

**PERENCANAAN STRUKTUR JEMBATAN CABLE STAYED
DENGAN TWO VERTICAL PLANES SYSTEM TIPE FAN
(STUDI KASUS JEMBATAN KEMBAR MAHAKAM IV)**

Angga Alfiannur ¹⁾

Purwanto, ST., MT. ²⁾

Syahrul, ST., M.Eng. ³⁾

Jurusan Teknik Sipil

Fakultas Teknik

Universitas 17 Agustus 1945 Samarinda

ABSTRACT

Bridge is a construction aim to connect two piece of paths that caused of obstacles such as valley, river, sea, lake, irrigation channel, train track, etc. Mahakam IV Twin Bridge in Samarinda City is an Arch Bridge or curve steel who placed right beside Mahakam I bridge with the main span about 220 M and two side spans about 90 M each.

Cable Stayed Bridge is composed of pylon element, girder, and conducted from cables that connect to pylon and girder it selves. This cable distributes it force from girder or bridge floor that caused of traffic load and dead load to pylon bridge.

Curve Steel Bridge holds such strong load it selves, even more it lives load too as a national road with a quite long span. It makes a quite strong load for over bridge structure. Depends on this case, this thesis will held about re-planning Mahakam IV Twin Bridge in Samarinda City with different system, which is over bridge structure will able to pass just using pylon and cable, that is Cable Stayed Bridge with Two Vertical Planes System Type Fan.

From the planning result, the result of the top structure planning for girder using the Girder Prestress Box, Cable using VSL SSI 2000 Stayed cable System, Pylon Structure 5 mx 5 m with 100 D-32 and lower structure for pylon foundation using 36 steel piles 100 cm with a depth of 60 m.

Keywords : Bridge, cable stayed, two vertical , planes , fan.

¹⁾ Karya Siswa Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Samarinda.

²⁾ Dosen Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Samarinda.

³⁾ Dosen Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Samarinda.

PENGANTAR

Jembatan Kembar Mahakam IV adalah jembatan tipe *Arch* atau pelengkung baja yang berada tepat bersebelahan dengan Jembatan Mahakam I dengan bentang utama (*main span*) sepanjang 220 M dan 2 buah bentang sisi (*side span*) masing-masing sepanjang 90 M. Jembatan Kembar Mahakam IV akan menghubungkan kawasan Samarinda Kota dengan wilayah kecamatan Samarinda Seberang. Jembatan Kembar Mahakam IV dibangun mulai tahun 2013 yang kemudian dalam proses pengerjaannya, sempat terhenti selama kurang lebih 2 tahun dan kembali dikerjakan pada tahun 2016. Tujuan dari pembangunan jembatan Kembar Mahakam IV ialah untuk mengurangi kemacetan yang terjadi setiap harinya di Jembatan Mahakam I.

Jembatan *Cable Stayed* merupakan jembatan yang terdiri dari elemen *pylon*, gelagar dan didukung oleh kabel-kabel yang terhubung pada *pylon* dan gelagar. Kabel inilah yang akan menyalurkan gaya yang diperoleh dari gelagar atau lantai jembatan akibat beban mati dan beban lalu lintas yang bekerja untuk disalurkan ke *pylon* jembatan. Adapun bentuk struktur utama dari jembatan *Cable Stayed* ini merupakan rangkaian gabungan berbagai komponen struktural antara *pylon* atau menara, kabel, dan gelagar. Jembatan *Cable Stayed* memiliki titik pusat masa yang relative rendah posisinya sehingga jembatan tipe ini sangat baik digunakan pada daerah dengan resiko gempa. Dalam proses analisa dan desain struktur perlu didesain dengan benar dan teliti sesuai SNI 1725:2016 dan SNI 2833:2008. Untuk itu pada penelitian ini akan dilakukan analisis mengenai *cable stayed* pada struktur jembatan serta dengan metode analisis dinamik dan statik.

Jembatan pelengkung baja menahan beban sendiri yang cukup besar, belum lagi ditambah dengan beban hidupnya, mengingat fungsi dari jembatan tersebut sebagai jalan nasional dengan bentang yang cukup panjang. Tentunya beban yang dialami oleh struktur atas jembatan akan sangat besar. Untuk mengatasi hal ini, diperlukan tipe jembatan yang memiliki beban sendiri yang lebih ringan, seperti jembatan gantung (*Suspension Bridge*) dan jembatan kabel (*Cable Stayed Bridge*). Atas dasar tersebut, maka dalam Tugas Akhir ini akan dibahas perencanaan ulang struktur Jembatan Kembar Mahakam IV namun dengan sistem yang berbeda, dimana struktur atas jembatan akan mampu ditumpu hanya dengan *pylon* dan kabel, yaitu Jembatan *Cable Stayed*.

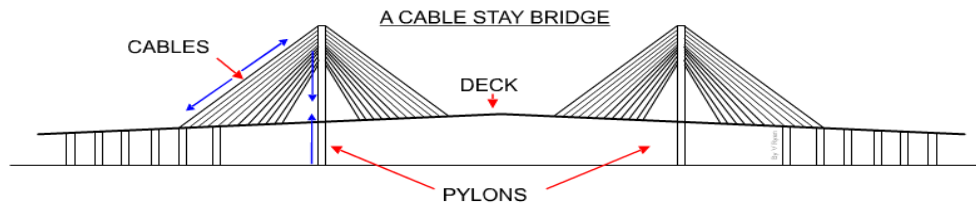
Berdasarkan uraian di atas maka di peroleh rumusan masalah yaitu bagaimana merancang struktur atas Jembatan *Cable Stayed* dan bagaimana merancang struktur bawah Jembatan *Cable Stayed* pada studi kasus Jembatan Kembar Mahakam IV Samarinda.

Adapun maksud penelitian ini adalah untuk mendisain kembali jembatan kembar mahkam IV dengan menggunakan konstruksi Jembatan *Cable Stayed* dengan *Two Vertical Planes System tipe Fan*. Sedangkan tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui tahapan dari perencanaan struktur atas dan bawah jembatan *Cable Stayed* dan menghitung perencanaan serta analisa struktur pada setiap tahapan perencanaan jembatan.

TINJAUAN PUSTAKA

Komponen Jembatan Cable Stayed

Pada dasarnya komponen utama jembatan *Cable Stayed* terdiri dari gelagar, sistem kabel, dan menara atau *pylon* untuk struktur atas sedangkan untuk struktur bawah meliputi *abutment*, *pier* dan pondasi pilar.



Gambar 1. Komponen Jembatan *Cable Stayed*

Kabel

Jembatan dengan bentang utama yang panjang diperlukan tatanan kabel cukup banyak sehingga menghasilkan dasar tatanan kabel longitudinal seperti berikut:

1. Tipe *Radiating*

Dimana susunan kabel dipusatkan pada ujung atas menara dan disebar sepanjang bentang pada gelagar. Kelebihan tipe ini memiliki kemiringan rata-rata kabel cukup besar terhadap arah vertikalnya sehingga komponen gelegarnya mengalami gaya horizontal yang tidak terlalu besar.

2. Tipe *Harp*

Kabel-kabel dipasang sejajar dan disambungkan ke *pylon* dengan ketinggian yang berbeda-beda antara kabel satu dengan yang lainnya. Susunan kabel seperti ini memberikan efek estetika yang sangat indah tetapi menara mengalami momen lentur yang besar pada menara.

3. Tipe *Fan*

Tipe ini merupakan gabungan dari tipe *radiating* dengan tipe *harp*. Posisi kabel disebar pada bagian atas menara dan di sepanjang bentang gelagar sehingga menghasilkan kabel tidak sejajar.

Gelagar

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

a. Gelagar plat (plate girder), dapat terdiri dari dua atau banyak gelagar .

b. Gelagar box (box girder), dapat terdiri dari satu atau susunan box yang dapat berbentuk persegi panjang atau trapezium.

Pylon

Menurut Troitsky (1977), tinggi *pylon* adalah :

$$H \geq L/6$$

$$H = n \cdot a \cdot \tan 25^\circ$$

Dengan : L = bentang jembatan

n = jumlah kabel

a = jarak jabel antar gelagar

H = tinggi pylon

Sedangkan menurut Gimsing (2012) adalah :

$$H = 0,291 L$$

Pondasi Tiang

Kapasitas dukung tiang adalah kemampuan tiang dalam mendukung beban bangunan yang dituliskan dalam persamaan (metode Bagemann.1965) :

$$Q_u = Q_b + Q_s - W_p = A_b \cdot F_b + A_s \cdot F_s - W_p$$

Dengan:

a. Q_b = Tahanan ujung

A_b = luas ujung bawah tiang

F_b = tahanan ujung satuan tiang

$$F_b = q_a = \frac{1}{2}(q_{c1} + q_{c2})$$

q_a = tahanan konus rata-rata

q_{c1} = nilai tahanan konus pada 4d di bawah dasar tiang

q_{c2} = nilai tahanan konus pada 8d di atas dasar tiang

b. Tahanan Gesek

A_s = luas selimut tiang

F_s = tahanan gesek satuan tiang

$$F_s = q_f$$

F_s = tahanan gesek per satuan luas

q_f = tahanan gesek sisi konus

W_p = berat tiang

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian yang dilakukan untuk Skripsi ini bersifat perencanaan. Objek studi kasus adalah Jembatan Kembar Mahakam IV yang desainnya adalah Jembatann *Arc Brigde* (Jembatan Pelengkung), yang akan di desain ulang menjadi Jembatan *Cable Stayed* dengan pertimbangan mengurangi beban yang diterima oleh jembatan.

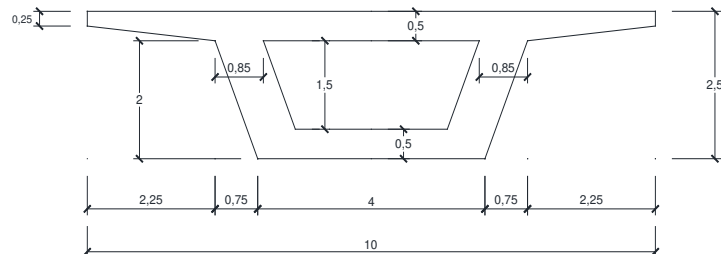
Permodelan struktur Jembatan *Cable Stayed* menggunakan bantuan *software* SAP 2000 v.19.1.1 dan PCA Column v.3.63 yang bertujuan untuk mengetahui gaya-gaya dalam, bidang momen, lendutan, dan menentukan desain penampang.

Jembatan yang direncanakan berada diatas alur Sungai Mahakam yang menghubungkan kawasan Samarinda kota dengan wilayah kecamatan Samarinda Seberang tepat di samping Jembatan Mahakam I yang bernama Jembatan Kembar Mahakam IV.

ANALISA

Perencanaan Box Girder

Pada desain jembatan *cable stayed* ini digunakan girder (*deck*) dengan tipe *box girder RC* dengan dimensi 10 x 2,5 m. untuk lebih jelasnya bisa dilihat pada Gambar 4.1 .



Gambar 2. Dimensi *Box Girder RC*

Tabel 1. Pehitungan *Section Properties*

No	Dimensi		Shape factor	Jml Tampang	Luas A (m ²)	Lengan y (m)	Statis momen A * y (m)	Inersia momen A * y ² (m ⁴)	Inersia momen I ₀ (m ⁴)
	Lebar (m)	Tinggi (m)							
1	5.5	0.5	1	1	2.750	2.25	6.188	13.92	0.05729
2	4	0.5	1	1	2.000	0.25	0.5	0.125	0.04167
3	0.85	1.5	1	2	2.550	1.25	3.188	3.984	0.47813
4	2.25	0.25	1	2	1.125	2.375	2.672	6.346	0.00293
5	2.25	0.25	0.5	2	0.563	2.08	1.172	2.441	0.00098
6	0.21	0.5	0.5	2	0.105	0.333	0.035	0.012	0.00073
					9.093		13.754	26.83	0.58172

Gaya Prestress

Table 2. Posisi Tendon Atas

n_t	Jumlah tendon	Jumlah <i>strands</i>	Total <i>strands</i>	Selongsong(mm)
n_1	8	25	200	110
n_2	8	25	200	110
n_3	5	25	125	110
n_4	5	25	125	110
$\sum n_t$	26	$\sum n_s$	650	

Beban satu *strands*, $P_{bs1} = P_t / n_s = 199,75 \text{ kN}$

Persentase tegangan leleh yang timbul pada baja (*jacking force*):

$$p_o = P_t / (n_s \times P_{bs1}) = 76,621\% < 85\% \text{ (OK)}$$

Gaya prestress yang terjadi akibat *jacking* ;

$$P_j = p_o \times n_s \times P_{bs1} = 99482,65 \text{ kN}$$

Tabel 3. Posisi Tendon Bawah

n_t	Jumlah tendon	Jumlah <i>strands</i>	Total <i>strands</i>	Selongsong(mm)
n_1	8	25	200	110
n_2	8	25	200	110
$\sum n_t$	16	$\sum n_s$	400	

Beban satu *strands*, $P_{bs1} = P_t / n_s = 215,08 \text{ kN}$

Persentase tegangan leleh yang timbul pada baja (*jacking force*):

$$p_o = P_t / (n_s \times P_{bs1}) = 82,499\% < 85\% \text{ (OK)}$$

Gaya *prestress* yang terjadi akibat *jacking* ;

$$P_j = p_o \times n_s \times P_{bs1} = 70974,64 \text{ kN}$$

Kontrol Tegangan

Tabel 4. Tegangan Terhadap Kombinasi 1

Teg	Berat sen MS	Mati tamb MA	Susut- rang SR	Prestress PR	Lajur "D" TD	Pendes TP	Rem TB	Temp ET	Angin EW	Gempa EQ	Tegagnan Komb
f_a	-2042.07	-567.631	1212.833	4377.048	-977.786	-372.227	-7.5582				1622.61
f_b	3128.508	869.6242	362.0052	-21490.8	1497.991	570.2608	11.57935				-15050.8

Keterangan , $f_a < -0.45 \times f_{c'} = -16600,0 \text{ kPa} \rightarrow \text{Aman (OK)}$

$$f_b < 0.50 \times \sqrt{f_{c'}} = 101,9 \text{ kPa} \rightarrow \text{Aman (OK)}$$

Tabel 5. Tegangan Terhadap Kombinasi 2

Teg	Berat sen MS	Mati tamb MA	Susut- rang SR	Prestress PR	Lajur "D" TD	Pendes TP	Rem TB	Temp ET	Angin EW	Gempa EQ	Tegagnan Komb
fa	-2042.07	-567.631	1212.833	4377.048	-977.786	-372.227	-7.5582	-1669.65			-47.04
fb	3128.508	869.6242	362.0052	-21490.8	1497.991	570.2608	11.57935	765.2289			-14285.61

Tabel 6. Tegangan Terhadap Kombinasi 3

Teg	Berat sen MS	Mati tamb MA	Susut- rang SR	Prestress PR	Lajur "D" TD	Pendes TP	Rem TB	Temp ET	Angin EW	Gempa EQ	Tegagnan Komb
fa	-2042.07	-567.631	1212.833	4377.048	-977.786	-372.227	-7.5582		-81.4524		1541.15
fb	3128.508	869.6242	362.0052	-21490.8	1497.991	570.2608	11.57935		124.7871		-14926.05

Tabel 7. Tegangan Terhadap Kombinasi 4

Teg	Berat sen MS	Mati tamb MA	Susut- rang SR	Prestress PR	Lajur "D" TD	Pendes TP	Rem TB	Temp ET	Angin EW	Gempa EQ	Tegagnan Komb
fa	-2042.07	-567.631	1212.833	4377.048		-372.227	-7.5582	-1669.65	-81.4524		849.29
fb	3128.508	869.6242	362.0052	-21490.8		570.2608	11.57935	765.2289	124.7871		-15658.81

Tabel 8. Tegangan Terhadap Kombinasi 5

Teg	Berat sen MS	Mati tamb MA	Susut- rang SR	Prestress PR	Lajur "D" TD	Pendes TP	Rem TB	Temp ET	Angin EW	Gempa EQ	Tegagnan Komb
fa	-2042.07	-567.631	1212.833	4377.048						-1396.97	1583.21
fb	3128.508	869.6242	362.0052	-21490.8						2140.191	-14990.48

Dimensi Kabel

Dimensi awal kabel di dekati dengan persamaan Gimsing sebagai berikut :

$$Asc = \frac{(W\lambda + P)\cos\theta}{(0.8f_u)\sin 2\theta / 2 - \gamma.a}$$

Dimana:

Asc = Luas penampang kabel

W = Beban mati dan hidup merata

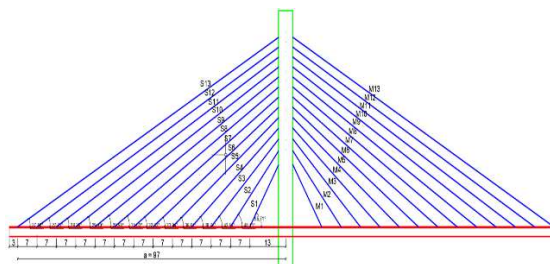
P = Beban terpusat

λ = Jarak antar angker kabel pada gelagar

θ = Sudut kabel terhadap horisontal

γ = Berat jenis kabel

= 77.01 kN/m³



Gambar 3. Desain Kabel

Untuk perhitungan kabel lainnya bisa dilihat di Tabel di bawah ini :

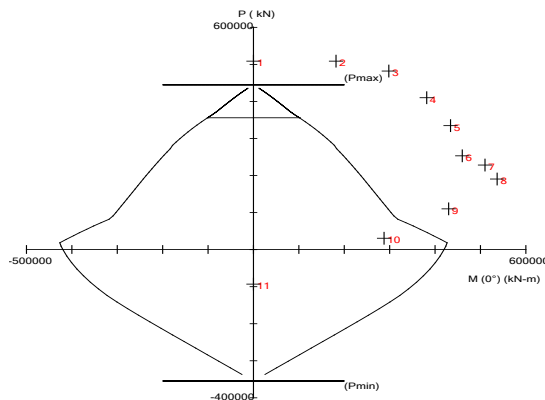
Tabel 9 Perhitungan Jumlah Kabel

No	θ	a (m)	W (kN)	P (kN)	W+P	Asc ₀ (mm ²)	n	n'	Asc (mm ²)
S13	27.18	97	40531.1	944.8	41475.9	6178.4	44.13	55	7700
S12	27.72	90	56698.0	1083.1	57781.1	8443.6	60.31	73	10220
S11	28.36	83	63800.3	1228.6	65028.8	9295.8	66.4	73	10220
S10	29.1	76	85414.7	1373.8	86788.5	12104.9	86.46	91	12740
S9	29.98	69	63210.0	1513.2	64723.2	8777.0	62.69	73	10220
S8	31.03	62	55827.8	1643.1	57470.9	7547.3	53.91	61	8540
S7	32.32	55	43173.5	1762.4	44935.9	5684.2	40.6	43	6020
S6	33.94	48	23498.2	1873.3	25371.6	3070.4	21.93	31	4340
S5	36.01	41	21369.6	1986.5	23356.1	2681.7	19.16	22	3080
S4	38.76	34	42404.3	2123.3	44527.6	4797.1	34.27	37	5180
S3	42.57	27	58226.3	2324.4	60550.7	6032.2	43.09	55	7700
S2	48.11	20	62816.5	1991.0	64807.5	5862.5	41.88	43	6020
S1	56.71	13	62805.9	3253.2	66059.1	5318.8	37.99	43	6020
M1	56.71	13	74508.1	3454.5	77962.6	6277.2	44.84	55	7700
M2	48.11	20	76234.0	2794.0	79028.0	7148.9	51.06	55	7700
M3	42.57	27	76254.4	2468.1	78722.5	7842.5	56.02	61	8540
M4	38.76	34	66015.5	2313.7	68329.1	7361.3	52.58	55	7700
M5	36.01	41	49137.0	2239.1	51376.0	5899.0	42.14	55	7700
M6	33.94	48	28551.8	2201.0	30752.8	3721.6	26.58	31	4340
M7	32.32	55	17229.5	2173.2	19402.7	2454.4	17.53	19	2660
M8	31.03	62	40044.3	2104.7	42149.0	5535.2	39.54	43	6020
M9	29.98	69	61519.5	2069.2	63588.7	8623.2	61.59	73	10220
M10	29.1	76	80669.9	1982.6	82652.5	11528.0	82.34	85	11900
M11	28.36	83	96449.7	1870.8	98320.6	14054.8	100.4	109	15260
M12	27.72	90	107734.5	1734.8	109469.3	15996.9	114.3	127	17780
M13	27.18	97	113392.6	1576.8	114969.5	17126.3	122.3	127	17780

Perhitungan Pylon

- Hasil PCA Column untuk diagram interaksi 0°

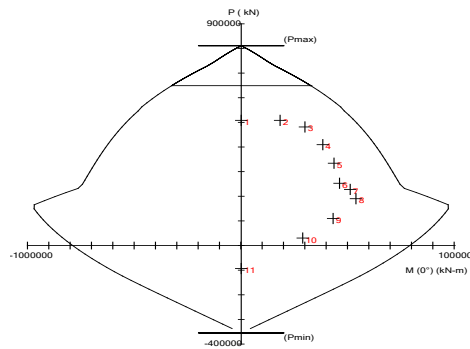
Dimensi awal 3 m x 3 m dengan 100 D32 ($\rho = 8,94\%$)



Gambar 4. Hasil diagram interaksi 0°

Hasil analisa yang ditunjukkan oleh diagram interaksi diatas menyatakan bahwa terdapat gaya yang melebihi kapasitas, sehingga perlu dilakukan re-desain dengan memperbesar ukuran penampang. Untuk sampel yang lain mengikut hasil re-desain.

- Hasil re-desain PCA Column untuk Diagram interaksi 0°



Gambar 5. Hasil re-desain diagram interaksi 0°

Pada gambar di atas terlihat hasil diagram interaksi 0° memenuhi kapasitas penampang. Dengan hasil re-desain menunjukan dimensi awal 3m x 3m 100 D32 ($\rho = 8,94\%$) berubah menjadi 5m x 5m 100 D32 ($\rho = 3,22\%$).

Pondasi Tiang Pancang (Pondasi Pylon)

Untuk dasar pondasi di bawah muka air tanah :

$$\begin{aligned} N_b' &= 15 + 0,5 (N-15) \\ &= 15 + 0,5 . (60 - 15) \\ &= 37,50 \text{ kN} \end{aligned}$$

Berat Sendiri Tiang Pancang

$$\begin{aligned} W &= P. \text{ Tiang} \times \text{ Berat/m} \\ &= 60 \times 0,388 \\ &= 23,280 \text{ Ton} \end{aligned}$$

a. Daya Dukung Gesek Tiang

$$\begin{aligned} Q_g &= \text{Keliling. Tiang} \cdot \sum \frac{N_i}{2} \times L_i \\ &= 3,142 \cdot \sum \frac{60}{2} \times 41 \\ &= 3864,660 \end{aligned}$$

Daya Dukung Pondasi Tiang Pancang

$$Q_{ult} = 380 \times N_b \times A_p$$

$$\begin{aligned}
 &= 380 \times 37,50 \times 0,785 \\
 &= 11186,250 \text{ Kn} \\
 &= 1118,625 \text{ Ton}
 \end{aligned}$$

Daya Dukung yang diizinkan (Q Allowaable)

$$\begin{aligned}
 Q_{all} &= Q_{ult} / SF \\
 &= 1118,625 / 2 \\
 &= 559,313 \text{ Ton}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Maka Jumlah tiang pancang untuk Beban PU pada 2 Pylon} &= 9908,8397 \times 2 \\
 &= 19817,679 \text{ Ton}
 \end{aligned}$$

$$P \text{ dengan diameter } 100 \text{ cm} = \frac{19817,679}{559,313} = 35,432 \cong 36 \text{ Tiang}$$

Jadi, dari hasil perhitungan data Boring di dapat kesimpulan bahwa diameter tiang yang digunakan adalah 100 cm , kedalaman 60 m dengan jumlah tiang 36 titik dan jarak antar tiang pancang 350 cm dalam satu *foot plat*.

KESIMPULAN DAN SARAN

Hasil dari berbagai analisa struktur dan kontrol desain yang telah dilakukan, maka dapat di tarik kesimpulan dari perencanaan Jembatan *Cable Stayed* Kembar Mahakam IV dengan *Two Vertical Planes System* tipe *Fan* adalah sebagai berikut :

1. Hasil perencanaan struktur atas jembatan :
 - a. Tipe gelagar (deck) yang digunakan ialah *Box Girder prestress RC* dengan tinggi 2,5 m , luas penampang *box girder* 9,093 m³ dan berat *box girder prestress* sebesar 231,86 kN/m.
 - b. Kabel yang digunakan adalah VSL SSI 2000 *Stayed Cable System* dengan jumlah kabel sebanyak 13 setiap sisi bentang kabel yaitu :

Tabel 10 Rekap Kabel

Kabel	Strands	Asc (mm ²)	Kabel	Strands	Asc (mm ²)
S13	55	7700	M1	55	7700
S12	73	10220	M2	55	7700
S11	73	10220	M3	61	8540
S10	91	12740	M4	55	7700
S9	73	10220	M5	55	7700
S8	61	8540	M6	31	4340
S7	43	6020	M7	19	2660
S6	31	4340	M8	43	6020
S5	22	3080	M9	73	10220
S4	37	5180	M10	85	11900
S3	55	7700	M11	109	15260
S2	43	6020	M12	127	17780
S1	43	6020	M13	127	17780

- c. Struktur *pylon* berukuran 5 m x 5 m dengan tulangan terpasang 100 D32 dan sengkang 3 P19-300 mm dengan $\rho = 3,22 \%$.
2. Hasil perencanaan struktur bawah jembatan :
 - a. Pondasi *pylon* dengan *pile cap* berukuran 12,5 m x 30 m dengan menggunakan tiang pancang baja sejumlah 36 pancang berdiameter 100 cm dengan kedalaman 60 m.
 - b.

SARAN

Laporan Tugas Akhir ini masih terdapat banyak kekurangan. sehingga kedepannya agar mendapatkan hasil yang lebih baik, berikut beberapa saran yang perlu di lakukan antara lain :

1. Banyaknya macam konfigurasi pembebanan perlu ditambah untuk mengantisipasi keadaan yang memungkinkan terjadi dimasa depan.
2. Perlu ditambah analisa dinamik jempatan yaitu untuk analisa *Time History*, *Response Spectrum* dan analisa *static ekivalen*.
3. Untuk pengembangan penelitian selanjutnya bisa diterapkan disistem kabel longitudinal yang berbeda seperti tipe *Radiating*, tipe *Harp* dan tipe *Star*.
4. Untuk proyek yang sebenarnya, analisa dinamis ditinjau tidak cukup hanya dengan perhitungan manual saja, tetapi harus menggunakan model penuh menggunakan terowongan angin (*wind tunnel tes t*) agar diketahui lebih akurat mengenai perilaku aerodinamis struktur .
5. Pada saat penentuan dimensi kabel, perlu juga dipertimbangkan segi ekonomisnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Akhdiat Fajar W.K. JURNAL : *Perencanaan Struktur Jembatan Asymmetrical Cable Stayed Ngerame II Mojokerto-Mojokerto Dengan Two Vertical Planes System*. Teknik Sipil FTSP Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Bambang Supriyadi dan Agus Setyo Muntohar, 2007. *Jembatan* , Beta Offset, Yogyakarta.
- Gimsing, Neils J. dan Christos T. Georgakis. 2012. *Cable Supported Bridges : Concepts and Design (Third Edition)*. John Wiley and Sons, West Sussex.
- Hendri, 2013. JURNAL. *Desain Jembatan Cable Stayed Malangsari Banyuwangi dengan Two Vertical Planes System*. Surabaya: Teknik Sipil FTSP Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Laily Zakuah Ilmi, 2016 .SKRIPSI . *Studi Perencanaan Struktur Atas Jembatan Grobogan Lumajang (Km Sby 132 + 240) Dengan Sistem Cable Stayed*. Jember : Teknik Sipil Universitas Jember.
- Standar Nasional Indonesia (SNI 1725:2016) . *Pembebanan untuk jembatan*, Badan Standardisasi Nasional, Jakarta.
- Standar Nasional Indonesia (SNI 2833:2008) . *Standar perencanaan ketahanan gempa untuk jembatan*, Badan Standardisasi Nasional, Jakarta.
- Standar Nasional Indonesia (RSNI T-12-2004) . *Perencanaan struktur beton untuk jembatan*, Badan Standardisasi Nasional, Jakarta.
- Standar Nasional Indonesia (RSNI T-03-2005) . *Perencanaan struktur Baja untuk jembatan*, Badan Standardisasi Nasional, Jakarta.
- Troitsky, S.. 1997. *Cable Stayed Bridges Theory and Design*. Crosby Lockwood Staples, Callifornia.