

TUGAS AKHIR

PERANCANGAN JEMBATAN BENTANG PANJANG DENGAN KONSTRUKSI *CABLE STAYED*



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Disusun oleh :
NANANG SUKMANA

4110712042

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK PERENCANAAN & DESIGN
UNIVERSITAS MERCUBUANA
JAKARTA**

2013

No.Dokumen	011 423 4 41 00	Distribusi
Tgl. Efektif	7 MARET 2005	

SURAT PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Nanang Sukmana
NIM : 41107120042
Program Studi : Teknik Sipil
Fakultas : Teknik Perencanaan dan Desain

Menyatakan bahwa tugas akhir ini merupakan karya asli, bukan jiplakan (duplikat) dari karya orang lain. Apabila ternyata pernyataan ini tidak benar, maka saya bersedia menerima sanksi berupa pembatalan gelar kesarjanaan saya.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya untuk dipertanggung jawabkan sepenuhnya.

Jakarta, 29 Juni 2013

Yang memberikan pernyataan .



Nanang Sukmana



**LEMBAR PENGESAHAN SIDANG SARJANA
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK PERENCANAAN DAN DESAIN
UNIVERSITAS MERCU BUANA**

Q

Semester : Genap

Tahun Akademik :2012/2013

Tugas Akhir ini untuk melengkapi tugas-tugas dan memenuhi persyaratan dalam memperoleh gelar Sarjana Teknik, jenjang pendidikan Strata I (S-1), program studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Perencanaan dan Desain, Universitas Mercu Buana, Jakarta.

**Judul Tugas Akhir : PERANCANAAN JEMBATAN BENTANG
PANJANG DENGAN KONSTRUKSI CABLE
STAYED**

Disusun oleh :

Nama : Nanang Sukmana
NIM : 41107120042
Jurusan / Program Studi : Teknik Sipil

Telah diajukan dan dinyatakan LULUS pada Sidang Sarjana Tanggal 28 Juni 2013.

Pembimbing

Ir. Edifrizal Darma, MT

Jakarta, 07 Juli 2013

Mengetahui,
Ketua Penguji

DR. Ir. Resmi Bestari Muin, MT

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Sipil

Ir. Mawardi Amin, MT

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrohim,
Assalamu'alaikum Wr.Wb,

Segala puji dan syukur hanya bagi Allah, atas karunia dan rahmat-Nya Alhamdulillah penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Tak lupa shalawat serta salam semoga tercurah bagi junjungan kita Nabi Muhammad SAW beserta para sahabatnya, keluarga dan pengikutnya hingga akhir zaman.

Dengan berbagai kesulitan dan rintangan karena penulis sudah bekerja disalah satu perusahaan maka tugas akhir ini sempat tersendat dan vacuum selama 3 bulan dikarenakan harus tugas kantor ke luar negeri (Jepang) sehingga proses asistensi tidak bisa dilakukan.

Dengan segala keterbatasan ilmu serta waktu, Penulis berusaha semaksimal mungkin untuk menyelesaikan tugas akhir ini sebaik-baiknya. Penulis menyadari bahwa untuk membuat suatu karya tulis yang baik dan bermutu diperlukan waktu yang cukup dan juga masukan-masukan yang membangun yang akan dijadikan sumber di dalam penulisan. Dengan segala keterbatasan yang ada, Penulis berusaha menghasilkan suatu karya yang mudah-mudahan dapat memberikan masukan dan dapat dijadikan sebagai bahan acuan yang dapat dipakai di lingkungan kerja.

Dalam melengkapi penulisan ini beberapa pihak telah memberikan masukan serta memberikan kontribusi yang positif, sehingga di dalam penulisan ini penulis ingin mengucapkan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah memberikan bantuan dan perhatiannya demi terselesaikannya tugas akhir ini, khususnya kepada :

1. Ibunda yang selalu mendoakan agar anaknya menjadi sukses.
2. Istri, dan anak-anak yang selalu mendoakan dan mendukung.
3. Ibu Ir. Edi Muladi, Msi selaku Dekan Fakultas Teknik Perencanaan dan Desain Universitas Mercu Buana,
4. Ibu Ir. Tin Budi Utami, MT selaku Wakil Dekan Fakultas Teknik Perencanaan dan Desain Universitas Mercu Buana,
5. Bapak Ir. Mawardi Amin, MT selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Perencanaan dan Desain Universitas Mercu Buana,
6. Ibu Ir. Acep Hidayat, MT selaku Sekretaris Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Perencanaan dan Desain Universitas Mercu Buana, dan juga selaku Koordinator Tugas Akhir,
7. Bapak Ir. Edifrizal Darma, MT selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir,
8. Para Dosen PKK Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Mercu Buana,
9. Para Staff dan Karyawan PKK Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Mercu Buana,
10. Pak Sukadi, Pa Hari dan semua rekan mahasiswa PKK angkatan-XII, atas segala kebersamaannya,
11. Direksi dan staf Manajemen PT. Induro Internasional yang telah memberikan dukungan dana (biaya) dan waktu untuk kuliah,
12. Direksi dan staf Manajemen PT. Ori Group yang telah memberikan dukungan waktu dan kesempatan untuk tetap melanjutkan study.

Semoga tulisan yang jauh dari kata bermutu ini mendapat kritik serta saran yang konstruktif dari pembaca demi perbaikan tulisan ini dan semoga dapat bermanfaat bagi ilmu pengetahuan serta menambah wawasan bagi penulis khususnya dan bagi pembaca pada umumnya.

Jakarta, 29 Juni 2013

Nanang Sukmana

DAFTAR ISI

	Halaman
Lembar Pengesahan	i
Lembar Pernyataan.....	ii
Abstrak	iii
Kata Pengantar.....	iv
Daftar Isi	vi
Daftar Tabel	xii
Daftar Gambar	xiv
Bab I Pendahuluan	
1.1 Latar belakang masalah.....	I-1
1.2 Maksud dan tujuan.....	I-1
1.3 Ruang lingkup dan batasan masalah.....	I-2
1.4 Metode perancangan.....	I-3
1.5 Sistematika penulisan.....	I-3
Bab II Studi Pustaka	
2.1 Pengertian umum.....	II-1
2.2 Prinsip dasar stayed cable.....	II-4
2.3 Komponen jembatan.....	II-6
2.3.1 Perencanaan gelagar melintang dan memanjang.....	II-7
2.3.2 Kabel.....	II-10
2.3.2.1 Tipe kabel dan propertiesnya	II-13
2.4 Pylon / Tower	II-20
2.4.1 Struktur perilaku pylon.....	II-21

2.5	Pembebanan	II-36
2.5.1	Beban Primer.....	II-37
2.5.1.1	Beban mati.....	II-37
2.5.1.2	Beban lalu-Lintas/Beban hidup.....	II-38
2.5.1.3	Lantai kendaraan dan jalur lalu lintas.....	II-38
2.5.1.3.1	Beban D.....	II-39
2.5.1.3.2	Beban T.....	II-43
2.5.1.4	Beban pada trotoir, kerb dan sandaran.....	II-44
2.5.1.5	Faktor Beban Dinamis (FBD).....	II-45
2.5.1.6	Gaya akibat tekanan tanah.....	II-46
2.5.2	Beban Sekunder.....	II-47
2.5.2.1	Beban angin.....	II-47
2.5.2.2	Gaya akibat perbedaan suhu.....	II-48
2.5.2.3	Gaya rem.....	II-50
2.5.2.4	Pengaruh gempa.....	II-51
2.5.2.5	Gaya akibat gesekan pada tumpuan-tumpuan yang bergerak.....	II-56
2.5.2.6	Aliran air, benda hanyutan dan tumbukan dengan batang kayu.....	II-56
2.5.2.7	Beban pejalan kaki.....	II-59
2.5.2.8	Kombinasi pembebanan.....	II-60

III Metode Desain dan Perancangan

3.1	Flow perencanaan	III-1
3.2	Penjelasan bagan alir	III-2
3.2.1	Mulai	III-2
3.2.2	Study literatur mengenai jembatan kable (cable stayed) ..	III-2
3.2.3	Spesifikasi jembatan	III-2
3.2.4	Desain	III-3
3.2.4.1	Perancangan deck/gelagar melintang	III-3
3.2.4.2	Perancangan deck/ gelagar memanjang.....	III-4

3.2.4.3 Perencanaan kabel penarik	III-5
3.2.4.4 Perencanaan komposit tower	III-5
3.3 Data fisik jembatan.....	III-6
3.3.1 Data struktur jembatan.....	III-6
3.3.1.1 Tiang sandaran.....	III-6
3.3.1.2 Lantai trotoar.....	III-6
3.3.1.3 Lantai kendaraan.....	III-6
3.3.1.4 Deck / gelagar.....	III-7
3.3.1.5 Pylon / menara.....	III-7
3.3.1.6 Kabel.....	III-7
3.4 Metoda pelaksanaan.....	III-7
3.4.1 Staging method.....	III-8
3.4.2 Push out method.....	III-8
3.4.3 Balance cantilever method.....	III-8
3.5 Analisis dynamic cable stayed.....	III-8
Bab IV Analisis dan desain perancangan	
4.1 Preliminary desain	IV-1
4.1.1 Konfigurasi susunan kabel.....	IV-1
4.2 Dimensi gelagar melintang dan kantilver	IV-3
4.3 Dimensi gelagar memanjang	IV-4
4.4 Dimensi awal kabel dan angker	IV-6
4.5 Struktur pylon	IV-9
4.6 Desain struktur sekunder	IV-11
4.6.1 Pelat lantai kendaraan.....	IV-11
4.6.2 Railing jembatan.....	IV-12
4.6.3 Gelagar rib	IV-14
4.6.4 Shear connector	IV-15

4.7	Desain struktur utama	IV-17
4.7.1	Desain kapasitas gelagar memanjang box	IV-20
4.7.2	Iterasi kebutuhan kabel.....	IV-21
4.7.2.1	Perhitungan penampang kabel berdasarkan P^*	IV-21
4.7.2.2	Cros cek penampang kabel berdasarkan gaya P	IV-22
4.7.3	Penulangan struktur pylon.....	IV-23
4.8	Staging analysis	IV-23
4.9	Kontrol gelagar box memanjang.....	IV-24
4.10	Kontrol struktur pylon	IV-27

Bab V Penutup

5.1	Kesimpulan	V-1
5.2	Saran	V-1

Lampiran

CSi Bridge Seismic Design Report

Daftar Pustaka



DAFTAR ISI

	Halaman
Lembar Pengesahan	i
Lembar Pernyataan.....	ii
Abstrak	iii
Kata Pengantar.....	iv
Daftar Isi	vi
Daftar Tabel	xii
Daftar Gambar	xiv
Bab I Pendahuluan	
1.1 Latar belakang masalah	I-1
1.2 Maksud dan tujuan.....	I-1
1.3 Ruang lingkup dan batasan masalah.....	I-2
1.4 Metode perancangan.....	I-3
1.5 Sistematika penulisan.....	I-3
Bab II Studi Pustaka	
2.1 Pengertian umum.....	II-1
2.2 Prinsip dasar stayed cable	II-4
2.3 Komponen jembatan.....	II-6
2.3.1 Perencanaan gelagar melintang dan memanjang.....	II-7
2.3.2 Kabel.....	II-10
2.3.2.1 Tipe kabel dan propertiesnya	II-13
2.4 Pylon / Tower	II-20
2.4.1 Struktur perilaku pylon.....	II-21

2.5	Pembebanan	II-36
2.5.1	Beban Primer.....	II-37
2.5.1.1	Beban mati.....	II-37
2.5.1.2	Beban lalu-Lintas/Beban hidup.....	II-38
2.5.1.3	Lantai kendaraan dan jalur lalu lintas.....	II-38
2.5.1.3.1	Beban D.....	II-39
2.5.1.3.2	Beban T.....	II-43
2.5.1.4	Beban pada trotoir, kerb dan sandaran.....	II-44
2.5.1.5	Faktor Beban Dinamis (FBD).....	II-45
2.5.1.6	Gaya akibat tekanan tanah.....	II-46
2.5.2	Beban Sekunder.....	II-47
2.5.2.1	Beban angin.....	II-47
2.5.2.2	Gaya akibat perbedaan suhu.....	II-48
2.5.2.3	Gaya rem.....	II-50
2.5.2.4	Pengaruh gempa.....	II-51
2.5.2.5	Gaya akibat gesekan pada tumpuan-tumpuan yang bergerak.....	II-56
2.5.2.6	Aliran air, benda hanyutan dan tumbukan dengan batang kayu.....	II-56
2.5.2.7	Beban pejalan kaki.....	II-59
2.5.2.8	Kombinasi pembebanan.....	II-60

III Metode Desain dan Perancangan

3.1	Flow perencanaan	III-1
3.2	Penjelasan bagan alir	III-2
3.2.1	Mulai	III-2
3.2.2	Study literatur mengenai jembatan kable (cable stayed) ..	III-2
3.2.3	Spesifikasi jembatan	III-2
3.2.4	Desain	III-3
3.2.4.1	Perancangan deck/gelagar melintang	III-3
3.2.4.2	Perancangan deck/ gelagar memanjang.....	III-4

3.2.4.3 Perencanaan kabel penarik	III-5
3.2.4.4 Perencanaan komposit tower	III-5
3.3 Data fisik jembatan.....	III-6
3.3.1 Data struktur jembatan.....	III-6
3.3.1.1 Tiang sandaran.....	III-6
3.3.1.2 Lantai trotoar.....	III-6
3.3.1.3 Lantai kendaraan.....	III-6
3.3.1.4 Deck / gelagar.....	III-7
3.3.1.5 Pylon / menara.....	III-7
3.3.1.6 Kabel.....	III-7
3.4 Metoda pelaksanaan.....	III-7
3.4.1 Staging method.....	III-8
3.4.2 Push out method.....	III-8
3.4.3 Balance cantilever method.....	III-8
3.5 Analisis dynamic cable stayed.....	III-8
Bab IV Analisis dan desain perancangan	
4.1 Preliminary desain	IV-1
4.1.1 Konfigurasi susunan kabel.....	IV-1
4.2 Dimensi gelagar melintang dan kantilver	IV-3
4.3 Dimensi gelagar memanjang	IV-4
4.4 Dimensi awal kabel dan angker	IV-6
4.5 Struktur pylon	IV-9
4.6 Desain struktur sekunder	IV-11
4.6.1 Pelat lantai kendaraan.....	IV-11
4.6.2 Railing jembatan.....	IV-12
4.6.3 Gelagar rib	IV-14
4.6.4 Shear connector	IV-15

4.7	Desain struktur utama	IV-17
4.7.1	Desain kapasitas gelagar memanjang box	IV-20
4.7.2	Iterasi kebutuhan kabel.....	IV-21
4.7.2.1	Perhitungan penampang kabel berdasarkan P^*	IV-21
4.7.2.2	Cros cek penampang kabel berdasarkan gaya P	IV-22
4.7.3	Penulangan struktur pylon.....	IV-23
4.8	Staging analysis	IV-23
4.9	Kontrol gelagar box memanjang.....	IV-24
4.10	Kontrol struktur pylon	IV-27

Bab V Penutup

5.1	Kesimpulan	V-1
5.2	Saran	V-1

Lampiran

CSi Bridge Seismic Design Report

Daftar Pustaka



DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel II-1 Jembatan panjang dengan konstruksi <i>cable stayed</i> sejak 1955-2008.....	II-3
Tabel II-2 Perbandingan properties standard umum struktur kabel dengan struktur baja	II-11
Tabel II-3 Perbandingan Properties berbagai tipe kabel	II-15
Tabel II-4 Berat isi untuk beban mati.....	II-36
Tabel II-5 Jumlah lajur untuk lalulintas rencana	II-39
Tabel II-6 Klasifikasi menurut kelas jalan.....	II-44
Tabel II-7 Koefisien seret C_w	II-47
Tabel II-8 Kecepatan angin rencana V_w	II-48
Tabel II-9 Temperatur jembatan rata-rata nominal.....	II-49
Tabel II-10 Sifat bahan rata-rata akibat pengaruh temperatur	II-50
Tabel II-11 Kondisi tanah untuk koefisien geser dasar	II-52
Tabel II-12 Faktor Keutamaan.....	II-53
Tabel II-13 Koefisien geser dasar untuk tekanan tanah lateral.....	II-54
Tabel II-14 Gaya air lateral akibat gempa.....	II-55
Tabel II-15 Periode ulang banjir untuk kecepatan air	II-57
Tabel II-16 Lendutan ekuivalen untuk tumbukan batang kayu.....	II-59
Tabel II-17 Kombinasi Pembebanan	II-52
Tabel IV-1 Jenis kabel dan angker	IV-6
Tabel IV-2 Perhitungan penampang dan jumlah kabel.....	IV-7
Tabel IV-3 Perhitungan Modulus elastisitas equivalent.....	IV-8
Tabel IV-4 Gaya aksial pada pylon	IV-10
Tabel IV-5 Pembebanan lantai kendaraan.....	IV-11
Tabel IV-6 Analisa profil railing	IV-13

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar II-1 Bentang Ekonomis Jembatan	II-2
Gambar II-2 Skematis jembatan <i>cable stayed</i>	II-4
Gambar II-3 Struktur utama konstruksi jembatan kabel	II-5
Gambar II-4 Model konfigurasi <i>semi fan system</i> pada jembatan <i>cable stayed</i>	II-5
Gambar II-5 Koneksitas antara kabel <i>semi fan system</i> dengan <i>pylon</i> dan <i>deck</i>	II-6
Gambar II-6 Model perencanaan <i>deck</i> jembatan kabel dengan dua kabel.....	II-6
Gambar II-7 Tipe kabel multi helical strand dengan 7 <i>wire & multi</i> <i>wire helical strand</i>	II-10
Gambar II-8 Penampang potongan lock coil strand	II-11
Gambar II-9 Penampang potongan paralel strand wire yang biasa digunakan	II-12
Gambar II-10 Penampang PWS baru.....	II-13
Gambar II-11 Tensile strength Vs twist angle cable.....	II-13
Gambar II-12 Penampang paralel strand cable stayed.....	II-13
Gambar II-13 Tujuh (7) <i>strand cable</i> dengan pembungkus HDPE	II-14
Gambar II-14 <i>Bar section cable stayed</i>	II-14
Gambar II-15 Grafik relaksasi normal stress kabel dengan masa layan konstan 1000 jam.....	II-15
Gambar II-16 Tipikal <i>stress vs strain wire cable</i>	II-16
Gambar II-17 <i>Sag stayed cable</i>	II-16
Gambar II-18 Definisi <i>secant modulus</i>	II-17
Gambar II-19 Konfigurasi kabel (a) horizontal force (b) Posisi point D (c) panjang kabel.....	II-17

Gambar II-20	Hubungan antara tiang berat relatif Q_{pl} / N_{pt} dan dengan y_{pl} ketinggian tiang untuk berbagai stres-ke-rasio kepadatan.....	II-22
Gambar II-21	R_T resultan dari kabel pasukan T_A dan T_C bertindak di bagian atas tiang.....	II-22
Gambar II-22	R_T Resultan menunjuk ke arah B dasar tiang bawah perpindahan lateral bagian atas tiang.....	II-23
Gambar II-23	Arah tiang kekuatan R_T ketika deck (gelagar) mengalihkan lateral.....	II-23
Gambar II-24	Resultan R_T menunjuk ke arah titik tetap (B) selama tekuk dari tiang	II-24
Gambar II-25	Gaya yang bekerja pada sebuah tiang yang berdiri bebas dengan diagram momen yang sesuai (<i>fan system</i> atau sistem suspensi).....	II-24
Gambar II-26	Gaya yang bekerja pada sebuah tiang yang berdiri bebas yang mendukung <i>harp system</i>	II-25
Gambar II-27	Portal-jenis tiang pendukung <i>self anchored system</i>	II-26
Gambar II-28	<i>Perputaran dasar pylon akibat moment</i>	II-27
Gambar II-29	Empat sistem struktural yang terdiri dari tiang tetap di dasar.....	II-29
Gambar II-30	Simultan tekuk dari dua tiang dalam suatu sistem akibat beban longitudinal pada deck	II-30
Gambar II-31	Perpindahan membujur dari atas tiang di sistem dengan dudukan tetap di bawah deck	II-30
Gambar II-32	Defleksi tiang yang terjadi.....	II-31
Gambar II-33	Arah dari sistem gaya horisontal kabel ΔH tergantung pada ukuran gaya normal dalam kaitannya dengan kritis kekuatan dari kolom yang berdiri bebas	II-32
Gambar II-34	Variasi konstanta pegas C atas dukungan longitudinal bagian atas tiang dengan N_{pt} gaya normal.....	II-33
Gambar II-35	Variasi dari M_{pb} di dasar tiang dengan N_{pt} gaya normal	II-34
Gambar II-36	Momen diagram untuk tiang pendukung sistem <i>semi fan</i>	II-35

Gambar II-37 Distribusi beban " D" yang bekerja pada jembatan	II-41
Gambar II-38 Hubungan Beban Terbagi Rata (BTR) dengan Panjang Jembatan.....	II-41
Gambar II-39 Penyebaran pembebanan pada arah melintang.....	II-42
Gambar II-40 Pembebanan truck "T" (500 kN).	II-43
Gambar II-41 Faktor beban dinamis untuk BGT untuk pembebanan lajur "D"	II-46
Gambar II-42 Gaya rem per lajur 2,75 m (KBU).....	II-51
Gambar II-43 Pembebanan untuk pejalan kaki	II-59
Gambar III-1 Diagram alir proses perancangan.....	III-1
Gambar III-2 Bentuk rencana jembatan cable stayed	III-2
Gambar IV-1 Model konfigurasi kabel.....	IV-1
Gambar IV-2 Model struktur pylon	IV-2
Gambar IV-3 Perancangan dimensi kabel yang sesuai untuk beban layan.....	IV-6
Gambar IV-4 Tensioning kabel akibat pembebanan.....	IV-9
Gambar IV-5 Struktur pelat lantai kendaraan.....	IV-11
Gambar IV-6 Gambar lantai kendaraan komposit	IV-12
Gambar IV-7 Detail pemasangan shear connector.....	IV-15
Gambar IV-8 Deformasi struktur a. (kasus 1) b. (kasus 2) c. (kasus 3).....	IV-19
Gambar IV-9 Deformasi struktur c. (kasus 4) d. (kasus 5)	IV-19
Gambar IV-10 Deformasi struktur tahap 19	IV-20
Gambar IV-11 Diagram interaksi pylon saat pelaksanaan	IV-29

Tabel IV-7	Pembebanan gelagar rib	IV-13
Tabel IV-8	Kombinasi pembebanan gelagar ribs.....	IV-14
Tabel IV-9	Pembebanan gelagar melintang.....	IV-15
Tabel IV-10	Kombinasi pembebanan gelagar melintang	IV-16
Tabel IV-11	Gaya tarik awal masing-masing kabel	IV-17
Tabel IV-12	Pembebanan pada kabel akibat beban pada gelagar Melintang.....	IV-18
Tabel IV-13	Tabel konfigurasi pembebanan.....	IV-18
Tabel IV-14	Gaya dalam gelagar midspan closure.....	IV-19
Tabel IV-15	Gaya dalam gelagar bagian dalam.....	IV-20
Tabel IV-16	Pengecheckan kabel	IV-22
Tabel IV-17	Gaya dalam aksial pada kabel.....	IV-25
Tabel IV-18	Gaya kabel dalam pelaksanaan.....	IV-26
Tabel IV-19	Gaya aksial pada pylon saat pelaksanaan.....	IV-27
Tabel IV-20	Gaya dalam pada pylon kolom Kka.....	IV-27