

Gambar 2.29 – Klasifikasi efek psikologis berdasarkan amplitude.....	65
Gambar 2.30 – Klasifikasi psikologis berdasarkan percepatan .....	65
Gambar 2.31 – urutan Forward Process Analysis (FPA).....	66
Gambar 2.32 – Perhitungan gaya kabel saat pelaksanaan .....	67
Gambar 3.1 – Potongan memanjang eksisting jembatan Hasan Basri.....	69
Gambar 3.2 – Preliminary Design Jembatan Hasan Basri.....	69
Gambar 3.3 – Detail Peta Lokasi Jembatan Hasan Basri.....	70
Gambar 3.4 – Detail Peta Lokasi Jembatan Hasan Basri.....	70
Gambar 3.5 – Detail Peta Lokasi Jembatan Hasan Basri.....	71
Gambar 3.6 – Detail Peta Lokasi Jembatan Hasan Basri.....	71
Gambar 3.7 – Bagan alir .....	76
Gambar 4.1– Preliminary design jembatan Hasan Basri .....	79
Gambar 4.2 – Tampak perspektif jembatan .....	86
Gambar 4.3 – Tampak atas jembatan.....	86
Gambar 4.4 – Tampak memanjang jembatan .....	87
Gambar 4.5 - Tampak melintang jembatan.....	87
Gambar 4.6 - <i>Cross section deck</i> jembatan.....	87
Gambar 4.7 – Data koefisien gempa dan respon spektrum.....	92
Gambar 4.8 – Pembebanan truk “T” .....	96
Gambar 4.9 – Top orthotropic plate ribs.....	97
Gambar 4.10 – Penampang efektif <i>top orthotropic plate rib</i> .....	98
Gambar 4.12 – Ilustrasi susunan baut pada sambungan .....	106
Gambar 4.13 – <i>Bottom orthotropic plate ribs</i> .....	111
Gambar 4.14 – Penampang efektif <i>bottom orthotropic plate rib</i> .....	112
Gambar 4.15 – Posisisi sambungan antar segmen rusuk .....	119
Gambar 4.16 – Ilustrasi susunan baut pada sambungan .....	120
Gambar 4.17 – Ilustrasi penampang <i>floor beam atas</i> .....	125
Gambar 4.19 – Ilustrasi penampang <i>side box girder</i> .....	152
Gambar 4.20 – Konfigurasi baut <i>side box girder</i> .....	157
Gambar 4.21 – Ilustrasi penampang <i>main box girder</i> .....	161
Gambar 4.23 – <i>Section properties bracing</i> .....	167
Gambar 4.23 – <i>Section properties bracing</i> .....	169

Gambar 4.24 – Layout kabel.....	171
Gambar 4.25 – Ilustrasi Angkur.....	174
Gambar 4.26 – Diagram Interaksi Menara.....	186
Gambar 4.27 – Koefisien gaya angkat C (Walter, Rene 1999).....	192
Gambar 4.28 – Kontrol keamanan amplitude (Walter, Rene 1999) .....	193
Gambar 4.29 – Kontrol keamanan akibat osilasi (Walter, Rene 1999) .....	194

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 – Besaran yang dapat digunakan untuk memperkirakan berat gelagar..	21
Tabel 2.2– Berat isi untuk beban mati .....	26
Tabel 2.3 – Faktor beban untuk berat sendiri.....	27
Tabel 2.4 – Faktor beban untuk beban mati tambahan .....	27
Tabel 2.5 - Jumlah lajur lalu lintas rencana .....	28
Tabel 2.6 - Faktor beban untuk beban lajur “D” .....	29
Tabel 2.7 – Faktor beban untuk beban “T” .....	31
Tabel 2.8 – Nilai $V_o$ dan $Z_o$ untuk berbagai variasi kondisi permukaan hulu .....	36
Tabel 2.9 – Tekanan angin dasar .....	36
Tabel 2.10 – Tekanan angin dasar ( $P_B$ ) untuk berbagai sudut serang .....	37
Tabel 2.11 – Komponen beban angin yang bekerja pada kendaraan.....	37
Tabel 2.12 – Persyaratan analisis minimum untuk pengaruh gempa.....	39
Tabel 2.13 – Persyaratan jembatan beraturan .....	40
Tabel 2.14 – Kombinasi pembebanan.....	42
Tabel 2.16 Sifat baja struktural .....	48
Tabel 4.1 - Standar ukuran rusuk.....	81
Tabel 4.2 - Ukuran standar rusuk bentuk trap.....	81
Tabel 4.3 - Spesifikasi kabel .....	82
Tabel 4.4 - Rekapitulasi perhitungan jumlah <i>strand</i> .....	84
Tabel 4.5 - gaya bertikal kumulatif yang dipikul menara: .....	85
Tabel 4.6 - Data NSPT .....	91
Tabel 4.7 – Tekan maksimum.....	93
Tabel 4.8 – Tarik maksimum .....	93
Tabel 4.9 – Geser X maksimum.....	94
Tabel 4.10 – Geser Y maksimum.....	94
Tabel 4.12 – Momen Y maksimum .....	95
Tabel 4.13 – Tekan maksimum.....	108
Tabel 4.14 – Tarik maksimum .....	108
Tabel 4.15 – Geser X maksimum.....	109
Tabel 4.16 – Geser Y maksimum.....	109
Tabel 4.17 – Momen X maksimum .....	110

Tabel 4.18 – Momen Y maksimum .....	110
Tabel 4.19 – Tekan maksimum.....	122
Tabel 4.20 – Tarik maksimum .....	122
Tabel 4.21 – Geser X maksimum.....	123
Tabel 4.22 – Geser Y maksimum.....	123
Tabel 4.23 – Momen X maksimum .....	124
Tabel 4.24 – Momen Y maksimum .....	124
Tabel 4.26 – Tekan maksimum.....	135
Tabel 4.27 – Tarik maksimum .....	135
Tabel 4.28 – Geser X maksimum.....	136
Tabel 4.29 – Geser Y maksimum.....	136
Tabel 4.30 – Momen X maksimum .....	137
Tabel 4.31 – Momen Y maksimum .....	137
Gambar 4.18 – Section properties penampang floor beam bawah .....	139
Tabel 4.32 – Tekan maksimum.....	149
Tabel 4.33 – Tarik maksimum .....	149
Tabel 4.34 – Geser X maksimum.....	150
Tabel 4.35 – Geser Y maksimum.....	150
Tabel 4.36 – Momen X maksimum .....	151
Tabel 4.37 – Momen Y maksimum .....	151
Tabel 4.37 – Tekan maksimum.....	158
Tabel 4.38 – Tarik maksimum .....	158
Tabel 4.39 – Geser X maksimum.....	159
Tabel 4.40 – Geser Y maksimum.....	159
Tabel 4.41 – Momen X maksimum .....	160
Tabel 4.42 – Momen Y maksimum .....	160
Tabel 4.43 – Gaya pretension kabel.....	171
Tabel 4.44 – Gaya dalam kabel.....	172
Tabel 4.46 – Rekapitulasi Nilai $\phi P_n$ dan $\phi M_n$ Pada Formasi Tulangan 704D32 Menara.....	185
Tabel 4.47 – Kapasitas kabel .....	190

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

*Single-plane cable-stayed* adalah variasi jembatan *cable-stayed* yang konfigurasi kabel transversalnya menggunakan sistem satu bidang (*single-plane*), dimana kabel diangkur dari menara ke tengah gelagar melintang jembatan sehingga akan membatasi dua arah jalur lalu lintas. Tipe jembatan ini layak dipertimbangkan karena tidak hanya dapat memenuhi seluruh fungsinya sebagai jembatan, namun juga memiliki nilai estika struktur yang tinggi karena tidak terjadi persilangan kabel, sehingga pada banyak daerah jembatan tipe ini seringkali menjadi objek wisata atau bahkan ikon suatu daerah.

Jembatan Hasan Basri merupakan prasarana penyeberangan utama Sungai Barito di Kota Muara Teweh dan juga menjadi penghubung jalan antar Kabupaten di Provinsi Kalimantan Tengah. Jembatan yang juga menjadi pintu masuk ke Kota Muara Teweh, Kabupaten Barito Utara, Provinsi Kalimantan Tengah ini memiliki panjang 260 meter, tinggi 6 meter, dan lebar 7 meter yang terbagi menjadi 5 segmen dan memiliki 4 buah pilar. Jembatan dengan tipe *warren truss* yang dibangun pada tahun 1990-1995 ini masuk dalam klasifikasi jembatan kelas II.

Sebagai pintu masuk ke Kota Muara Teweh jembatan Hasan Basri memegang peranan penting dalam pergerakan ekonomi daerah. Selain itu kebutuhan transportasi masyarakat yang kian besar setiap tahun semakin membebani struktur jembatan sehingga akan mempengaruhi kekuatannya, dimana rusak atau tidak aktifnya jembatan ini dapat membahayakan banyak pengendara serta akan mengakibatkan terhambatnya pertumbuhan ekonomi daerah, bahkan dapat mempengaruhi kondisi ekonomi nasional. Untuk menghindari hal tersebut maka jembatan ini harus memiliki tingkat keamanan dan kenyamanan yang tinggi sehingga dapat memenuhi kebutuhan transportasi masyarakat selama masa pelayanannya.

Dalam Tugas Akhir ini penulis akan melakukan alternatif perencanaan struktur atas jembatan Hasan Basri dengan sistem *single-plane cable-stayed*. Dimana pemilihan jembatan dengan sistem *single-plane cable-stayed* ini didasarkan pada pertimbangan tampilan strukturnya yang indah menimbang fungsi jembatan ini yang merupakan pintu masuk ke kota muara teweh sehingga cocok untuk dijadikan objek wisata serta ciri khas atau ikon daerah.

## **1.2 Identifikasi Masalah**

Berdasarkan latar belakang di atas dapat diidentifikasi masalah yang mendasari pengerjaan tugas akhir ini, yaitu peningkatan volume lalu lintas setiap tahunnya yang akan berpengaruh pada kekuatan struktur jembatan. Selain itu banyaknya pilar pada model eksisting jembatan juga menambah resiko kapal menabrak tiang.

Sehingga bertolak dari masalah-masalah tersebut, penulis melakukan alternatif perencanaan Jembatan Hasan Basri dengan sistem *single-plane cable-stayed* yang tidak hanya memenuhi seluruh fungsi jembatan, tetapi juga memberikan tambahan nilai dari segi estetika. Selain itu penggunaan menara tunggal yang terletak di tengah-tengah bentang juga mengurangi resiko tabrakan kapal.

## **1.3 Rumusan Masalah**

Bertolak dari masalah yang telah diidentifikasi di atas, maka dalam tugas akhir ini dilakukan perencanaan alternatif struktur atas jembatan Hasan Basri menggunakan sistem *single-plane cable-stayed*, dengan mengangkat beberapa rumusan masalah, yaitu sebagai berikut:

1. Bagaimana Analisa *preliminary design* struktur jembatan *single plane cable-stayed* dan komponen struktur utamanya?
2. Berapa dimensi Pelat lantai kendaraan dan pelat bawah jembatan?
3. Berapa dimensi *floor beam* jembatan?
4. Berapa dimensi *side box girder*?
5. Berapa dimensi *main box girder*?

6. Berapa dimensi dan jumlah strand kabel yang dibutuhkan jembatan?
7. Bagaimana hasil analisa aerodinamis jembatan?

#### **1.4 Maksud dan Tujuan**

Maksud dari penulisan tugas akhir ini adalah untuk mengaplikasikan ilmu yang telah dipelajari dalam perkuliahan dan untuk memenuhi syarat kelulusan Program Studi Teknik Sipil S-1 ITN Malang. Adapun tujuan dari penyusunan tugas akhir ini yaitu, sebagai berikut:

1. Menganalisa *preliminary design* struktur jembatan *single-plane cable-stayed* dan komponen struktur utamanya.
2. Menghitung dimensi Pelat lantai kendaraan dan pelat bawah jembatan?
3. Menghitung dimensi *floor beam* jembatan.
4. Menghitung dimensi *side box girder*.
5. Menghitung dimensi *main box girder*.
6. Menghitung dimensi dan jumlah strand kabel yang dibutuhkan jembatan.
7. Menganalisa stabilitas aerodinamis jembatan.

#### **1.5 Batasan Masalah**

Dalam tugas akhir ini hanya merencanakan struktur atas jembatan Hasan Basri dengan sistem *single-plane cable-stayed* serta tidak memperhitungkan penghubung geser (stud) pada gelagar. Perencanaan ini dilakukan dengan mengacu pada aturan-aturan berikut:

1. SNI 1725-2016 tentang “Pembebanan untuk Jembatan”.
2. Peraturan Kementerian Pekerjaan Umum Nomor 08/SE/M/2015 tentang “Perencanaan Jembatan Beruji Kabel”.
3. RSNI 2833-2019 tentang “Perancangan Jembatan terhadap Beban Gempa”.
4. RSNI T 12-2004 tentang “Perencanaan Struktur Beton untuk Jembatan”.
5. AISC 360-16 “Specification for Structural Steel Building”.
6. AISC 1963 “Design Manual for ORTHOTROPIC STEEL PLATE DECK BRIDGE”.

## **1.6 Manfaat**

Manfaat dari penyusunan tugas akhir ini untuk umum yaitu sebagai referensi bagi pembaca yang ingin mengetahui lebih dalam tentang perencanaan struktur atas jembatan dengan metode *single-plane cable-stayed*, sedangkan untuk penulis yaitu sebagai salah satu persyaratan kelulusan Program Studi Teknik Sipil S-1 ITN Malang.



## BAB II

### STUDI PUSTAKA

#### 2.1 Umum

Jembatan *cabl-stayed* merupakan struktur jembatan yang memiliki sederetan kabel yang menjadi tumpuan yang dihubungkan dengan *pylon* sebagai penahan utama untuk menyalurkan beban yang bekerja pada lantai dek jembatan menuju pondasi. (Annisa, 2020)

Rancangan jembatan *cabl-stayed* pertama kali ditemukan pada tahun 1595 oleh Fausto Veranzio, seorang penemu dari Kroasia-Venesia dalam bukunya yang berjudul *Machinae Novae*. Namun meskipun sudah ditemukan sejak akhir abad ke 16, jembatan dengan sistem *cabl-stayed* baru digunakan secara luas pada abad ke 19. Pada awal penggunaannya, rancangan jembatan *cabl-stayed* digabungkan dengan jembatan gantung setelah para *designer* pada masa itu menemukan bahwa kombinasi jembatan gantung dan jembatan *cabl-stayed* dapat menghasilkan struktur jembatan yang lebih kaku. Contoh dari jembatan yang menggunakan model ini adalah jembatan Dryburgh Abbey, jembatan Victoria, jembatan Bath, dan jembatan Albert. Model jembatan ini tidak terlalu populer pada awal abad ke-20, pada saat itu untuk jembatan dengan bentang panjang di gunakan desain murni jembatan gantung sedangkan untuk bentang pendek menggunakan berbagai model jembatan yang dibangun dari beton bertulang. Jembatan *cabl-stayed* kembali banyak digunakan pada akhir abad ke-20 ketika mulai digunakan kombinasi material baru dan ditemukannya mesin konstruksi yang lebih besar. Selain itu karena kehancuran yang disebabkan oleh Perang Dunia 2 banyak jembatan-jembatan yang rusak sehingga membutuhkan rekonstruksi jembatan baru.

## 2.2 Studi Terdahulu

### 2.2.1 Rizal Purnawan (2017)

Rizal Purnawan pada tahun 2017 melakukan studi alternatif perencanaan dengan judul “Desain Jembatan *Cable-Stayed* Sembayat Baru dengan *Single-Plane System* Menggunakan Metode Pelaksanaan *Balance Cantilever*”. Jembatan Sembayat Baru memiliki bentang eksisting sepanjang 354 meter dan lebar total jembatan 12 meter, jembatan ini melintasi sungai bengawan solo di Kecamatan Manyar Kabupaten Gresik.

Dalam perencanaan ini bentang total jembatan Sembayat Baru direncanakan memiliki bentang total 340 meter dimana untuk sisa 14 meter dilakukan pengurangan. Jembatan ini terbagi dalam 2 bentang masing-masing sepanjang 170 meter dengan lebar total jembatan 17 meter. Jembatan ini menggunakan konfigurasi kabel longitudinal *modified fan pattern* sedangkan untuk konfigurasi kabel transversal digunakan *single-plane system*. Untuk konstruksi menara, jembatan ini menggunakan menara tipe kolom tunggal dengan material beton dan untuk lantai kendaraannya digunakan *Orthotropic Steel Box Girder*.

### 2.2.2 Rizal Nur Syamsu (2017)

Rizal Nur Syamsu pada tahun 2017 melakukan studi alternatif perencanaan dengan judul “Perencanaan Struktur Jembatan Trucuk Kabupaten Bojonegoro Dengan Menggunakan Metode *Semi-Harp Pattern Cable-Stayed*”. Jembatan Trucuk memiliki bentang total 340 meter dan total jembatan 17 meter. Untuk konfigurasi kabel longitudinal jembatan ini digunakan *semi-harp pattern* sedangkan untuk konfigurasi kabel transversal digunakan *double-plane system*. Jembatan ini menggunakan menara bentuk H yang terdiri dari material beton dan untuk lantai kendaraannya menggunakan *Orthotropic Steel Box Girder*.

Pada permodelan dan analisa digunakan program bantu MIDAS CIVIL 2011 dan SAP 2000 V14. Dari hasil analisa mendapatkan dimensi tebal pelat *orthotropic* dengan ketebalan 1,5 cm yang bekerjasama dengan gelagar memanjang (*ribs*) dengan dimensi profil T 175.175.7.1. Pada gelagar melintang berupa profil T 700.300.18.34 sedangkan gelagar kantilever berupa profil T T 400.200.8.13. Untuk

gelagar utama berupa *box girder* dengan dimensi 1800.1200.50.50 dengan pengaku 150.18 yang memiliki sambungan baut mengelilingi penampang. Kabel menggunakan *VSL SSI 2000 7-wire strand*, tipe ASTM A 416-05 Grade 270 dengan jumlah strand bervariasi mulai dari 12,31 dan 43 untaian strand. Pylon menggunakan dimensi 4 x 2,5 m untuk section A-A, sedangkan section B-B yang merupakan balok pengaku bawah memiliki dimensi 2,5 x 2 m dan section C-C untuk balok pengaku atas berukuran 1,5 x 1,2m.

### **2.3 Variasi Jembatan Cable Stayed**

Struktur jembatan cable-stayed pada umumnya memiliki beberapa tipe, yaitu:

#### **2.3.1 Side-Spar Cable-Stayed Bridge**

*Side-Spar Cable-Stayed Bridge* adalah variasi jembatan *cable-stayed* yang hanya memiliki satu menara/*pylon* pusat yang berada di sisi jembatan. Variasi ini memungkinkan konstruksi alinyemen horizontal jembatan yang melengkung.

#### **2.3.2 Cantilever Spar Cable-Stayed Bridge**

*Cantilever Spar Cable-Stayed Bridge* adalah variasi modern dari sistem jembatan *cable-stayed*. Variasi ini hanya memiliki satu menara/*pylon* kantilever serta kabel-kabel yang menahan balok pengaku pada salah satu sisinya. Berbeda dengan variasi lain dari jembatan *cable-stayed*, jembatan ini memberikan gaya guling yang besar pada pondasinya juga menara/*pylon* harus menahan tegangan kabel, karena tidak diimbangi oleh kabel dari arah sebaliknya.

#### **2.3.3 Multiple-Span Cable-Stayed Bridge**

*Multiple-Span Cable-Stayed Bridge* adalah konstruksi jembatan yang terdiri dari beberapa bentang jembatan *cable-stayed*.

#### **2.3.4 Extradosed Bridge**

*Extradosed Bridge* adalah konstruksi jembatan yang menggabungkan jembatan *box girder* pratekan dan jembatan *cable-stayed*, sehingga jembatan dapat memiliki kekakuan dan kekuatan yang lebih baik serta menara yang lebih rendah.

#### **2.3.5 Cable-Stayed Cradle-System Bridge**

*Cable-Stayed Cradle-System Bridge* adalah variasi jembatan *cable-stayed* dimana kabel yang menahan balok pengaku menerus ke *cradle di pylon* kemudian menerus lagi sampai ke balok pengaku di sisi lainnya.

## **2.4 Komponen Struktur Jembatan *Cable-Stayed***

Secara umum komponen utama struktur atas jembatan *cable-stayed* (*Superstructure*) terdiri dari sistem kabel, gelagar dan menara atau *pylon* sedangkan pada struktur bawahnya (*Substructure*) terdapat abutmen dan pondasi jembatan.

### **2.4.1 Sistem Kabel**

Sistem kabel merupakan salah satu komponen utama dalam konstruksi jembatan *cable-stayed*. Kabel berfungsi untuk menopang gelagar dan mendistribusikannya ke menara/*pylon* yang kemudian akan didistribusikan ke pondasi. Berdasarkan tatanannya, secara umum sistem kabel terbagi menjadi dua, yaitu tatanan kabel transversal dan tatanan kabel longitudinal. Tatanan kabel berpengaruh pada perilaku struktur menara dan gelagar jembatan, serta akan mempengaruhi metode pelaksanaan, biaya, serta arsitektur jembatan.

#### **1. Tatanan Kabel Transversal**

Tatanan kabel transversal terbagi menjadi tiga konfigurasi kabel, yaitu sistem satu bidang (*single-plane*), sistem kabel dua bidang (*two-plane*), dan sistem tiga bidang atau lebih.

##### **a. *Single-Plane Cable-Stayed***

Pada *single-plane cable-stayed*, kabel dipasang di tengah gelagar melintang jembatan sehingga akan membatasi dua arah jalur lalu lintas. “Penempatan kabel ditengah-tengah dek menyebabkan torsi pada dek menjadi lebih besar akibat beban lalu lintas yang tidak simetri dan tiupan angin. Kelemahan tersebut diatasi dengan menggunakan dek kaku berupa gelagar kotak (*box girder*) yang mempunyai kekakuan torsi yang sangat besar. Penempatan menara yang mengikuti bidang kabel di tengah dek mengurangi lebar lantai

kendaraan sehingga perlu dilakukan penambahan lebar sampai batas minimum yang dibutuhkan.” (Bambang,2007:199).

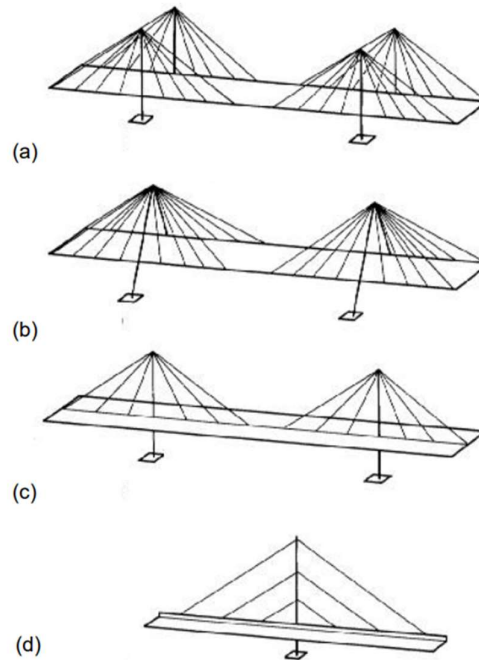
Pada jembatan dengan bentang panjang, penggunaan konfigurasi kabel ini akan memerlukan menara yang lebih tinggi. Keuntungan dari konfigurasi kabel ini adalah nilai estetika yang tinggi karena tidak terjadi persilangan kabel sehingga menghasilkan penampilan struktur yang indah.

b. *Two-Plane Cable Stayed*

Kabel pada sistem ini memiliki dua bidang gantung paralel yang terletak pada kedua sisi dek jembatan apabila digunakan menara berbentuk H, atau dapat pula menggantung miring pada sisi-sisi dek jembatan apabila menara yang digunakan berbentuk A.

c. Sistem Tiga Bidang atau Lebih

Sistem kabel ini biasanya digunakan untuk jembatan yang sangat lebar atau jembatan yang membutuhkan lajur dan jalur lalu lintas yang banyak. Sistem kabel tiga bidang atau lebih adalah konfigurasi kabel yang paling jarang digunakan, namun karena banyaknya jumlah bidang gantung kabel maka akan sangat mengurangi torsi, momen lentur, dan gaya geser yang berlebihan.



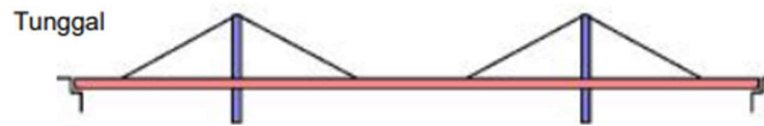
Gambar 2.1 Jembatan dengan kabel satu bidang (c,d) dan dua bidang (a,b)  
 (Peraturan PU No. 08/SE/M/2015)

## 2. Tatanan Kabel Longitudinal

Tatanan kabel longitudinal adalah konfigurasi pemencaran kabel dari *pylon* ke dek jembatan. Pemilihan tatanan kabel longitudinal tergantung pada perbandingan antara bentang dan tinggi menara. Ada beberapa tatanan kabel longitudinal yang dapat dipilih dalam perencanaan jembatan *cable-stayed*, antara lain:

### a. Kabel Tunggal (*Mono*)

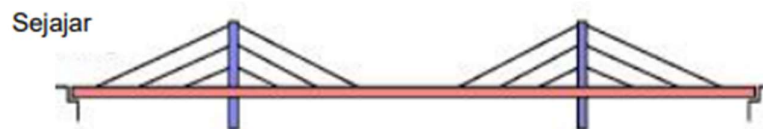
Konfigurasi kabel tunggal (*mono*) seperti namanya, tatanan kabel ini hanya menggunakan satu kabel untuk menopang gelagar jembatan. Tatanan kabel ini biasanya digunakan untuk jembatan kecil dengan bentang sangat pendek.



Gambar 2.2 – Tatanan kabel tunggal  
(Peraturan PU No. 08/SE/M/2015)

b. Bentuk Sejajar (*Harp*)

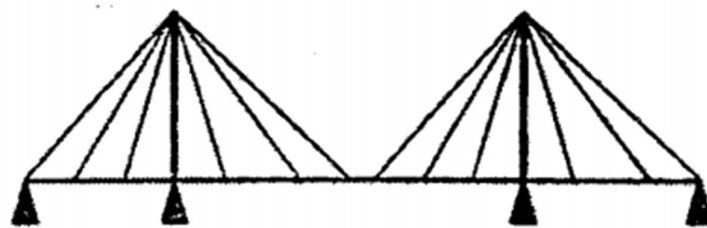
Pada konfigurasi ini kabel-kabel penggantung dipasang sejajar dan disambungkan ke menara dengan ketinggian yang berbeda-beda. Keuntungan dari penggunaan tatanan kabel ini adalah nilai estetika yang tinggi namun terjadi lentur yang besar pada menara.



Gambar 2.3 – Tatanan kabel sejajar  
(Peraturan PU No. 08/SE/M/2015)

c. Susunan *Radiating*

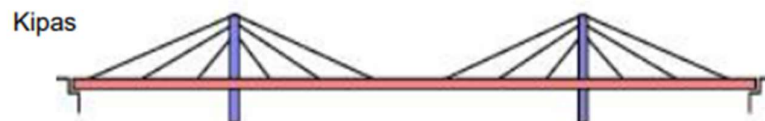
Susunan kabel *radiating* adalah susunan kabel yang dipusatkan pada ujung atas menara dan dipencar ke gelagar jembatan.



Gambar 2.4 - Tatanan kabel radiating  
(Peraturan PU No. 08/SE/M/2015)

d. Bentuk Kipas (*Fan*)

Pada susunan kabel bentuk kipas (*fan*) kabel diangkur tersebar vertical di bagian atas menara kemudian disebar di sepanjang gelagar jembatan. Kelebihan dari susunan kabel bentuk kipas adalah kemudahan dalam pendetailan tulangan karena adanya penyebaran kabel di menara.



Gambar 2.5 – Tatanan kabel bentuk kipas  
(Peraturan PU No. 08/SE/M/2015)

e. Bentuk Bintang (*Star*)

Konfigurasi ini memiliki bentuk berlawanan dengan susunan radiating, dimana kabel dipasang tersebar vertical pada bagian atas menara dan diteruskan pada satu titik di gelagar jembatan.



Gambar 2.6 – Tatanan kabel bentuk bintang  
(Peraturan PU No. 08/SE/M/2015)

#### 2.4.2 Jenis Kabel

Terdapat dua jenis ruji kabel yang umum dan sering digunakan dalam konstruksi jembatan *cable-stayed* antara lain sebagai berikut:

a. *Paraller Wire Cable*

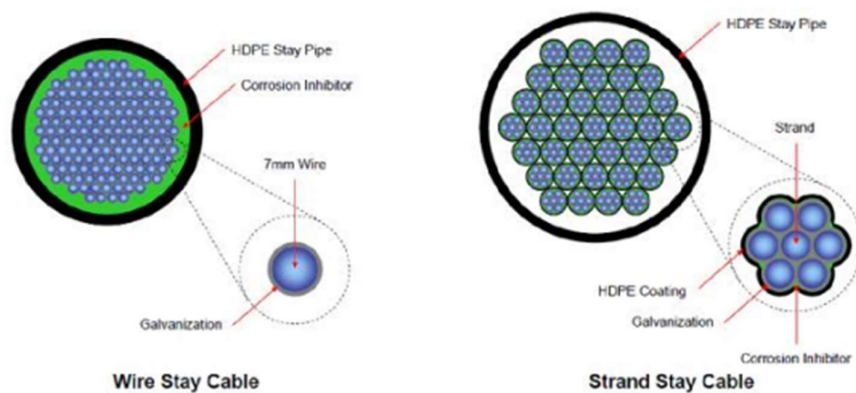
*Pararel wire cable* terdiri dari kawat bulat digalvanis berdiameter 5 mm sampai 7 mm berbentuk hexagonal, dengan suatu helix panjang. Kawat tersebut



biasanya dibungkus oleh *High Density Polythelene* (HDPE) tube.( Berdasarkan Pasal 4.8.1 Peraturan PU No. 08/SE/M/2015)

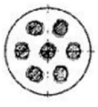
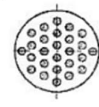
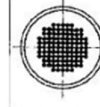
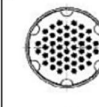
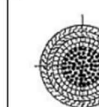
b. *Parallel Strand Cable*

*Parallel Strand Cable* terdiri dari beberapa strand. Strand-strand tersebut selanjutnya dipasang secara paralel. Setiap kabel terdiri dari beberapa strand antara lain sebesar 7,9,37,61,91, atau 127 buah.



Gambar 2.7 – *Wire Stay Cable dan Strand Stay Cable*  
(Peraturan PU No. 08/SE/M/2015)

Selain dua jenis ruji kabel di atas, berdasarkan Pasal 4.8.1 Peraturan PU No. 08/SE/M/2015, jenis-jenis kabel pada jembatan beruji kabel dapat dilihat pada gambar 2.8.

Jenis Kabel	 Coupled bars 7 Ø 36 Steel 825/1030	 Uncoupled bars 26 Ø 16	 Parallel wires 128 Ø 7	 Strands 27 Ø 15 15 mm	 Locked-coil cables
<i>Tendons</i>	<i>Bars</i> Ø 26.5, 32, 36 mm	<i>Bars</i> Ø 16 mm	<i>Wire</i> Ø 6, 7 mm	<i>Strand</i> Ø 0.5, 0.6, 0.7 of 7 twisted wires	<i>Wire with different profiles</i> Ø 2-9-7 mm
0.2% proof stress, $\sigma_{0.2}$ (N/mm <sup>2</sup> )	835 1080	1350	1470	1570 ~ 1670	-
<i>Ultimate tensile strength, <math>\beta_z</math></i> (N/mm <sup>2</sup> )	1030 1230	1500	1670	1770 ~ 1870	1000 ~ 1300
<i>Fatigue</i>					
$\Delta\sigma$ (N/mm <sup>2</sup> )	80	-	350	300 ~ 320	120 ~ 150
$\sigma_{max}/\beta_z$	0.6	-	0.45	0.5 ~ 0.45	0.45
<i>Modulus of elasticity, E</i> (N/mm <sup>2</sup> )	210 000	210 000	205 000	190 000 ~ 200 000	180 000 ~ 165 000
<i>Failure Load</i> kN	7339	7624	7467	7634	7310

Gambar 2.8 – Jenis-jenis kabel yang digunakan pada jembatan beruji kabel  
(Peraturan PU No. 08/SE/M/2015)

### 2.4.3 Angkur Kabel

#### 2.4.4 Sistem Pengangkuran

Angkur adalah bagian paling penting dari kabel, dimana angkur berfungsi untuk menyambungkan kabel ke gelagar jembatan sehingga kabel dapat menopang lalu lintas yang lewat dan menyalurkannya ke menara. Hal ini menyebabkan hampir semua beban lalu lintas diterima oleh angkur, sehingga tahanan yang diijinkan pada angkur jembatan *cable-stayed* relatif kecil.

Ada berbagai macam sistem pengangkuran yang digunakan dalam konstruksi jembatan *cable-stayed*, namun secara umum sistem pengangkuran dibagi menjadi dua, yaitu: