



Jembatan Gantung untuk Pedesaan Asimetris (JUDESA)

Gatot Sukmara & Widi Nugraha

Gatot Sukmara & Widi Nugraha

Jembatan Gantung untuk Pedesaan Asimetris (JUDESA)



PUSAT PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN JALAN DAN JEMBATAN
Badan Penelitian dan Pengembangan
Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat
www.pusjatan.pu.go.id

JEMBATAN GANTUNG UNTUK PEDESAAN ASIMETRIS (JUDESA)

Gatot Sukmara & Widi Nugraha
Desember, 2015

Cetakan Ke-1 2015, 74 halaman

© Pemegang Hak Cipta Pusat Penelitian dan Pengembangan Jalan dan Jembatan

Foto Cover :

JUDESA Cihawuk. Dokumentasi Kegiatan Monitoring JUDESA 2015, Puslitbang Jalan dan Jembatan.

No. ISBN : 978-602-264-129-2

Kode Kegiatan : 033.11.04.2432.029.042.107

Kata kunci : jembatan gantung, pedesaan, asimetris, pejalan kaki

Ketua Program Penelitian:

Gatot Sukmara, Puslitbang Jalan dan Jembatan

Ketua Sub Tim Teknis:

Prof. (R). Ir. Lanneke Tristanto, Puslitbang Jalan dan Jembatan

Naskah ini disusun dengan sumber dana APBN Tahun 2015 pada paket pekerjaan Pengembangan Teknologi Penggunaan Struktur Jembatan sebagai Sensor Identifikasi Jumlah dan Berat Kendaraan dalam kondisi bergerak.

Pandangan yang disampaikan di dalam publikasi ini tidak menggambarkan pandangan dan kebijakan Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, unsur pimpinan, maupun institusi pemerintah lainnya.

Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat tidak menjamin akurasi data yang disampaikan dalam publikasi ini, dan tanggung jawab atas data dan informasi sepenuhnya dipegang oleh penulis.

Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat mendorong percetakan dan memperbanyak informasi secara eksklusif untuk perorangan dan pemanfaatan nonkomersil dengan pemberitahuan yang memadai kepada Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. Pengguna dibatasi dalam menjual kembali, mendistribusikan atau pekerjaan kreatif turunan untuk tujuan komersil tanpa izin tertulis dari Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.

Diterbitkan oleh:

Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat
Badan Penelitian dan Pengembangan
Pusat Penelitian dan Pengembangan Jalan dan Jembatan
Jl. A.H. Nasution No. 264 Ujungberung – Bandung 40293

Pemesanan melalui:

Perpustakaan Puslitbang Jalan dan Jembatan
info@pusjatan.pu.go.id



PUSLITBANG JALAN DAN JEMBATAN

Pusat Litbang Jalan dan Jembatan (Pusjatan) adalah institusi riset yang dikelola oleh Badan Litbang Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia. Lembaga ini mendukung Kementerian PUPR dalam menyelenggarakan jalan di Indonesia dengan memastikan keberlanjutan keahlian, pengembangan inovasi, dan nilai-nilai baru dalam pengembangan infrastruktur.

Pusjatan memfokuskan dukungan kepada penyelenggara jalan di Indonesia, melalui penyelenggaraan litbang terapan untuk menghasilkan inovasi teknologi bidang jalan dan jembatan yang bermuara pada standar, pedoman, dan manual. Selain itu, Pusjatan mengemban misi untuk melakukan advis teknik, pendampingan teknologi, dan alih teknologi yang memungkinkan infrastruktur Indonesia menggunakan teknologi yang tepat guna.

KEANGGOTAAN TIM TEKNIK & SUB TIM TEKNIK

Tim Teknis

Ir. Agus Bari Sailendra, MT.
Prof.(R).DR. Ir. M.Sjahdanulirwan, M.Sc
Ir. Pantja Dharma Oetojo, M.Eng.Sc
Ir. IGW Samsi Gunarta, M.Appl.Sc
DR. Ir. Dadang Mohammad, M.Sc
DR. Drs. Max Antameng, MA
DR. Ir. Hedy Rahadian, M.Sc
Ir. Iwan Zarkasi, M.Eng.Sc
Ir. George Joseph Winston Fernandez
Ir. Soedarmanto Darmonegoro
Ir. Palgunadi, M.Eng, Sc
Ir. Teuku Anshar
Ir. Gandhi Harahap, M.Eng.Sc
DR. Ir. Rudy Hermawan, M.Sc
Ir. Saktyanu, M.Sc
DR.Ir. Kemas Ahmad Zamhari, M.Sc
DR. Ir. Hasroel, APU
DR. Ir. Chaidir Amin, M.Sc
DR. Ir. IF.Poernornosidhi, M.Sc
Ir. Lanneke Tristanto, APU
Ir. Saroso B.S.

Prof.(R). DR. Ir. Furqon Affandi, M. Sc
Ir. Joko Purnomo, MT
Ir. Moch. Tranggono, M.Sc
DR. Ir. Djoko Widayat, M.Sc
Redrik Irawan, ST., MT.
Ir. Wawan Witarnawan, M.Sc
Dr.Ir.Slamet Mulyono
DR. Ir. Didik Rudjito, M.Sc
Ir. Edward Pauner

Sub Tim Teknis

Prof.(R).Ir. Lanneke Tristanto
Ir. Wawan Witarnawan, M.Sc
Ir. Abinhot Sihotang, MT.
Bernardus Herbudiman, ST., MT.
Dr.Eng. Ir. Made Suangga, MT.
Dr.tech Ir. Aswandy, MT.
Ir. Ahmad Yunaldi, MM.
Dr.Eng Ir. Fauzri Fahimuudin, M.Sc.Eng
Ir. Koesno Agus
Ir. Sumargo, M.Sc., Ph.D
Ir. Samun Haris, MT.

KATA PENGANTAR

Penyusunan naskah ilmiah ini bertujuan untuk menguraikan aspek-aspek teknis jembatan gantung untuk daerah pedesaan di Indonesia termasuk kriteria lokasi yang cocok untuk diterapkan jembatan gantung tipe asimetris ini, kriteria teknis perencanaan jembatan JUDESA, dan pelaksanaan dari konstruksi JUDESA. Diharapkan dari kajian ini dapat memberikan suatu wawasan bagi masyarakat umum pedesaan sebagai pengguna JUDESA khususnya, dan umumnya untuk kebutuhan perkembangan ilmiah bagi para perencana jembatan gantung, pelaksana, pemilik pekerjaan, dan pihak lainnya yang tertarik untuk mengetahui lebih lanjut mengenai JUDESA.

Pada tahun 2014, Puslitbang Jalan dan Jembatan telah menyusun konsep JUDESA dan melaksanakan penerapan konstruksi JUDESA dengan panjang bentang 42 m di Desa Cihawuk, Pangalengan, Kabupaten Bandung. Pelaksanaan dilakukan dalam waktu kurang dari dua bulan dengan kontribusi penuh masyarakat setempat dan disupervisi oleh Puslitbang Jalan dan Jembatan. Dari penerapan tersebut kemudian dilakukan evaluasi dan disusun kembali JUDESA untuk tipe bentang lainnya, sehingga dapat mengakomodasi bentang 30 hingga 120 m dengan beberapa tipe struktur yang dimodifikasi dari JUDESA bentang 42 m. Pedoman perencanaan maupun modul pelaksanaan telah disusun oleh Puslitbang Jalan dan Jembatan agar JUDESA dapat diterapkan dengan lebih mudah di seluruh wilayah pedesaan di Indonesia.

Semoga dengan pembahasan dalam naskah ilmiah ini dapat lebih membuka wawasan pengetahuan yang diperlukan untuk pengembangan teknologi dan perencanaan jembatan gantung untuk pedesaan tipe asimetris JUDESA ini.

Bandung, Desember 2015

Gatot Sukmara & Widi Nugraha

Penyusun

DAFTAR ISI

PUSLITBANG JALAN DAN JEMBATANIII

KATA PENGANTAR V

DAFTAR ISI.....VI

DAFTAR GAMBAR.....IX

DAFTAR TABELXI

BAB 1. PENDAHULUAN 13

 Latar Belakang.....13

 Tujuan dan Sasaran Penulisan Naskah Ilmiah14

 Ruang Lingkup15

 Sistematika Pembahasan Naskah Ilmiah.....15

BAB 2. KRITERIA LOKASI JUDESA..... 19

 Umum.....19

 Aksesibilitas.....19

 Kondisi tanah20

 Panjang bentang.....20

 Resiko gerusan.....23

 Ketersediaan bahan atau material struktur23

 Alinemen jalan penghubung.....23

BAB 3. KRITERIA PERENCANAAN JUDESA..... 25

 Umum.....25

Elevasi lantai jembatan.....	25
Jarak bebas	26
Tinggi banjir.....	27
Lebar lantai jembatan	27
Beban rencana jembatan.....	27
Beban vertikal.....	28
Beban samping.....	28
Aspek utama perencanaan jembatan.....	28
Material struktur.....	30
Beton.....	30
Baja	30
Kabel.....	32
Gaya tarik kabel utama	33
Lendutan.....	34
Fungsi elemen-elemen jembatan gantung JUDESA	34
Metode Perencanaan jembatan gantung JUDESA.....	37
BAB 4. PELAKSANAAN JUDESA	39
Umum.....	39
Peralatan	39
Survei dan Investigasi Lapangan.....	40
Pengukuran Topografi.....	40
Penyelidikan Tanah.....	42

VIII

Pengadaan Material Jembatan	44
Tahapan Pelaksanaan Pekerjaan Konstruksi Jembatan JUDESA	45
Persiapan Pelaksanaan.....	45
Pekerjaan Site Plan	47
Pekerjaan Pondasi.....	48
Setting Segmen Pilon Bagian Atas.....	53
Pekerjaan Pemasangan Kabel Utama.....	54
Pekerjaan Pemasangan Clamp dan Hanger	55
Pekerjaan Pemasangan Gelagar dan Panel Lantai	57
Pekerjaan Pemeriksaan Camber	58
Pekerjaan Pemasangan Ikatan Angin	59
Pekerjaan Pemasangan Sandaran.....	61
Pekerjaan Pengecatan Jembatan.....	62
Modifikasi Pelaksanaan untuk tipe Double Asimetris.....	62
Penyesuaian Kondisi Lapangan.....	64
Pemeriksaan Akhir	65
BAB 5. PEMELIHARAAN JEMBATAN	67
Pemeliharaan Rutin	67
Blok angkur.....	67
Menara	68
Kabel utama dan batang penggantung.....	68
Bentang utama jembatan.....	68
Pemeliharaan berkala.....	68

BAB 6. PENUTUP	71
Kesimpulan.....	71
Saran.....	72
DAFTAR PUSTAKA.....	73

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Jembatan penyeberangan Sungai Ciberang Desa Sangiang, Lebak, Banten yang rusak.....	12
Gambar 2.1 JUDESA tipe asimetris I (Bentang 30 m s/d 40 m).....	21
Gambar 2.2 JUDESA tipe asimetris II (Bentang 40 m s/d 60 m).....	21
Gambar 2.3 JUDESA tipe double asimetris I (Bentang 60 m s/d 80 m).....	22
Gambar 2.4 JUDESA tipe double asimetris II (Bentang 80 m s/d 120 m).....	22
Gambar 3.1 Ketinggian dari lantai jembatan.....	26
Gambar 3.2 Lebar lantai JUDESA yang direkomendasikan.....	27
Gambar 3.3 Penampang melintang kabel.....	33
Gambar 3.4 Bagan alir perencanaan	37
Gambar 4.1 Peralatan untuk pengukuran topografi.....	40
Gambar 4.2 Contoh pelaksanaan pengukuran topografi.....	41
Gambar 4.3 Contoh pelaksanaan penyelidikan tanah dengan alat sondir.....	43
Gambar 4.4 Contoh pabrikasi material elemen jembatan	45
Gambar 4.5 Bagan alir pelaksanaan.....	46

Gambar 4.6 Contoh pengukuran as dan pemasangan bouwplank pondasi ..	49
Gambar 4.7 Galian tanah untuk pondasi.....	50
Gambar 4.8 Langsir material	50
Gambar 4.9 Bekisting pasangan batu untuk pondasi.....	50
Gambar 4.10 Setting angkur pondasi jembatan gantung.....	51
Gambar 4.11 Pengecoran pondasi	51
Gambar 4.12 Sketsa Pondasi Pilon dan Blok Angkur.....	52
Gambar 4.13 Setting segmen pilon bagian atas.....	52
Gambar 4.14 Sketsa pilon single untuk bentang 40 m dan double untuk bentang 60 m	53
Gambar 4.15 Pemasangan kabel utama	55
Gambar 4.16 Sketsa bagian ujung kabel terpasang pada angkur.....	55
Gambar 4.17 Pemasangan Clamp dan Hanger.....	56
Gambar 4.18 Sketsa Clamp terpasang pada hanger di jembatan	56
Gambar 4.19 Pemasangan gelagar dan panel lantai	57
Gambar 4.20 Sketsa pelat lantai (3D, tampak samping, tampak depan)	58
Gambar 4.21 Pemeriksaan Camber Jembatan.....	59
Gambar 4.22 Pemasangan Ikatan Angin.....	60
Gambar 4.23 Sketsa ikatan angin yang telah terpasang pada jembatan.....	60
Gambar 4.24 Pemasangan Sandaran.....	61
Gambar 4.25 Pengecatan Jembatan	63

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Beban hidup yang dipikul dan lendutan izin jembatan gantung pejalan kaki.....	29
Tabel 3.2 Mutu beton dan pedoman proporsi takaran campuran.....	31
Tabel 3.3 Sifat mekanis baja struktural	32



Gambar 1.1 Jembatan penyeberangan Sungai Ciberang
Desa Sangiang, Lebak, Banten yang rusak

1

PENDAHULUAN

LATAR BELAKANG

Aksesibilitas masyarakat pedesaan di Indonesia untuk keperluan aktivitas sehari-hari sangat terbatas, khususnya wilayah yang terpisahkan hambatan seperti sungai, lereng, bukit, dan sebagainya tentunya memerlukan penghubung dimana salah satunya adalah jembatan. Hal tersebut membatasi masyarakat untuk mendapatkan akses ke pendidikan, informasi, pemasaran hasil pertanian, dan akses untuk mendapatkan barang / jasa yang dibutuhkan. Masih banyak wilayah dengan kondisi tersebut di Indonesia yang membutuhkan jembatan penghubung. Pada beberapa lokasi, terdapat banyak jembatan eksisting yang menghubungkan dua lokasi di pedesaan berada dalam kondisi rusak, salah satu contohnya dapat dilihat pada **Gambar 1.1**.

Kondisi di wilayah pedesaan ini perlu segera dibenahi, khususnya dengan peran pemerintah yang memiliki visi Nawa Cita ketiga yaitu “Membangun Indonesia dari pinggiran dengan

memperkuat daerah-daerah dan desa dalam kerangka negara kesatuan”. Hal-hal tersebut menjadi latar belakang Puslitbang Jalan dan Jembatan dalam melakukan pengembangan desain secara tipikal terhadap jembatan gantung untuk pejalan kaki di pedesaan dengan biaya murah dan pelaksanaan pembangunannya juga melibatkan masyarakat setempat sehingga masyarakat juga memiliki tanggung jawab akan pentingnya penggunaan tersebut.

Pada tahun 2014, Puslitbang Jalan dan Jembatan telah menyusun konsep JUDESA dan melaksanakan penerapan konstruksi JUDESA dengan panjang bentang 42 m di Desa Cihawuk, Pangalengan, Kabupaten Bandung. Pelaksanaan dilakukan dalam waktu kurang dari dua bulan dengan kontribusi penuh masyarakat setempat dan disupervisi oleh Puslitbang Jalan dan Jembatan. Dari penerapan tersebut kemudian dilakukan evaluasi dan disusun kembali JUDESA untuk tipe bentang lainnya, sehingga dapat mengakomodasi bentang 30 hingga 120 m dengan beberapa tipe struktur yang dimodifikasi dari JUDESA bentang 42 m. Pedoman perencanaan maupun modul pelaksanaan telah disusun oleh Puslitbang Jalan dan Jembatan agar JUDESA dapat diterapkan dengan lebih mudah di seluruh wilayah pedesaan di Indonesia.

JUDESA yang diterapkan oleh Puslitbang Jalan dan Jembatan merupakan bentuk kepedulian pemerintah terhadap masyarakat. Diharapkan dengan dilakukannya penyusunan naskah ilmiah ini, dapat lebih membuka wawasan pengetahuan yang diperlukan untuk pengembangan teknologi dan perencanaan jembatan gantung untuk pedesaan tipe asimetris JUDESA ini. Selain itu, diharapkan penerapan jembatan gantung pedesaan dapat dilaksanakan di wilayah pedesaan manapun di Indonesia yang membutuhkan dukungan infrastruktur jembatan penghubung secara umum guna mendukung kegiatan dan aktivitas masyarakat sehari-hari.

TUJUAN DAN SASARAN PENULISAN NASKAH ILMIAH

Tujuan dari penulisan naskah ilmiah ini adalah sebagai kriteria dasar mengenai pengembangan teknologi jembatan gantung pedesaan asimetris di Indonesia, sehingga tersedia suatu acuan ilmiah relevan dalam pengembangan teknologi serupa di masa yang akan datang.

Sasaran dari penulisan naskah ilmiah ini adalah sebagai berikut :

1. Menguraikan kriteria mengenai pemilihan lokasi yang dapat digunakan sebagai lokasi penerapan jembatan gantung pedesaan asimetris (JUDESA).
2. Menguraikan kriteria perencanaan JUDESA.
3. Menguraikan kriteria pelaksanaan konstruksi JUDESA.
4. Menguraikan kriteria pemeliharaan JUDESA.

RUANG LINGKUP

Ruang lingkup dari penulisan naskah ilmiah ini antara lain sebagai berikut:

1. Kriteria dasar teknologi pengembangan Jembatan Gantung Pedesaan Asimetris (JUDESA) sesuai perkembangan IPTEK dan teknologi serupa yang telah dan dikembangkan dengan lingkup panjang bentang yang lebih bervariasi dan lingkup variasi jenis tanah untuk kebutuhan pondasi.
2. Usulan pemrosesan modul perencanaan dan pedoman pelaksanaan teknologi JUDESA agar JUDESA dapat lebih mudah diterapkan di Indonesia.

SISTEMATIKA PEMBAHASAN NASKAH ILMIAH

- BAB I : Pendahuluan, berisikan latar belakang, tujuan penulisan naskah ilmiah, ruang lingkup, dan sistematika pembahasan naskah ilmiah
- BAB II : Kriteria Lokasi Judesa, terdiri dari kriteria umum, aksesibilitas, kondisi tanah, panjang bentang, resiko gerusan, ketersediaan bahan atau material struktur, dan alinemen jalan penghubung.
- BAB III : Kriteria Perencanaan Judesa, terdiri dari kriteria umum, elevasi lantai jembatan, lebar lantai jembatan, beban rencana jembatan, aspek utama perencanaan jembatan, material struktur, gaya tarik kabel utama, lendutan, fungsi elemen-elemen jembatan gantung JUDESA. Dalam bab ini juga akan diuraikan metode perencanaan yang digunakan dalam bentuk bagan alir.

- BAB IV : Pelaksanaan Judesa, terdiri dari kriteria umum, peralatan, survei dan investigasi lapangan, pengadaan material jembatan, tahapan pelaksanaan pekerjaan konstruksi jembatan JUDESA, dan pemeriksaan akhir .
- BAB V : Pemeliharaan Jembatan, terdiri dari pemeliharaan rutin dan pemeliharaan berkala.
- BAB VI : Penutup, berisikan kesimpulan yang dapat penulis tarik dari penulisan naskah ilmiah ini dan saran penulis terkait pengembangan teknologi JUDESA. ■

2

KRITERIA LOKASI JUDESA

UMUM

Pemilihan lokasi untuk penerapan JUDESA harus mempertimbangkan beberapa aspek diantaranya aspek ekonomis, aspek teknis, dan aspek kondisi lingkungan. Pertimbangan tersebut antara lain adalah biaya pembuatan jembatan harus seminimal mungkin; kemudahan untuk proses pemasangan dan perawatan; kemudahan akses dan memberikan keuntungan untuk masyarakat yang akan menggunakannya; berada pada daerah yang memiliki resiko minimal terhadap erosi aliran sungai, dan lain sebagainya. Proses pemilihan lokasi jembatan juga harus mempertimbangkan keseluruhan aspek pemasangan jembatan dan jalan penghubung atau akses jembatan.

AKSESIBILITAS

Dalam fungsinya sebagai pembuka akses transportasi antara dua lokasi yang terpisahkan penghalang, maka dalam penentuan lokasi untuk penerapan JUDESA harus mempertimbangkan aksesibilitas yang ada dan akan tersedia setelah JUDESA selesai

dibangun di lokasi tersebut. Lokasi yang dipilih harus memberikan jalan masuk yang baik untuk material dan pekerja sehingga suplai bahan konstruksi dapat lancar selama pelaksanaan konstruksi JUDESA. Setelah JUDESA selesai dibangun, lokasi jembatan harus dapat mendukung masyarakat setempat, khususnya dalam hal aksesibilitas untuk memenuhi kebutuhan kegiatan perekonomian masyarakat setempat, akses menuju pusat pendidikan, pusat administrasi, dan lain sebagainya.

KONDISI TANAH

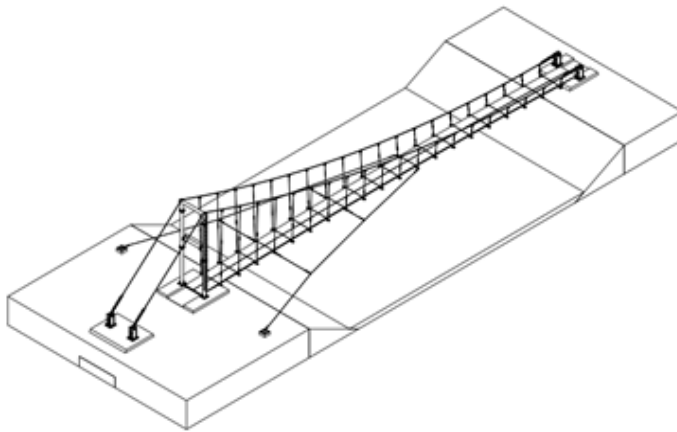
Kondisi tanah perlu menjadi pertimbangan dalam menentukan lokasi penerapan konstruksi JUDESA. Lokasi yang dipilih harus dengan kondisi tanah yang cukup baik untuk fondasi jembatan. Dalam hal ini, tanah keras akan menjadi prioritas karena kebutuhan fondasi akan lebih ekonomis dibanding tanah lunak. Namun, pekerjaan galian akan sulit dilakukan pada kondisi tanah yang terlampau keras. Oleh karena itu, pemilihan lokasi berdasarkan kondisi tanah perlu optimasi antara kebutuhan fondasi dan kemudahan pelaksanaan pekerjaan tanah untuk fondasi.

Kondisi tanah yang direkomendasikan untuk lokasi JUDESA adalah tanah lempung keras dan tanah lempung sedang. Kedua jenis tanah ini telah dimasukkan dalam perhitungan desain fondasi tipikal, dimana kriteria desain untuk tanah lempung keras adalah tanah dengan nilai kohesi c minimal 50 kN/m^2 , dan tanah lempung sedang dengan nilai kohesi c minimal 25 kN/m^2 sebagai dasar desain tipikal fondasi JUDESA.

PANJANG BENTANG

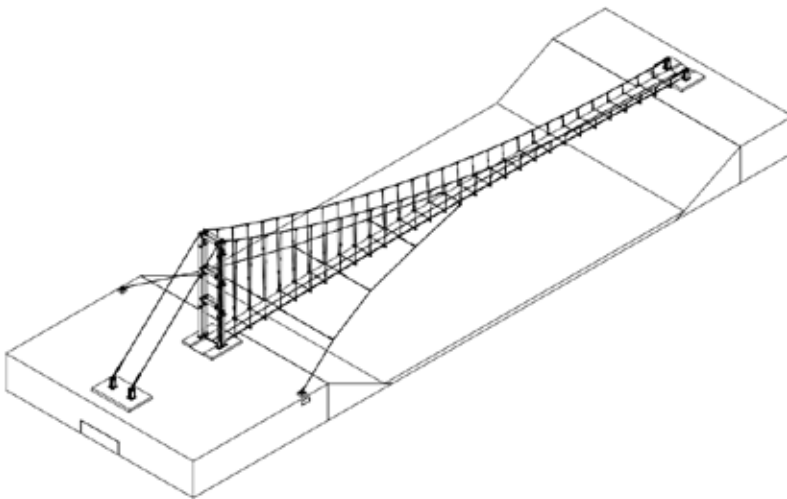
Dalam menentukan lokasi tepat dari rencana konstruksi JUDESA, maka harus mempertimbangkan panjang bentang terpendek yang mungkin dari jembatan. Hal ini perlu dioptimasi dengan kelayakan dan kenyamanan akses pengguna jembatan. JUDESA yang telah didesain secara tipikal dapat mengakomodasi kebutuhan panjang bentang jembatan dengan batasan bentang 30 m hingga mencapai 120 meter dengan ketentuan sebagai berikut:

- a. Jembatan dengan bentang 30 sampai dengan 40 meter: JUDESA tipe asimetris I



Gambar 2.1 JUDESA tipe asimetris I (Bentang 30 m s/d 40 m)

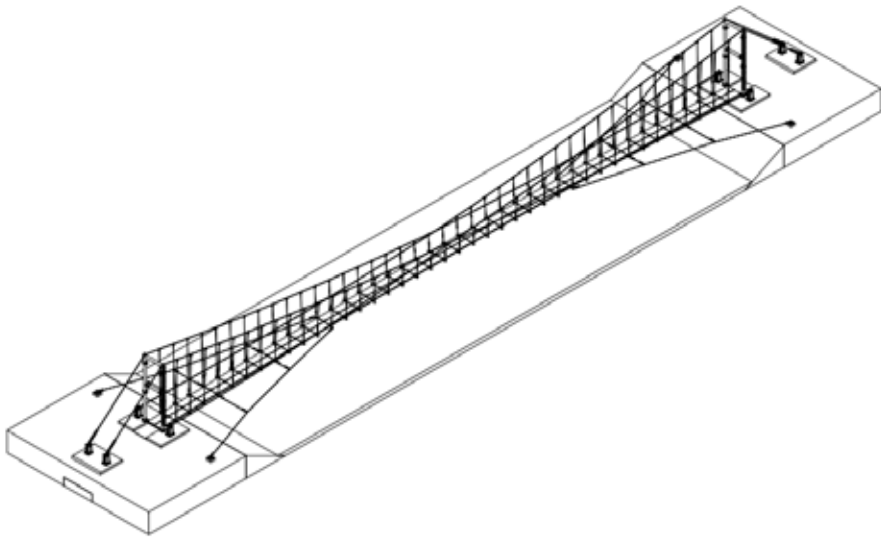
- b. Jembatan dengan bentang 40 sampai dengan 60 meter: JUDESA tipe asimetris II



Gambar 2.2 JUDESA tipe asimetris II (Bentang 40 m s/d 60 m)

- c. Jembatan dengan bentang 60 meter sampai 80 meter: JUDESA tipe double asimetris I

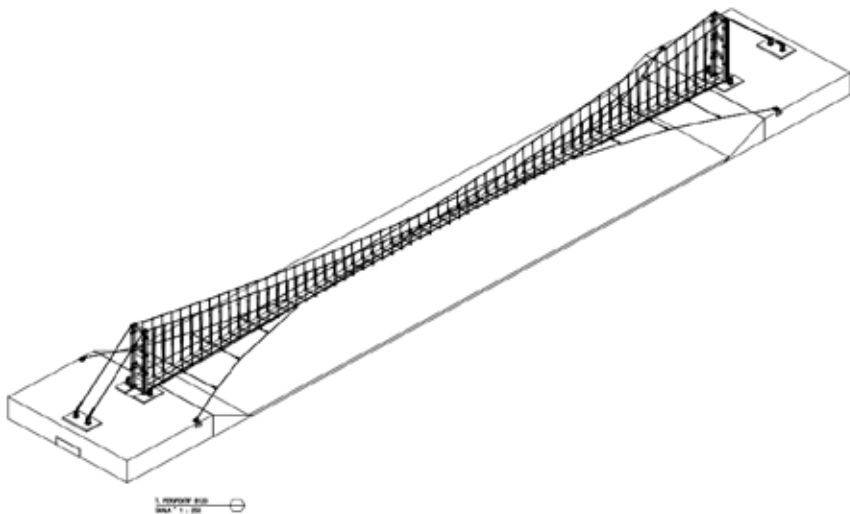
Tipe ini merupakan kombinasi dari dua jembatan JUDESA tipe asimetris I yang berseberangan dan dihubungkan *deck closure* di bagian pertemuan kedua jembatan seperti sketsa berikut ini.



Gambar 2.3 JUDESA tipe double asimetris I (Bentang 60 m s/d 80 m)

- d. Jembatan dengan bentang 80 meter sampai 120 meter: JUDESA tipe double asimetris II

Tipe ini merupakan kombinasi dari dua jembatan JUDESA tipe asimetris II yang berseberangan dan dihubungkan *deck closure* di bagian pertemuan kedua jembatan seperti sketsa berikut ini.



Gambar 2.4 JUDESA tipe double asimetris II (Bentang 80 m s/d 120 m)

RESIKO GERUSAN

Untuk menghindari resiko gerusan pada bagian bangunan bawah jembatan yang dapat menyebabkan keruntuhan jembatan, maka lokasi JUDESA harus berada pada bagian lurus dari sungai atau arus, jauh dari cekungan tempat erosi atau gerusan dapat terjadi. Arus sungai harus memiliki penguraian yang baik dan jalan aliran yang stabil dengan resiko yang kecil dari perubahan karena erosi.

KETERSEDIAAN BAHAN ATAU MATERIAL STRUKTUR

Lokasi yang dipilih sebagai lokasi rencana pembangunan JUDESA harus memiliki akses ketersediaan yang baik untuk material dan pekerja. Akan sangat membantu bila terdapat penyedia material setempat yang mungkin digunakan dalam konstruksi seperti pasir dan batu, disamping material struktur prefabrikasi JUDESA yang ditransportasi langsung dari pabrik ke lokasi. Hal ini akan menguntungkan di sisi waktu pelaksanaan dapat lebih singkat, juga biaya transportasi material yang perlu dikeluarkan dapat ditekan lebih murah.

ALINEMEN JALAN PENGHUBUNG

Lokasi jembatan harus sedekat mungkin dengan jalan masuk yang ada dan sebisa mungkin berupa lintasan lurus agar tidak ada hambatan saat memasuki atau keluar dari jembatan untuk mengantisipasi efek beban dinamis yang dapat berbahaya bagi jembatan. Lokasi harus memberikan jarak bebas yang baik untuk mencegah banjir dan harus meminimalisasi kebutuhan untuk pekerjaan tanah pada jalan masuk untuk menaikkan permukaan pada jembatan. ■

3

KRITERIA PERENCANAAN JUDESA

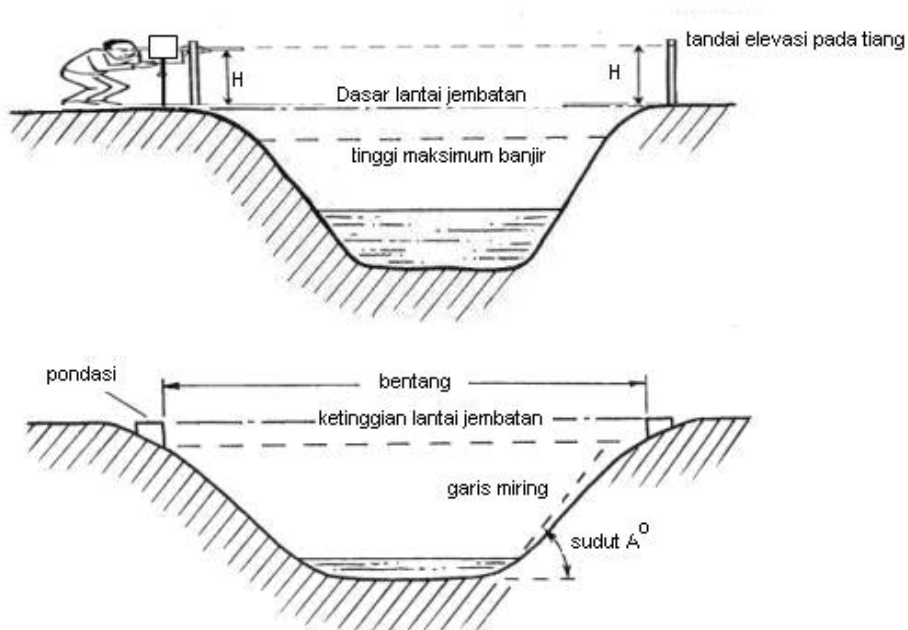
UMUM

Kriteria perencanaan JUDESA perlu dipahami sebagai dasar untuk proses pelaksanaan konstruksi JUDESA. Penentuan elevasi lantai jembatan, lebar lantai jembatan, beban rencana jembatan, aspek utama perencanaan jembatan, material struktur, gaya tarik kabel utama, lendutan, fungsi elemen-elemen jembatan gantung JUDESA merupakan beberapa tahapan yang dilakukan dalam perencanaan JUDESA. Dalam bab ini juga akan diuraikan metode perencanaan yang digunakan dalam bentuk bagan alir.

ELEVASI LANTAI JEMBATAN

Penentuan elevasi lantai jembatan sangat berkaitan dengan panjang bentang jembatan, alinemen jalan pendekat dari lokasi rencana jembatan itu sendiri. Selain itu, elevasi lantai jembatan harus direncanakan bebas dari banjir dan jarak bebas. Elevasi

minimal dari lantai jembatan dapat ditentukan dari jarak bebas dan tinggi banjir rencana dengan periode ulang 20 tahun. Penentuan elevasi lantai jembatan ditunjukkan pada **Gambar 3.1**.



Gambar 3.1 Ketinggian dari lantai jembatan

JARAK BEBAS

Jarak bebas yang dianjurkan untuk penentuan elevasi lantai jembatan adalah:

- Pada daerah yang agak datar ketika air banjir dapat menyebar ke batas ketinggian permukaan air dianjurkan jarak bebas minimum 1 m;
- Pada daerah berbukit dan memiliki kelandaian lebih curam ketika penyebaran air banjir lebih terbatas, jarak bebas harus ditingkatkan. Jarak bebas lebih dari 5 m disarankan untuk daerah berbukit dengan arus sungai yang mengalir pada tepi jurang yang curam.

Faktor kritis lain dari jarak bebas untuk perahu dan lokasi dari bangunan bawah jembatan juga perlu diperiksa untuk melihat kriteria mana yang mengatur tinggi minimum lantai jembatan.

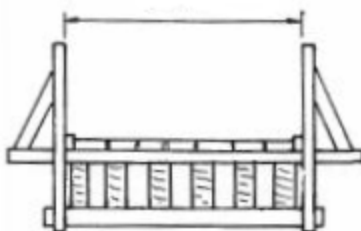
TINGGI BANJIR

Tinggi banjir rata-rata di lokasi rencana jembatan dapat diamati dengan beberapa langkah sebagai berikut:

- a. Observasi tempat yang ditandai oleh material yang tertahan pada tumbuhan, jenis arus, endapan pasir/tanah;
- b. Diskusi dengan masyarakat setempat;
- c. Data muka air banjir tertinggi

LEBAR LANTAI JEMBATAN

Fungsi dari JUDESA berdasarkan penggunaannya, dibatasi hanya untuk pejalan kaki atau kendaraan sepeda motor. Hal ini berkaitan dengan beban rencana yang digunakan dalam perencanaan yang besarnya hanya mengakomodasi beban hidup tersebut. Oleh karena itu, lebar standar lantai jembatan yang dianjurkan untuk JUDESA adalah 1.8 m. Akses kendaraan bermotor lebih besar harus dicegah, misalnya dengan memasang tiang besi atau patok diujung jembatan.



Gambar 3.2 Lebar lantai JUDESA yang direkomendasikan

BEBAN RENCANA JEMBATAN

Jembatan pejalan kaki harus kuat dan kaku (tanpa lendutan yang berlebih) untuk menahan beban rencana yang akan diuraikan pada bagian ini. Seperti diuraikan diatas, fungsi dari JUDESA berdasarkan penggunaannya, dibatasi hanya untuk pejalan kaki atau kendaraan sepeda motor. Beban tersebut adalah beban hidup dari pengguna jembatan. Selain beban hidup pengguna jembatan, terda-

pat beban mati, beban samping berupa beban angin yang juga direncanakan untuk dapat dipikul oleh JUDESA.

Beban vertikal

Beban vertikal rencana adalah kombinasi dari beban mati dan beban hidup terbesar yang diperkirakan dari pengguna jembatan. Beban vertikal ini berasal dari:

- a. Beban mati dari berat sendiri jembatan.

Besaran beban mati ini tergantung dari berat jenis dan volume dari seluruh elemen jembatan JUDESA.

- b. Beban hidup dari pengguna jembatan.

Aspek beban hidup yang dipertimbangkan dalam perencanaan JUDESA adalah hanya beban terdistribusi merata dari kendaraan sepeda motor dan beban pejalan kaki manusia, dengan besaran yang diambil adalah sebesar 3 kPa.

Beban samping

Beban samping yang harus dipertimbangkan dalam desain adalah beban angin yang terjadi pada sisi depan yang terbuka dari batang-batang jembatan. Standar perencanaan untuk jembatan pejalan kaki mempertimbangkan standar perencanaan kecepatan angin 35 m/detik. Karena pada kondisi ekstrim tidak mungkin ada beban lalu lintas penuh di atas jembatan pada kondisi angin yang besar, beban angin direncanakan untuk dipikul terpisah dari beban hidup vertikal.

ASPEK UTAMA PERENCANAAN JEMBATAN

Standar perencanaan jembatan menetapkan kriteria perencanaan utama yang perlu dipertimbangkan untuk memastikan bahwa jembatan pejalan kaki aman dan sesuai untuk penggunaannya. Kriteria tersebut antara lain sebagai berikut.

Tabel 3.1. Beban hidup yang dipikul dan lendutan izin jembatan gantung pejalan kaki

Kelas pengguna	Lebar	Beban terpusat	Beban terdistribusi merata	Lendutan izin Δ
Jembatan gantung pejalan kaki (beban hidup dibatasi hanya untuk pejalan kaki dan sepeda motor)	1,8 m	-	3 kPa	1/100 L
Keterangan: L adalah bentang utama jembatan				

a. Kekuatan

Elemen dan sistem struktur jembatan harus cukup kuat untuk menahan beban hidup dan beban mati yang didefinisikan di atas dengan batas yang cukup untuk keselamatan, untuk mengizinkan beban yang tidak terduga, properti material, kualitas konstruksi, pemasangan dan pemeliharaan.

b. Lendutan

Jembatan pejalan kaki tidak boleh melendut untuk batas yang mungkin menyebabkan kecemasan atau ketidak nyamanan bagi pengguna atau menyebabkan batang-batang yang terpasang menjadi tidak rata. Batas maksimum untuk balok dan rangka batang jembatan pejalan kaki ditunjukkan pada **Tabel 3.1**. Batasan ini adalah lendutan maksimum pada seperempat bentang jembatan pejalan kaki ketika dibebani oleh beban hidup merata di atasnya.

c. Beban Dinamik

Pada jembatan pejalan kaki dapat saja terjadi getaran akibat angin atau orang yang berjalan di atasnya. Namun, beban ini dapat diatasi dengan ikatan angin dan pembatasan barisan pejalan kaki.

MATERIAL STRUKTUR

Beton

Mutu material beton yang digunakan pada struktur pondasi, blok angkur dan struktur lainnya pada JUDESA yang menggunakan material beton minimal f'_c 20 MPa atau mutu lain yang diperkenankan sesuai dengan rekomendasi tenaga ahli. Mutu beton dan proporsi campuran harus sesuai dengan SNI 03-1974 seperti tampak pada **Tabel 3.2**.

Baja

Persyaratan bahan material dari Baja yang digunakan sebagai material struktur elemen-elemen jembatan JUDESA antara lain sebagai berikut:

a. Penyimpanan bahan;

Baja, baik ketika pabrikan di bengkel maupun di lapangan, harus ditumpuk di atas balok pengganjal atau landasan sedemikian rupa sehingga tidak bersentuhan dengan tanah. Jika baja ditumpuk dalam beberapa lapis, pengganjal untuk semua lapis harus berada dalam satu garis.

b. Pengecatan permukaan sebagai lapis pelindung;

1. Permukaan yang akan dicat harus bersih dan bebas dari lemak, debu, produk korosi, residu, garam dan sebagainya;
2. Perbaikan lapis pelindung struktur baja;

Bahan pelindung untuk struktur baja yang akan dilapis ulang dengan lapis pelindung harus disesuaikan dengan jenis bahan dasar struktur baja yang telah diberi lapisan pelindung. Sebelum dilakukan pelapisan ulang, struktur baja harus dibersihkan terlebih dahulu sampai kondisi permukaan tertentu sesuai dengan kondisi kerusakan pada lapisan tersebut.

Tabel 3.2. Mutu beton dan pedoman proporsi takaran campuran

Jenis Beton	Mutu Beton		Ukuran Agregat Maksimum	Rasio air / semen maksimum (terhadap berat)	Kadar semen minimum (kg/m3 dari campuran)
	f'_c (MPa)	σ'_{bk} (kgf/cm2)			
Mutu Tinggi	50	600	19	0,350	450
			37	0,400	395
			25	0,400	430
	45	500	19	0,400	455
			37	0,425	370
			25	0,425	405
	38	450	19	0,425	430
			37	0,450	350
			25	0,450	385
	35	400	19	0,450	405
			37	0,475	335
			25	0,475	365
Mutu Sedang	30	350	19	0,475	385
			37	0,500	315
			25	0,500	345
	25	300	19	0,500	365
			37	0,550	290
			25	0,550	315
	20	250	19	0,550	335
			37	0,600	265
			25	0,600	290
Mutu Rendah	15	175	19	0,600	305
			37	0,700	225
			25	0,700	245
	10	125	19	0,700	260
			37	0,700	260
			25	0,700	260

c. Baja struktur.

Baja yang digunakan sebagai bagian struktur baja harus mempunyai sifat mekanis baja struktural seperti dalam **Tabel 3.3**. Mutu baja dan data yang berkaitan lainnya harus ditandai dengan jelas pada unit-unit yang menunjukkan identifikasi selama pabrikasi dan pemasangan. Batang penggantung menggunakan baja bundar sesuai spesifikasi baja pada **Tabel 3.3**.

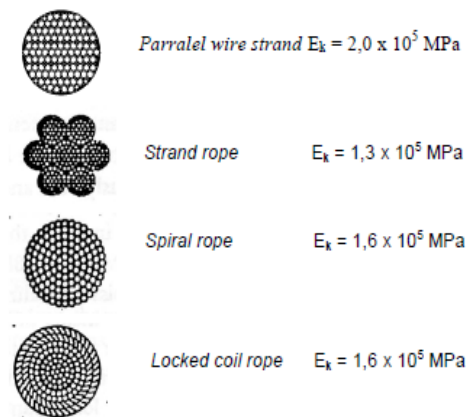
Tabel 3.3. Sifat mekanis baja struktural

Jenis baja	Tegangan putus minimum, f_u (MPa)	Tegangan leleh minimum, f_y (MPa)	Regangan minimum (%)
BJ 34	340	210	22
BJ 37	370	240	20
BJ 41	410	250	18
BJ 50	500	290	16
BJ 55	550	410	13

Kabel

Elemen kabel yang digunakan pada jembatan JUDESA ini harus memenuhi beberapa persyaratan sebagai berikut:

- a. Kabel utama yang digunakan berupa untai (strand). Jenis-jenis kabel ditunjukkan dalam **Gambar 3.3**.
- b. Kabel dengan inti yang lunak tidak diizinkan digunakan pada jembatan gantung ini;
- c. Kabel harus memiliki tegangan leleh minimal sebesar 1500 MPa.
- d. Kabel ikatan angin menggunakan kabel baja bundar sesuai spesifikasi baja seperti tampak pada **Tabel 3.3**.



Gambar 3.3 Penampang melintang kabel

GAYA TARIK KABEL UTAMA

a) Besarnya komponen horizontal gaya tarik H pada ujung kabel utama adalah:

1) Akibat beban hidup merata penuh.

$$H1 = \frac{PL^2}{8d}$$

2) Akibat beban mati

$$H2 = \frac{WL^2}{8d}$$

Keterangan:

$H1$ & $H2$ adalah komponen horizontal gaya tarik (kN)

P adalah beban hidup merata (kN/m)

w adalah berat sendiri struktur (kN/m)

L adalah bentang utama (m)

d adalah cekungan kabel di tengah bentang (m)

b) Besarnya cekungan kabel (d) diperoleh dengan menentukan tinggi kedua ujung jembatan, kemudian dengan persamaan kurva catenary diperoleh ketinggian pada $\frac{1}{2}$ bentang yang disebut cekungan kabel (d).

c) Kabel utama dan *backstay* dihitung berdasarkan gaya tarik T maksimum:

$$\text{Untuk } backstay : T = \frac{H}{\cos \varphi} \text{ atau } T = \frac{H}{\cos \theta}$$

Untuk kabel utama:

Keterangan:

- H adalah komponen horizontal gaya tarik, yang merupakan nilai maksimum dari kombinasi ($H_1 + H_2$) (kN)
- T adalah gaya tarik kabel maksimum akibat beban merata penuh (kN)
- θ adalah sudut kabel di menara antara horizontal dan kabel bentang utama.
- φ adalah sudut kabel di menara antara horizontal dan kabel angkur
- d) Panjang teoritis kabel utama (L_k) adalah jarak parabolik antara titik-titik pusat kabel dipelana :

$$LK = L \left\{ 1 + \frac{8}{3} \left(\frac{d^2}{L} \right) \right\}$$

Keterangan:

- L adalah panjang bentang utama
- d adalah cekungan kabel di tengah bentang
- e) Panjang bersih kabel utama pada kondisi bebas beban diperoleh dengan mengadakan koreksi pengurangan terhadap panjang teoritis:
 - 1) koreksi penambahan panjang sesuai lengkungan di pelana;
 - 2) koreksi pengurangan panjang ulur elastis sebanding dengan tegangan rata-rata akibat beban mati penuh berdasarkan tegangan kabel maksimum di menara dan minimum di tengah bentang;

LENDUTAN

Lendutan maksimum yang terjadi pada jembatan hanya mempertimbangkan beban hidup merata yang bekerja pada jembatan besarnya beban hidup dan lendutan izin yang terjadi yaitu $1/100 L$ sesuai **Tabel 3.1**.

FUNGSI ELEMEN-ELEMEN JEMBATAN GANTUNG JUDESA

Jembatan gantung untuk pejalan kaki terdiri dari bagian-bagian struktur sebagai berikut:

a) Bangunan atas terdiri dari:

- 1) lantai jembatan, berfungsi untuk memikul beban lalu lintas yang melewati jembatan serta menyalurkan beban dan gaya-gaya tersebut ke gelagarmelintang;
- 2) gelagar melintang berfungsi sebagai pemikul lantai dan sandaran serta menyalurkan beban dan gaya-gaya tersebut ke gelagar memanjang;
- 3) gelagar memanjang berfungsi sebagai pemikul gelagar serta menyalurkan bebandan gaya-gaya tersebut ke batang penggantung;
- 4) batang penggantung berfungsi sebagai pemikul gelagar utama serta melimpahkan beban-beban dan gaya-gaya yang bekerja ke kabel utama;
- 5) kabel utama berfungsi sebagai pemikul beban dan gaya-gaya yang bekerja pada batang penggantung serta melimpahkan beban dan gaya-gaya tersebut ke menara pemikul dan blok ankur;
- 6) pagar pengaman berfungsi untuk mengamankan pejalan kaki;
- 7) kabel ikatan angin berfungsi untuk memikul gaya angin yang bekerja padabangunan atas;
- 8) menara berfungsi sebagai penumpu kabel utama dan gelagar utama, sertamenyalurkan beban dan gaya-gaya bekerja melalui struktur pilar ke fondasi.
- 9) pondasi berfungsi sebagai pemikul seluruh beban jembatan dan gaya-gaya yang bekerja pada fondasi serta menyalurkan kelapisan tanah pendukung.

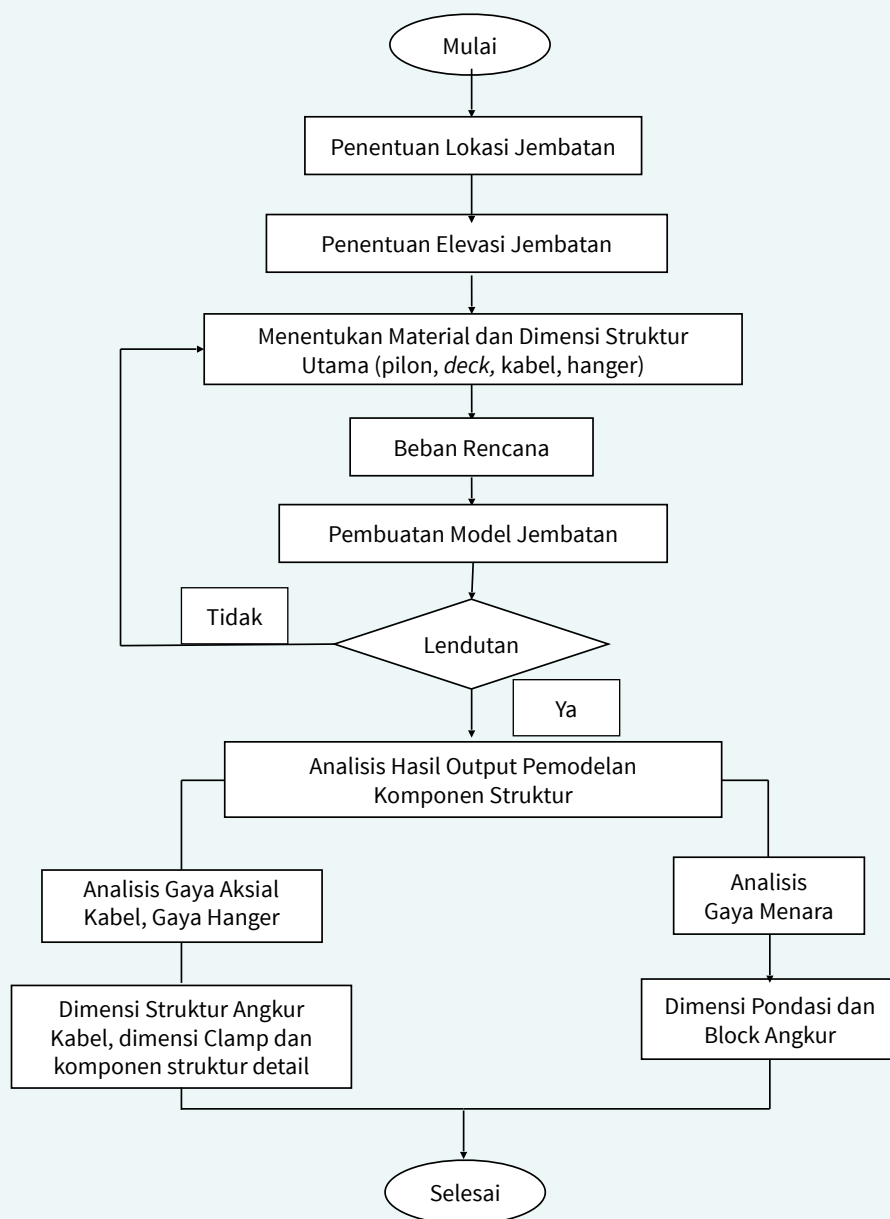
b) Bangunan bawah terdiri dari:

- 1) blok ankur merupakan tipe gravitasi untuk semua jenis tanah yang berfungsi sebagai penahan ujung-ujung kabel utama serta menyalurkan gaya-gaya yangdipikulnya ke fondasi;
- 2) fondasi menara dan fondasi ankur berfungsi sebagai pemikul menara dan blokankkur serta melimpahkan beban dan gaya-gaya yang bekerja ke lapisan tanah pendukung.
- 3) Jembatan direncanakan tidak menggunakan struktur pengaku. Jembatan gantung tanpa pengaku hanya digunakan untuk struktur yang sederhana

(bukan untuk struktur yang rumit dan berfungsi untuk menahan beban yang terlalu berat), karena tidak adanya pendukung lantai jembatan yang kaku atau kurang memenuhi syarat untuk diperhitungkan sebagai struktur kaku.

- 4) Jembatan tanpa pengaku adalah tipe jembatan gantung dimana seluruh beban sendiri dan lalu-lintas didukung penuh oleh kabel (hal ini dikarenakan tidak terdapatnya elemen struktur kaku pada jembatan). Dalam hal ini bagian lurus yang berfungsi untuk mendukung lantai lalu-lintas berupa struktur sederhana, yaitu berupa balok biasa. Dalam perhitungan struktur secara keseluruhan, struktur pendukung lantai lalu-lintas ini kekakuannya (EI) dapat diabaikan, sehingga seluruh beban mati dan beban lalu-lintas akan didukung secara penuh oleh kabel baja melalui hanger. ■

METODE PERENCANAAN JEMBATAN GANTUNG JUDESA



Gambar 3.4 Bagan alir perencanaan

4

PELAKSANAAN JUDESA

UMUM

Bagian ini menguraikan kriteria yang dapat menjadi acuan bagi pelaksana pembangunan JUDESA dalam menetapkan metode dasar terkait pelaksanaan jembatan selama masa konstruksi JUDESA. Kriteria pelaksanaan ini mencakup kriteria mengenai peralatan, survei dan investigasi lapangan, pengadaan material jembatan, tahapan pelaksanaan pekerjaan konstruksi jembatan JUDESA, dan pemeriksaan akhir dari konstruksi JUDESA.

PERALATAN

Selain peralatan-peralatan yang biasa digunakan, peralatan dan perlengkapan untuk pengukuran dan pemasangan JUDESA adalah sebagai berikut:

- Alat ukur: *teodolit*, *waterpas*, *total station*;
- Patok-patok kayu sebagai patok ukur;

- Satu set alat instalasi (*tool kit*);
- Satu set peralatan las listrik lengkap jika diperlukan;
- Alat pengukur getaran jika diperlukan.

SURVEI DAN INVESTIGASI LAPANGAN

Pengukuran Topografi

Survei topografi adalah suatu metode untuk menentukan posisi tanda-tanda (*features*) buatan manusia maupun alamiah diatas permukaan tanah. Survei topografi berfungsi mengumpulkan data yang diperlukan untuk gambar peta topografi. Proses pemetaan topografi sendiri adalah proses pemetaan yang pengukurannya langsung dilakukan di permukaan bumi dengan peralatan survei teristris.

a. Peralatan

Peralatan yang akan digunakan adalah:

- *Teodolite* Manual : 1 Unit
- Rambu Ukur : 2 Unit
- Statif : 1 Unit
- Meteran 50 m, dll.



Teodolite Manual



Meteran 50 Meter



Statif / Tripod



Rambu Ukur

Gambar 4.1 Peralatan untuk pengukuran topografi

b. Pelaku Kegiatan

Anggota tim pengukuran terdiri dari:

- Penanggung Jawab Kegiatan : 1 Org
- Juru Ukur : 1 Org
- Pemegang rambu : 2 Org
- Tenaga Angkut Peralatan : 2 Org

c. Pelaksanaan Pengukuran Topografi

- Mobilisasi anggota dan melakukan kordinasi dengan pihak-pihak terkait.
- Permohonan izin pelaksanaan pengukuran pada warga setempat di sekitar lokasi jembatan.
- Mempersiapkan pelaksanaan pengukuran
- Membersihkan areal disekitar jembatan. Pembersihan perlu dilakukan untuk mengurangi kendala pada saat pengukuran akibat terhalangnya titik-titik pengukuran. Digunakan 2 orang pekerja untuk melakukan pembersihan areal pengukuran.
- Pengukuran detail situasi. Pengukuran dilakukan secara menyeluruh sungai maupun bukit dibantu oleh 2 orang pekerja sebagai tenaga angkut peralatan pengukuran.. Maka akan diperoleh hasil pengukuran untuk penggambaran topografi



Gambar 4.2 Contoh pelaksanaan pengukuran topografi

- Penentuan posisi titik-titik ukur. Titik-titik yang ditentukan harus representative dalam arti distribusinya merata, intervalnya seragam, aman dari gangguan, mudah untuk mendirikan alat ukur, mempunyai kapabilitas yang baik untuk pengukuran detil, saling terlihat dengan titik sebelum dan sesudahnya, dan lain-lain.

d. Pengolahan Data Pengukuran Topografi

Setelah dilakukannya pengukuran, maka langkah selanjutnya adalah pengolahan data yang sudah di dapat dari lapangan. Beberapa hal yang dilakukan dalam pengolahan data adalah:

- Perhitungan detil (X, Y, Z) atau cukup sudut arah (*azimuth*), jarak datar dan beda tinggi dari titik ikat.
- Plotting atau penggambaran. Hal-hal yang dilakukan pada proses penggambaran adalah: penggambaran titik-titik detil, penarikan garis kontur, editing dan simbolisasi.

Penyelidikan Tanah

Penyelidikan tanah merupakan salah satu unsur penunjang dalam kegiatan pembuatan suatu bangunan baik dalam kegiatan perencanaan maupun kegiatan pelaksanaan. Penyelidikan tanah yang dilakukan secara mendetil dan teliti pada saat pelaksanaan di lapangan diharapkan menghasilkan data-data yang akurat dan dapat dipercaya, sehingga data tersebut dapat menjadi gambaran mengenai keadaan, sifat dan susunan lapisan tanah/batuan. Pengujian tanah yang dilakukan untuk JUDESA dilakukan menggunakan alat sondir.

a. Peralatan

- Sondir mekanisme tipe DCP kapasitas 2,5 ton dengan tahanan conus maximum, $q_c = 400 \text{ kg/cm}^2$.

b. Pelaku Kegiatan

Anggota tim pengukuran terdiri dari:

- Penanggung Jawab Kegiatan : 1 Org
- Juru Uji : 1 Org
- Teknisi : 2 Org
- Tenaga Angkut Peralatan : 2 Org

c. Pelaksanaan Penyelidikan Tanah dengan Alat Sondir

- Mobilisasi anggota dan melakukan kordinasi dengan pihak-pihak terkait.
- Permohonan izin pelaksanaan pengukuran pada warga setempat disekitar lokasi jembatan.
- Mencari tenaga bantu untuk membersihkan areal disekitar jembatan. Pembersihan tersebut perlu dilakukan untuk mengurangi kendala pada saat pengujian akibat terhalangnya titik-titik pengujian oleh semak belukar. Digunakan 2 orang pekerja untuk melakukan pembersihan areal pengujian.
- Dari hasil pengukuran topografi dikembangkan ke pengukuran dalam peta situasi, kemudian ditentukan dimana titik-titik bangunan bawah jembatan yang kemudian akan dijadikan sebagai lokasi pengujian tanah.
- Dari hasil penggambaran dapat diperoleh 2 titik yang akan digunakan untuk pengujian sondir. Dua titik tersebut adalah di lokasi kepala jembatan dan pondasi Pilon.
- Pelaksanaan uji sondir dihentikan berdasarkan tiga hal yakni :
 - Tekanan conus telah mencapai minimal 250 kg/cm^2
 - Angkur sondir terangkat
 - *Friction* sangat besar sehingga kemampuan tenaga atau peralatan sudah tidak mampu lagi



Gambar 4.3 Contoh pelaksanaan penyelidikan tanah dengan alat sondir

d. Pengolahan Data Penyelidikan Tanah

Data langsung yang diperoleh dari uji sondir adalah perlawanan *conus* (*conus resistance*, q_c) dan perlawanan total (f_c+q_f) yaitu perlawanan *conus* + perlawanan gesek (*friction*, q_f). Analisis dari kedua data tersebut akan diperoleh data tahanan *conus* (q_c) *local friction* (f_s), *total friction* (f_t) atau jumlah hambatan pelekak (JHP) dan *friction ratio* (FR) yang merupakan *ratio* antara *local friction* dengan tahanan *conus* yang dinyatakan dalam persen. Nilai q_c , f_t , f_s , dan FR ditampilkan dalam grafik hasil penyelidikan sondir dengan interval pembacaan tiap 20 cm kedalaman. Hasil pengolahan berbentuk tabel perhitungan dan grafik sondir, yang memuat informasi berikut :

- q_c (perlawanan konus, atau daya dukung);
- f_s (perlawanan geser);
- r_f (angka banding geser, atau *friction ratio*);
- T_f (geseran total)

Perhitungan dan penggambaran grafik sondir ini dilakukan dengan menggunakan komputer yang memakai *software* dari *Microsoft Excel* atau program *software* yang khusus untuk pengolahan data CPT (*Cone Penetration Test*).

PENGADAAN MATERIAL JEMBATAN

Pengadaan material jembatan gantung meliputi:

a. Bangunan Bawah, terdiri dari :

- Sistem pondasi, yang terdiri dari pengadaan pasir cor, split, batu kali dan semen
- Sistem Blok Angkur, yang terdiri dari pengadaan material blok angkur yang terbuat dari profil baja H, pipa baja solid untuk jalur kabel ke profil baja dan kelengkapan *base plate*.
- Sistem *Pylon*, yang terdiri dari pipa baja dan kelengkapan *base plate* dan plat *stiffener*.

b. Bangunan Atas, terdiri dari :

- Sistem Kabel, yang terdiri dari kabel utama, penggantung, kabel pengaku/



Gambar 4.4 Contoh pabrikasi material elemen jembatan

ikatan angin, klem kabel utama, bulldog grip kabel utama dan kabel pengaku, *turnbuckle*, dan baut.

- Sistem Gelagar, yang terdiri dari gelagar melintang terbuat dari profil baja *double* kanal, plat kopel dan pengisi lantai, pin, dan angkur tanam.
- Sistem Lantai, yang terdiri plat bordes, *hollow* baja, plat penyambung dan baut.

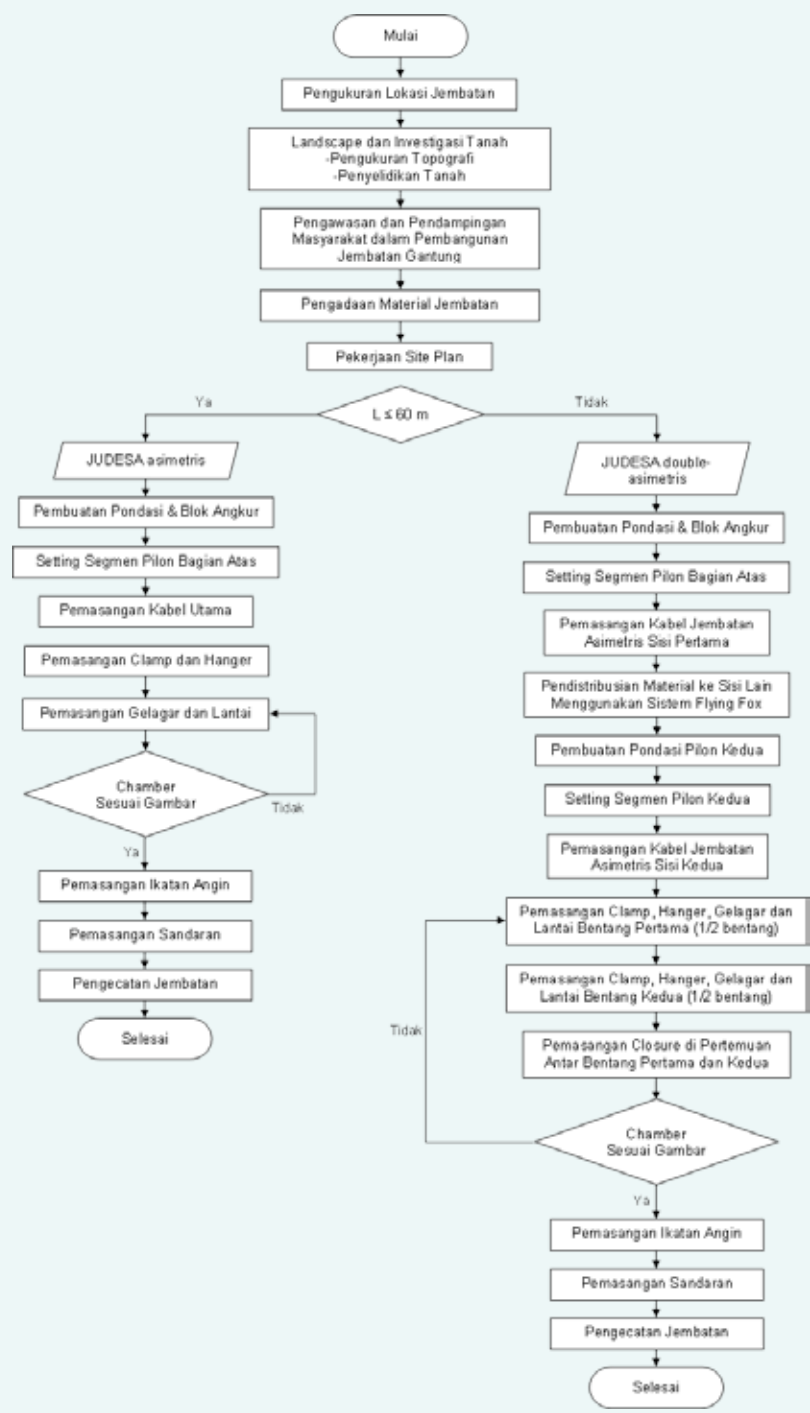
TAHAPAN PELAKSANAAN PEKERJAAN KONSTRUKSI JEMBATAN JUDESA

Secara garis besar, tahapan pelaksanaan pekerjaan konstruksi JUDESA mengacu pada bagan alir di **Gambar 4.5**.

Persiapan Pelaksanaan

Persiapan meliputi:

- Persiapan peralatan, yang terdiri dari
 - Tambang
 - *Hand winch*, *tackle* kapasitas 3 ton, *tackle* kapasitas 5 ton
 - Kunci pas/ring
 - Kunci *sock*
 - Pipa atau *box* bantu
 - Roda katrol



Gambar 4.5 Bagan alir pelaksanaan

-
- Balok kayu
 - Alat ukur *waterpass* dan T0
 - *Compressor*
 - *Genset*
 - Pacul
 - Sekop
 - Linggis
 - Garpu
 - Dan lain sebagainya

b. Pemeriksaan komponen

- Periksa komponen sesuai dengan packing list terlampir, jumlahnya, kodenya, dan jenisnya.
- Kumpulkan atau pisahkan komponen sesuai dengan jenis dan ukurannya, agar tidak terjadi pencampuran jenis, sehingga mengakibatkan keterlambatan pelaksanaan pemasangan. Misalnya
 - Komponen angkur pondasi
 - Komponen pilon
 - Komponen gelagar
 - Komponen penggantung
 - Dan lain sebagainya

Pekerjaan *Site Plan*

Pekerjaan *site plan* meliputi:

a. Peralatan dan Material

- Theodolit atau *waterpass*
- Patok dari kayu atau bambu
- Meteran

b. Langkah Kerja

- Tentukan as jembatan gantung yaitu dari pondasi angkur ke pondasi angkur yang satunya lagi dengan ketentuan yang berlaku.
- Penentuan angkur blok kabel utama yang perlu diperhatikan adalah jarak antara pondasi pilon ke angkur blok kabel utama tetapi ini tidaklah mutlak, karena yang sangat menentukan dan perlu diperhatikan adalah sudut kemiringan kabel utama yaitu 45°
- Menentukan pondasi kabel ikatan angin, yang perlu diperhatikan adalah jarak antara pondasi pilon dengan pondasi kabel ikatan angin. Jika tidak memungkinkan sesuai dengan gambar maka diperbolehkan untuk merubah posisi atau kedudukan pondasi kabel angin.

Pekerjaan Pondasi

Pekerjaan pondasi meliputi:

a. Persiapan peralatan dan material

- Cangkul
- Meteran
- Gergaji
- Palu
- Papan kayu
- Kayu kaso
- Paku
- Semen
- Batu kali

b. Langkah kerja

- Setelah pemasangan *bouwplank* selesai dan sesuai dengan gambar rencana untuk pondasi angkur kabel, pondasi pilon dan pondasi angkur ikatan angin perlu dilakukan pengecekan ulang untuk memastikan as dan elevasi dari pondasi tersebut.



Gambar 4.6 Contoh pengukuran as dan pemasangan bouwplank pondasi

- Setelah pengecekan ulang selesai mulailah menggali sesuai dengan ukuran, bentuk dan struktur pondasi. Tipe pondasi yang digunakan adalah tipe silinder (bentuk pondasi yang terlihat pada gambar hanyalah sebagai representasi tahapan pelaksanaan)
- Dilanjutkan pemasangan bekisting dengan menggunakan pasangan batu kali.
- Penyetelan angkur pondasi harus diperhatikan as sesuai dengan gambar rencana
- Langsir material angkur dan untuk pengecoran ke lokasi jembatan
- Siapkan juga bahan-bahan pengecoran seperti, semen, pasir, batu kali, batu kerikil, dan alat bantu untuk pengecoran.
- Tentukan perbandingan bahan-bahan adukan, sesuai dengan ketentuan yang benar.



Gambar 4.7 Galian tanah untuk pondasi



Gambar 4.8 Langsir material



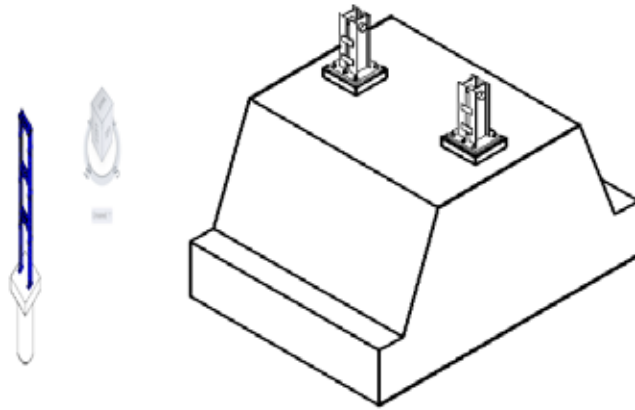
Gambar 4.9 Bekisting pasangan batu untuk pondasi



Gambar 4.10 Setting angkur pondasi jembatan gantung



Gambar 4.11 Pengecoran pondasi



Gambar 4.12 Sketsa Pondasi Pilon dan Blok Angkur



Gambar 4.13 Setting segmen pilon bagian atas

Setting Segmen Pilon Bagian Atas

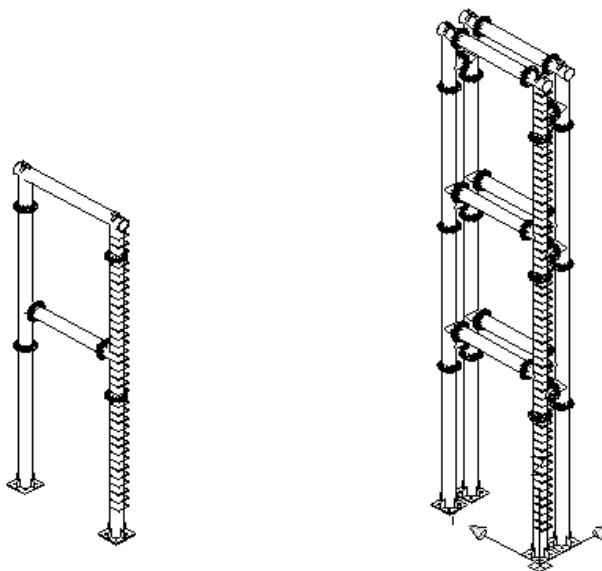
Setting pilon meliputi:

a. Peralatan dan material

- Kunci torsi
- *Tackle* 3 ton
- Pipa (box bantu $\pm 12,00$ m)
- Tambang
- Seling
- Baut dan mur penyambung segmen pilon
- *Hand winch*
- Segmen pilon bagian atas

b. Langkah kerja

- *Setting* hand winch untuk alat bantu memindahkan material dari sisi seberang



Gambar 4.14 Sketsa pilon single untuk bentang 40 m dan double untuk bentang 60 m

- *Setting* pipa atau *box* bantu dengan bantuan tambang sebagai pengikat atau penahan yang dikaitkan pada batang pohon
- Periksa bahwa pipa/*box* bantu itu benar-benar aman, dan mampu untuk menahan beban, sehingga waktu pemasangan tidak mengalami kecelakaan.
- Ikatlah *seling* (rantai *tackle* 3 ton) tersebut pada bagian atas pipa.
- Mulailah pemasangan, paskan lubang kaki pilon dengan angkur pilon yang telah terpasang
- Jika sudah terpasang, pasanglah baut lalu kencangkan
- Setelah selesai pemasangan segmen pilon yang kedua dilanjutkan pada segmen pilon berikutnya.

Pekerjaan Pemasangan Kabel Utama

Pemasangan kabel utama meliputi:

a. Persiapan peralatan dan material

- *Tackle* 5 ton
- Tambang
- Kunci torsi
- Kabel utama diameter 5 cm
- *Bulldog grip*

b. Langkah kerja

- Setelah pilon terpasang dengan sempurna, mulailah persiapan untuk pemasangan kabel utama.
- Langkah pertama kabel diurai terlebih dahulu sampai ke sisi seberang.
- Salah satu sisi kabel kita ikatkan terlebih dahulu ke angkur kabel dan kabel dijepit dengan menggunakan *bulldog grip*
- Setelah salah satu sisi kabel terikat dilanjutkan dengan menempatkan kabel utama diatas pilon, dimana untuk bagian atas pilon sudah tersedia tempat sebagai jalur kabel



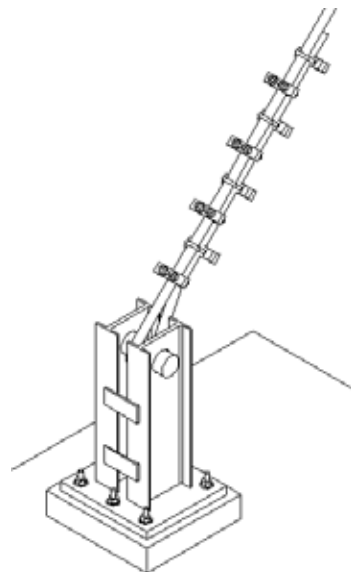
Gambar 4.15 Pemasangan kabel utama

- Kemudian untuk sisi satunya kita ikatkan kabel ke angkur kabel dan dilanjutkan dengan penarikan kabel dengan menggunakan *tackle*
- Setelah kekencangan kabel sudah sesuai dengan rencana maka kabel dijepit dengan menggunakan *bulldog grip*.

Pekerjaan Pemasangan *Clamp* dan *Hanger*

Pemasangan *clamp* dan *hanger* meliputi:

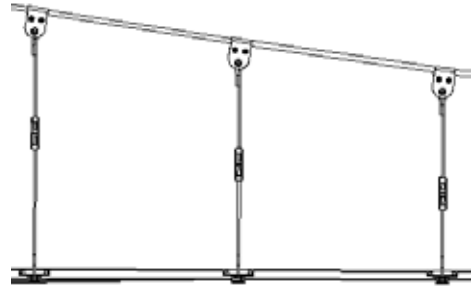
- Persiapan peralatan dan material
 - Tangga yang dibuat dari tambang atau bambu
 - *Tackle*
 - Kunci pas dan kunci ring



Gambar 4.16 Sketsa bagian ujung kabel terpasang pada angkur



Gambar 4.17 Pemasangan Clamp dan Hanger



Gambar 4.18 Sketsa Clamp terpasang pada hanger di jembatan

- Baut
- Clamp
- Hanger
- Turnbuckle

b. Langkah kerja

- Setelah kabel utama terpasang dan sesuai dengan aturan *layout*, siapkanlah *clamp*, batang-batang *hanger*, dan *turnbuckle*
- Langkah pertama ialah dengan cara merangkai *hanger* satu dengan yang lain dengan alat sambung menggunakan *turn-buckle* sesuai dengan panjang rencana
- Pemasangan *clamp* ke kabel utama dengan menggunakan alat bantu tangga dari anyaman bambu dan alat pengaman lainnya, untuk *clamp* kabel yang berdekatan dengan pilon perlu

ditahan dengan penjepit agar *clamp* tidak bergeser ke bawah

- Setelah *clamp* terpasang dilanjutkan dengan pemasangan *hanger* sesuai dengan urutan panjang yang telah direncanakan.

Pekerjaan Pemasangan Gelagar dan Panel Lantai

Pemasangan gelagar dan panel lantai meliputi:

a. Persiapan peralatan dan material

- Kunci *pass*
- Tambang
- Linggis
- Balok kayu atau bambu
- Gelagar
- Panel Lantai

b. Langkah kerja

- Setelah *clamp* dan *hanger* terpasang dilanjutkan pemasangan gelagar
- Pemasangan gelagar dimulai dari arah yang berdekatan dengan pilon
- Pemasangan gelagar dilakukan tiap segmen dengan dilanjutkan pemasangan panel lantai, berlanjut tiap segmennya



Gambar 4.19 Pemasangan gelagar dan panel lantai

- Pada setiap pemasangan gelagar dan panel lantai jangan lupa untuk di baut, dengan keadaan baut langsung di kencangkan
- Dalam pelaksanaan jangan lupa menggunakan alat pengaman.

Pekerjaan Pemeriksaan *Camber*

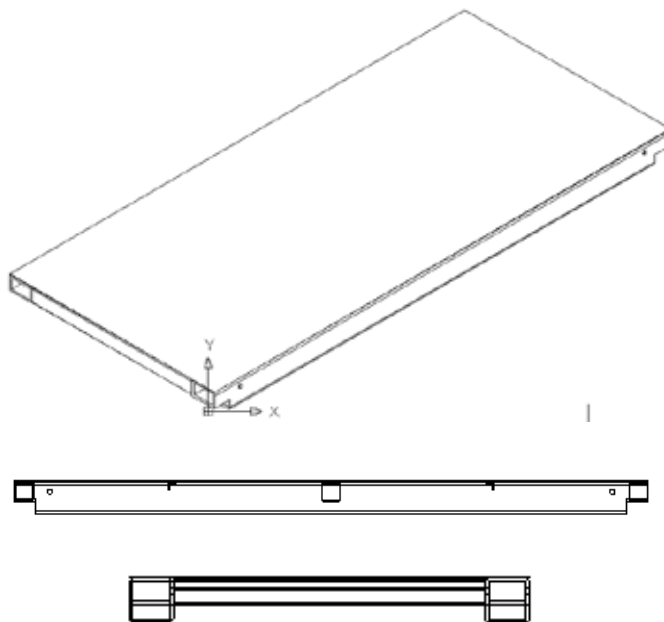
Pekerjaan pemeriksaan *camber* meliputi:

a. Persiapan peralatan

- *Theodolit* atau *waterpass*
- Rambu

b. Langkah kerja

- Pemeriksaan ini dilakukan setelah semua panel lantai sudah terpasang
- Pemeriksaan *camber* mengacu pada gambar pelaksanaan
- Pemeriksaan di mulai dari salah satu ujung jembatan dengan menggunakan *theodolit* atau *waterpass*



Gambar 4.20 Sketsa pelat lantai (3D, tampak samping, tampak depan)



Gambar 4.21 Pemeriksaan Camber Jembatan

- Jika ada elevasi yang tidak sesuai dengan gambar rencana maka pengaturan elevasi dapat dilakukan dengan memutar *turnbuckle* pada *hanger* sesuai dengan elevasi rencana.

Pekerjaan Pemasangan Ikatan Angin

Pemasangan ikatan angin:

a. Persiapan peralatan dan material

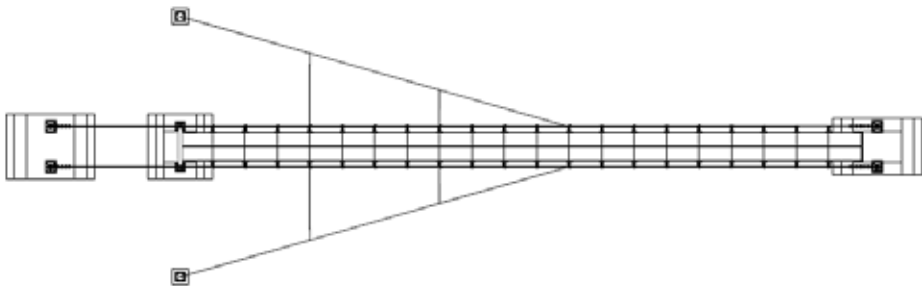
- Tambang
- *Bulldog grip*
- Kunci *pass* dan kunci *ring*
- *Tackle*
- Seling diameter 19 mm

b. Langkah kerja

- Setelah panel lantai jembatan telah terpasang maka kita bersiap untuk memasang kabel angin
- Langkah pertama yaitu kita buka gulungan kabel terlebih dahulu, kemudian kita bentangkan sejajar dengan bentangan jembatan
- Kemudian salah satu ujungnya kita ikatkan pada gelagar jembatan (gelagar ke 12 atau bentang tengah jembatan) dalam hal ini sebagai kabel utama ikatan angin dan kita jepit kabel dengan menggunakan *bulldog grip*, untuk ujung yang lain kita ikatkan pada angkur ikatan angin yang letaknya sejajar dengan pilon



Gambar 4.22 Pemasangan Ikatan Angin



Gambar 4.23 Sketsa ikatan angin yang telah terpasang pada jembatan

- Setelah kabel ikatan angin terpasang dilanjutkan dengan kabel ikatan angin pengaku dimana salah satu ujungnya diikatkan pada kabel ikatan angin utama dan ujung yang lain diikatkan pada gelagar jembatan per 3 segmen untuk penarikannya dibantu dengan menggunakan *tackle*
- Untuk mempercepat waktu pemasangan, setel kedua kabel angin secara bersamaan

- Setelah semua kabel angin terpasang periksa kelurusan dan goyangan jembatan dengan cara :
 - Melihat as pondasi ke as jembatan (untuk kelurusan jembatan)
 - Merasakan ayunan jembatan pada saat dilalui (untuk goyangan)
 - Apabila kondisi jembatan tidak lurus, berarti kabel angin mempunyai kekencangan yang tidak sama.

Pekerjaan Pemasangan Sandaran

Pemasangan sandaran meliputi:

a. Persiapan peralatan dan material

- Tang Kakaktua
- Besi tulangan diameter 6 mm
- Ram kawat
- Kawat Beton (Bendrat)



Gambar 4.24 Pemasangan Sandaran

b. Langkah kerja

- Ram kawat dianyam menggunakan besi tulangan diameter 6 mm pada kedua ujungnya atas dan bawah
- Setelah anyaman besi tulangan dengan ram kawat selesai dilanjutkan dengan pengikatan anyaman tersebut ke *hanger*
- Untuk anyaman bagian atas dalam hal ini besi tulangan diikatkan ke *hanger*, sedangkan untuk bagian bawah diikatkan ke bagian gelagar.

Pekerjaan Pengecatan Jembatan

Apabila struktur jembatan belum memiliki proteksi, maka perlu diberikan proteksi dengan pengecatan jembatan yang meliputi kegiatan sebagai berikut:

a. Persiapan peralatan dan material

- *Compressor*
- *Genset*
- *Airless Spraygun*
- Kuas dan *Roll*
- Cat *Galvanis*
- *Thinner*

b. Langkah kerja

- Bersihkan bagian jembatan yang akan dilakukan pengecatan, gosok dengan menggunakan amplas agar tingkat kekasaran pada bagian yang akan dicat dapat tercapai dan cat dapat melekat dengan sempurna
- Campur *thinner* dan cat sesuai dengan komposisi yang disyaratkan
- Pengecatan bisa dilakukan dengan menggunakan *airless spraygun*, kuas dan *roll*.

Modifikasi Pelaksanaan untuk tipe *Double Asimetris*

Metode pelaksanaan pekerjaan konstruksi JUDESA dilakukan dari satu sisi jembatan untuk tipe asimetris yang digunakan untuk bentang 30 sampai 60 meter. Untuk bentang yang lebih panjang dari 60 meter, digunakan tipe *double*



Gambar 4.25 *Pengecatan Jembatan*

asimetris yang merupakan gabungan dari 2 buah tipe asimetris. Perhitungan, perencanaan serta gambar detail dapat dilihat pada “Pedoman Perencanaan Konstruksi Jembatan Untuk Pedesaan”. Urutan penyesuaian untuk JUDESA tipe Double Asimetris adalah sebagai berikut:

- Pembuatan JUDESA asimetris dari satu sisi jembatan, sampai dengan pemasangan kabel sling ke arah sisi kedua.
- Distribusi material dan elemen jembatan ke sisi kedua (sisi remote) dengan menggunakan metode Flying Fox, dimana material dan elemen tidak disebrangkan dengan rakit melainkan diseberangkan dengan menggantungkan elemen pada kabel jembatan yang telah terpasang. Elemen ditahan oleh tali yang diikatkan pada pylon yang telah terpasang untuk menghentikan laju elemen atau material yang diseberangkan.
- Pembuatan JUDESA asimetris dari sisi kedua, sampai dengan pemasangan kabel sling ke arah sisi pertama.
- Pemasangan clamp, hanger, gelagar melintang dan panel lantai, dimulai dari pylon di sisi pertama dan tergantung pada kabel sling jembatan pertama,

melewati posisi tengah bentang (closure) dan dilanjutkan sampai ke pilon sisi kedua dengan menggantung pada kabel sling jembatan kedua.

- Pemasangan closure, yaitu panel rantai yang menghubungkan kedua jembatan. Closure terdapat pada pertengahan bentang JUDESA Double Asimetris.
- Setelah terpasang, dilakukan pemeriksaan camber dan pengecatan.

Penyesuaian Kondisi Lapangan

Kondisi lapangan di lokasi pembuatan jembatan tidak selalu sama dengan kondisi umum. Untuk kondisi lapangan yang tidak umum diperlukan penyesuaian terlebih dahulu sebelum pembangunan JUDESA. Kondisi yang perlu diperhatikan di lapangan untuk penyesuaian meliputi:

- Tanah di lapangan yang berupa tanah lunak
Pondasi yang telah direncanakan untuk JUDESA secara tipikal adalah pondasi untuk tanah dengan klasifikasi tanah keras hingga tanah sedang. Untuk tanah yang klasifikasinya tidak memenuhi kondisi tersebut perlu dilakukan perbaikan tanah sebelum dilaksanakan pembangunan jembatan di lokasi tersebut.
- Panjang bentang yang diperlukan tidak sesuai dengan bentang yang tersedia JUDESA tersedia untuk mengakomodasi panjang bentang jembatan 30 sampai dengan 120 meter, dengan rancangan yang tersedia adalah 4 bentang standar yaitu: 40 meter, 60 meter, 80 meter dan 120 meter. Untuk kondisi bentang di luar rancangan yang tersedia, penyesuaian yang dilakukan adalah sebagai berikut:
 - Bentang 30 sampai 40 meter menggunakan dimensi JUDESA 40 meter
 - Bentang 40 meter sampai 60 meter menggunakan dimensi JUDESA 60 meter
 - Bentang 60 meter sampai 80 meter menggunakan dimensi JUDESA 80 meter (double asimetris dari setengah bentangnya)
 - Bentang 80 meter sampai 120 meter menggunakan dimensi JUDESA 120 meter (double asimetris dari setengah bentangnya)

PEMERIKSAAN AKHIR

Pemeriksaan akhir dilakukan setelah konstruksi jembatan selesai dilaksanakan untuk memastikan komponen-komponen jembatan terpasang dengan baik.

a. Persiapan peralatan

- *Waterpass* atau *theodolite*
- Rambu ukur
- Kunci torsi
- Unting-unting
- *Stopwatch*

b. Langkah kerja

- Setelah segalanya telah terpasang dan bentangan jembatan gantung telah lurus maka yang harus kita lakukan adalah mengadakan pemeriksaan menyeluruh atau pemeriksaan akhir.
- Pertama yang harus selalu kita periksa adalah kekencangan mur baut menggunakan kunci torsi
- Kemudian memeriksa ketepatan *camber* dengan menggunakan *waterpass* atau *theodolite*
- Periksa kemiringan pilon yang terpasang dengan menggunakan unting-unting
- Untuk pengujian kekencangan kabel belakang, diberikan pukulan pada kabel sebanyak satu kali sebagai pemicu getaran
- Untuk mengetahui kekencangan kabel yang terpasang, letakkan tangan di permukaan kabel dan hitung jumlah sentuhan kabel pada telapak tangan dalam rentang waktu tertentu yang diukur menggunakan *stopwatch*
- Syarat yang harus dipenuhi adalah sebagai berikut:
 - dalam waktu 10 detik = 50 sentuhan tangan
 - dalam waktu 5 detik = 25 sentuhan tangan
- Untuk sentuhan kabel lebih banyak dari syarat yang ditentukan, perlu dilakukan pengencangan kabel kembali pada angkur kabel. ■

5

PEMELIHARAAN JEMBATAN

PEMELIHARAAN RUTIN

Pemeliharaan jembatan dilaksanakan secara rutin setiap tahun. Dengan pemeliharaan yang dilakukan secara rutin, maka jembatan dapat berfungsi dengan baik sekurangnya sampai dengan 20 tahun. Bagian-bagian jembatan yang perlu dipelihara secara khusus adalah blok ankur, menara, kabel utama dan batang penggantung (*hanger*), dan bentang utama jembatan.

Blok ankur

Pemeliharaan blok ankur secara rutin dapat dilakukan sebagai berikut:

- Buat drainase agar air permukaan dan air hujan tidak mengalir ke bagian ankur yang tertanam;
- Amati gerakan blok ankur ke arah dalam bentang; bila terjadi gerakan menerus, perlu diadakan pengecekan keting-

gian lantai jembatan tengah bentang dan penyetelan mur pengencang kabel utama.

Menara

Pemeliharaan menara secara rutin dapat dilakukan sebagai berikut:

- Lakukan pengamatan perbedaan penurunan antara fondasi tiang-tiang pada satu menara; bila terjadi beda penurunan lebih dari 25 mm, harus diadakan penyetelan elevasi perletakan dengan pelat pengisi/mortar;

Kabel utama dan batang penggantung

Pemeliharaan kabel utama dan batang penggantung (*hanger*) secara rutin dapat dilakukan sebagai berikut:

- Oleskan minyak kabel;
- Dilakukan penggantian untuk hanger baut yang slip
- Setel ulang tegangan kabel dengan memeriksa kekencangan kabel;
- Amati keutuhan benang-benang kabel. Kabel harus diganti jika lebih dari 5 benang putus dalam setiap 3 m interval dari panjang kabel.

Bentang utama jembatan

Pemeliharaan bentang utama jembatan secara rutin dapat dilakukan sebagai berikut:

- Bersihkan perletakan gelagar memanjang/pengaku;
- Bersihkan panel lantai jembatan apabila diperlukan
- Perbaiki posisi jarring pengaman yang terlepas dari ikatannya

PEMELIHARAAN BERKALA

Pemeliharaan jembatan dilaksanakan pula secara berkala untuk beberapa elemen jembatan yang berpotensi mengalami penurunan kapasitas dan kondisi. Hal-hal yang dilakukan dalam pemeliharaan berkala adalah sebagai berikut:

- Gerakkan mur pengencang 1/2 putaran dan kemudian diputar kembali ke kedudukan semula, agar mur tetap bersih dan bebas karat;

- Lakukan pemeriksaan dan pengencangan kembali klem-klem batang penggantungan yang kendur akibat pengaruh lendutan kabel;
- Lakukan pengecatan minimal 1 kali dalam waktu 3 tahun. ■

6

SISTEM KEAMANAN

KESIMPULAN

Dari penyusunan naskah ilmiah “Jembatan Gantung untuk Pedesaan Asimetris (JUDESA)” ini dapat diambil kesimpulan sebagai berikut.

1. Kebutuhan infrastruktur jembatan pedesaan untuk memberikan aksesibilitas bagi masyarakat pedesaan dapat dijawab dengan teknologi JUDESA ini. Dalam menyebarkan teknologi, dibuatnya naskah ilmiah ini diharapkan dapat menjadi sumber informasi relevan terkait kriteria dasar mengenai pengembangan teknologi jembatan gantung pedesaan asimetris di Indonesia, sehingga tahapan perencanaan dan pelaksanaan juga pengembangan teknologi ini di Indonesia akan lebih mudah.
2. Naskah ilmiah teknologi JUDESA ini memiliki beberapa informasi ilmiah terkait kriteria teknis JUDESA antara lain sebagai berikut:

- a. Uraian kriteria mengenai pemilihan lokasi yang dapat digunakan sebagai lokasi penerapan jembatan gantung pedesaan asimetris (JUDESA).
- b. Uraian kriteria perencanaan JUDESA.
- c. Uraian kriteria pelaksanaan konstruksi JUDESA.
- d. Uraian kriteria pemeliharaan JUDESA.

SARAN

Saran dari kegiatan penelitian dan pengembangan jembatan gantung untuk pedesaan asimetris (JUDESA) ini, antara lain sebagai berikut:

- a. Melakukan pemrosesan modul perencanaan dan pedoman pelaksanaan teknologi JUDESA agar JUDESA dapat lebih mudah diterapkan di Indonesia.
- b. Dilakukan pemetaan lokasi potensial dengan skala prioritas kebutuhan untuk dijadikan lokasi penerapan teknologi JUDESA selanjutnya yang telah dikembangkan pada tahun 2015 ini. ■

DAFTAR PUSTAKA

- AASHTO (2007) : AASHTO LRFD *Bridge Design Specifications 4th Edition* (SI).
- AASHTO (2012) : AASHTO LRFD *Bridge Design Specifications 6th Edition*.
- Badan Standardisasi Nasional (2005). RSNI T-02-2005 Standar Pembebanan untuk Jembatan.
- Direktorat Jenderal Bina Marga, Departemen Pekerjaan Umum, 1998. Pedoman Jembatan No. 003/ /BM/1998: Pedoman Pemasangan Jembatan Gantung Produksi PT. Amarta Karya Tipe 60 m.
- Menteri Pekerjaan Umum, 2010. Lampiran Surat Edaran Menteri Pekerjaan Umum No. 02/SE/M/2010: Pedoman Perencanaan dan Pelaksanaan Konstruksi Jembatan Gantung untuk Pejalan Kaki.
- Puslitbang Jalan dan Jembatan, Kementerian PU, 2014. Laporan Akhir Penerapan Prototipe Jembatan Gantung untuk Pedesaan Asimetris (JUDESA) di Desa Cihawuk, Pangalengan, Kabupaten Bandung, Jawa Barat (TA 2014).
- Puslitbang Jalan dan Jembatan, Kementerian PU, 2015. Rancangan Pedoman Perencanaan Jembatan Gantung untuk Pedesaan Asimetris (JUDESA).
- Puslitbang Jalan dan Jembatan, Kementerian PU, 2015. Rancangan Manual Pelaksanaan Jembatan Gantung untuk Pedesaan Asimetris (JUDESA).



PUSAT PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN JALAN DAN JEMBATAN
Badan Penelitian dan Pengembangan
Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat
www.pusjatan.pu.go.id