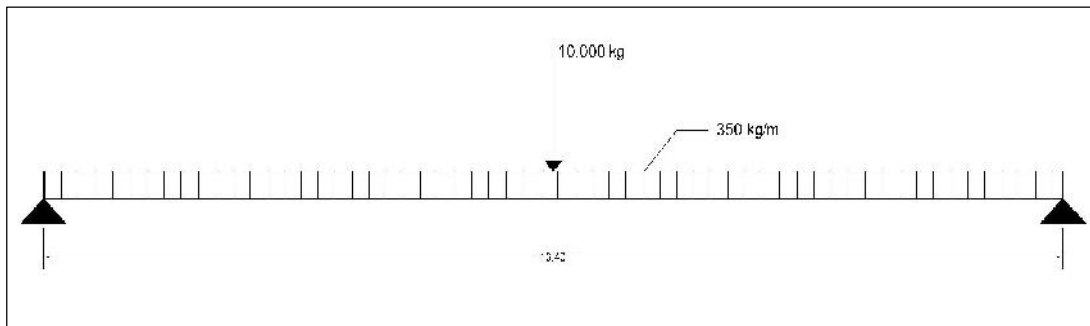
$$R_a = R_b = \frac{Px \sum P}{2}$$

$$= \frac{3787,2592 \times 15}{2}$$

$$R_a = R_b = 28404,44 \text{ kg}$$

$$\begin{aligned}
 M_{\max} &= R_a \cdot \frac{1}{2} L - \frac{1}{8} q \cdot L^2 \\
 &= 28404,44 \times \frac{1}{2} \times 16,4 - \frac{1}{8} \times 350 \times 16,4 \\
 &= 124222,1 \text{ kgm}
 \end{aligned}$$

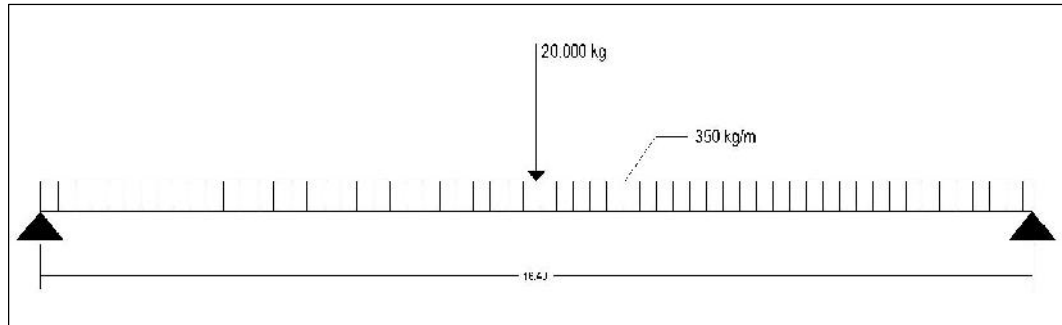
- b. Berat gelagar melintang ditaksir 350 kg/m (beban merata). Akibat beban hidup T = 10000 kg.



Gambar 4.8 Beban T pada gelagar melintang

$$\begin{aligned}
 \sum M_b &= 0 \\
 &= R_a \cdot 16,4 - (q \cdot 16,4 \cdot 16,4/2) - (10000 \cdot 16,4/2) \\
 &= R_a \cdot 16,4 - 5740 - 82000 \\
 R_a &= 7870 \text{ kg} \\
 R_a &= R_b = 7870 \text{ kg} \\
 M_{\max} &= (R_a \cdot \frac{1}{2} L) - (\frac{1}{8} q L^2) \\
 &= (7870 \times 8,2) - (\frac{1}{8} \cdot 350 \cdot 16,4^2) \\
 &= 51760 \text{ kgm}
 \end{aligned}$$

- c. Akibat beban hidup $T = 20000$ kg (ketika 2 roda truk berpapasan berada di tengah-tengah plat).



Gambar 4.9 Beban T pada gelagar melintang

$$\begin{aligned}\sum M_b &= 0 \\ &= R_a \cdot 16,4 - (q \cdot 16,4 \cdot 16,4/2) - (20000 \cdot 16,4/2) \\ &= R_a \cdot 16,4 - 5740 - 164000\end{aligned}$$

$$R_a = 12870 \text{ kg}$$

$$R_a = R_b = 12870 \text{ kg}$$

$$\begin{aligned}M_{\max} &= (R_a \cdot \frac{1}{2} L) - (1/8 q L^2) \\ &= (12870 \cdot 8) - (1/8 \cdot 350 \cdot 16,4^2) = 91760 \text{ kgm}\end{aligned}$$

Jadi yang dipakai adalah momen maksimum yang membebani gelagar melintang yaitu saat 2 roda truk berada di tengah-tengah plat.

3. Beban D

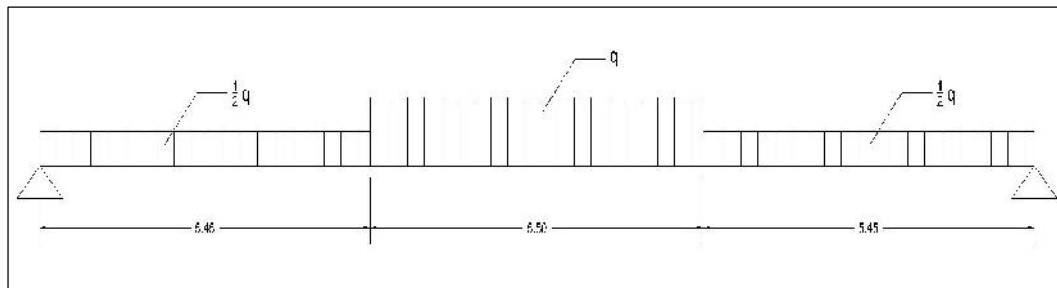
Beban D yang bekerja adalah :

- Beban garis $P = 12$ T
- Beban Merata $Q = 2,2$ t/m

Ketentuan penggunaan beban D dalam arah melintang jembatan sebagai berikut :

Untuk jembatan dengan lebar lantai kendaraan lebih besar 5,5 m, beban 'D' sepenuhnya (100%) dibebankan pada lebar jalur 5,5m sedang lebar selebihnya dibebani hanya separuh beban 'D' (50%). (PMJJR 1970)

$$\begin{aligned}
 Q &= \left(\frac{2,2}{2,75} \times 4,153\right) + \left(\frac{12}{2,75}\right) \\
 &= 3,3224 + 4,363636 \\
 &= 7,68603 \text{ t/m} = 7686,0364 \text{ kg/m}
 \end{aligned}$$



Gambar 4.10 Beban D pada delagar melintang

$$\sum M_b = 0$$

$$\begin{aligned}
 &= R_a \cdot 16,4 - \left\{ \frac{1}{2} q \cdot 5,45 \cdot \left[\left(\frac{1}{2} \cdot 5,45 \right) + 10,9 \right] \right\} - \left\{ q \cdot 5,5 \cdot \left[\left(\frac{1}{2} \cdot 5,5 \right) + 5,45 \right] \right\} - \\
 &\quad \left(\frac{1}{2} \cdot q \cdot 5,45 \cdot \frac{1}{2} \cdot 5,45 \right) = 0
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 R_a \cdot 16,4 &= \left\{ \frac{1}{2} \times 7686,0364 \times 5,45 \cdot \left[\left(\frac{1}{2} \times 5,45 \right) + 10,9 \right] \right\} - \left\{ 7686,0364 \times \right. \\
 &\quad \left. 5,5 \left[\left(\frac{1}{2} \times 5,5 \right) + 5,45 \right] \right\} - \left(\frac{1}{2} \times 7686,0364 \times 5,45 \times \frac{1}{2} \times 5,45 \right) = 0
 \end{aligned}$$

$$R_a = 42081,05 \text{ kg}$$

Momen Max akibat beban D

$$\begin{aligned}
 M_{\max} &= (R_a \cdot 8,2) - \left\{ \frac{1}{2} q \cdot 5,45 \cdot \left[\left(\frac{1}{2} \cdot 5,45 \right) + 2,75 \right] \right\} - \left\{ q \cdot \frac{1}{2} \cdot 5,5 \cdot \frac{1}{4} \cdot 5,5 \right\} \\
 &= (42081,05 \times 8,2) - \left\{ \frac{1}{2} \times 7686,0364 \times 5,25 \left[\left(\frac{1}{2} \times 5,25 \right) + 2,75 \right] \right\} - \\
 &\quad \left\{ 7686,0364 \times \frac{1}{2} \times 5,5 \times \frac{1}{4} \times 5,5 \right\}
 \end{aligned}$$

$$= 71274,78 \text{ kgm}$$

Koefisien Kejut :

$$K = 1 + \frac{20}{50 + L}$$

$$K = 1 + \frac{20}{50 + 16,4} = 1,301$$

Jadi momen total = Mmax akibat beban sendiri + (Mmax akibat beban D x koefisien kejut)

$$= 91760 + (71274,78 \times 1,301)$$

$$= 184503,08 \text{ kgm} = 18450308 \text{ kgcm}$$

4. Desain Profil Gelagar Melintang

$$M_n = Z_x \cdot f_y$$

$$184503,08 \times 0,9 = Z_x \cdot 4100$$

$$Z_x = 4050,068 \text{ cm}^3$$

Maka dicari profil yang memiliki Z_x lebih dari $4050,068 \text{ cm}^3$

Maka dipakai profil WF 400 x 400 x 20 x 35 dengan $f_y = 410 \text{ Mpa}$

Dengan profil sebagai berikut :

$$H = 42,8 \text{ cm} \quad A = 360,7 \text{ cm}^2 \quad i_y = 10,4 \text{ cm}$$

$$b = 40,7 \text{ cm} \quad I_x = 119000 \text{ cm}^4 \quad BV = 283 \text{ kg/m}$$

$$t_w = 2 \text{ cm} \quad I_y = 39400 \text{ cm}^4 \quad W_x = 5570 \text{ cm}^3$$

$$t_f = 3,5 \text{ cm} \quad i_x = 18,2 \text{ cm} \quad W_y = 1930 \text{ cm}^3$$

$$\text{Tegangan tarik (T)} = M/W = \frac{17699374}{5570} = 3177,626 \text{ kg/cm}^2$$

5. Kontrol penampang profil

a. Balok yang penampangnya tidak berubah bentuk dengan syarat ;

$$1. \frac{h}{tb} \leq 75$$

$$\frac{42,8}{2} \leq 75$$

$$21,4 \leq 75 \dots \text{OK}$$

$$2. \frac{L}{h} \geq 1,25 \frac{b}{ts}$$

$$\frac{7475}{42,8} \geq 1,25 \frac{40,7}{3,5}$$

$$174,6495 \geq 14,5357 \dots \text{OK}$$

b. Pada Balok Statis tertentu dimana perletakan plat badan balok diberi pengaku samping, maka tegangan Kip yang di ijinakan, dihitung dari :

$$C1 = \frac{Lxh}{bxts}$$

$$= \frac{415,3 \times 42,8}{40,7 \times 3,5}$$

$$= 124,7795$$

$$C2 = 0,63 \times \frac{E}{\sigma}$$

$$= 0,63 \times \frac{200000}{3177,626}$$

$$= 39,652$$

Jika $C1 \leq 250$, maka :

$$\sigma_{\text{kip}} = \sigma = 3177,626$$

Kontrol Terhadap Lentur

$$N_{\text{max}} = 109687,5 + 41312,45 = 150999,9 \text{ kg}$$

$$M_{\text{max}} = 17699374 \text{ kgcm}$$

$$Z_x = 5570 \text{ cm}^3$$

$$A = 360,7 \text{ cm}^2$$

$$\frac{N}{A} + \frac{M}{Z_x} \leq \sigma$$

$$\frac{150999,9}{360,7} + \frac{17699374}{5570} \leq 3177,626$$

$$3152,43 \leq 3177,626 \dots \text{OK}$$

c. Stabilitas Lipat terhadap Sayap dan Badan (SNI – 03 -1729 – 2002)

- Elemen Sayap

$$\lambda = \frac{bf}{2tf} = \frac{40,7}{2 \times 3,5} = 5,814 \text{ cm}$$

$$\lambda_p = \frac{170}{\sqrt{fy}} = \frac{170}{\sqrt{410}} = 8,395 \text{ cm}$$

$\lambda (5,814) \leq \lambda_p (8,395)$ maka penampang kompak

- Elemen Badan

$$\lambda = \frac{h}{tw} = \frac{42,8}{2} = 21,4$$

$$\lambda_p = \frac{1680}{\sqrt{f_y}} = \frac{1680}{\sqrt{410}} = 82,96$$

$$\lambda \leq \lambda_p$$

21,4 \leq 82,96 maka penampang kompak

$$M_n = Z_x \cdot F_y = 5570 \cdot 10^3 \times 410 = 2283,7 \text{ KNm}$$

$$\Phi M_n = 0,9 \times 2283,7 = 2055,33 \text{ KNm}$$

$$M_u = 176993,7 \text{ kgm} = 1769,937 \text{ KNm}$$

$$M_u (1769,937 \text{ KNm}) \leq \Phi M_n (2055,33 \text{ KNm}) \dots \text{OK (Profil aman)}$$

6. Kontrol Profil terhadap geser (SNI 03 – 1729 – 2002)

$$- \lambda = \frac{h}{t_w} = \frac{42,8}{2} = 21,4$$

$$- K_n = 5 + \frac{5}{\left(\frac{a}{h}\right)^2}, \text{ dengan } a = h - 2C_x \quad C_x = 18,2$$

$$a = 42,8 - (18,2 \times 2) = 6,4 \text{ cm}$$

$$K_n = 5 + \frac{5}{\left(\frac{6,4}{42,8}\right)^2} = 45,434 \text{ cm}$$

$$- \frac{h}{t_w} = 1,10 \sqrt{\frac{K_n \cdot E}{f_y}}$$

$$\frac{h}{t_w} = \frac{42,8}{2} = 21,4$$

$$- 1,10 \sqrt{\frac{K_n \cdot E}{f_y}} = 1,10 \sqrt{\frac{45,434 \times 200000}{410}} = 163,76$$

$$\frac{h}{tw}(21,4) \leq 1,10 \sqrt{\frac{Kn.E}{fy}}(163,76)$$

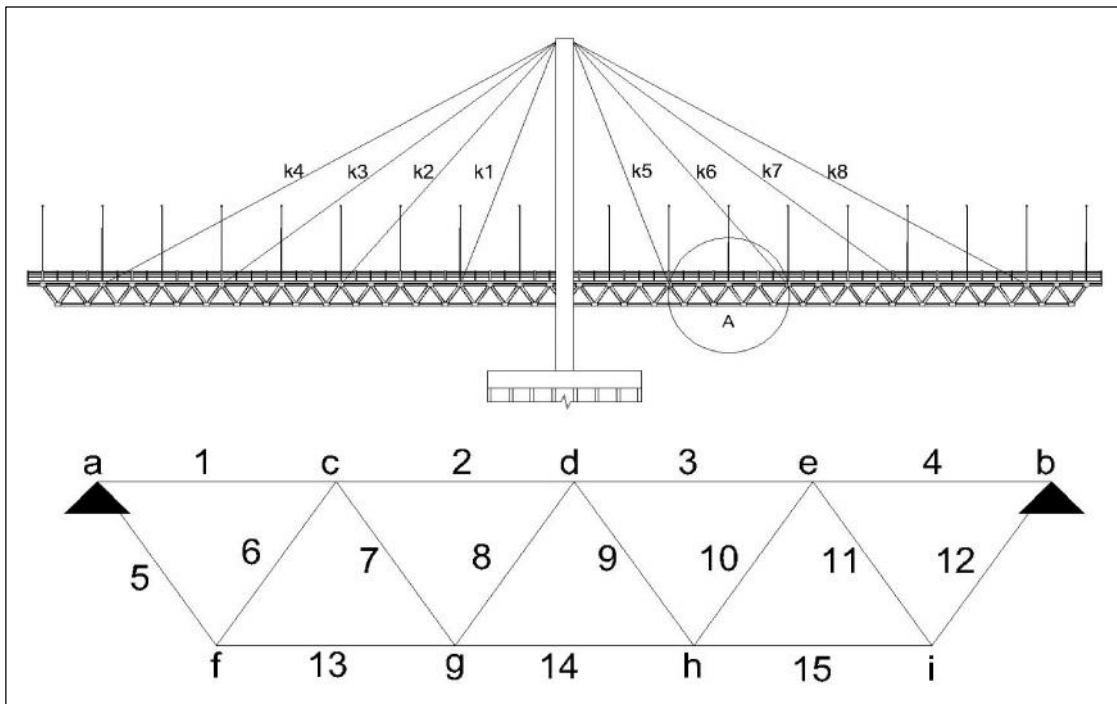
- $V_n = 0,6 f_y A_w$
- $A_w = (h - 2 t_f) \times t_w$
 $= (42,8 - 2(3,5)) \times 2 = 71,6 \text{ cm}^2$
- $V_n = 0,6 \times 4100 \times 71,6 = 176136$
 $\Phi V_n = 0,9 \times 176136 = 158522,4$
- $V_u (150999,9) \leq \Phi V_n (158522,4) \dots \text{OK (Profil kuat terhadap geser)}$

4.5 Perhitungan rangka

1. Pembebanan

- Plat = $0,2 \times 4,153 \times 8,735 \times 2400 = 17412,7 \text{ kg}$
 - Aspal = $0,1 \times 7,9 \times 4,153 \times 2200 = 7217,914 \text{ kg}$
 - Gelagar memanjang = $7,5 \times 4,153 \times 56,8 = 1769,178 \text{ kg}$
 - Profile trotoar = $0,7 \times 9,3 = 6,51 \text{ kg}$
 - Plat trotoar = $(0,2 \times 0,7 \times 4,153 + 0,15 \times 0,5 \times 4,153) \times 2400 = 2142,948 \text{ kg}$
 - Kerb = $2 \times (0,2 \times 0,5 \times 4,153 \times 2400) = 1993,44 \text{ kg}$
 - Lampu pen. Jalan = $50 + (15 \times 10) = 200 \text{ kg}$
 - Pipa sandaran = $3 \times 3,3 \times 4,153 = 41,114 \text{ kg}$
 - Tiang sandaran = $1,5 \times 0,15 \times 0,15 \times 2 \times 2400 = 39,007 \text{ kg}$
-
- $= 30945,8 \text{ kg}$
 $= 30,9458 \text{ ton}$

2. Perhitungan rangka



Gambar 4.11 Rangka memanjang

Data perencanaan rangka:

- Tinggi = 3 m
- Panjang rangka = $4 \times 4,153 = 16,612$ m
- Profil = WF 125 x 125 x 6,5 x 9
- Dengan profil sebagai berikut :

H = 12,5 cm	A = 30,31 cm ²	iy = 3,11 cm
b = 12,5 cm	Ix = 847 cm ⁴	BV = 23,8 kg/m
tw = 6,5 mm	Iy = 293 cm ⁴	Wx = 136 cm ³
tf = 9 mm	ix = 5,29 cm	Wy = 47 cm ³

Dari perhitungan SAP 2000 didapat gaya-gaya rangka batang sebagai berikut:

Tabel 4.1 Analisa perhitungan gaya batang dengan SAP 2000

No.Batang	Gaya batang	
	Tarik	Tekan
1	21,41	
2		21,41
3		21,41
4	21,41	
5	56,53	
6		56,32
7	18,74	
8		18,8
9		18,8
10	18,74	
11		56,32
12	56,53	
13	64,29	0
14	85,74	0
15	64,29	0

3. Kontrol profil rangka

Dari perhitungan SAP 2000 didapat gaya terbesar berada pada batang 5 dan 12 dengan gaya sebesar 85,74 ton atau 85740 kg.

Berdasarkan SNI 03-1729-2002 hal 70 didapat:

$$N_u \leq \Phi N_n \rightarrow 0,9 \rightarrow N_n = A_g \cdot f_y$$

$$\rightarrow 0,75 \rightarrow N_n = A_e \cdot f_n$$

Dimana: N_u = kuat tarik ultimit

N_n = kuat tarik nominal

Digunakan profil WF 125 x 125 x 6,5 x 9 dengan $A = 30,31 \text{ cm}^2$

$P_u = 85740 \text{ kg}$

$F_y = 410 \text{ Mpa} = 4100 \text{ kg/cm}^2$

$$\frac{P_u}{A} \leq \phi \sigma$$

$$\frac{85740}{30,31} \leq 0,9 \times 4100$$

$$2828,769 \leq 3690 \dots\dots\dots \text{OK}$$

Kontrol Tekuk (Batang Tekan)

Bedasarkan SNI 03 – 1729 – 2002 hal 27

$$N_n = A_g \cdot F_{cr} = A_g \cdot \frac{f_y}{w}$$

Untuk $\lambda_c \leq 0,25$ $w = 1$

$$0,25 \leq \lambda_c \leq 1,2 \quad w = \frac{1,43}{1,6 \times 0,67 \times \lambda_c}$$

$$\lambda_c \geq 1,2 \quad w = 1,2 \lambda_c^2$$

Pada profil WF 125 x 125 x 6,5 x 9 diperoleh data sebagai berikut

$A = 30,31 \text{ cm}^2$

$i_x = 5,29 \text{ cm}$

$i_y = 3,11 \text{ cm}$

Perletakan sendi – sendi $K = 1$

$$P_u = 85740 \text{ kg}$$

$$F_y = 4100 \text{ kg}$$

$$E = 2000000 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Panjang batang} = 4,153 \text{ m}$$

$$\text{Rasio Kelangsingan} = \frac{k \cdot l}{r}$$

$$= \frac{l \cdot k}{\pi \cdot r} \sqrt{\frac{f_y}{E}}$$

$$= \frac{1 \times 415,3}{\pi \times 3,11} \sqrt{\frac{410}{200000}}$$

$$= 1,925$$

$$W = \frac{1,43}{1,6 \times 0,67 \times \lambda c}$$

$$W = \frac{1,43}{1,6 \times 0,67 \times 1,925} = 0,69296$$

$$N_n = 30,31 \times \frac{4100}{0,69296} = 179333,5835 \text{ kg}$$

$$\Phi P_n = 0,85 \times 179333,5835 = 152433,5459 \text{ kg}$$

$$P_u (85740) \leq \Phi P_n (152433,5459) \dots \dots \dots \text{OK}$$

$$\text{Lendutan} = L/300 > \text{Lendutan}$$

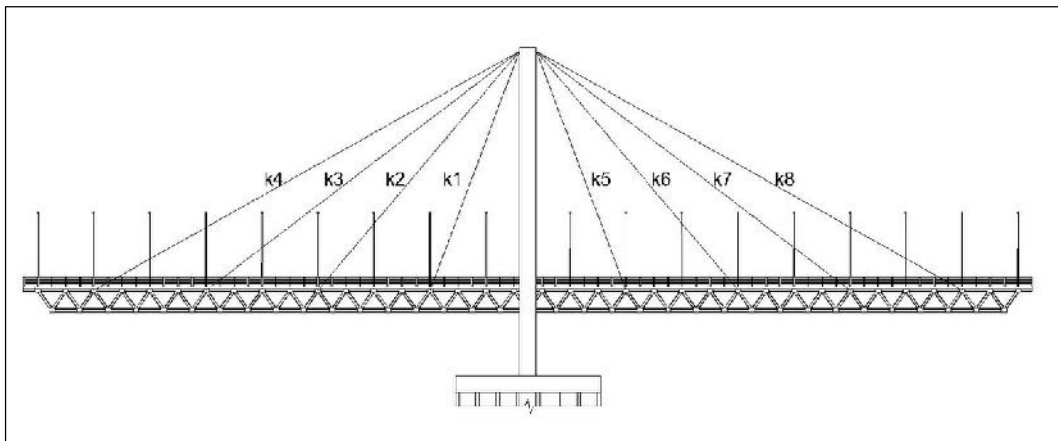
$$= 16,612/300 > 0,04357$$

$$= 0,05537 \text{ m} > 0,04357 \text{ m} \dots \dots \dots \text{OK}$$

4.6 Perhitungan kabel

1. Jumlah kabel

Jarak kabel pada gelagar baja adalah antara 15 m – 25 m sedangkan pada gelagar beton adalah 5m – 10 m. Karena dalam perencanaan ini gelagar menggunakan gelagar baja maka jarak kabel antar gelagar diambil $4 \times 4,153 = 16,612$ m , dengan jumlah kabel 4 buah.



Gambar 4. 12 Pembagian kabel

2. Tinggi pylon

- Menurut Troitsky 1977 hal.33

$$h \geq L/6$$

$$h = 0,465 \times n \times a$$

dimana: L = bentang jembatan

n = jumlah kabel

a= jarak kabel antar gelagar

h = tinggi pylon

$$h \geq 74,75/6$$

$$h \geq 12,46 \text{ m}$$

atau

$$h = 0,465 \times n \times a$$

$$= 0,465 \times 4 \times 16,612 = 30,898 \text{ m}$$

- Menurut Gimsing 2012 hal.353

$$h = 0,291 L$$

$$= 0,291 \times 74,75 = 21,752 \text{ m}$$

Dalam perencanaan tinggi *pylon* harus benar-benar diperhatikan karena semakin pendek tinggi *pylon* maka gaya aksial yang dipikul oleh gelagar utama akan semakin besar. Sehingga tinggi *pylon* yang direncanakan adalah 35 m di gelagar utama.

3. Perhitungan dimensi kabel

Ada dua jenis kabel parallel *VSL 7-wire strand* yang biasa digunakan untuk jembatan *cable stayed* yaitu:

Tabel 4.2 Jenis kabel dan angker

Standard	ASTM A 416-74 grade 270	Euronorme 138- 79
Ø (mm)	15,2	15,7
As (mm ²)	140	150
F _u (f _{ijin} = 0,7 f _u) (MPa)	1860 (1302)	1770 (1239)
Ukuran angker	7, 12, 19, 31, 37, 61, dan 91 strand	

Dalam perencanaan ini kabel tipe 1 yaitu ASTM 416-74, seperti yang disyaratkan dalam SNI T-03-2005 yaitu mutu kabel yang digunakan memiliki tegangan putus minimal 1800 Mpa dan dengan tegangan ijin sebesar 0,7f_u.

Dimensi awal kabel didekati dengan persamaan berikut (Gimsing 2012 hal. 205)

$$Asc = \frac{P \cos \theta}{(0,7fu)(\sin \theta \cdot \cos \theta) - \gamma \cdot a}$$

- Dimana: Asc = Luas penampang kabel
- P = beban yang bekerja
- θ = sudut kabel terhadap horisontal
- γ = berat jenis kabel = 77 kN/m³
- a = jarak mendatar dari *pylon* ke kabel pada gelagar
- fu = tegangan putus kabel = 1860 Mpa

Pembebanan:

- Plat = 0,2 x 4,153 x 8,735 x 2400 x 4 = 69650,79 kg
 - Aspal = 0,1 x 7,9 x 4,153 x 2200 x 4 = 28871,66 kg
 - Gelagar melintang = 8,2 x 283 x 4 = 9282,4 kg
 - Gelagar memanjang = 7,5 x 4,153 x 56,8 x 4 = 7076,712 kg
 - Profile trotoar = 0,7 x 9,3 x 4 = 26,04 kg
 - Plat trotoar = (0,2 x 0,7 x 4,153 + 0,15 x 0,5 x 4,153) x 2400 x 4 = 8571,792 kg
 - Kerb = 2 x (0,2 x 0,5 x 4,153 x 2400) x 4 = 7973,76 kg
 - Lampu pen. Jalan = (50 + (15 x 10)) x 2 = 400 kg
 - Pipa sandaran = 3 x 3,3 x 4,153 x 4 = 164,458 kg
 - Tiang sandaran = 1,5 x 0,15 x 0,15 x 2 x 2400 x 4 = 648 kg
 - Rangka = (4,153 x 7 + 2,925 x 8) x 23,8 = 1248,809 kg
-
- P1 = 133914,421 kg

Beban angin:

Beban angin (T_{EW}) = 0,0006 $C_w (V_w)^2 A_b$ [kN] (RSNI T-02- 2005)

Dimana: T_{EW} = beban angin (kN)

C_w = koefisien seret (2,1)

V_w = kecepatan angin rencana (30 m/s)

A_b = luas koefisien bagian samping

Luas bagian samping jembatan = $16,612 \times 5.207 \times 30\% = 25,949 \text{ m}^2$

$$\begin{aligned} T_{EW} &= 0,0006 C_w (V_w)^2 A_b \\ &= 0,0006 \times 2,1 \times 30^2 \times 25,949 \\ &= 29,4268 \text{ kN} \\ &= 288,677 \text{ kg} \end{aligned}$$

Beban D

- Beban garis $P = 12 \text{ t}$
- Beban merata $q = 2,2 \text{ t/m}$

Beban total yang bekerja pada kabel:

$$P = (q \times 16,612 + T_{EW} \times 16,612) + (P_1 + P)$$

$$P = (2,2 \times 16,612 + 0,288677 \times 16,612) + (133,914421 + 2,2)$$

$$P = 177,4578 \text{ t}$$

$$P = 18089,4823 \text{ kN}$$

Perhitungan penampang dan jumlah strand kabel yang dibutuhkan:

Kabel K1 :

$$P = 18089,4823 \text{ kN} ; \theta = 70^0 ; \gamma = 77 \text{ kN/m}^3 ; a = 16,612 \text{ m} ; f_u = 860 \text{ Mpa}$$

$$A_{sc} = \frac{18089,4823 \cos 70}{(0,7 \times 1860000)(\sin 70 \cdot \cos 70) - 77 \cdot 16,612}$$

$$= 0,01486479 \text{ m}^2$$

$$= 14864,7898 \text{ mm}^2$$

Kabel tipe 1 ($\varnothing = 15,2 \text{ mm}$; $A_s = 140 \text{ mm}^2$)

Jumlah kabel (n) =

$$\frac{A_{sc}}{A_s} = \frac{14864,7898}{140}$$

$$= 106,177 \approx 107 \text{ strand}$$

$$A_{sc} = n \cdot A_s = 107 \times 140 = 14980 \text{ mm}^2$$

Tabel 4.3 Perhitungan strand kabel

No. kabel	θ ($^\circ$)	a (m)	P (kN)	A_{sc} (mm^2)	n kabel	n pakai kabel	A_{sc} (mm^2)
K1	70	16,612	18089.482	14864.789	106.177	107	14980
K2	50	33,224	18089.482	18264.363	130.459	131	18340
K3	37	49,836	18089.482	23336.613	166.690	167	23380
K4	29	66,448	18089.482	29130.319	208.073	209	29260
K5	70	16,612	18089.482	14864.789	106.177	107	14980
K6	50	33,224	18089.482	18264.363	130.459	131	18340
K7	37	49,836	18089.482	23336.613	166.690	167	23380
K8	29	66,448	18089.482	29130.319	208.073	209	29260

4.7 Struktur *pylon*

Perhitungan dimensi *pylon* ini didasarkan oleh besarnya gaya aksial tekan kabel untuk satu sisi kolom vertical *pylon*. Struktur *pylon* direncanakan dengan

menggunakan tipe *two vertical*, dan menggunakan material beton bertulang dengan $f_c' = 55 \text{ Mpa}$; $f_y = 410 \text{ Mpa}$.

$T = P \text{ total}$

Dimana: T = gaya aksial

Tabel 4.4 Perhitungan gaya aksial pada *pylon*

No. kabel	P (kN)	T (kN)
K1	18089.482	18089.482
K2	18089.482	18089.482
K3	18089.482	18089.482
K4	18089.482	18089.482
K5	18089.482	18089.482
K6	18089.482	18089.482
K7	18089.482	18089.482
K8	18089.482	18089.482
Total		144715.8581

Gaya aksial total (T)= 144715,8581 kN

$h = 1.5 b$

$$Apertu = \frac{T}{f_c'}$$

dimana: h = tinggi penampang

b = lebar penampang

$$A_{perlu} = \frac{144715,8581}{55 \times 10^{-3}}$$

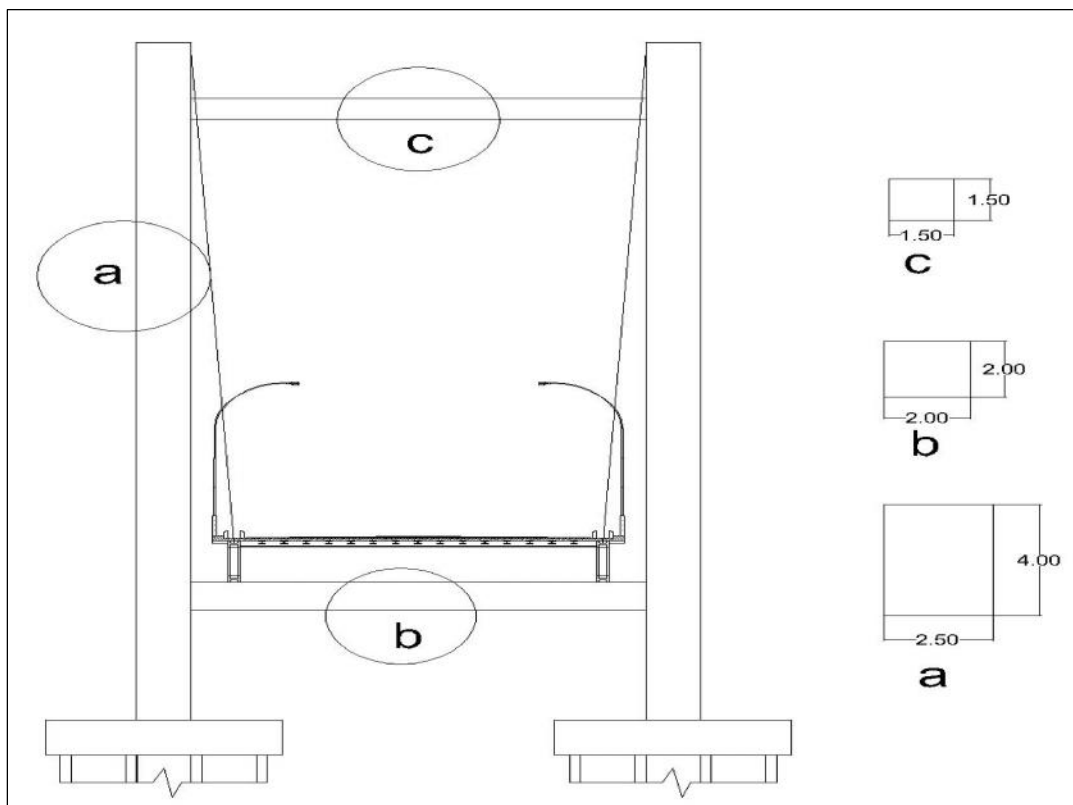
$$= 2631197,42 \text{ mm}^2 = 26311,9742 \text{ cm}^2$$

Luas penampang (A) = b x 1,5 b = 1,5 b²

$$b = \sqrt{\frac{A}{1,5}}$$

$$b = \sqrt{\frac{26311,9742}{1,5}} = 132,44 \text{ cm} \approx 250 \text{ cm}$$

$$h = 1,5 \times 250 = 375 \approx 400 \text{ cm}$$



Gambar 4.13 struktur *pylon*

BAB 5. PENUTUP

5.1 KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dari analisa dan perhitungan yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa dengan dimensi plat lantai kendaraan = 20 cm, gelagar melintang menggunakan profil WF 400 x 400 x 20 x 35, gelagar memanjang menggunakan profil WF 300 x 200 x 8 x 12, rangka menggunakan profil WF 125 x 125 x 6,5 x 9, kabel menggunakan kabel tipe ASTM 416-74 dan *pylon* dengan ukuran $b = 2,5\text{m}$ dan $h = 4\text{ m}$ aman dan sesuai dengan SNI.

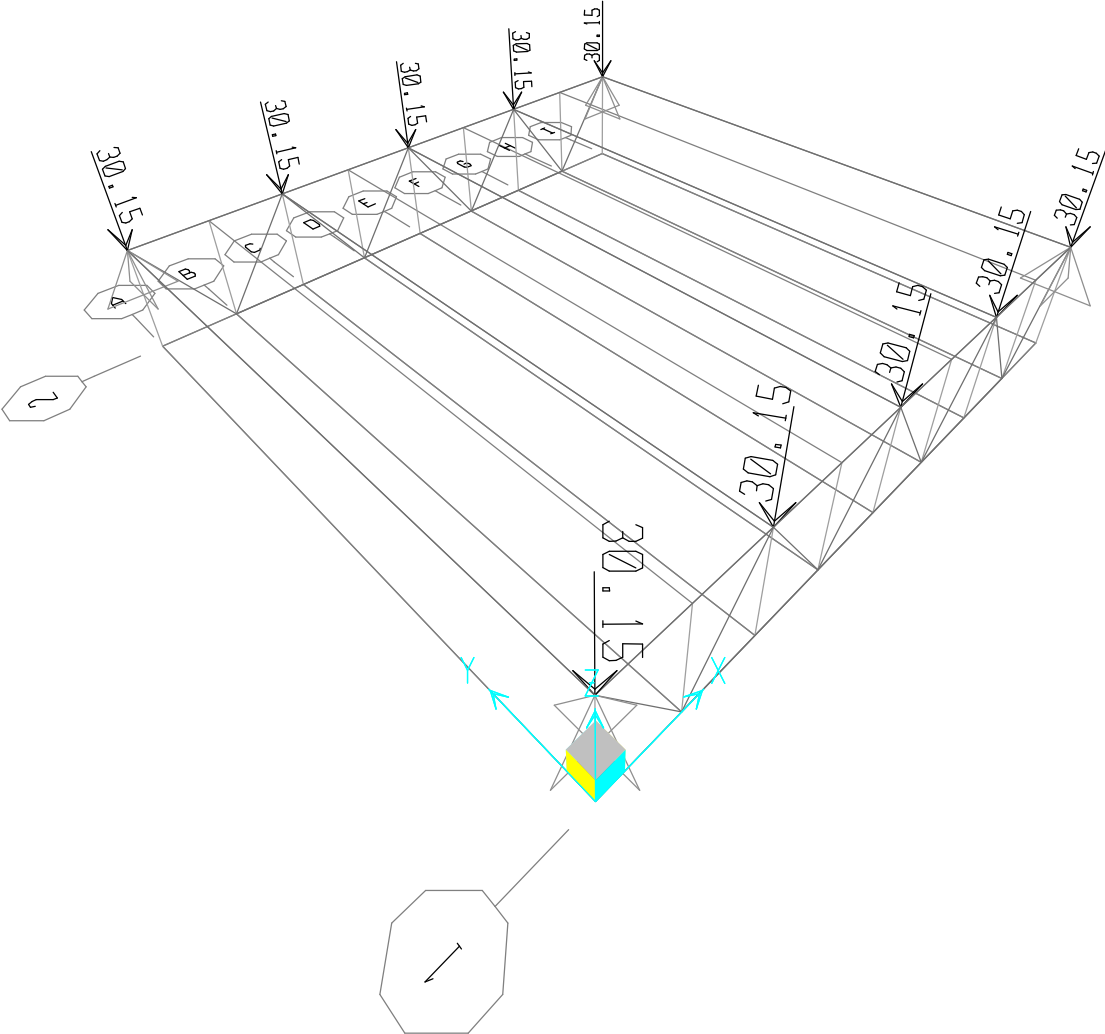
1.2 Saran

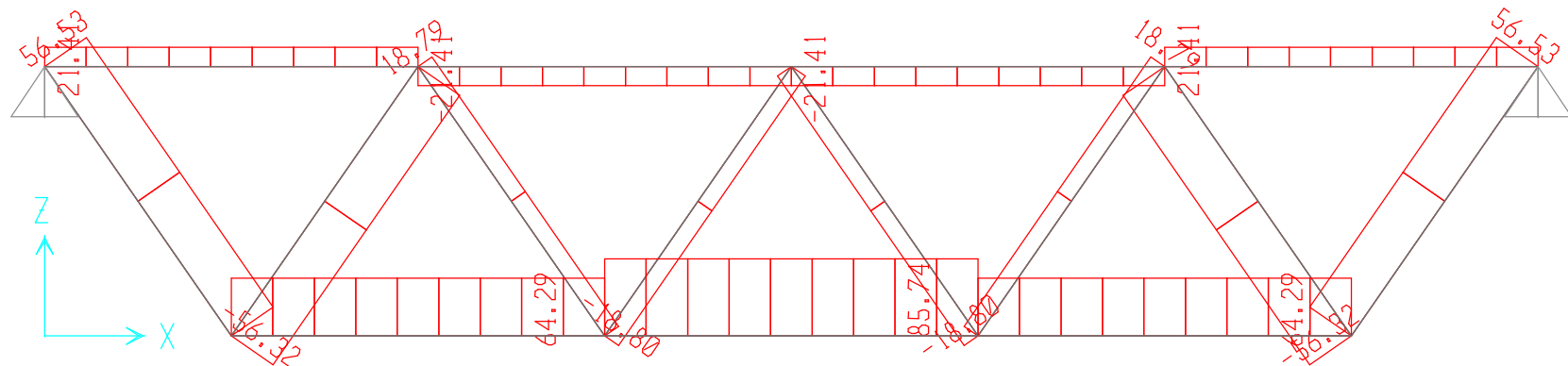
Beberapa saran terkait hasil dari perencanaan ulang jembatan dengan metode *cable stayed* ini adalah:

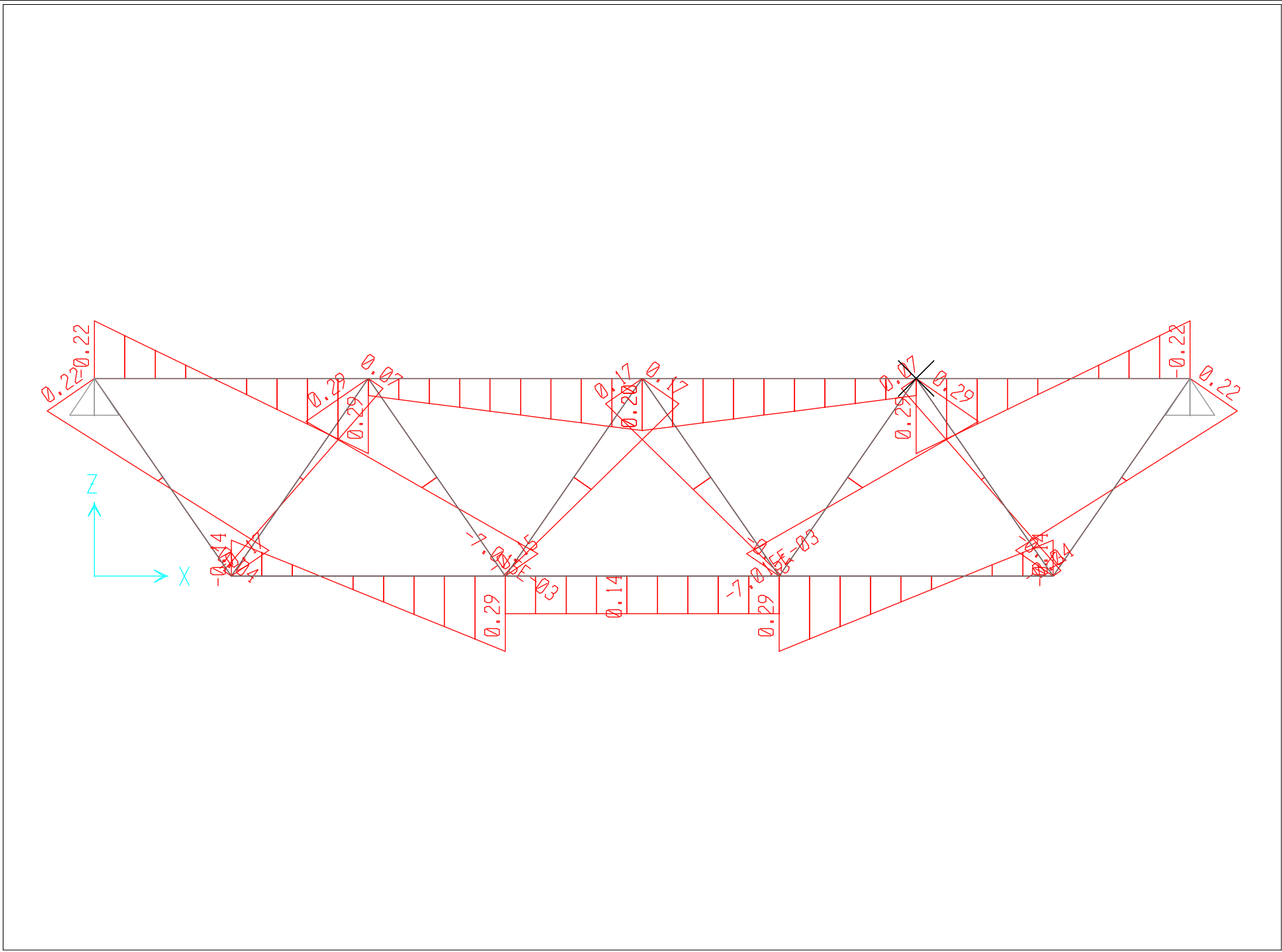
1. Agar bisa membandingkan jembatan *box girder balance cantilever* dengan jembatan *cable stayed* tersebut seharusnya dihitung semua struktur yang ada baik struktur atas maupun struktur bawah.
2. Untuk penelitian selanjutnya dapat diteliti dengan membandingkan rencana dan anggaran biaya antara jembatan *box girder cantilever* dengan jembatan *cable stayed* untuk mencari jembatan mana yang paling ekonomis.

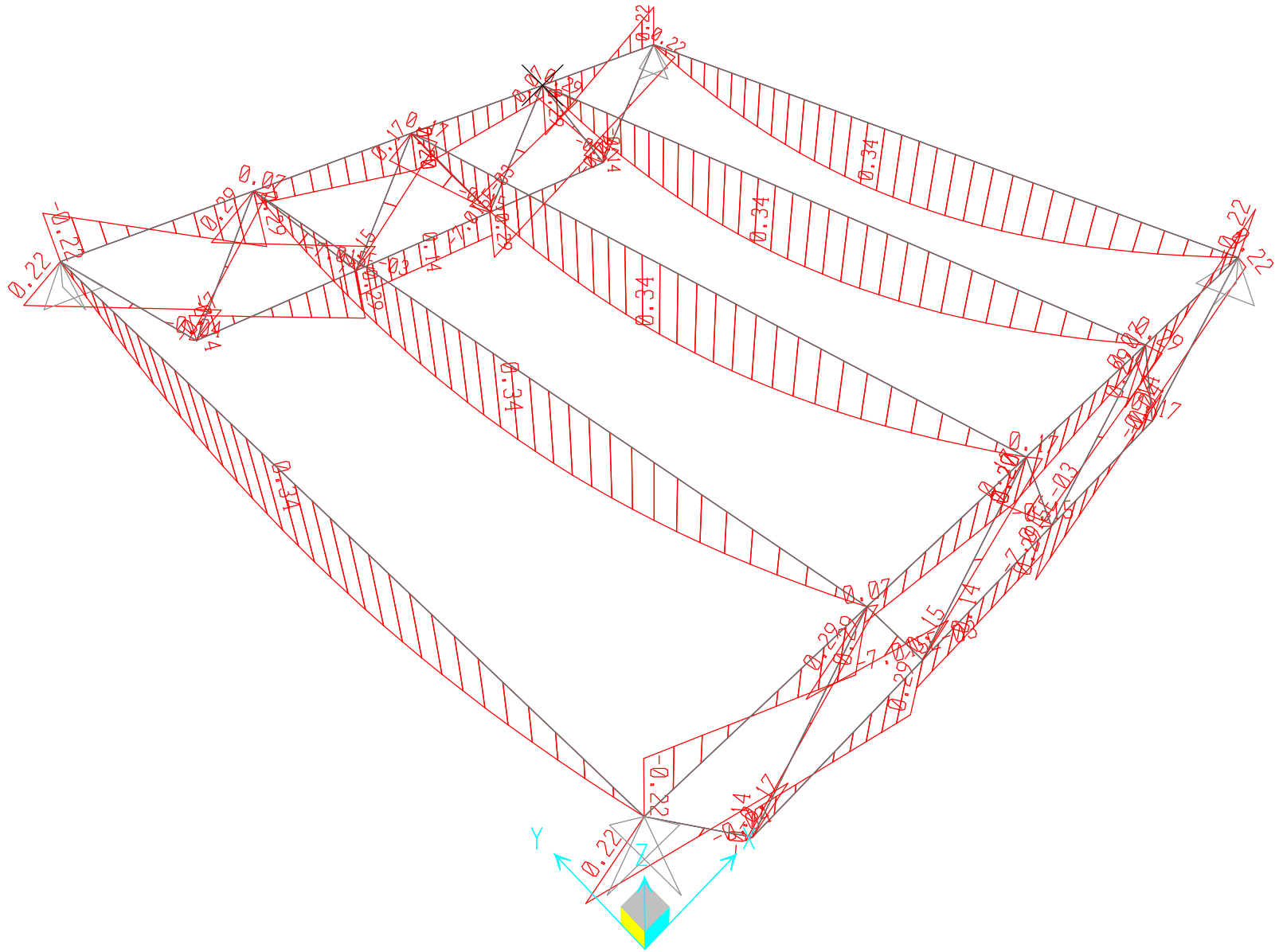
DAFTAR PUSTAKA

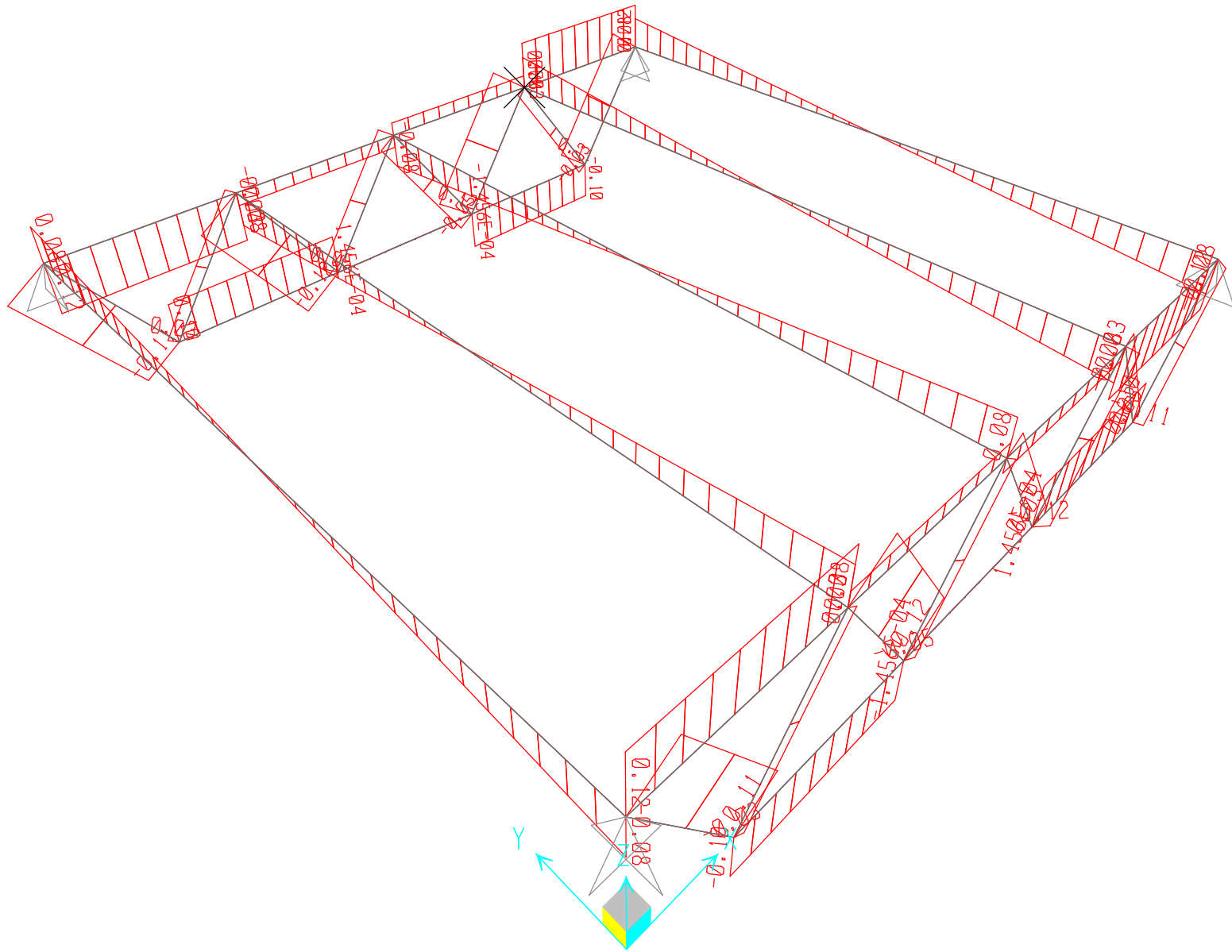
- Gimsing, Neils J. dan Christos T. Georgakis. 1983. *Cable Supported Bridges: Concepts and Design (First Edition)*. West Sussex: John Wiley and Sons
- Gimsing, Neils J. dan Christos T. Georgakis. 2012. *Cable Supported Bridges: Concepts and Design (Third Edition)*. West Sussex: John Wiley and Sons
- Jauhari, Zulfikar. 2011. *Manajemen Pelaksanaan Jalan Tol Mojokerto– Kertosono STA 5 + 350 – STA 10 + 350 Menggunakan Perkerasan Kaku Kabupaten Mojokerto Jawa Timur*. (proposal proyek akhir tidak dipublikasikan). Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Supriyadi, Bambang dan Agus Setyo Mutohar. 2007. *Jembatan*. Yogyakarta : Beta Group
- Troitsky, S.. 1997. *Cable Stayed Bridges Theory and Design*. Callifornia: Crosby Lockwood Staples

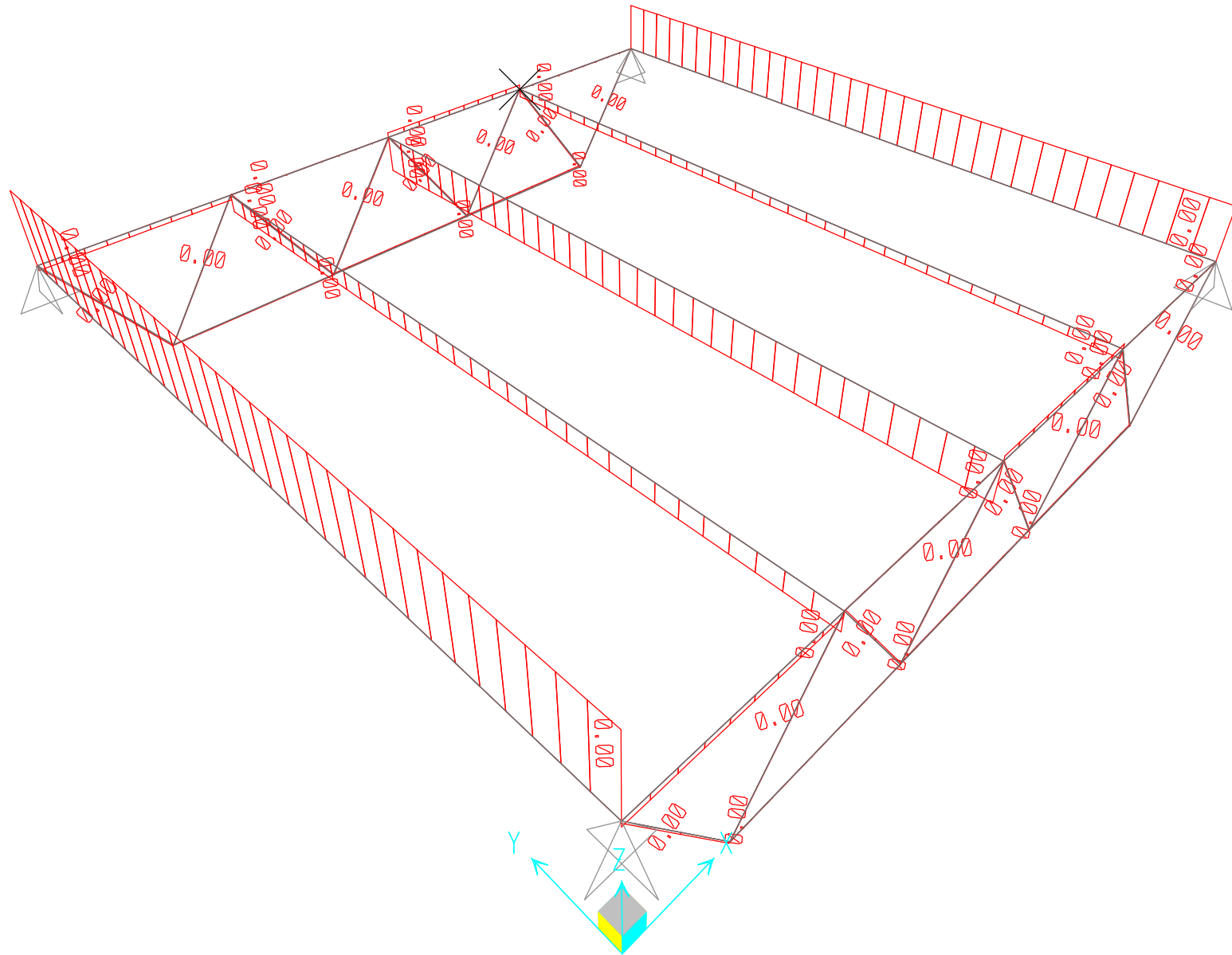


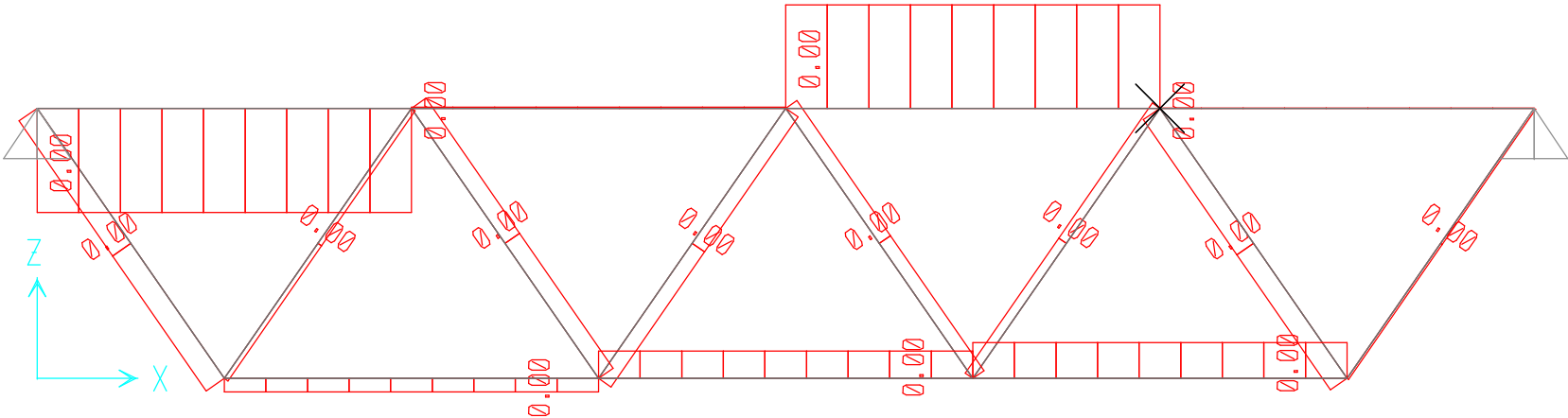


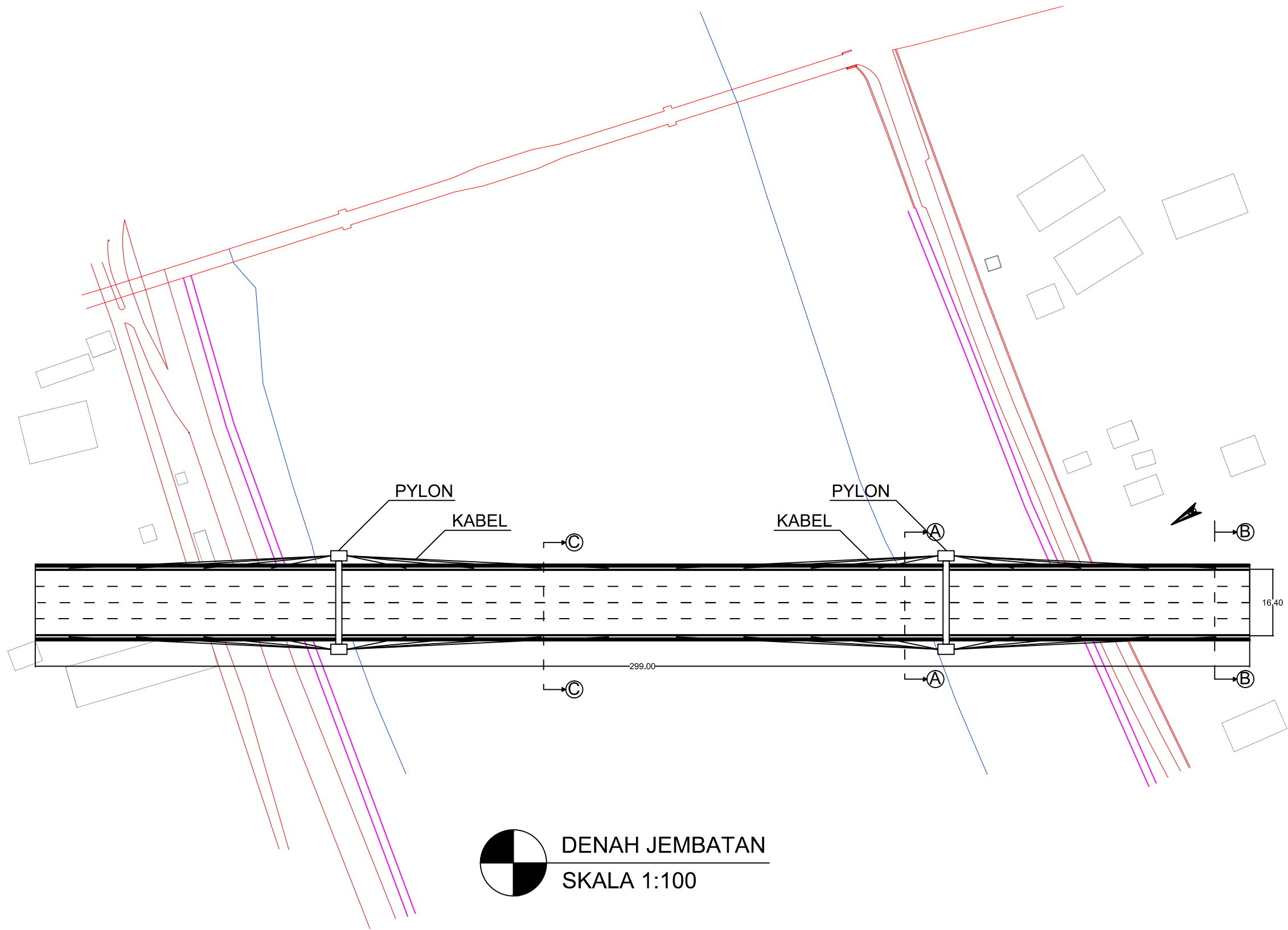


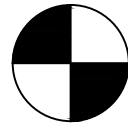




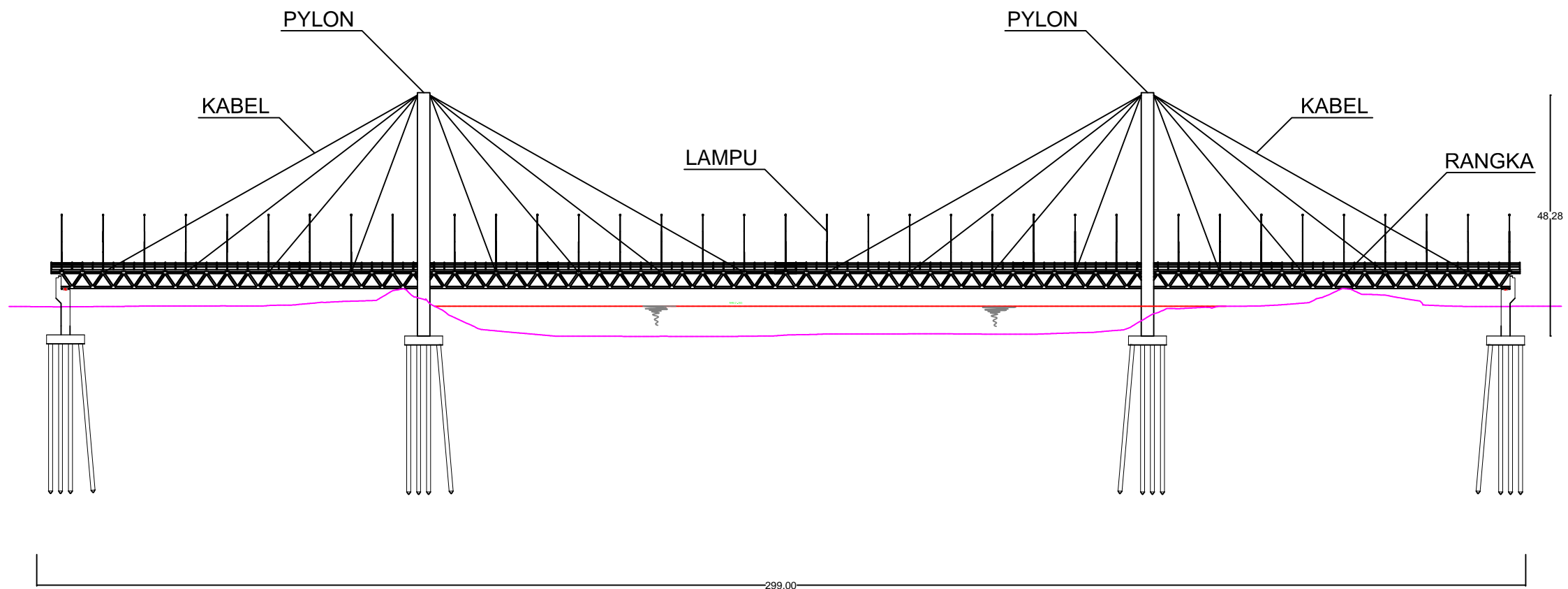


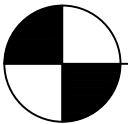




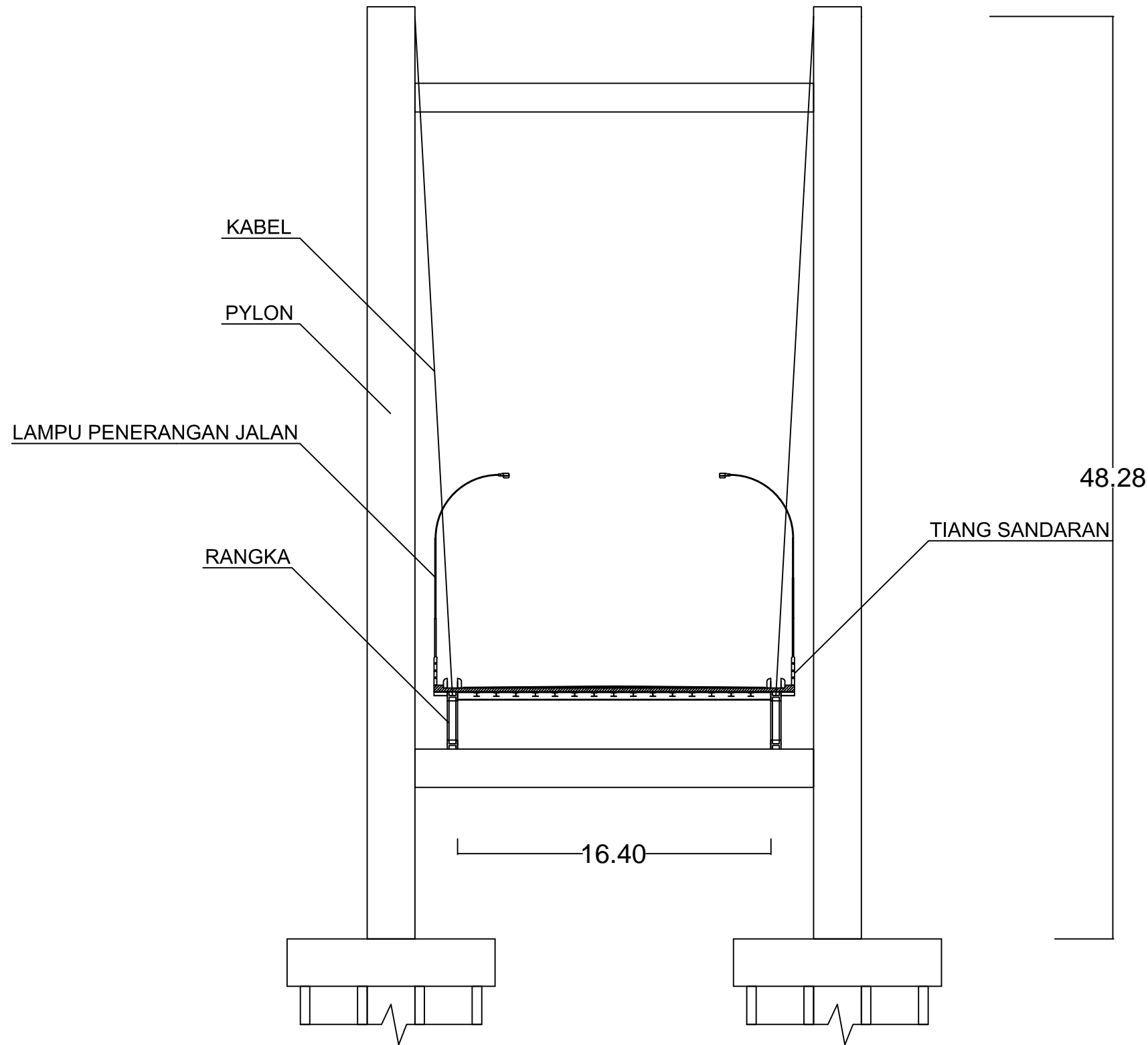

DENAH JEMBATAN
 SKALA 1:100

NAMA KEGIATAN		
TUGAS AKHIR		
PEKERJAAN		
PERENCANAAN JEMBTAN CABLE STAYED		
PEMILIK KEGIATAN		
PRODI S1 TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS JEMBER		
PERENCANA		
MAHASISWA PRODI S1 TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS JEMBER		
DIGAMBAR	DIPERIKSA	
WAHYU PRASETYO NIM : 091910301041	ERNO WIDAYANTO ST.,MT NIP: 197004191998031002	
GAMBAR	SKALA	
DENAH JEMBATAN	1 : 100	
KODE	NO. LEMBAR	JUMLAH LEMBAR
	01	34



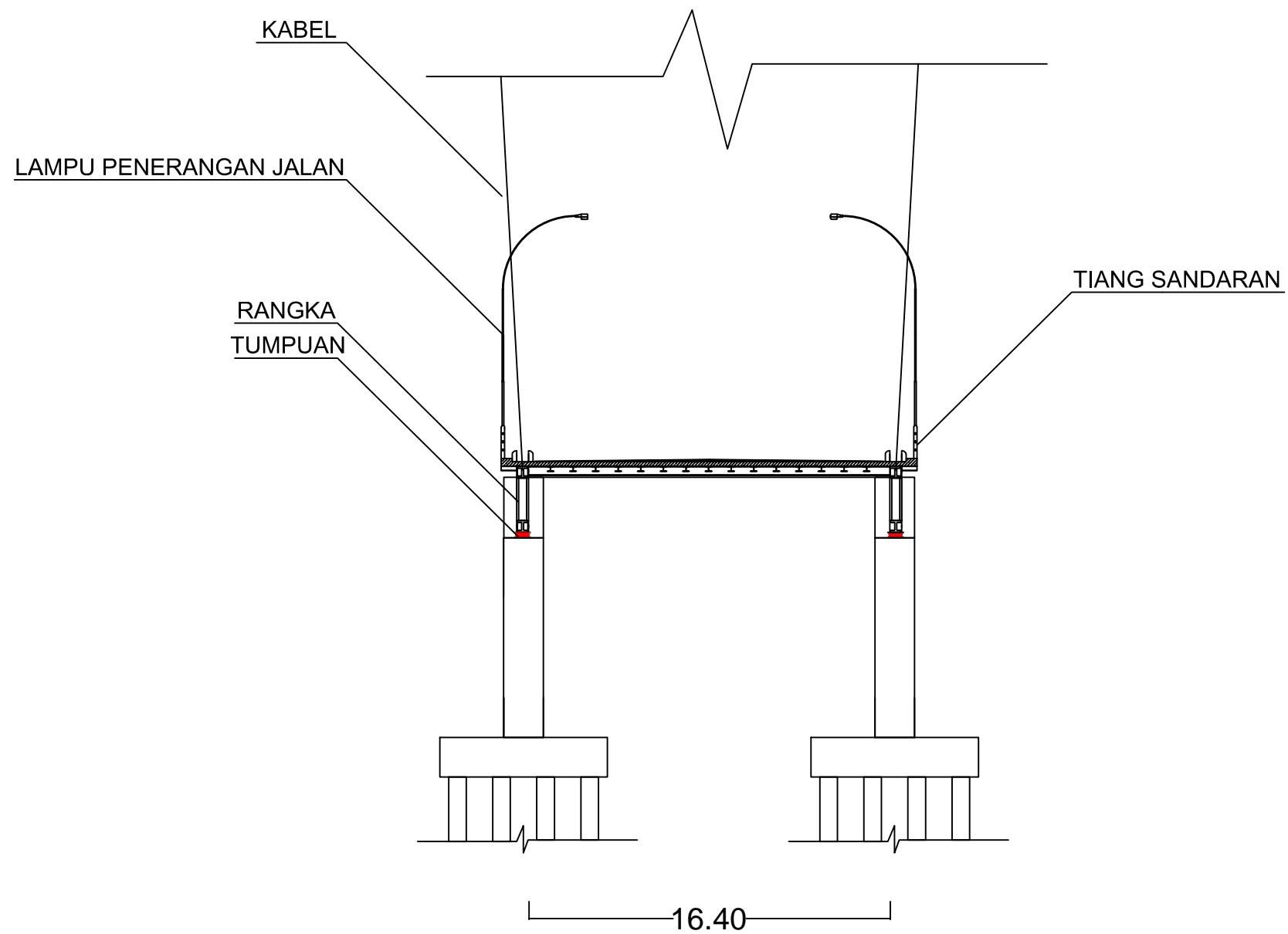

TAMPAK SAMPING
 SKALA 1:100

NAMA KEGIATAN		
TUGAS AKHIR		
PEKERJAAN		
PERENCANAAN JEMBTAN CABLE STAYED		
PEMILIK KEGIATAN		
PRODI S1 TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS JEMBER		
PERENCANA		
MAHASISWA PRODI S1 TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS JEMBER		
DIGAMBAR	DIPERIKSA	
WAHYU PRASETYO NIM : 091910301041	ERNO WIDAYANTO ST.,MT NIP: 197004191998031002	
GAMBAR	SKALA	
TAMPAK SAMPING	1 : 100	
KODE	NO. LEMBAR	JUMLAH LEMBAR
	02	34




POTONGAN A-A
 SKALA 1:20

NAMA KEGIATAN		
TUGAS AKHIR		
PEKERJAAN		
PERENCANAAN JEMBTAN <i>CABLE STAYED</i>		
PEMILIK KEGIATAN		
PRODI S1 TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS JEMBER		
PERENCANA		
MAHASISWA PRODI S1 TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS JEMBER		
DIGAMBAR	DIPERIKSA	
WAHYU PRASETYO NIM : 091910301041	ERNO WIDAYANTO ST.,MT NIP: 197004191998031002	
GAMBAR	SKALA	
POTONGAN A-A	1 : 20	
KODE	NO. LEMBAR	JUMLAH LEMBAR
	03	34




POTONGAN B-B
 SKALA 1:20

NAMA KEGIATAN

TUGAS AKHIR

PEKERJAAN

PERENCANAAN JEMBTAN
CABLE STAYED

PEMILIK KEGIATAN

PRODI S1 TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER

PERENCANA

MAHASISWA PRODI S1
TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER

DIGAMBAR

DIPERIKSA

WAHYU PRASETYO
NIM : 091910301041

ERNO WIDAYANTO ST.,MT
NIP: 197004191998031002

GAMBAR

SKALA

POTONGAN
B-B

1 : 20

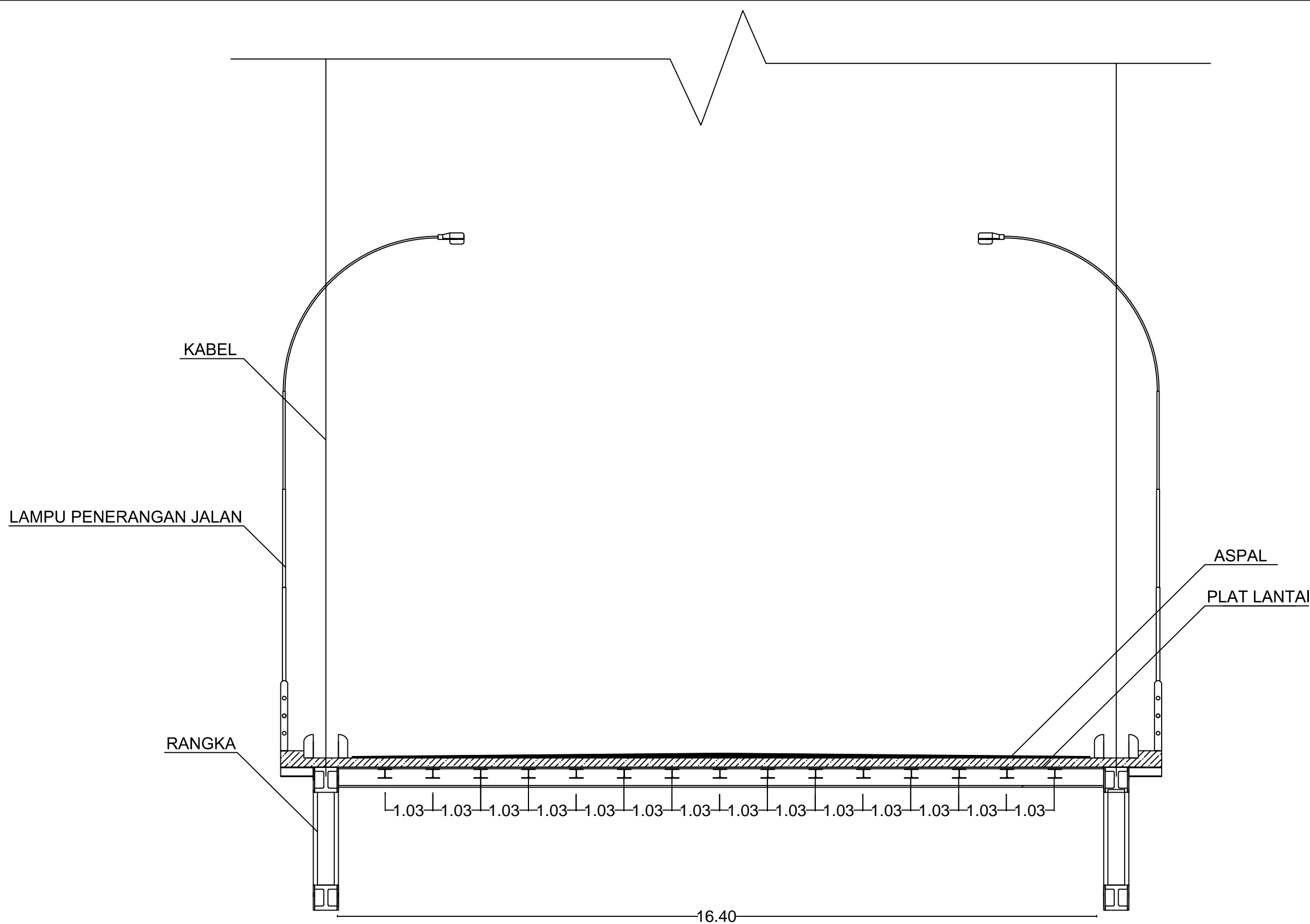
KODE

NO.
LEMBAR

JUMLAH
LEMBAR

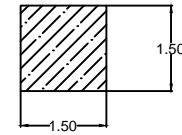
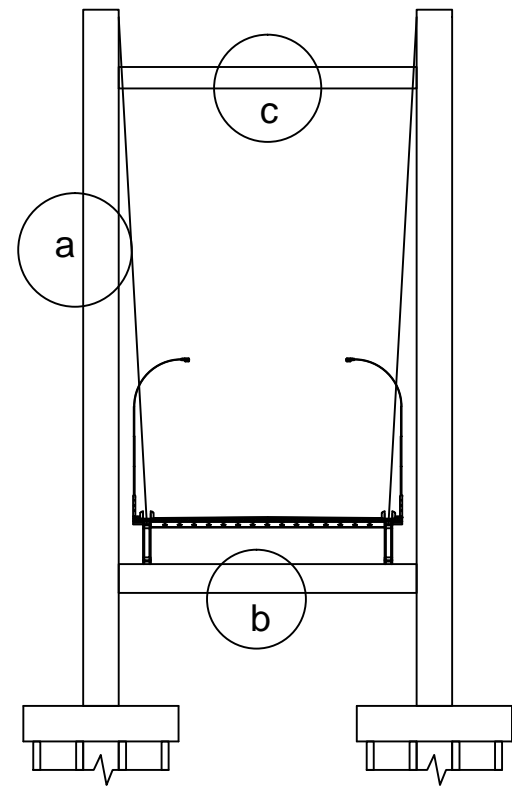
04

34

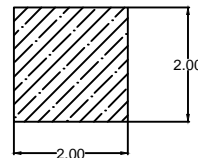



POTONGAN C-C
 SKALA 1:10

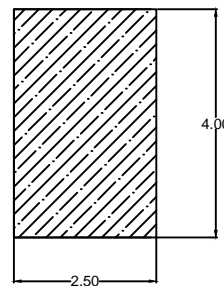
NAMA KEGIATAN		
TUGAS AKHIR		
PEKERJAAN		
PERENCANAAN JEMBTAN CABLE STAYED		
PEMILIK KEGIATAN		
PRODI S1 TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS JEMBER		
PERENCANA		
MAHASISWA PRODI S1 TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS JEMBER		
DIGAMBAR	DIPERIKSA	
WAHYU PRASETYO NIM : 091910301041	ERNO WIDAYANTO ST.,MT NIP: 197004191998031002	
GAMBAR	SKALA	
POTONGAN C-C	1 : 10	
KODE	NO. LEMBAR	JUMLAH LEMBAR
	05	34



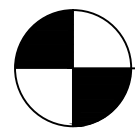
c



b



a



DETAIL PYLON
SKALA 1:100

NAMA KEGIATAN

TUGAS AKHIR

PEKERJAAN

PERENCANAAN JEMBTAN
CABLE STAYED

PEMILIK KEGIATAN

PRODI S1 TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER

PERENCANA

MAHASISWA PRODI S1
TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER

DIGAMBAR

DIPERIKSA

WAHYU PRASETYO
NIM : 091910301041

ERNO WIDAYANTO ST.,MT
NIP: 197004191998031002

GAMBAR

SKALA

DETAIL
PYLON

1 : 100

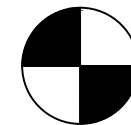
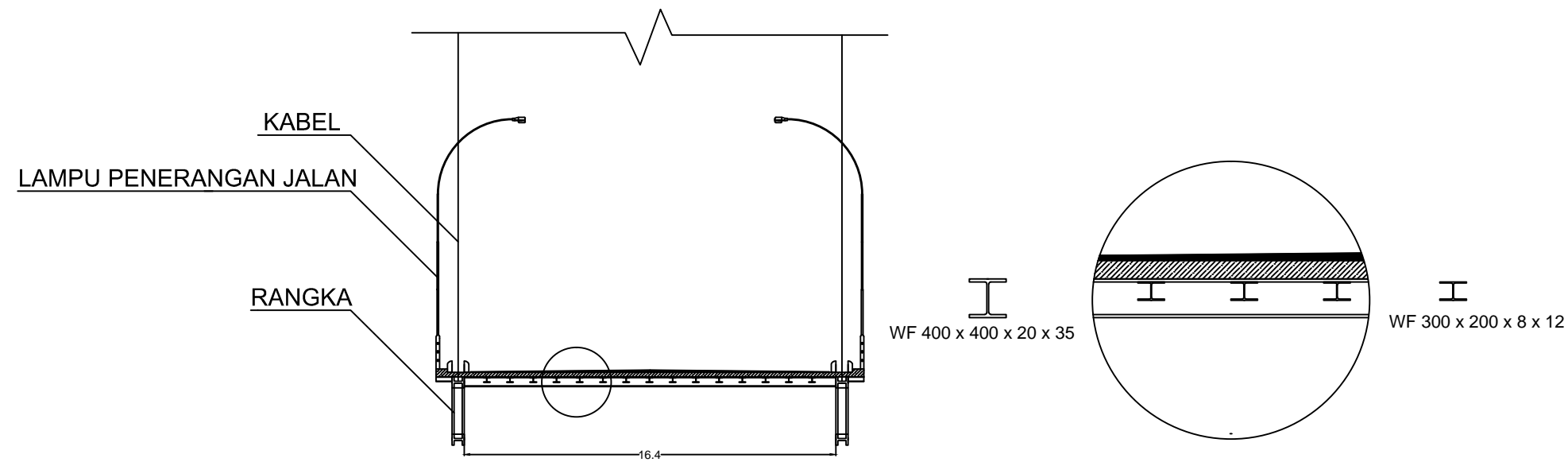
KODE

NO.
LEMBAR

JUMLAH
LEMBAR

06

34



PROFIL GELAGAR MELINTANG & MEMANJANG
SKALA 1:100

NAMA KEGIATAN

TUGAS AKHIR

PEKERJAAN

PERENCANAAN JEMBTAN
CABLE STAYED

PEMILIK KEGIATAN

PRODI S1 TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER

PERENCANA

MAHASISWA PRODI S1
TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER

DIGAMBAR

DIPERIKSA

WAHYU PRASETYO
NIM : 091910301041

ERNO WIDAYANTO ST.,MT
NIP: 197004191998031002

GAMBAR

SKALA

PROFIL
GELAGAR

1 : 100

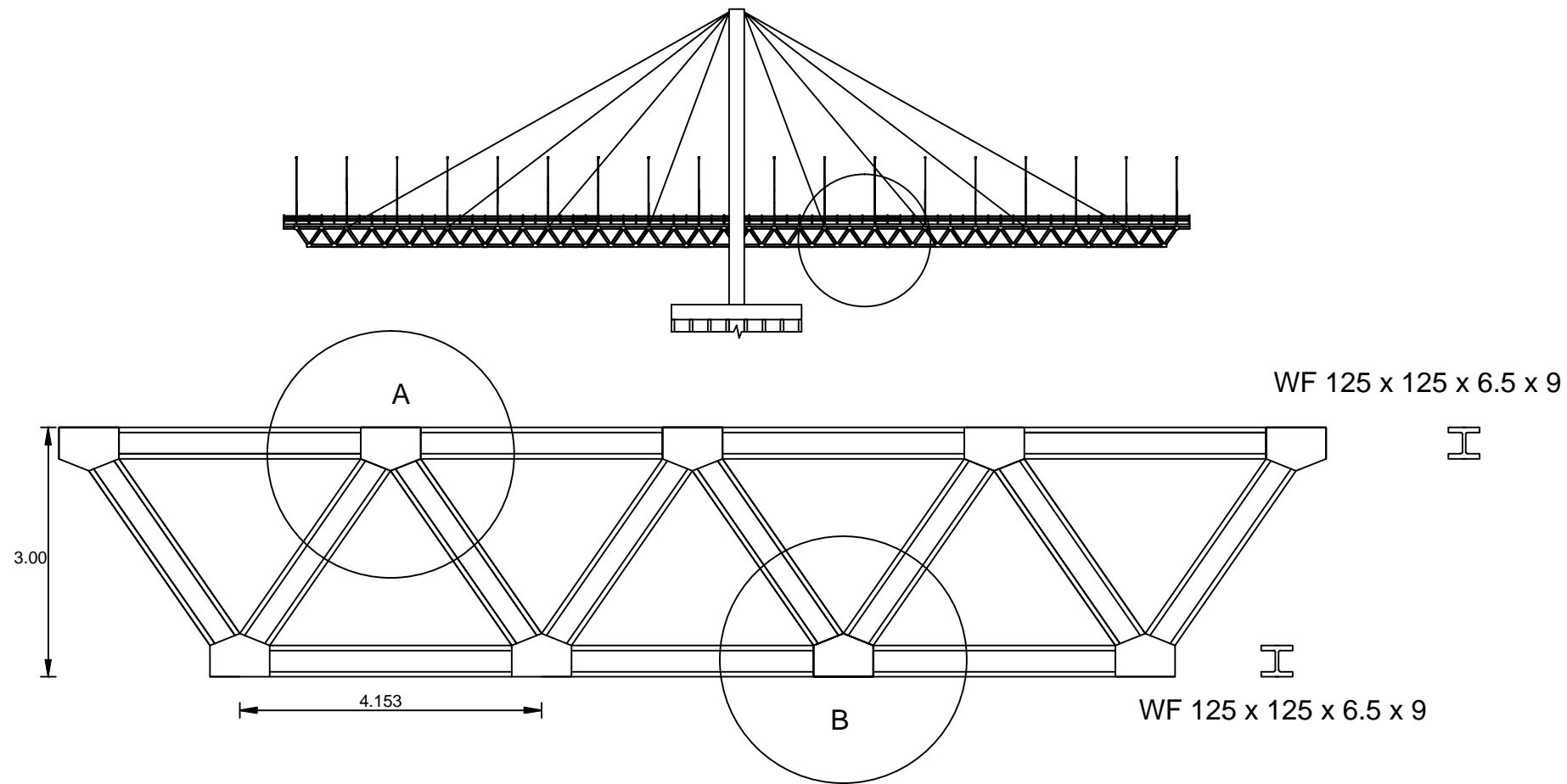
KODE

NO.
LEMBAR

JUMLAH
LEMBAR

07

34



RENCANA SAMBUNGAN

NAMA KEGIATAN

TUGAS AKHIR

PEKERJAAN

PERENCANAAN JEMBTAN
CABLE STAYED

PEMILIK KEGIATAN

PRODI S1 TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER

PERENCANA

MAHASISWA PRODI S1
TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER

DIGAMBAR

DIPERIKSA

WAHYU PRASETYO
NIM : 091910301041

ERNO WIDAYANTO ST.,MT
NIP: 197004191998031002

GAMBAR

SKALA

RENCANA
SAMBUNGAN

1 : 100

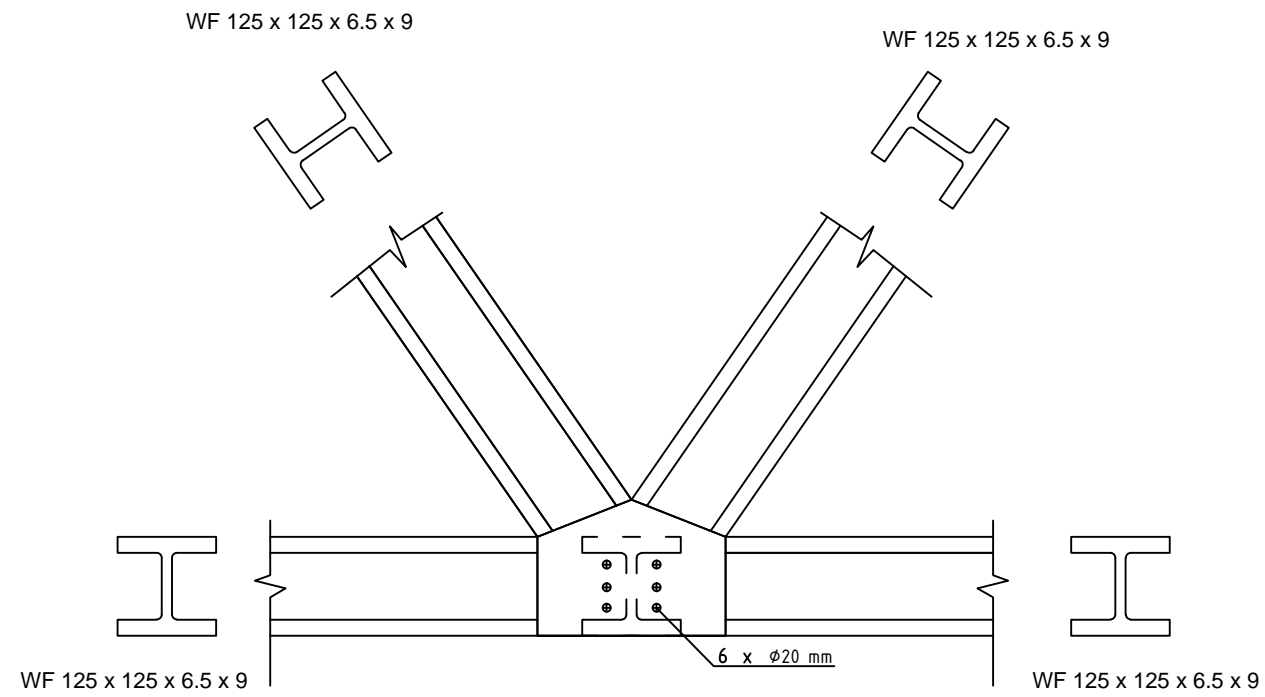
KODE

NO.
LEMBAR

JUMLAH
LEMBAR

08

34




DETAIL RANGKA B
 SKALA 1:20

NAMA KEGIATAN

TUGAS AKHIR

PEKERJAAN

PERENCANAAN JEMBTAN
CABLE STAYED

PEMILIK KEGIATAN

PRODI S1 TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER

PERENCANA

MAHASISWA PRODI S1
TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER

DIGAMBAR

DIPERIKSA

WAHYU PRASETYO
NIM : 091910301041

ERNO WIDAYANTO ST.,MT
NIP: 197004191998031002

GAMBAR

SKALA

DETAIL
RANGKA

1 : 20

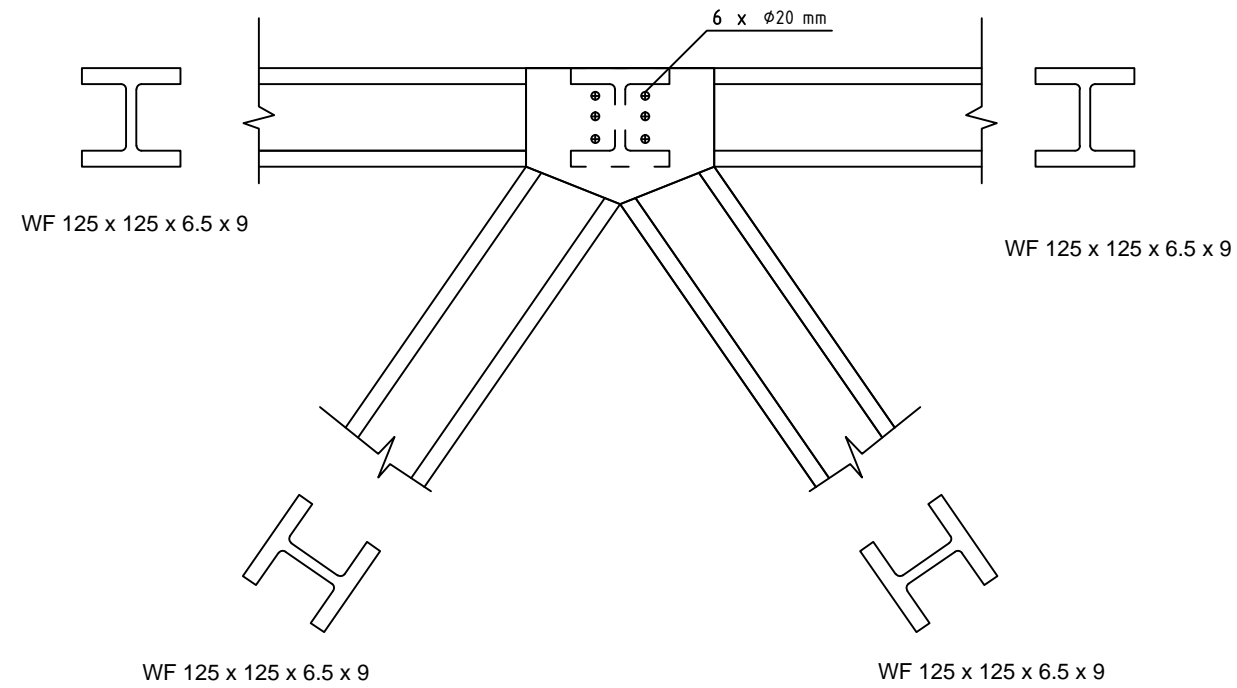
KODE

NO.
LEMBAR

JUMLAH
LEMBAR

09

34




DETAIL RANGKA A
SKALA 1:20

NAMA KEGIATAN

TUGAS AKHIR

PEKERJAAN

PERENCANAAN JEMBTAN
CABLE STAYED

PEMILIK KEGIATAN

PRODI S1 TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER

PERENCANA

MAHASISWA PRODI S1
TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER

DIGAMBAR

DIPERIKSA

WAHYU PRASETYO
NIM : 091910301041

ERNO WIDAYANTO ST.,MT
NIP: 197004191998031002

GAMBAR

SKALA

DETAIL
RANGKA

1 : 20

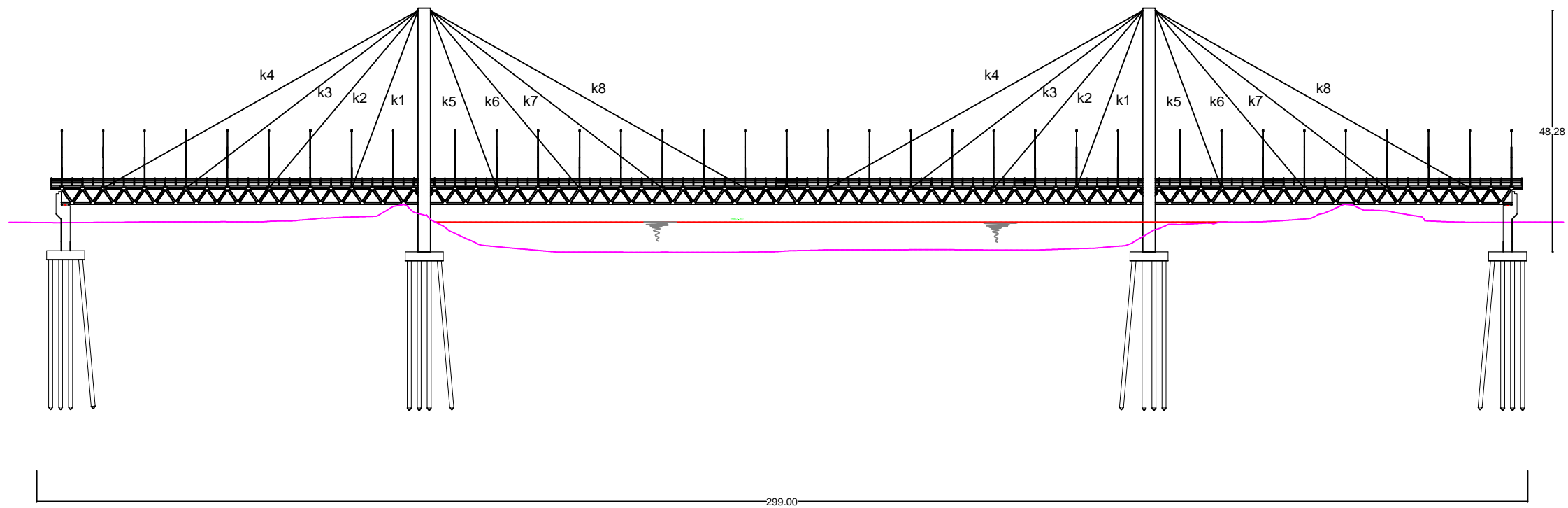
KODE

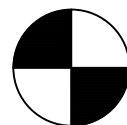
NO.
LEMBAR

JUMLAH
LEMBAR

10

34




PEMBAGIAN STRAND KABEL
 SKALA 1:100

NAMA KEGIATAN

TUGAS AKHIR

PEKERJAAN

PERENCANAAN JEMBTAN
CABLE STAYED

PEMILIK KEGIATAN

PRODI S1 TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER

PERENCANA

MAHASISWA PRODI S1
TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER

DIGAMBAR

DIPERIKSA

WAHYU PRASETYO
NIM : 091910301041

ERNO WIDAYANTO ST.,MT
NIP: 197004191998031002

GAMBAR

SKALA

PEMBAGIAN
STRAND
KABEL

1 : 100

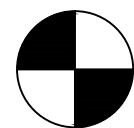
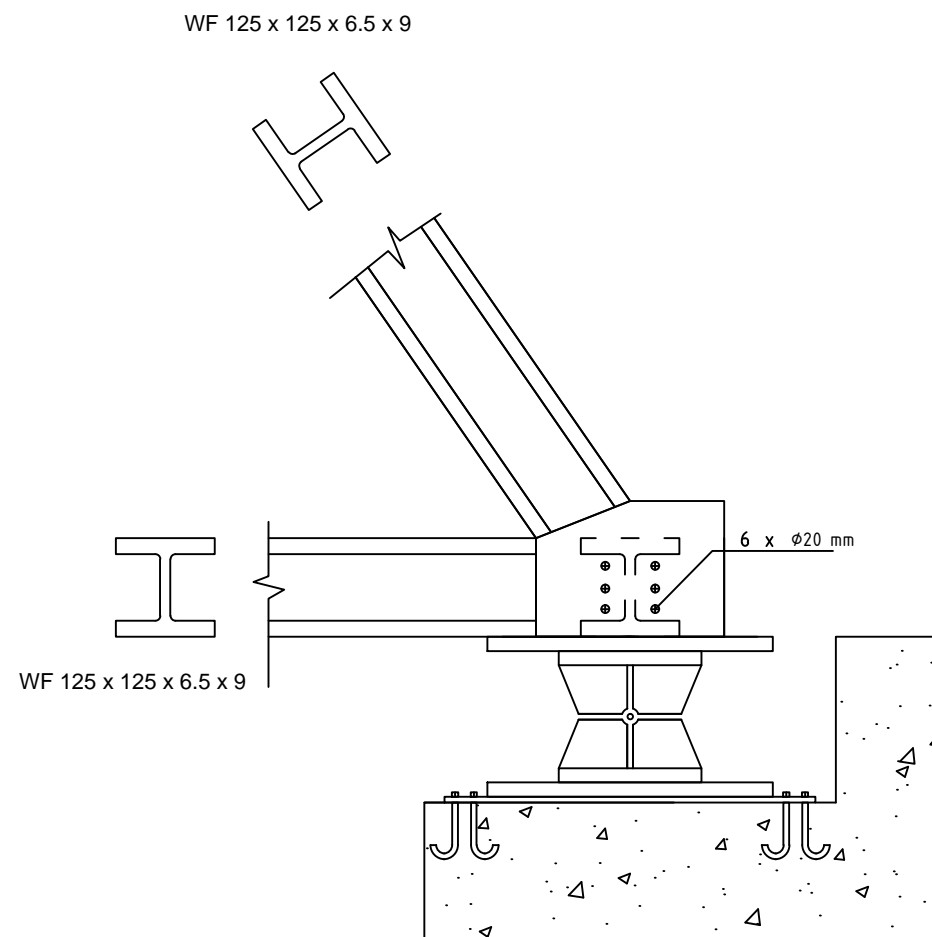
KODE

NO.
LEMBAR

JUMLAH
LEMBAR

11

34



DETAIL TUMPUAN

SKALA 1:20

NAMA KEGIATAN

TUGAS AKHIR

PEKERJAAN

PERENCANAAN JEMBTAN
CABLE STAYED

PEMILIK KEGIATAN

PRODI S1 TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER

PERENCANA

MAHASISWA PRODI S1
TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER

DIGAMBAR

DIPERIKSA

WAHYU PRASETYO
NIM : 091910301041

ERNO WIDAYANTO ST.,MT
NIP: 197004191998031002

GAMBAR

SKALA

DETAIL
TUMPUAN

1 : 20

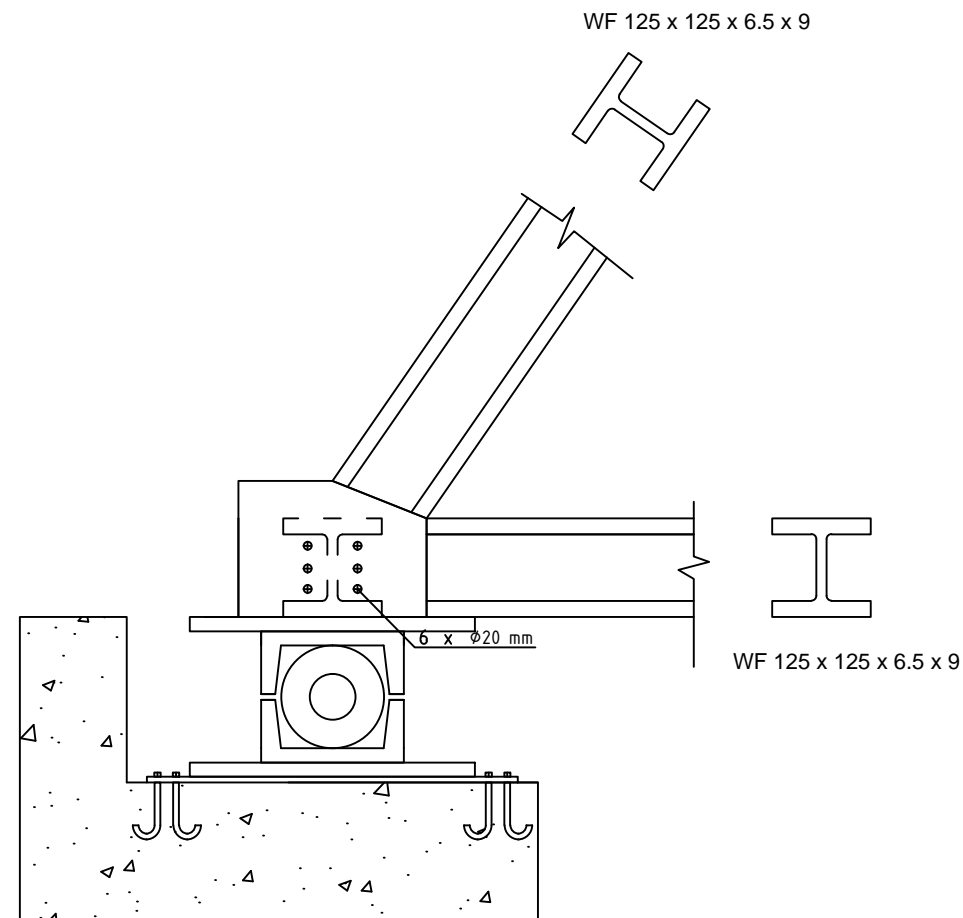
KODE

NO.
LEMBAR

JUMLAH
LEMBAR

12

34



 **DETAIL TUMPUAN**
SKALA 1:20

NAMA KEGIATAN

TUGAS AKHIR

PEKERJAAN

PERENCANAAN JEMBTAN
CABLE STAYED

PEMILIK KEGIATAN

PRODI S1 TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER

PERENCANA

MAHASISWA PRODI S1
TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER

DIGAMBAR

DIPERIKSA

WAHYU PRASETYO
NIM : 091910301041

ERNO WIDAYANTO ST.,MT
NIP: 197004191998031002

GAMBAR

SKALA

DETAIL
TUMPUAN

1 : 20

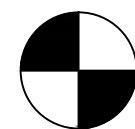
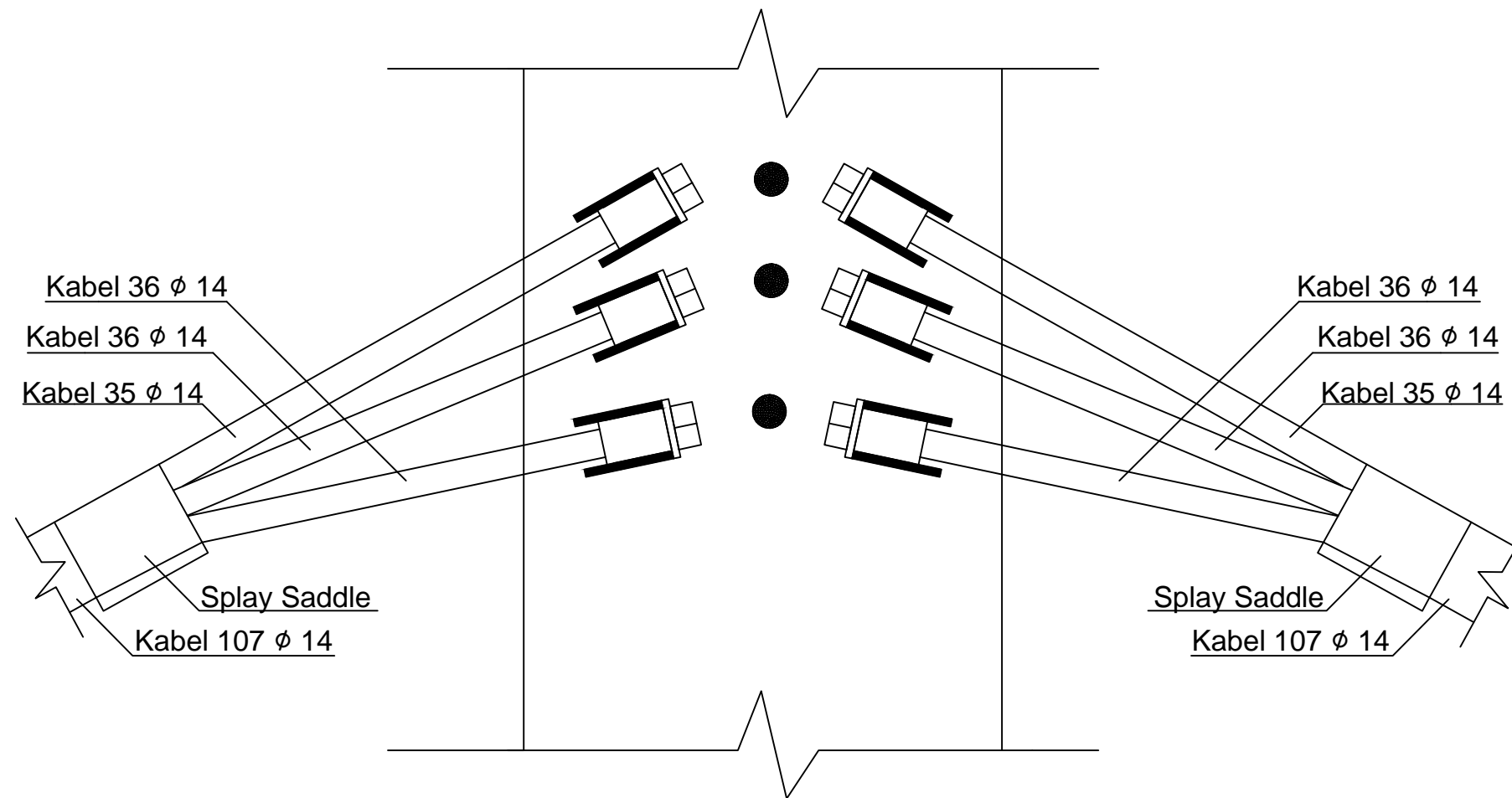
KODE

NO.
LEMBAR

JUMLAH
LEMBAR

13

34



DETAIL BLOK ANKUR K1 DAN K5
SKALA 1:20

NAMA KEGIATAN

TUGAS AKHIR

PEKERJAAN

PERENCANAAN JEMBTAN
CABLE STAYED

PEMILIK KEGIATAN

PRODI S1 TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER

PERENCANA

MAHASISWA PRODI S1
TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER

DIGAMBAR

DIPERIKSA

WAHYU PRASETYO
NIM : 091910301041

ERNO WIDAYANTO ST.,MT
NIP: 197004191998031002

GAMBAR

SKALA

DETAIL
BLOK
ANKUR

1 : 20

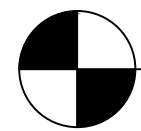
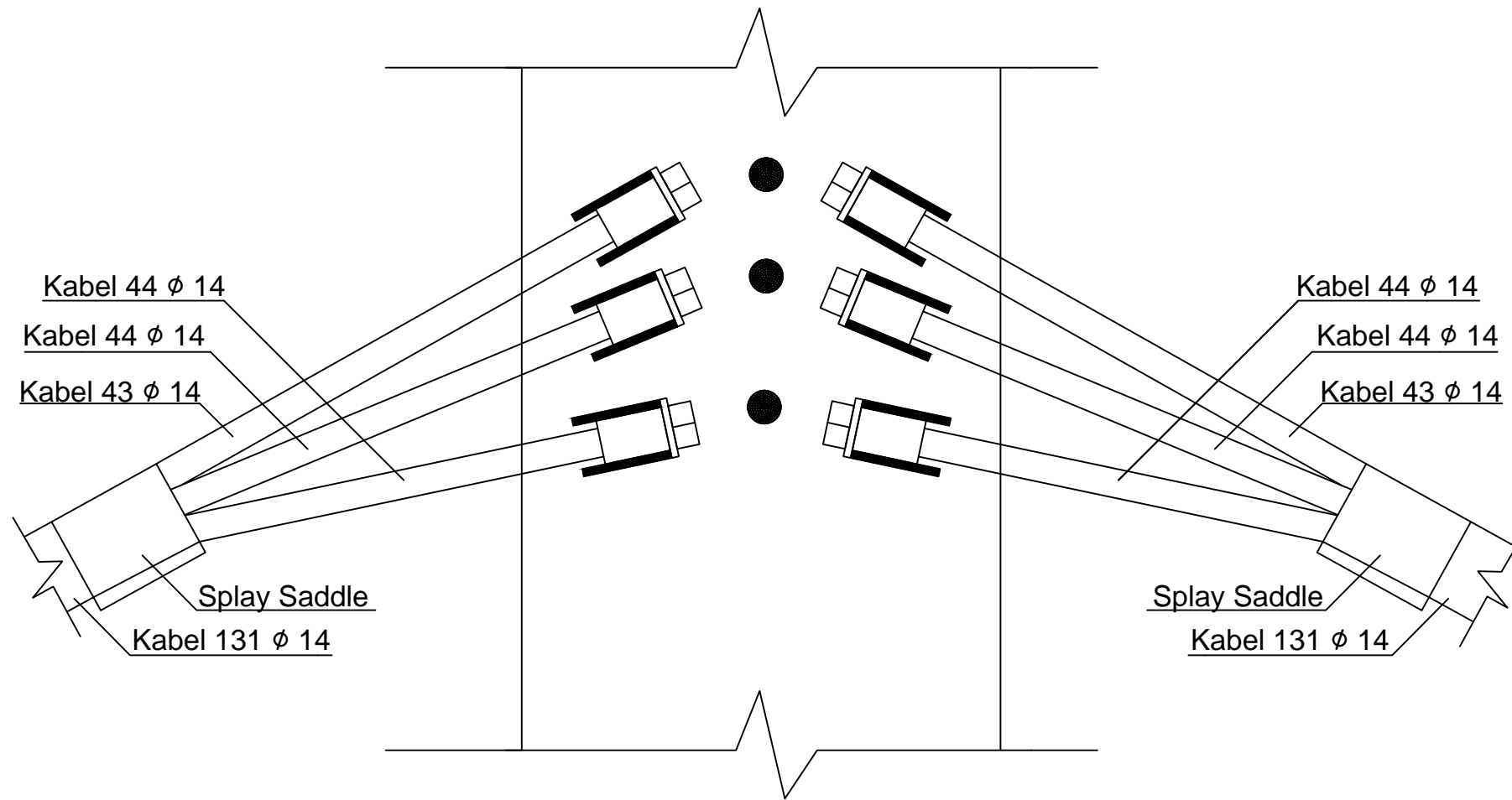
KODE

NO.
LEMBAR

JUMLAH
LEMBAR

14

34



DETAIL BLOK ANGKUR K2 DAN K6
SKALA 1:20

NAMA KEGIATAN

TUGAS AKHIR

PEKERJAAN

PERENCANAAN JEMBTAN
CABLE STAYED

PEMILIK KEGIATAN

PRODI S1 TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER

PERENCANA

MAHASISWA PRODI S1
TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER

DIGAMBAR

DIPERIKSA

WAHYU PRASETYO
NIM : 091910301041

ERNO WIDAYANTO ST.,MT
NIP: 197004191998031002

GAMBAR

SKALA

DETAIL
BLOK
ANGKUR

1 : 20

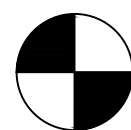
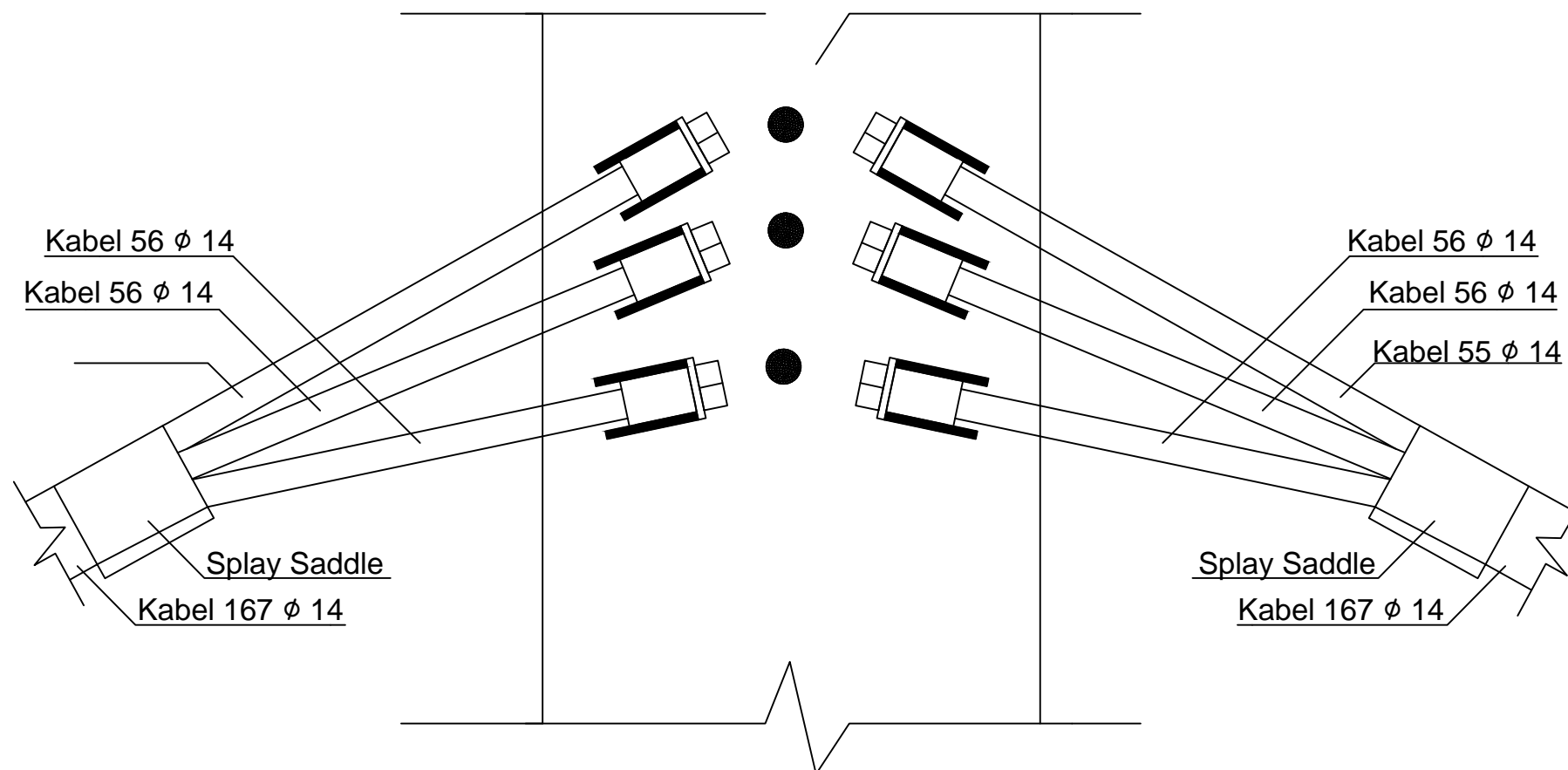
KODE

NO.
LEMBAR

JUMLAH
LEMBAR

15

34



DETAIL BLOK ANGKUR K3 DAN K7
SKALA 1:20

NAMA KEGIATAN

TUGAS AKHIR

PEKERJAAN

PERENCANAAN JEMBTAN
CABLE STAYED

PEMILIK KEGIATAN

PRODI S1 TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER

PERENCANA

MAHASISWA PRODI S1
TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER

DIGAMBAR

DIPERIKSA

WAHYU PRASETYO
NIM : 091910301041

ERNO WIDAYANTO ST.,MT
NIP: 197004191998031002

GAMBAR

SKALA

DETAIL
BLOK
ANGKUR

1 : 20

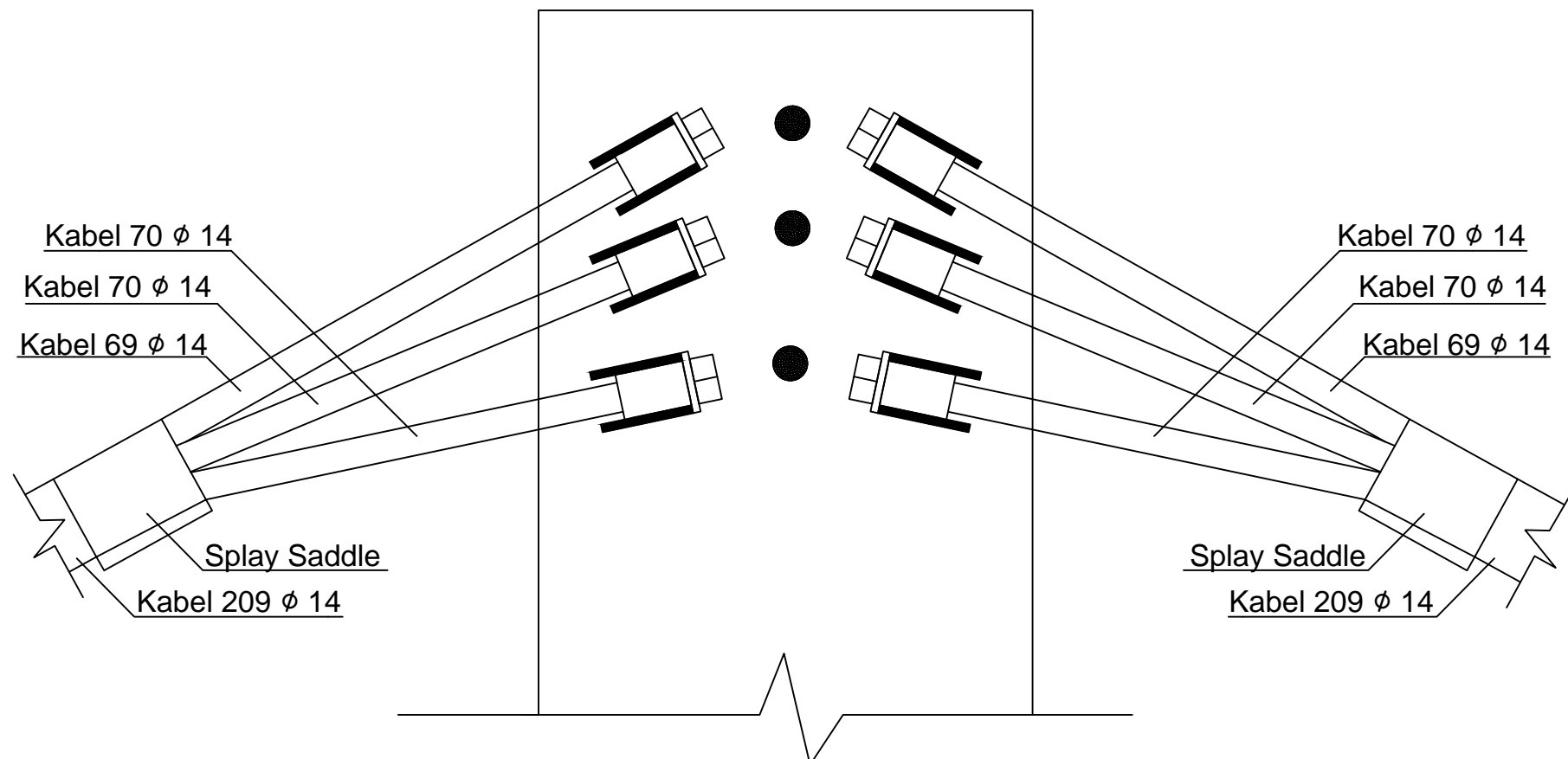
KODE

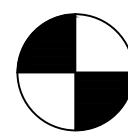
NO.
LEMBAR

JUMLAH
LEMBAR

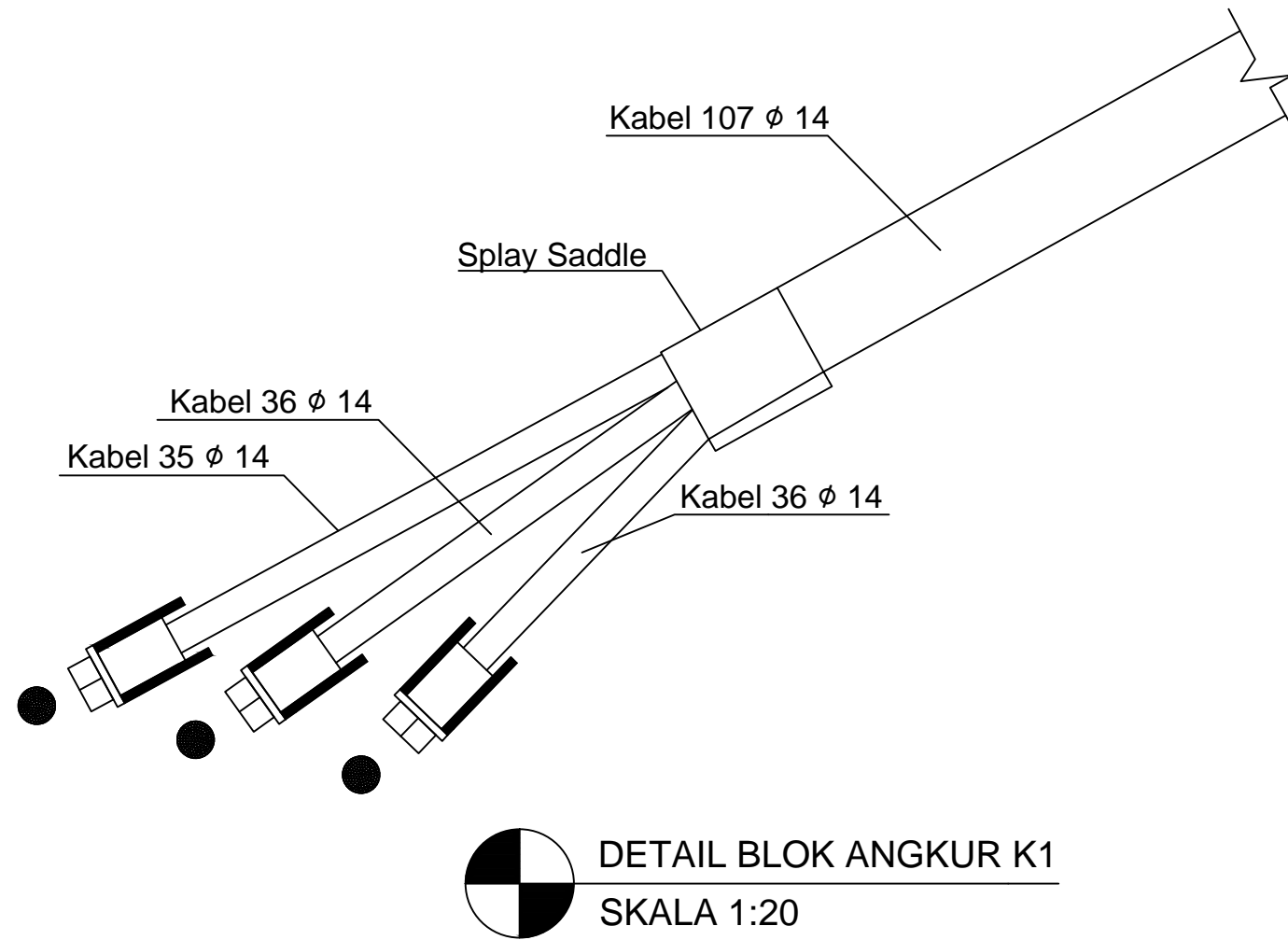
16

34




DETAIL BLOK ANGKUR K4 DAN K8
 SKALA 1:20

NAMA KEGIATAN		
TUGAS AKHIR		
PEKERJAAN		
PERENCANAAN JEMBTAN <i>CABLE STAYED</i>		
PEMILIK KEGIATAN		
PRODI S1 TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS JEMBER		
PERENCANA		
MAHASISWA PRODI S1 TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS JEMBER		
DIGAMBAR	DIPERIKSA	
WAHYU PRASETYO NIM : 091910301041	ERNO WIDAYANTO ST.,MT NIP: 197004191998031002	
GAMBAR	SKALA	
DETAIL BLOK ANGKUR	1 : 20	
KODE	NO. LEMBAR	JUMLAH LEMBAR
	17	34



NAMA KEGIATAN

TUGAS AKHIR

PEKERJAAN

PERENCANAAN JEMBTAN
CABLE STAYED

PEMILIK KEGIATAN

PRODI S1 TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER

PERENCANA

MAHASISWA PRODI S1
TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER

DIGAMBAR

DIPERIKSA

WAHYU PRASETYO
NIM : 091910301041

ERNO WIDAYANTO ST.,MT
NIP: 197004191998031002

GAMBAR

SKALA

DETAIL
BLOK
ANGKUR

1 : 20

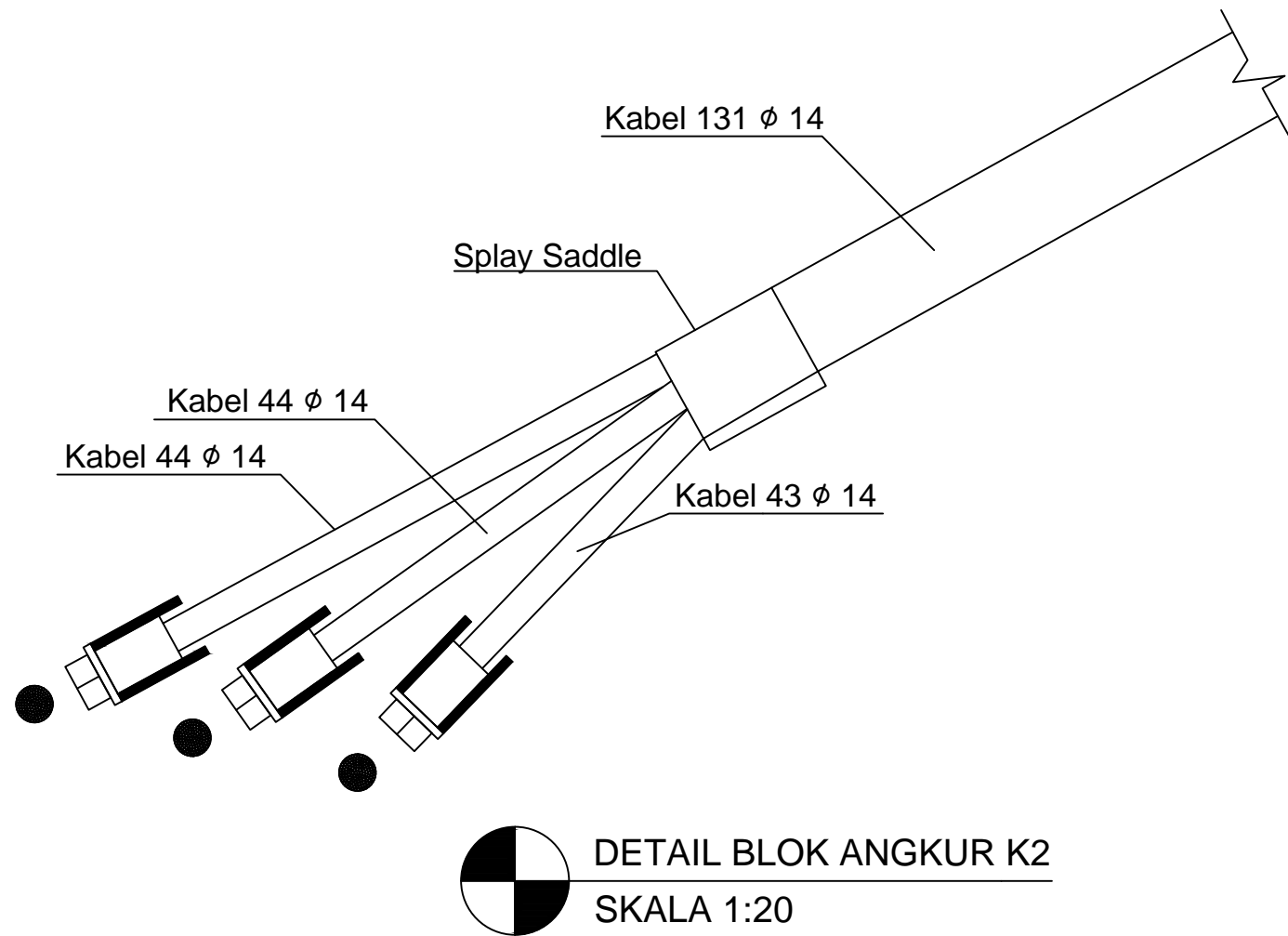
KODE

NO.
LEMBAR

JUMLAH
LEMBAR

18

34



NAMA KEGIATAN

TUGAS AKHIR

PEKERJAAN

PERENCANAAN JEMBTAN
CABLE STAYED

PEMILIK KEGIATAN

PRODI S1 TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER

PERENCANA

MAHASISWA PRODI S1
TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER

DIGAMBAR

DIPERIKSA

WAHYU PRASETYO
NIM : 091910301041

ERNO WIDAYANTO ST.,MT
NIP: 197004191998031002

GAMBAR

SKALA

DETAIL
BLOK
ANGKUR

1 : 20

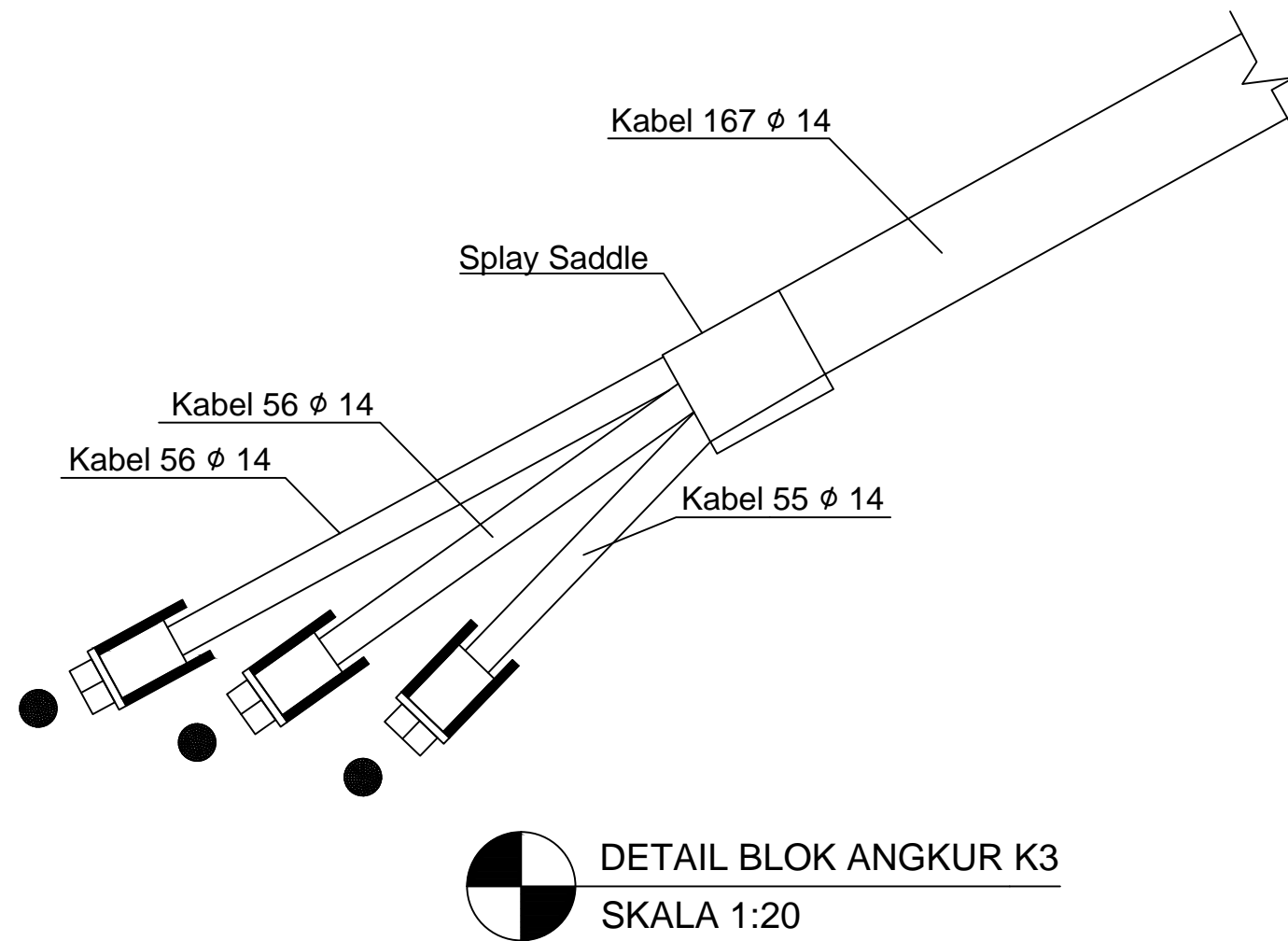
KODE

NO.
LEMBAR

JUMLAH
LEMBAR

19

34



NAMA KEGIATAN

TUGAS AKHIR

PEKERJAAN

PERENCANAAN JEMBTAN
CABLE STAYED

PEMILIK KEGIATAN

PRODI S1 TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER

PERENCANA

MAHASISWA PRODI S1
TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER

DIGAMBAR

DIPERIKSA

WAHYU PRASETYO
NIM : 091910301041

ERNO WIDAYANTO ST.,MT
NIP: 197004191998031002

GAMBAR

SKALA

DETAIL
BLOK
ANGKUR

1 : 20

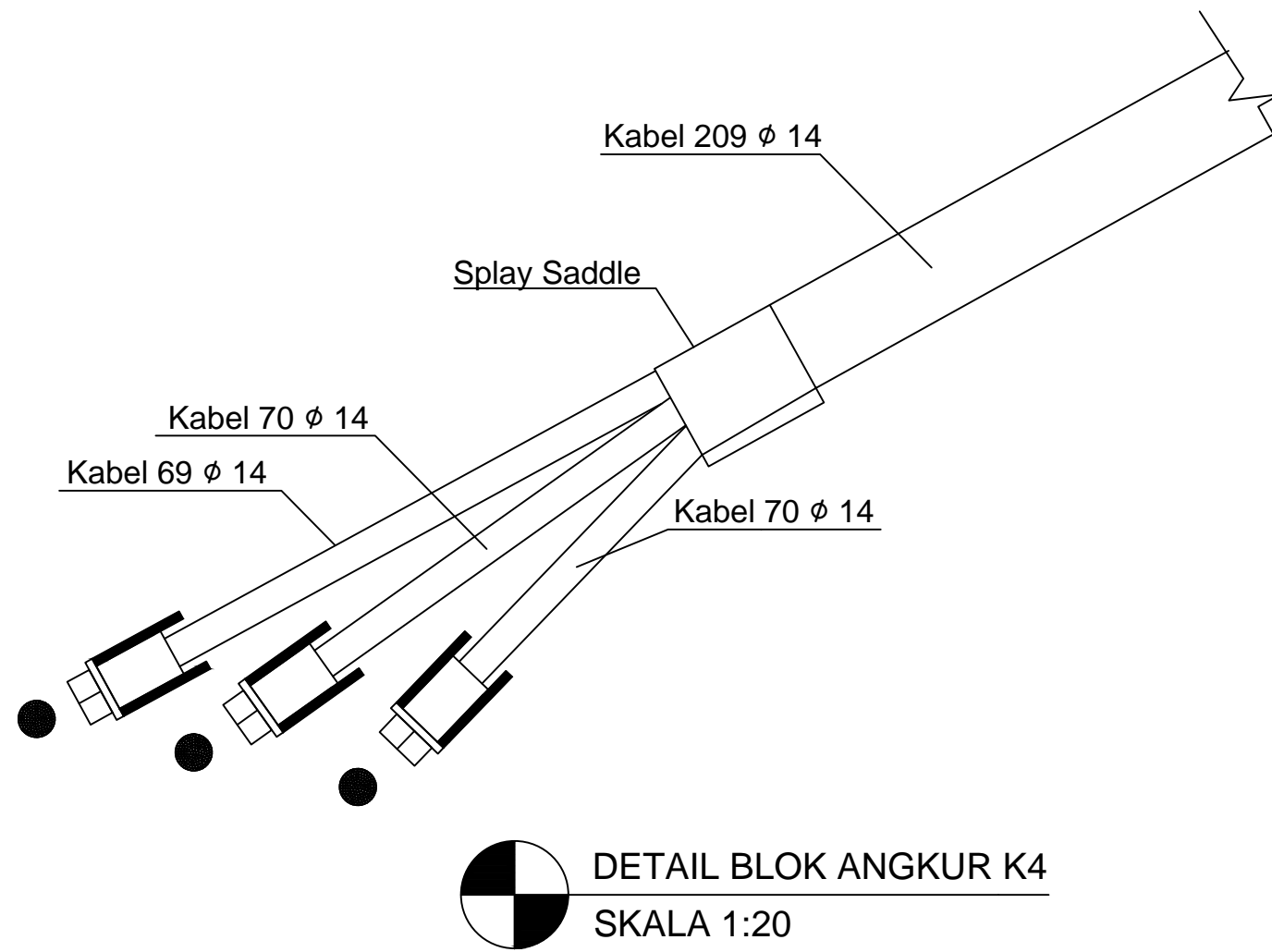
KODE

NO.
LEMBAR

JUMLAH
LEMBAR

20

34



NAMA KEGIATAN

TUGAS AKHIR

PEKERJAAN

PERENCANAAN JEMBTAN
CABLE STAYED

PEMILIK KEGIATAN

PRODI S1 TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER

PERENCANA

MAHASISWA PRODI S1
TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER

DIGAMBAR

DIPERIKSA

WAHYU PRASETYO
NIM : 091910301041

ERNO WIDAYANTO ST.,MT
NIP: 197004191998031002

GAMBAR

SKALA

DETAIL
BLOK
ANKUR

1 : 20

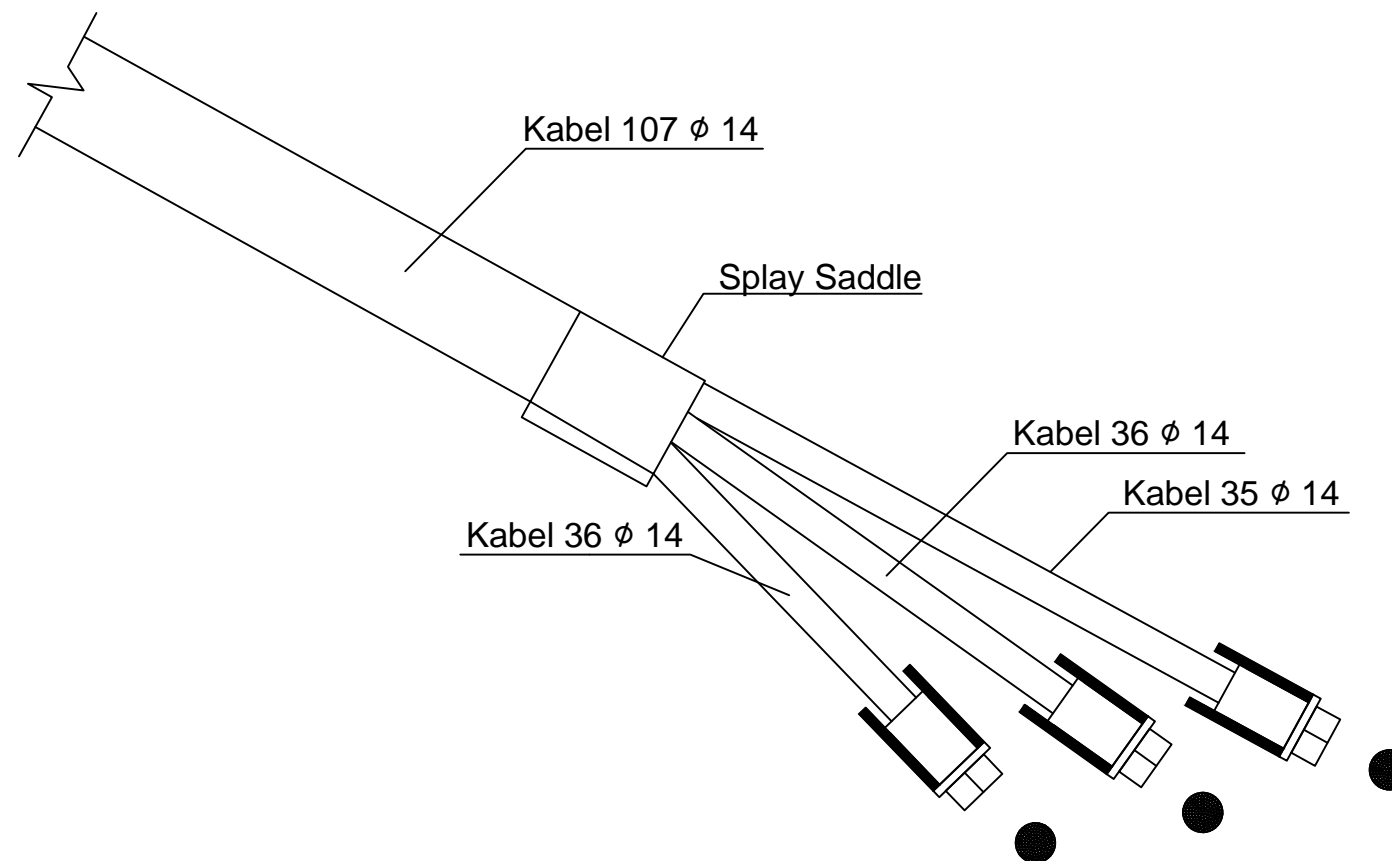
KODE

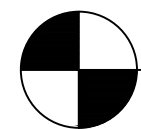
NO.
LEMBAR

JUMLAH
LEMBAR

21

34




DETAIL BLOK ANGKUR K5
 SKALA 1:20

NAMA KEGIATAN

TUGAS AKHIR

PEKERJAAN

PERENCANAAN JEMBTAN
CABLE STAYED

PEMILIK KEGIATAN

PRODI S1 TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER

PERENCANA

MAHASISWA PRODI S1
TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER

DIGAMBAR

DIPERIKSA

WAHYU PRASETYO
NIM : 091910301041

ERNO WIDAYANTO ST.,MT
NIP: 197004191998031002

GAMBAR

SKALA

DETAIL
BLOK
ANGKUR

1 : 20

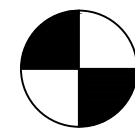
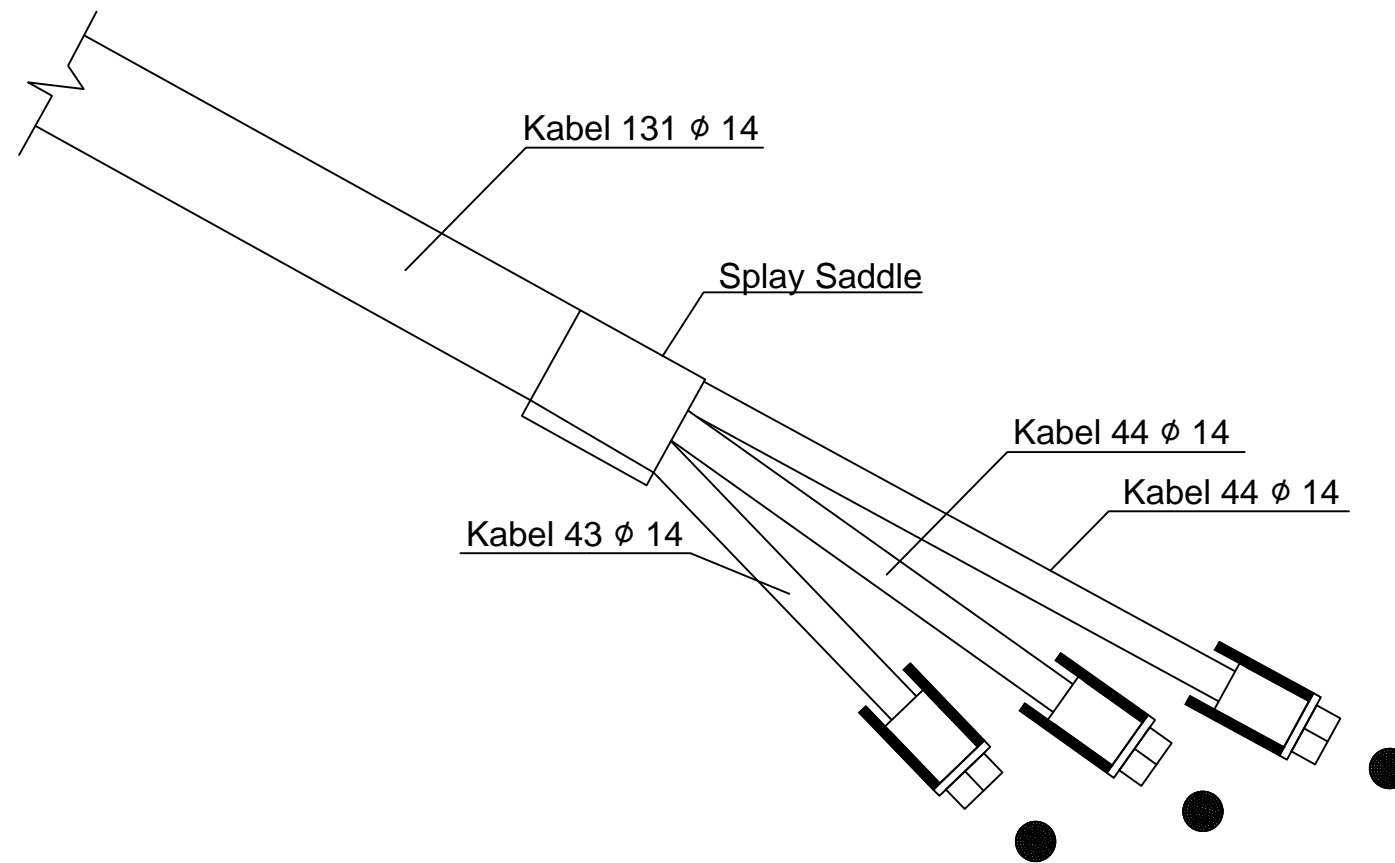
KODE

NO.
LEMBAR

JUMLAH
LEMBAR

22

34



DETAIL BLOK ANGKUR K6

SKALA 1:20

NAMA KEGIATAN

TUGAS AKHIR

PEKERJAAN

PERENCANAAN JEMBTAN
CABLE STAYED

PEMILIK KEGIATAN

PRODI S1 TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER

PERENCANA

MAHASISWA PRODI S1
TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER

DIGAMBAR

DIPERIKSA

WAHYU PRASETYO
NIM : 091910301041

ERNO WIDAYANTO ST.,MT
NIP: 197004191998031002

GAMBAR

SKALA

DETAIL
BLOK
ANGKUR

1 : 20

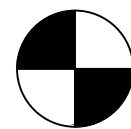
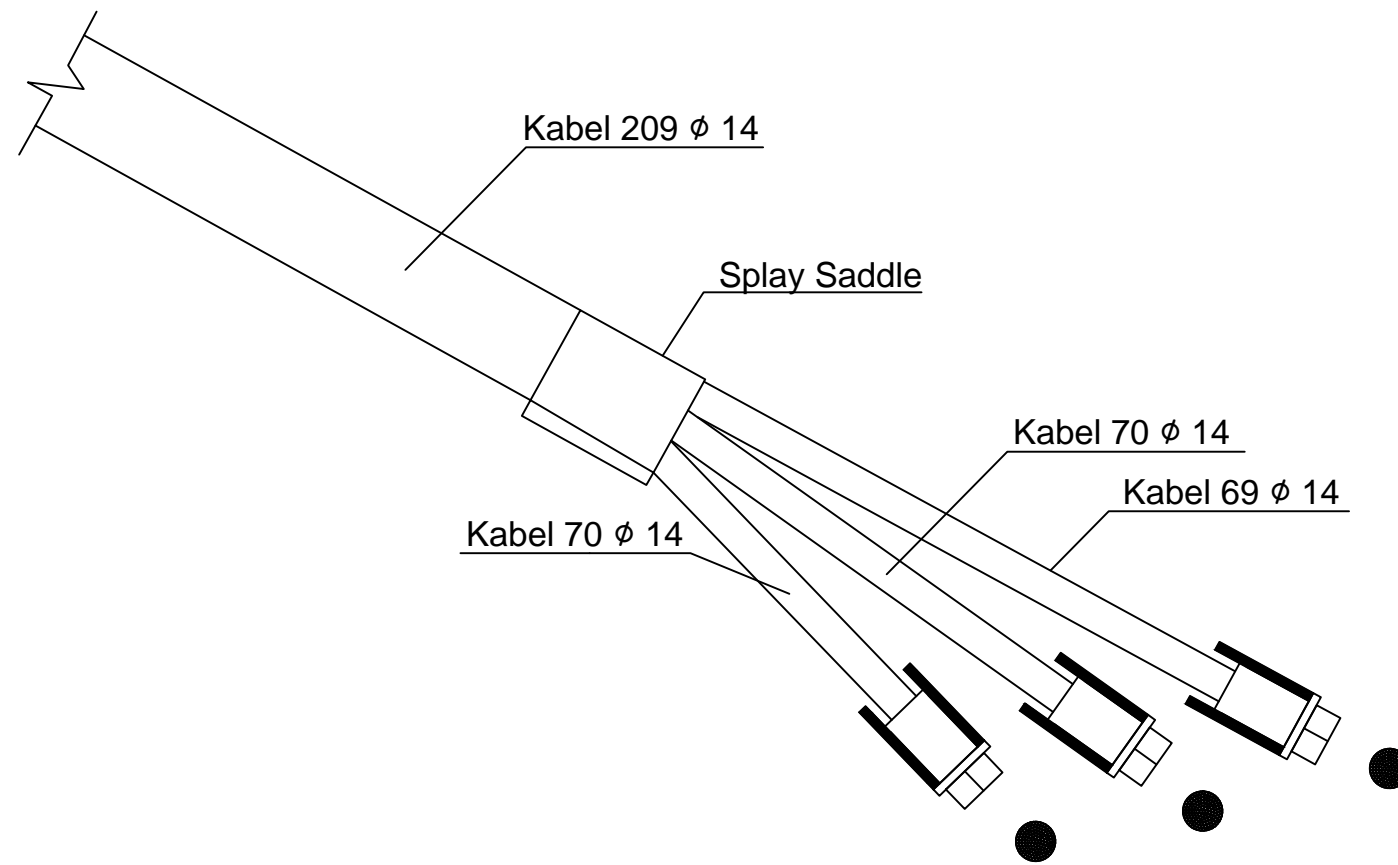
KODE

NO.
LEMBAR

JUMLAH
LEMBAR

23

34



DETAIL BLOK ANGKUR K8

SKALA 1:20

NAMA KEGIATAN

TUGAS AKHIR

PEKERJAAN

PERENCANAAN JEMBTAN
CABLE STAYED

PEMILIK KEGIATAN

PRODI S1 TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER

PERENCANA

MAHASISWA PRODI S1
TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER

DIGAMBAR

DIPERIKSA

WAHYU PRASETYO
NIM : 091910301041

ERNO WIDAYANTO ST.,MT
NIP: 197004191998031002

GAMBAR

SKALA

DETAIL
BLOK
ANGKUR

1 : 20

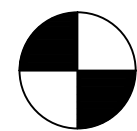
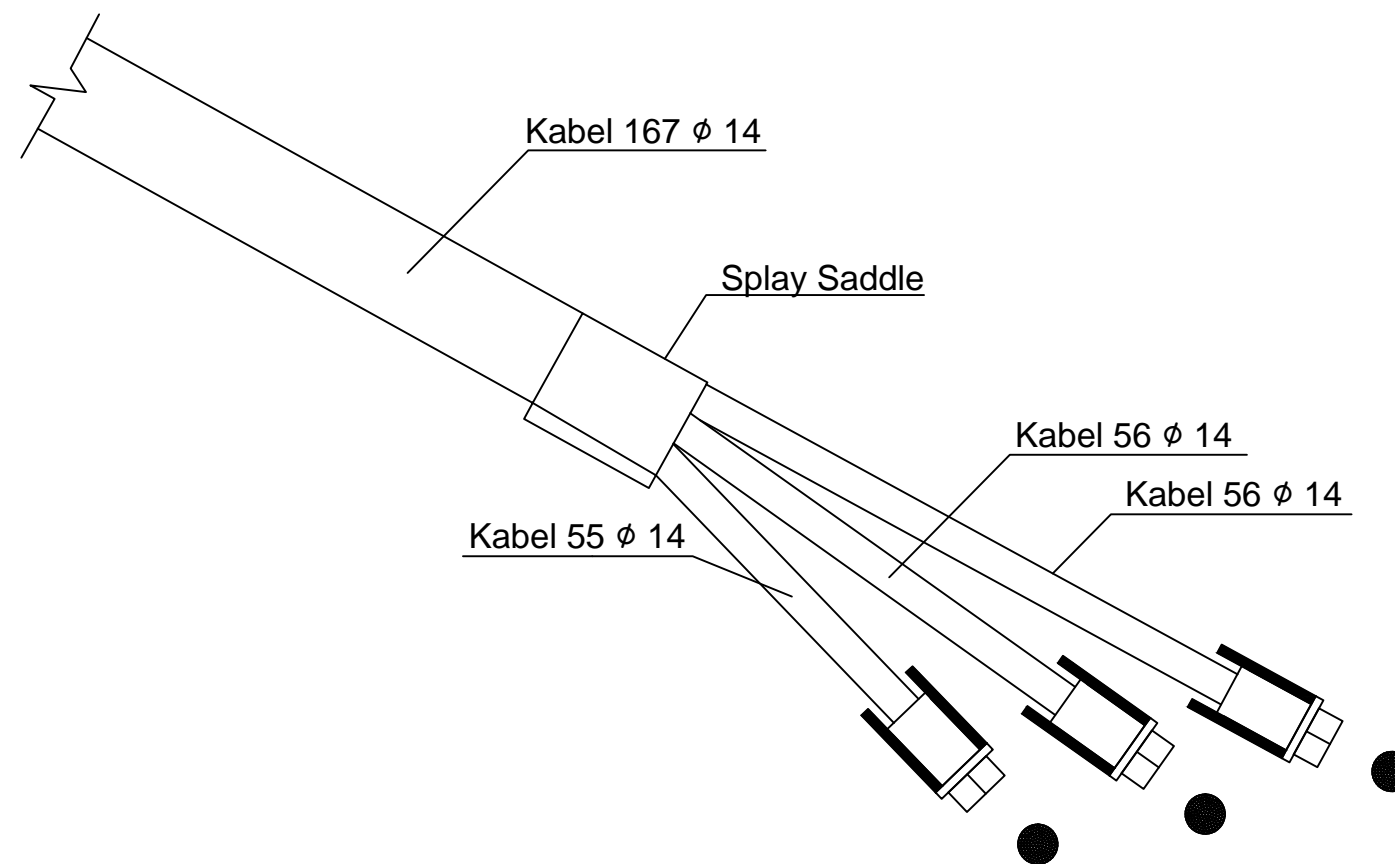
KODE

NO.
LEMBAR

JUMLAH
LEMBAR

24

34



DETAIL BLOK ANGKUR K7
SKALA 1:20

NAMA KEGIATAN

TUGAS AKHIR

PEKERJAAN

PERENCANAAN JEMBTAN
CABLE STAYED

PEMILIK KEGIATAN

PRODI S1 TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER

PERENCANA

MAHASISWA PRODI S1
TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER

DIGAMBAR

DIPERIKSA

WAHYU PRASETYO
NIM : 091910301041

ERNO WIDAYANTO ST.,MT
NIP: 197004191998031002

GAMBAR

SKALA

DETAIL
BLOK
ANGKUR

1 : 20

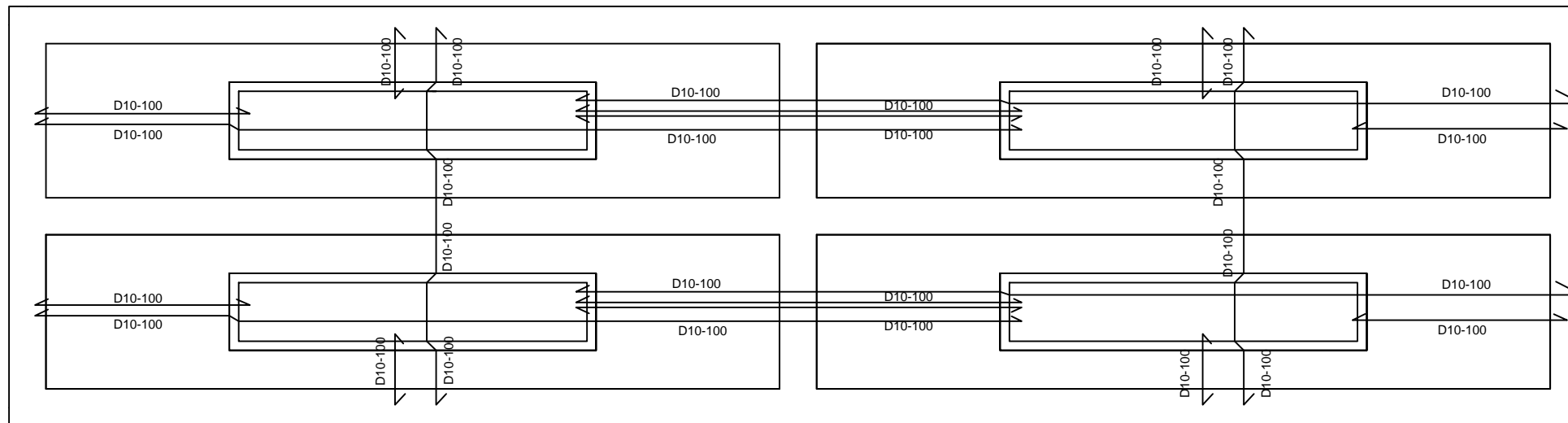
KODE


NO.
LEMBAR

JUMLAH
LEMBAR

25

34




DETAIL PLAT LANTAI
SKALA 1:50

NAMA KEGIATAN

TUGAS AKHIR

PEKERJAAN

PERENCANAAN JEMBTAN
CABLE STAYED

PEMILIK KEGIATAN

PRODI S1 TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER

PERENCANA

MAHASISWA PRODI S1
TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER

DIGAMBAR

DIPERIKSA

WAHYU PRASETYO
NIM : 091910301041

ERNO WIDAYANTO ST.,MT
NIP: 197004191998031002

GAMBAR

SKALA

DETAIL
PLAT

1 : 50

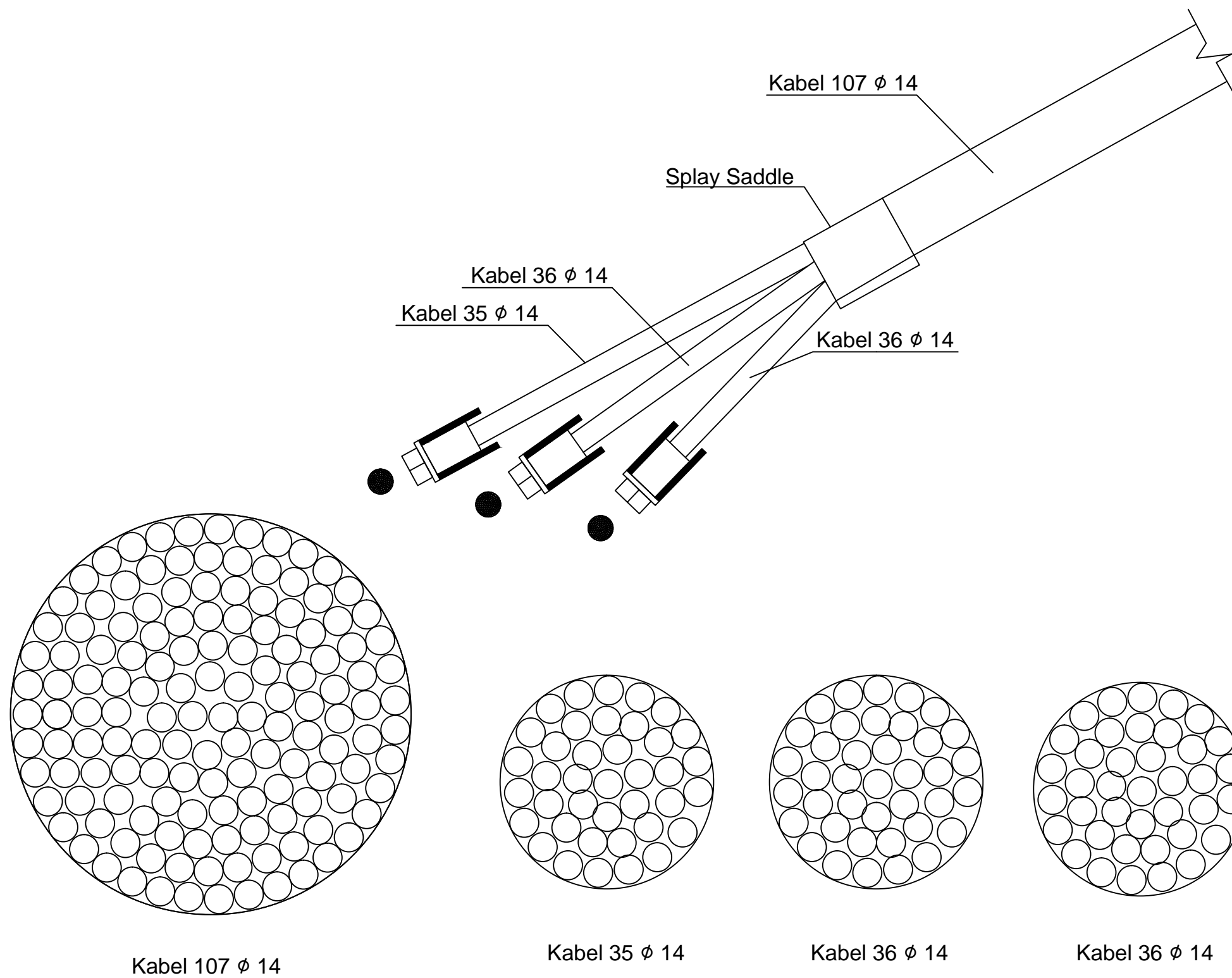
KODE

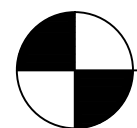
NO.
LEMBAR

JUMLAH
LEMBAR

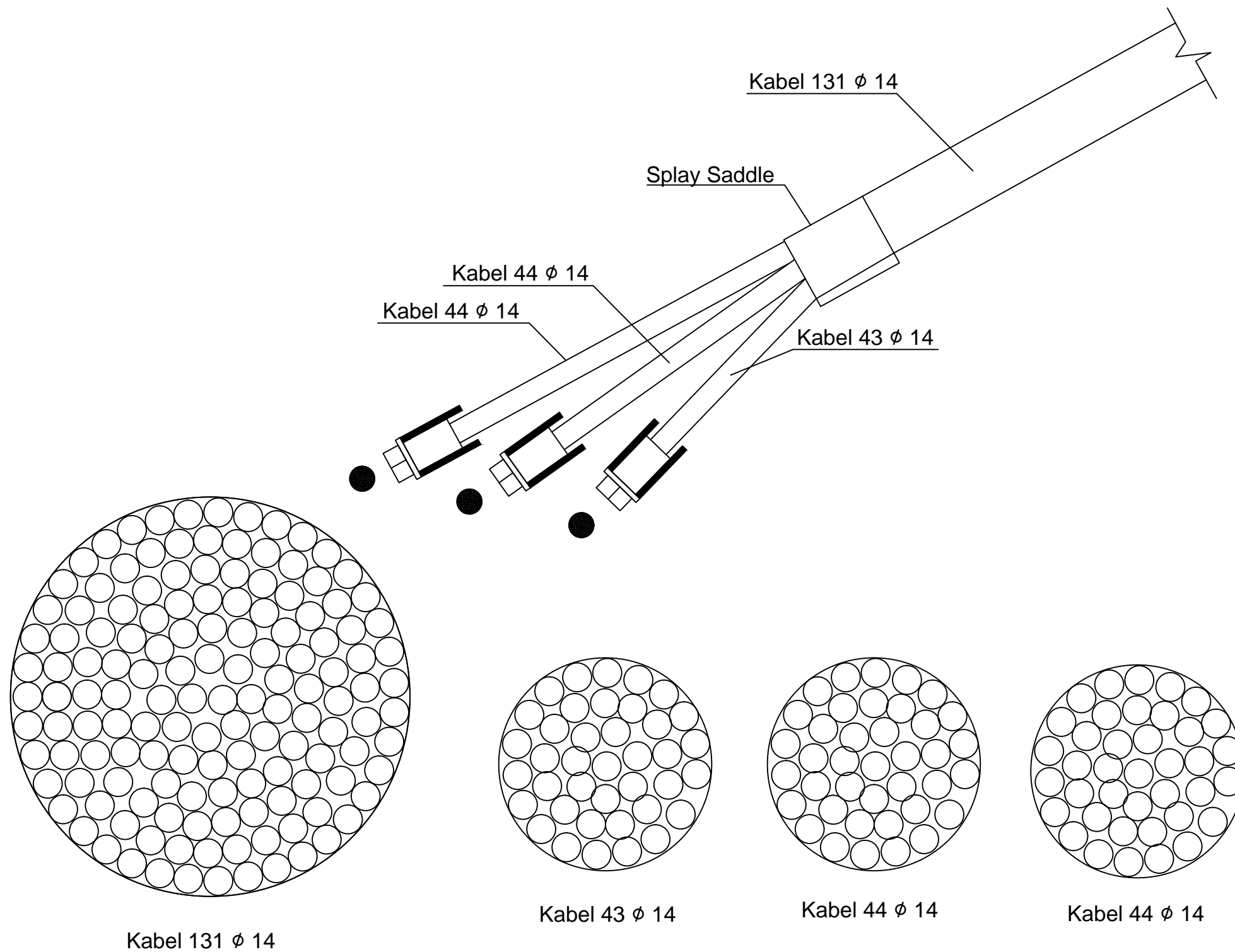
26

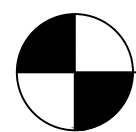
34



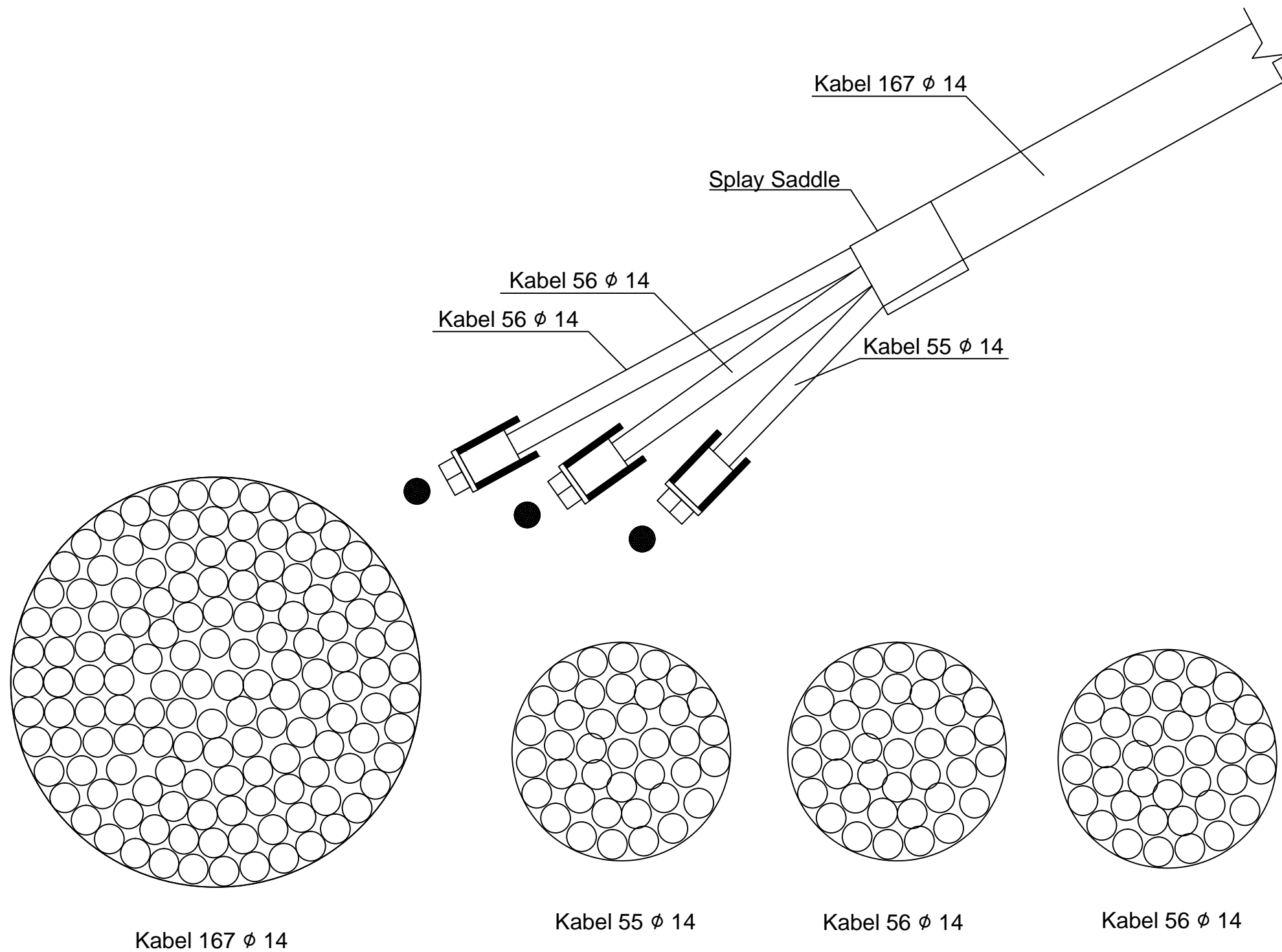

DETAIL STRAND KABEL K1
 SKALA 1:12.5

NAMA KEGIATAN		
TUGAS AKHIR		
PEKERJAAN		
PERENCANAAN JEMBTAN CABLE STAYED		
PEMILIK KEGIATAN		
PRODI S1 TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS JEMBER		
PERENCANA		
MAHASISWA PRODI S1 TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS JEMBER		
DIGAMBAR	DIPERIKSA	
WAHYU PRASETYO NIM : 091910301041	ERNO WIDAYANTO ST.,MT NIP: 197004191998031002	
GAMBAR	SKALA	
DETAIL STRAND KABEL	1 : 12.5	
KODE	NO. LEMBAR	JUMLAH LEMBAR
	27	34

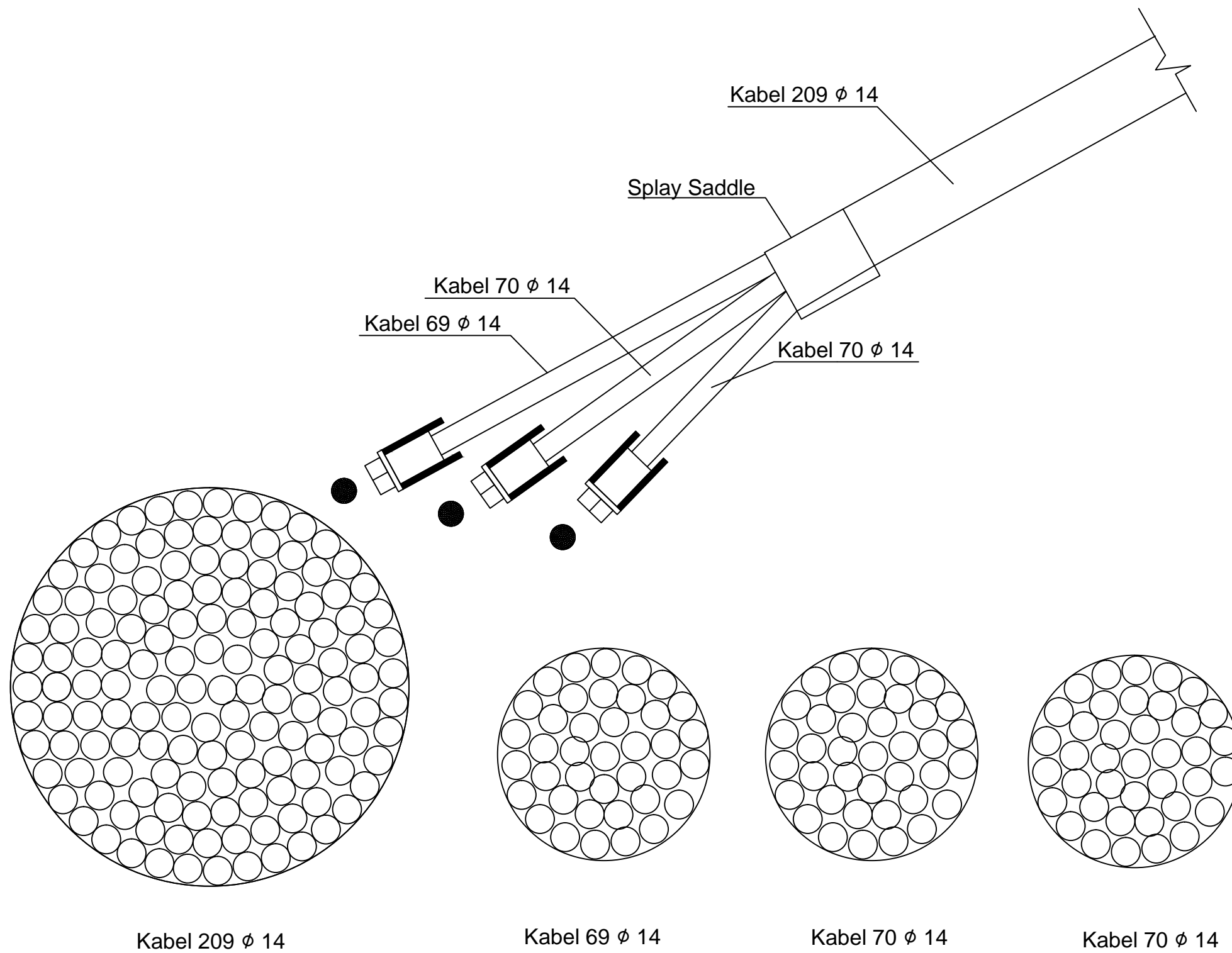


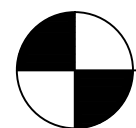

DETAIL STRAND KABEL K2
 SKALA 1:12.5

NAMA KEGIATAN		
TUGAS AKHIR		
PEKERJAAN		
PERENCANAAN JEMBTAN CABLE STAYED		
PEMILIK KEGIATAN		
PRODI S1 TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS JEMBER		
PERENCANA		
MAHASISWA PRODI S1 TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS JEMBER		
DIGAMBAR	DIPERIKSA	
WAHYU PRASETYO NIM : 091910301041	ERNO WIDAYANTO ST.,MT NIP: 197004191998031002	
GAMBAR	SKALA	
DETAIL STRAND KABEL	1 : 12.5	
KODE	NO. LEMBAR	JUMLAH LEMBAR
	28	34

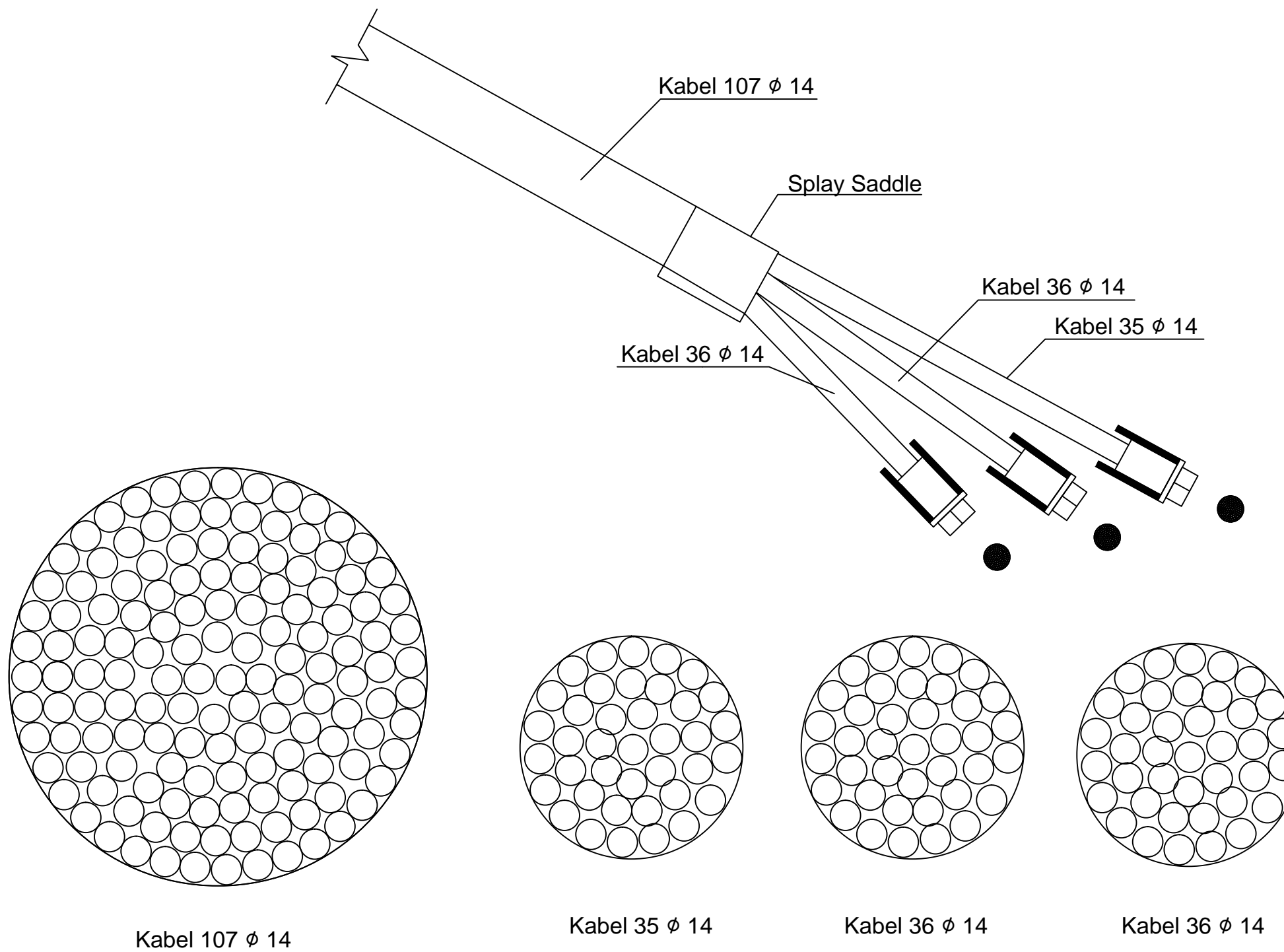


NAMA KEGIATAN		
TUGAS AKHIR		
PEKERJAAN		
PERENCANAAN JEMBTAN CABLE STAYED		
PEMILIK KEGIATAN		
PRODI S1 TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS JEMBER		
PERENCANA		
MAHASISWA PRODI S1 TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS JEMBER		
DIGAMBAR	DIPERIKSA	
WAHYU PRASETYO NIM : 091910301041	ERNO WIDAYANTO ST.,MT NIP: 197004191998031002	
GAMBAR	SKALA	
DETAIL STRAND KABEL	1 : 12.5	
KODE	NO. LEMBAR	JUMLAH LEMBAR
	29	34

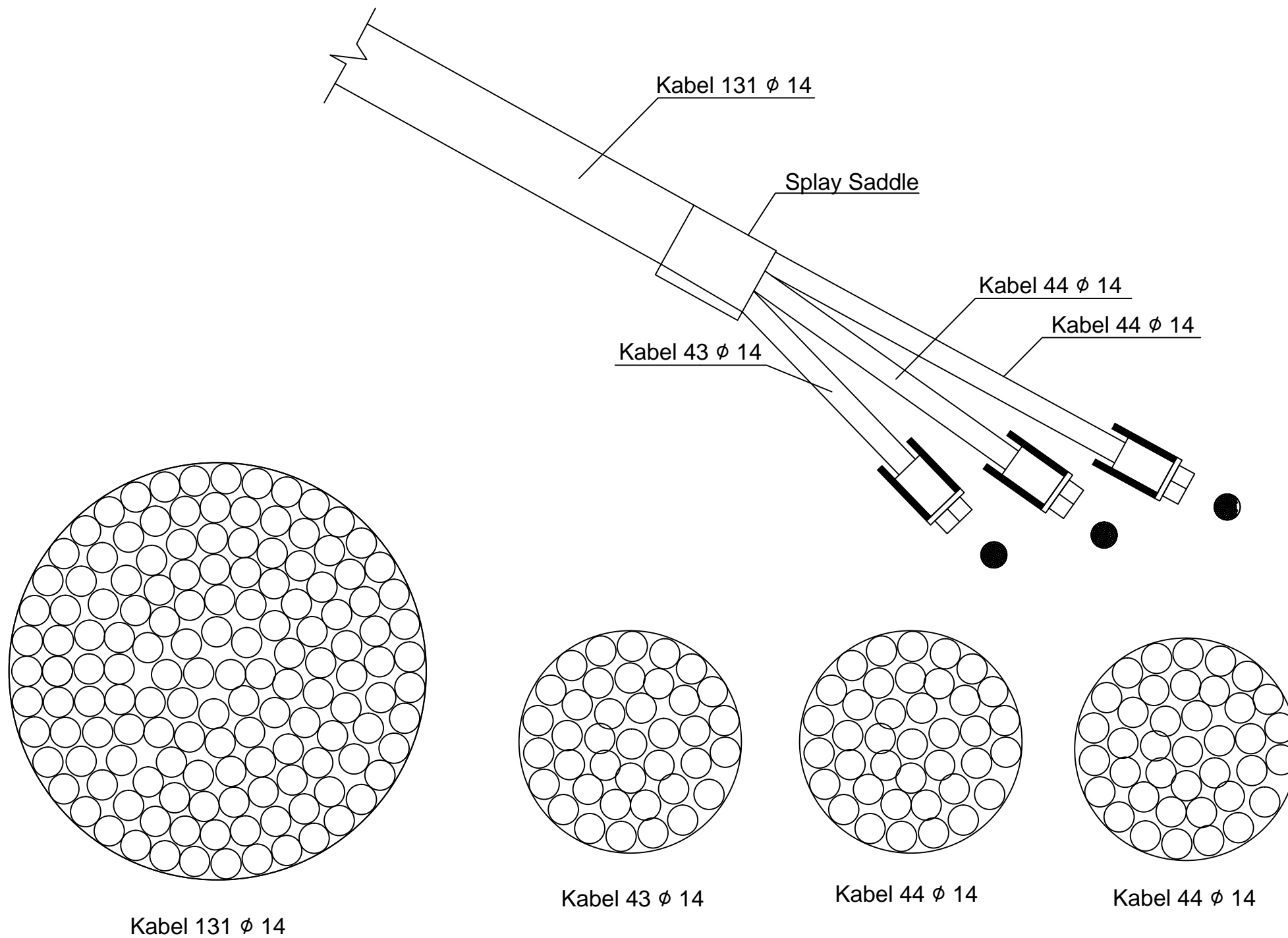



DETAIL STRAND KABEL K4
 SKALA 1:12.5

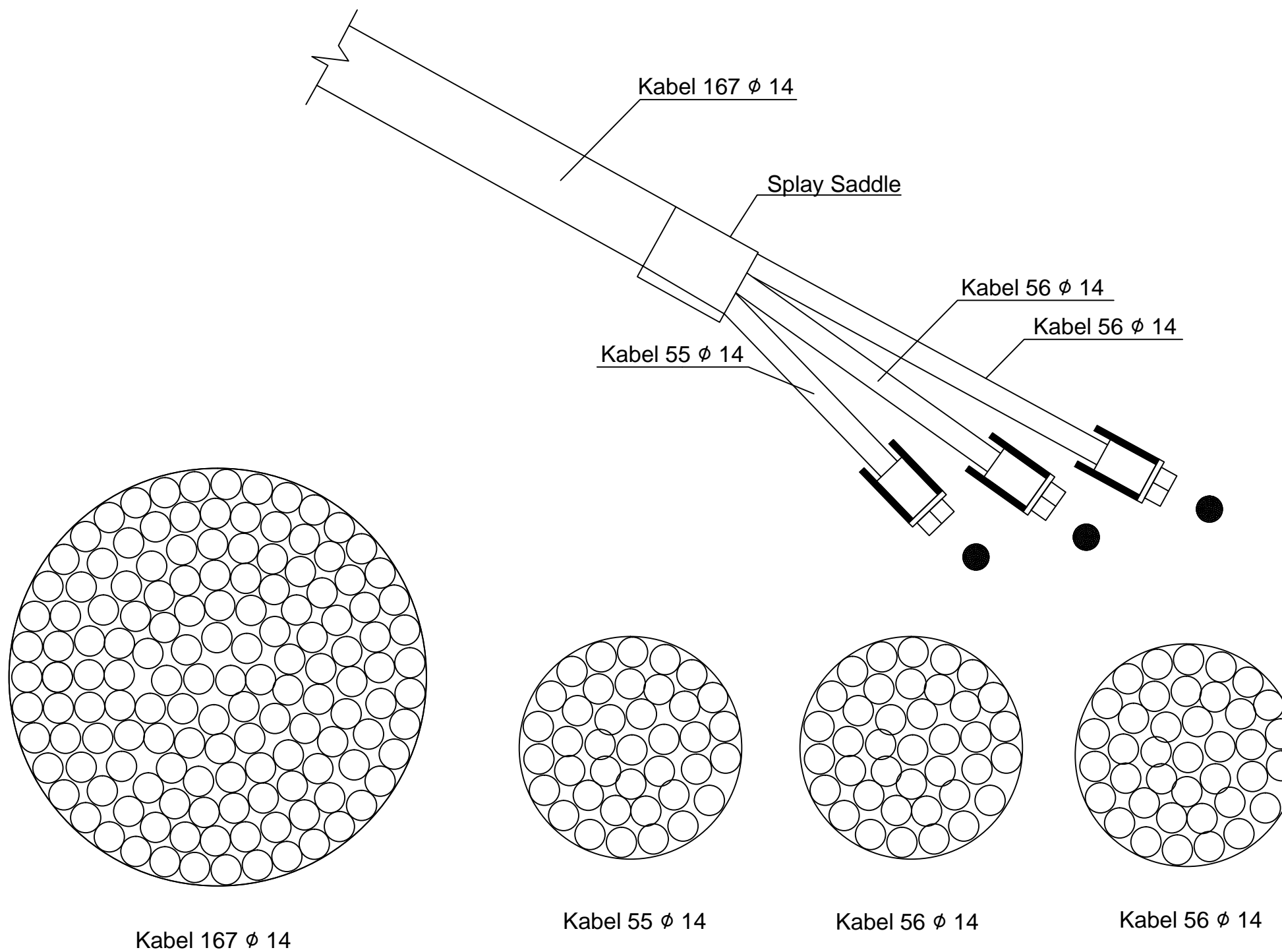
NAMA KEGIATAN		
TUGAS AKHIR		
PEKERJAAN		
PERENCANAAN JEMBTAN CABLE STAYED		
PEMILIK KEGIATAN		
PRODI S1 TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS JEMBER		
PERENCANA		
MAHASISWA PRODI S1 TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS JEMBER		
DIGAMBAR	DIPERIKSA	
WAHYU PRASETYO NIM : 091910301041	ERNO WIDAYANTO ST.,MT NIP: 197004191998031002	
GAMBAR	SKALA	
DETAIL STRAND KABEL	1 : 12.5	
KODE	NO. LEMBAR	JUMLAH LEMBAR
	30	34



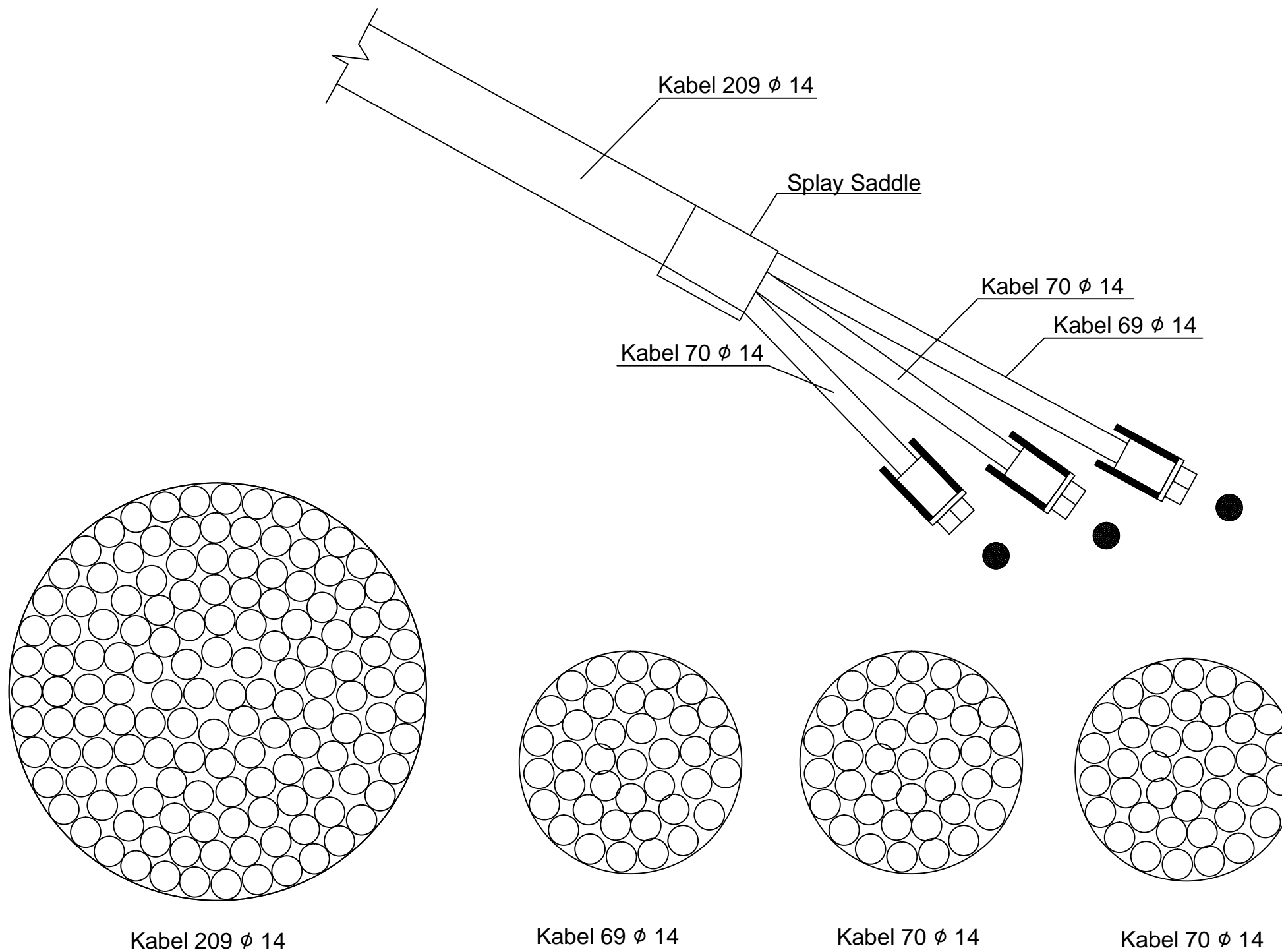
NAMA KEGIATAN		
TUGAS AKHIR		
PEKERJAAN		
PERENCANAAN JEMBTAN CABLE STAYED		
PEMILIK KEGIATAN		
PRODI S1 TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS JEMBER		
PERENCANA		
MAHASISWA PRODI S1 TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS JEMBER		
DIGAMBAR	DIPERIKSA	
WAHYU PRASETYO NIM : 091910301041	ERNO WIDAYANTO ST.,MT NIP: 197004191998031002	
GAMBAR	SKALA	
DETAIL STRAND KABEL	1 : 12.5	
KODE	NO. LEMBAR	JUMLAH LEMBAR
	31	34



NAMA KEGIATAN		
TUGAS AKHIR		
PEKERJAAN		
PERENCANAAN JEMBTAN CABLE STAYED		
PEMILIK KEGIATAN		
PRODI S1 TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS JEMBER		
PERENCANA		
MAHASISWA PRODI S1 TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS JEMBER		
DIGAMBAR	DIPERIKSA	
WAHYU PRASETYO NIM : 091910301041	ERNO WIDAYANTO ST.,MT NIP: 197004191998031002	
GAMBAR	SKALA	
DETAIL STRAND KABEL	1 : 12.5	
KODE	NO. LEMBAR	JUMLAH LEMBAR
	32	34



NAMA KEGIATAN		
TUGAS AKHIR		
PEKERJAAN		
PERENCANAAN JEMBTAN CABLE STAYED		
PEMILIK KEGIATAN		
PRODI S1 TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS JEMBER		
PERENCANA		
MAHASISWA PRODI S1 TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS JEMBER		
DIGAMBAR	DIPERIKSA	
WAHYU PRASETYO NIM : 091910301041	ERNO WIDAYANTO ST.,MT NIP: 197004191998031002	
GAMBAR	SKALA	
DETAIL STRAND KABEL	1 : 12.5	
KODE	NO. LEMBAR	JUMLAH LEMBAR
	33	34



NAMA KEGIATAN		
TUGAS AKHIR		
PEKERJAAN		
PERENCANAAN JEMBTAN CABLE STAYED		
PEMILIK KEGIATAN		
PRODI S1 TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS JEMBER		
PERENCANA		
MAHASISWA PRODI S1 TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS JEMBER		
DIGAMBAR	DIPERIKSA	
WAHYU PRASETYO NIM : 091910301041	ERNO WIDAYANTO ST.,MT NIP: 197004191998031002	
GAMBAR	SKALA	
DETAIL STRAND KABEL	1 : 12.5	
KODE	NO. LEMBAR	JUMLAH LEMBAR
	34	34

