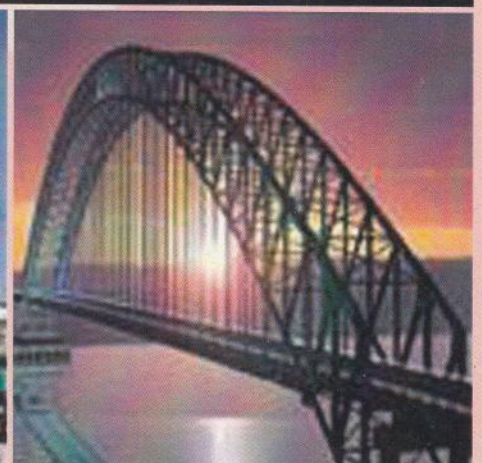
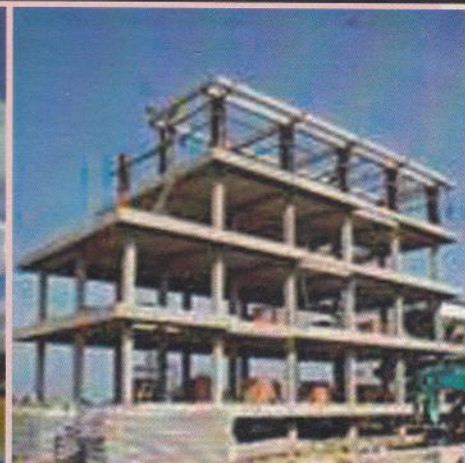




# JURNAL DEFORMASI

VOL.1 NO. 1  
JANUARI - JUNI 2016



ISSN: 2477-4960



PENERBIT : PRODI TEKNIK SIPIL UNIV. PGRI PALEMBANG

# JURNAL DEFORMASI

## **Pelindung**

Muhammad Firdaus, S.T, M.T

## **Pengarah**

Ir. M. Saleh Al Amin, M.T

Adiguna, S.T, M.Si

Aan Safentry, S.T, M.T

## **Pimpinan Editorial**

Amiwarti, S.T, M.T

## **Dewan Editorial**

Ir. K. Oejang Oemar, M.Sc

Herri Purwanto, S.T, M.T

Syahril Alzahri, S.T, M.T

Agus Setiobudi, S.T, M.Si

## **Mitra Bestari**

Khadavi, S.T, M.T (Universitas Bung Hatta)

Irma Sepriyanna, S.T, M.T (Sekolah Tinggi Teknik PLN)

Ramadhani, S.T, M.T (Universitas Ida Bayumi)

## **Staf Editorial**

Teddy Irawan, S.T

Endang Kurniawan, S.T

Lisda Ariani, S.T

## **Alamat Redaksi**

Program Studi Teknik Sipil Universitas PGRI Palembang

Jalan Jend. A. Yani Lorong Gotong Royong 9/10 Ulu Palembang Sumatera Selatan

Telp. 0711-510043 Fax. 0711-514782, e-mail : Def\_15SIPIL@yahoo.com

# JURNAL DEFORMASI

Volume 1, Nomor 1, Januari 2016 – Juni 2016

## DAFTAR ISI

### Artikel Penelitian

### Halaman

|   |            |
|---|------------|
| 1. Rencana Aksi Mitigasi CO <sub>2</sub> dengan Skema Park And Ride dan Lajur Khusus Trans Musi di Kota Palembang, <i>Syahril Alzahri &amp; Erika Buchari</i> ..... | 1-11       |
| 2. Analisis Daya Dukung Pondasi Tiang Pancang Pada Perkuatan Tebing Sungai Musi, <i>Adiguna</i> .....   | 12-19      |
| 3. Evaluasi Transportasi Angkutan Umum Trayek Pangkalan Balai – Betung (Kabupaten Banyuasin), <i>K. Oejang Oemar</i> .....  | 20-27      |
| 4. Kajian Desain Beton Pracetak Sebagai Salah Satu Alternatif Jembatan Bentang Pendek, <i>Herri Purwanto</i> .....  | 28-42      |
| 5. Tata Ruang Dan Fungsi Rumah Limas Sebagai Warisan Budaya Sumatera Selatan, <i>Amiwarti</i> .....   | 43-54      |
| 6. Analisis Faktor Muat (Load Factor) Kapal Cepat Express Bahari Lintas Palembang – Muntok di Pelabuhan Boom Baru Palembang, <i>Ramadhani dan Kartika</i> .....     | 55-61      |
| <i>Petunjuk Untuk Penelitian</i> .....  | <i>iii</i> |
| <i>Daftar Pustaka</i> .....   | <i>iv</i>  |

## **Petunjuk Untuk Penulis**

### **A. Naskah**

Naskah yang di ajukan oleh peneliti harus diketik dengan komputer menggunakan bahasa Indonesia yang baik dan benar, menyertakan 1 (satu) soft copy dalam bentuk CD memakai program microsoft word dan ukuran kertas A4, jarak 1,15 spasi, menggunakan huruf Times New Roman dengan mencantumkan nomor HP/Telepon dan alamat e-mail.

Naskah yang diajukan oleh peneliti merupakan naskah asli yang belum pernah diterbitkan maupun sedang dalam proses pengajuan ditempat lain untuk diterbitkan, dan diajukan minimal 1 (satu) bulan sebelum penerbitan.

### **B. Format Penulisan Artikel**

#### **Judul**

Judul ditulis dengan huruf besar, nama penulis tanpa gelar, mencantumkan instansi asal, e-mail dan ditulis dengan huruf kecil

#### **Abstrak**

Abstrak ditulis dalam bahasa Indonesia antara 100-250 kata, dan berisi pernyataan yang terdapat dalam isi tulisan, menyatakan tujuan dari penelitian, prosedur dasar (pemilihan objek yang diteliti, metode pengamatan dan analisis), ringkasan isi dan kesimpulan dari naskah, menggunakan huruf Times New Roman 10, spasi tunggal

#### **Kata Kunci**

Minimal 3 (tiga) kata kunci ditulis dalam bahasa Indonesia

#### **Isi Naskah**

Naskah hasil penelitian dibagi dalam 5 (lima) sub judul, Pendahuluan, Metode Penelitian, Hasil Pembahasan dan Kesimpulan. Penulis menggunakan standar Internasional (misal untuk satuan tidak menggunakan feet tetapi meter, menggunakan terminologi dan simbol diakui internasional (Contoh hambatan menggunakan simbol R), Bila satuan diluar standar SI, dibuat dalam kurung (misal = 1 Feet (m)). Tidak menulis singkatan atau angka pada awal kalimat, tetapi ditulis dengan huruf secara lengkap, Angka yang dilanjutkan dengan simbol ditulis dengan angka Arab, misal 3 cm, 4 kg. Penulis harus secara jelas menunjukkan rujukan dan sumber rujukan secara jelas.

## Daftar Pustaka

Rujukan / Daftar pustaka ditulis dalam urutan angka, tidak menurut alpabet, dengan ketentuan seperti dicontohkan sbb :

1. Standar Internasional :

IEC 60287-1-1 ed2.0; Electric cables – Calculation of the current rating – Part 1 – 1 ; Current rating equations (100% load factor) and calculation of losses – General, Copyright © International Electrotechnical Commission (IEC) Geneva, Switzerland, [www.iec.ch](http://www.iec.ch), 2006

2. Buku dan Publikasi :

George J Anders; Rating of Electric Power Cables in Unfavorable Thermal Environment, IEEE Press, 445 Hoes Lane, Piscataway, NJ 08854, ISBN 0-471-6790-7, 2005

3. Internet :

Electropedia; The World's Online Electrotechnical Vocabulary, <http://www.electropedia.org>, diakses 15 Maret, 2011

Setiap pustaka harus dimasukkan dalam tulisan. Tabel dan gambar dibuat sederhana mungkin. Kutipan pustaka harus diikuti dengan nama pengarang, tahun publikasi dan halaman kutipan yang diambil, Kutipan yang lebih dari 4 baris, diketik dengan spasi tunggal tanpa tanda petik.



## KAJIAN DESAIN BETON PRACETAK SEBAGAI SALAH SATU ALTERNATIF JEMBATAN BENTANG PENDEK

**Herri Purwanto**

Dosen Fakultas Teknik Universitas PGRI Palembang  
Jalan Jendral A. Yani Lorong Gotong Royong 9/10 Ulu Palembang  
e-mail : hei\_s2@yahoo.com

### ABSTRAK

Penggunaan beton pracetak pada pembangunan konstruksi jembatan bentang pendek, untuk struktur atas jembatan sudah banyak digunakan tipe-tipe standar yang ada, tetapi pada struktur bawah jembatan masih belum banyak digunakan abutmen beton pracetak. Tujuan yang ingin dicapai dalam kajian ini adalah membuat desain struktur jembatan beton pracetak bentang pendek untuk panjang jembatan 8 m, 10 m dan 12 m dengan didesain abutmen yang relatif lebih mudah untuk diaplikasikan di lokasi pekerjaan, yaitu dengan membagi abutmen menjadi beberapa segmen, yang selanjutnya dibuat analisis biaya dan waktu pelaksanaan pembangunan jembatan beton pracetak bentang pendek dan perbandingannya dengan jembatan beton cast in situ. Hasil desain struktur atas jembatan pracetak dengan luas penampang yang berbentuk Single Tee Beam (ST) 0,3981 m<sup>2</sup> dan Double Tee Beam (DT) 0,4206 m<sup>2</sup> didapat berat desain abutmen pracetak persegmen panjang 3 meter untuk tipe DT-08 = 23,172 ton, DT-10 = 25,634 ton, DT-12 = 26,866 ton, ST-08 = 23,228 ton, ST-10 = 25,691 ton dan ST-12 = 26,922 ton. Estimasi waktu pelaksanaan konstruksi jembatan beton pracetak selama 35 hari, sedangkan dengan cast-in situ selama 150 hari ( 77% atau 115 hari lebih cepat),. Perbandingan biaya konstruksi antara jembatan beton pracetak (tipe DT dan ST) dengan jembatan beton cast in situ (tipe BK) yaitu : untuk tipe DT-08 = 171% tipe BK-08, DT-10 = 162% tipe BK-10, DT-12 = 152% tipe BK-12, ST-08 = 168% tipe BK-08, ST-10 = 160% tipe BK-10 dan ST-12 = 150% tipe BK-12, dengan mutu beton pracetak K.500 dan beton cast in situ K.275

**Kata Kunci :** jembatan bentang pendek, abutmen pracetak, hasil desain, estimasi waktu, perbandingan biaya

### PENDAHULUAN

Jembatan merupakan salah satu infrastruktur yang sangat penting, di mana dalam pembangunan suatu konstruksi jalan, sering dijumpai lokasi-lokasi yang tidak dapat secara langsung dilewati jalan, karena kondisi lokasi yang tidak memungkinkan, seperti sungai, teluk, rawa, selat atau kondisi-kondisi berupa rintangan yang berada lebih rendah. Sehingga untuk menghubungkan kedua sisi jalan tersebut diperlukan suatu konstruksi penghubung berupa jembatan. Secara umum jembatan mempunyai beberapa tipe, seperti jembatan kayu, jembatan rangka baja, jembatan gantung, jembatan kabel dan jembatan beton bertulang. Pada jembatan beton bertulang, sistem pelaksanaannya dapat berupa *cast-in situ* (cor ditempat) maupun dengan menggunakan material beton pracetak (*precast*). Pada jembatan bentang pendek, struktur bangunan atas jembatan (*upper structure*) dapat berupa rangka kayu, rangka baja atau beton bertulang, sedangkan pada bagian bawah jembatan (*sub structure*) digunakan struktur beton bertulang atau susunan batu kali. Penggunaan rangka kayu sulit dilaksanakan, selain biaya pelaksanaan dan perawatan yang mahal, juga sulitnya mendapatkan material kayu yang akan digunakan. Penggunaan rangka baja pada jembatan bentang pendek memerlukan biaya yang relatif mahal terutama untuk perawatannya, seperti perlu pengecekan terhadap baut-baut yang sering hilang, yang dapat mengakibatkan kerusakan konstruksi. Juga adanya

faktor korosi pada material baja yang mengakibatkan kerusakan struktur jembatan. Sehingga pada pembangunan jembatan bentang pendek, penggunaan beton bertulang sangat tepat dan lebih efisien, baik yang bersifat *cast-in situ* maupun dengan menggunakan material jadi dari pabrikan (pracetak).

Pada penggunaan beton bertulang *cast-in situ*, dalam pelaksanaannya sering tidak tercapai kualitas yang diharapkan, hal ini terjadi, karena kurangnya pemahaman pelaksana dan pekerja terhadap pentingnya mutu suatu konstruksi. Hal tersebut terjadi karena standar minimum material yang digunakan untuk pelaksanaan pekerjaan tidak sesuai spesifikasi teknis, peralatan yang dipakai tidak layak dan tidak berfungsi dengan baik, sumber daya manusia yang melaksanakan pekerjaan tersebut bukanlah tenaga ahli dan terampil di bidangnya, sehingga pekerjaan yang dilaksanakan tidak sesuai dengan spesifikasi teknis yang dipersyaratkan. Penggunaan beton jadi (pracetak) juga ditemui kendala, seperti desain konstruksi yang terlalu berat, sistem pemasangannya (*lauching*) antara satu segmen ke segmen yang lain, sehingga diperlukan desain untuk mempermudah dalam pemasangan material pracetak tersebut. Salah satu keunggulan dari beton pracetak adalah mutu beton yang tinggi yaitu K.500 atau lebih, sehingga umur jembatan dapat bertahan lebih lama. Dan juga waktu pelaksanaan yang dapat lebih cepat dibandingkan dengan beton yang dibuat secara *cast-in situ*. Pada jembatan beton pracetak, untuk bagian *upper structure* banyak tipe-tipe *girder* standar yang sudah ada dan dapat digunakan, seperti *single tee beam*, *double tee beam* atau *girder I*. Tetapi untuk bagian *sub structure* masih belum banyak digunakan abutmen beton pracetak, sehingga hal ini menjadikan suatu peluang untuk penelitian. Pada penggunaan abutmen pracetak dalam konstruksi jembatan juga banyak kendala yang dihadapi, terutama pada desain abutmen yang terlalu berat, dan ini mengakibatkan pengangkutan dan pemasangannya menjadi sulit. Oleh karena itu perlu dikaji suatu abutmen beton pracetak yang mudah dalam pengangkutan dan pemasangannya, sehingga waktu pelaksanaannya dapat lebih cepat dari beton *cast in situ*, dengan mutu beton K.500 dan kelas jalan BM 100.

Dengan adanya pertimbangan tersebut, maka salah satu alternatif yang dapat dipilih pada pembangunan jembatan bentang pendek (bentang sederhana dengan variasi bentang 8 meter, 20 meter dan 12 meter), khususnya abutmen adalah dengan menggunakan material beton pracetak, yang mutu betonnya dapat mencapai K.500 dan waktu pelaksanaan yang lebih cepat dibandingkan dengan sistem *cast in situ*

### **Definisi Jembatan**

Jembatan (Dian Ariestadi : 2008 ; 429) merupakan struktur yang melintasi sungai, teluk, atau kondisi-kondisi lain berupa rintangan yang berada lebih rendah, sehingga memungkinkan kendaraan, kereta api maupun pejalan kaki melintas dengan lancar dan aman. Menurut Struyk, Van Der Veen, Soemargono (1995 ; 1), jembatan adalah suatu konstruksi yang gunanya untuk meneruskan jalan melalui suatu rintangan yang berada lebih rendah, yang biasanya jalan air atau jalan lalu lintas biasa. Di mana jembatan yang melintasi di atas jalan biasa disebut *viaduct*. Secara umum, fungsi jembatan (Asiyanto :2008 ; 2) adalah suatu sarana bangunan yang menghubungkan secara fisik untuk keperluan pelayanan transportasi dari tempat ujung satu ke ujung lainnya, yang terhalang oleh kondisi alam (sungai, lembah, selat) atau bangunan lainnya (jalan).

## Jenis-jenis Jembatan

Menurut Dian Ariestadi (2008 ; 430), jenis-jenis jembatan berdasarkan material superstrukturnya terbagi menjadi jembatan batu, jembatan kayu, jembatan baja, jembatan beton dan jembatan komposit. Berdasarkan bentuk strukturnya menurut Agus Iqbal Manu (1995 ; 10), jembatan terbagi dalam jembatan gelagar, jembatan pelengkung / busur (*arch bridge*), jembatan rangka baja (*steel truss bridge*), jembatan gantung (*suspension bridge*), dan jembatan kabel (*cable-stayed bridge*).

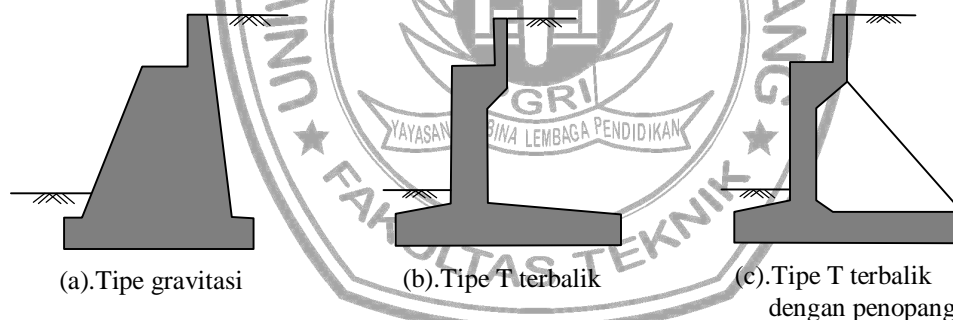
## Komponen Jembatan

Jembatan terdiri dari dua komponen, yaitu

- Bangunan atas (*upper structure*), menurut Demetrios E. Tonias, P.E (1994 : 4) terdiri dari lapisan permukaan, plat lantai (*deck*), gelagar induk, dan gelagar sekunder.
- Bangunan bawah (*sub structure*), menurut Demetrios E. Tonias, P.E (1994 : 6) meliputi kepala jembatan (*Abutment*), perletakan (*Elastomer*), dudukan/landasan (*Pedestals*), pondasi telapak (*footing*) dan pondasi tiang pancang (*Piles*).

Kepala jembatan (*Abutment*), menurut Suyono Sosrodarsono (2000 : 303) adalah suatu bangunan yang meneruskan beban (beban mati dan beban hidup) dari bangunan atas dan tekanan tanah ke tanah pondasi.

Bentuk-bentuk umum kepala jembatan adalah sebagai berikut :



Gambar 1. Bentuk Umum Kepala Jembatan

(Sosrodarsono, Suyono, 2000, *Mekanika Tanah & Teknik Pondasi*)

## Beton Pracetak

Sistem beton pracetak adalah suatu metoda pembuatan bagian dari struktur beton yang dilakukan diluar lokasi kerja (tempat tertentu atau pabrik), yang kemudian dipasang diposisinya sebagai satu kesatuan konstruksi. Penggunaan beton pracetak pada proyek konstruksi, khususnya jembatan, mempunyai keuntungan seperti mutu beton yang tinggi, waktu pelaksanaan konstruksi yang relatif lebih cepat, dan kecepatan dalam pelaksanaan pembangunan. Tetapi selain keuntungan, penggunaan beton pracetak juga mempunyai kelemahan, seperti biaya konstruksi lebih mahal, dan perlunya peralatan dengan kapasitas angkut yang cukup baik masalah pengangkutan maupun pemasangannya

## Jembatan Bentang Pendek

Jembatan bentang pendek, umumnya digunakan untuk jembatan dengan bagian atas yang langsung antar kepala jembatan, tanpa adanya pilar tengah jembatan



Jembatan bentang pendek banyak menggunakan konstruksi yang sederhana, seperti konstruksi pipa yang disusun.

### Asumsi dan Standar Yang Digunakan

Pada penelitian kajian jembatan beton pracetak untuk bentang pendek ini, pada desainnya perlu asumsi-asumsi dan standar yang digunakan dalam perencanaan, yaitu :

- Ketebalan plat lantai dan gelagar memakai standar dari *Bridge Management System (BMS) 1992* pasal 5.3.2, dengan rumusan ketebalan plat  $200 \leq D \leq 100 + 0,04 L$  dan rumusan ketinggian gelagar  $D \geq 165 + 0,06 L$
- Standar pembebanan jembatan menggunakan standar beban *BMS 1992*, baik untuk beban lajur “D” *Loading* dan beban lalu lintas “T” *Loading* dengan beban gandar roda depan sebesar 50 kN dan roda belakang sebesar 200 kN, juga diasumsikan bahwa jembatan tersebut akan dilalui kendaraan angkutan batubara (kapasitas angkut 8 ton), dengan beban gandar roda depan sebesar 2,2 ton dan roda belakang sebesar 17,58 ton.
- Posisi letak abutmen agak jauh dari bibir sungai (abutmen tidak diletakkan di pinggir sungai).
- Abutmen diasumsikan berada di daerah gempal wilayah 3 dengan kondisi tanah sedang yang direncanakan sesuai standar (RSNI T.02-2005)
- Pada perencanaan tiang pancang minipile, diasumsikan bahwa satu buah minipile mempunyai daya dukung aksial sebesar 30 ton dengan mutu K.350, dimana panjang tiang minipile yang diperlukan untuk menghasilkan daya dukung izin 30 ton harus dihitung berdasarkan data hasil pengujian tanah.
- Untuk penyambungan antar segmen abutmen digunakan profil baja

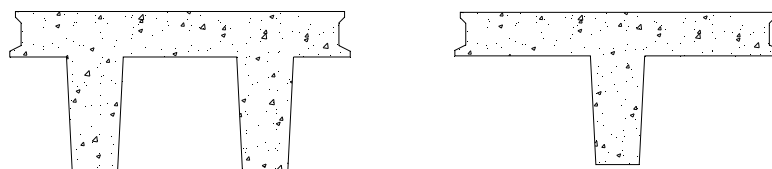
### Tahapan Kegiatan Penelitian

Tahapan penelitian diawali dengan perumusan masalah serta penetapan tujuan penelitian. Setelah itu, dilakukan tinjauan pustaka dengan melengkapi literatur-literatur yang berkaitan dengan permasalahan. Selanjutnya dilakukan analisis desain baik terhadap struktur atas maupun struktur bawah jembatan yang memenuhi syarat kekuatan desain itu sendiri. Dan pada tahap akhir dilakukan analisis biaya terhadap desain tersebut.

Adapun langkah-langkah penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut :

1. Penentuan tipe struktur atas (girder) jembatan.

Dalam penelitian ini tipe yang akan digunakan adalah beton pracetak tipe *Double Tee Beam* dan *Single Tee Beam*, di mana untuk bagian atasnya berfungsi sebagai lantai jembatan dan bagian bawah berfungsi sebagai gelagar jembatan, dengan bentuk seperti pada gambar berikut :



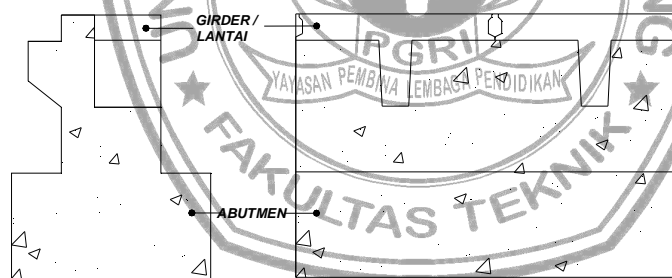
Gambar 2. Beton Pracetak Tipe Double Tee Beam dan Single Tee Beam yang direncanakan

Pada tahap awal desain tipe diatas, ketebalan plat dan ketinggian girder direncanakan sesuai dengan persyaratan ketebalan plat dan ketinggian gelagar nominal dan selanjutnya dicek keamanannya terhadap beban roda truk yang tidak boleh melebihi kekuatan luas bidang kontak plat yang direncanakan

Momen yang terjadi pada desain girder adalah kombinasi akibat beban mati jembatan dan beban hidup “D” *Loading* (UDL dan KEL) dan “T” *Loading* (beban truk standar BMS dan asumsi kendaraan angkutan batubara). Pada girder jembatan, desain ketinggian diperhitungkan terhadap kekuatan lentur dan lendutan yang terjadi. Kontrol lendutan yang terjadi pada girder tidak boleh melebihi lendutan izin sebesar  $L/800$ , dan kontrol tegangan lentur yang terjadi tidak boleh melebihi tegangan lentur izin sebesar  $0,45 f_c'$ , dengan ratio tulangan  $1,4/f_y$  (Dipohusodo, Istimawan ; 1999 ; 38) dan persyaratan kekuatan lentur  $\phi M_n \geq M_u$  (Chu-Kia Wang, Charles G. Salmon, Binsar Hariandja ; 1985 ; 45). Selanjutnya dari hasil perhitungan akibat beban mati dan beban hidup, di desain pembesian plat jembatan dan girder jembatan.

2. Penentuan tipe struktur bawah jembatan (abutmen).

Dalam penelitian ini tipe yang akan digunakan adalah tipe T terbalik, di mana dimensi abutmen didesain mampu menahan tegangan geser akibat badan abutmen itu sendiri, dengan beban yang menumpu pada abutmen tersebut. Pada posisi atas abutmen (posisi perletakan girder) direncanakan dengan bentuk sesuai tipe struktur atas jembatan, dengan desain seperti pada gambar berikut :



Gambar 3. Desain Awal Bentuk Penampang Abutmen

Desain abutmen direncanakan dengan memperhatikan faktor-faktor beban yang bekerja, yaitu beban struktur atas jembatan (akibat beban mati dan beban hidup), berat sendiri desain abutmen, beban gempa, tanah di belakang abutmen, tekanan tanah aktif, gaya rem, plat injak dan tembok di atas oprit dan tanah dibawah plat injak. Selanjutnya dari beban yang terjadi, abutmen diperhitungkan terhadap kontrol guling dan geser. Dan sebagai penahan berat abutmen direncanakan menggunakan minipile  $\Delta$  28 cm dengan asumsi satu buah tiang minipile mempunyai daya dukung sebesar 30 ton, yang telah diperhitungkan kekuatan efisiensi tiang pancang (*converse labarre*). Jumlah minipile yang digunakan diperhitungkan dengan membandingkan antara beban yang terjadi dengan daya dukung tiang pancang, di mana jumlah minipile harus lebih besar dari daya dukung kelompok minipile. Kemudian dari desain jumlah minipile dan beban yang bekerja diperhitungkan sambungan antara abutmen dengan menggunakan profil baja yang jumlahnya diperhitungkan terhadap lendutan yang terjadi pada sambungan antar segmen abutmen, dengan variasi tipe profil baja Channel dan WF Beam

### 3. Analisis biaya

Analisis biaya yang dimaksud yaitu menghitung besar biaya yang diperlukan untuk pembuatan jembatan dari hasil desain rencana, mulai dari mobilisasi sampai pemasangan jembatan. Analisis biaya ini dipertimbangkan dari semua aspek, seperti :

- Mobilisasi material minipile, gelagar jembatan (*Double Tee Beam* dan *Single Tee Beam*), abutmen jembatan, dan peralatan pancang.
- Pengadaan material minipile  $\Delta$  28 cm, abutmen, dan girder jembatan.
- Pemancangan minipile.
- Penggalan tanah, penimbunan kembali.
- Pemasangan abutmen berikut pemasangan profil baja penyambung antara abutmen yaitu *Wide Flange Shape (WF)* 100x100 dan *U Channel* 100x50.
- Pemasangan girder jembatan pada abutmen.
- Grouting pada minipile, samungan dan girder jembatan.
- Pembuatan plat injak termasuk timbunan tanah di bawah plat injak
- Pembuatan tembok atas oprit dengan bahan batu kali.
- Demobilisasi peralatan.

### 4. Penjadwalan Waktu Pelaksanaan

Penjadwalan suatu pekerjaan merupakan hal sangat diperlukan dalam suatu pekerjaan. Manfaat dari suatu perencanaan penjadwalan (Putri Lynna A. Luthan, 2005 : 9) adalah mengetahui keterkaitan antar kegiatan, mengetahui kegiatan yang perlu menjadi perhatian, mengetahui dengan jelas kapan memulai pekerjaan dan kapan harus menyelesaikannya.

Dalam penjadwalan suatu pekerjaan dapat digunakan metode *network analysis* yang merupakan pengembangan dari diagram batang (*bar chart*), yang terus berkembang dengan metode lainnya seperti PERT, CPM, PDM. Pada metode CPM, dapat diperkirakan waktu yang dibutuhkan untuk melaksanakan setiap kegiatan dan dapat menentukan prioritas kegiatan yang harus mendapat perhatian yang cermat agar kegiatan dapat selesai sesuai rencana, atau lebih dikenal dengan lintasan kritis. Dalam perhitungan waktu pelaksanaan pada *network analysis* dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu :

- a) Menghitung ke depan. Perhitungan ke depan dilakukan untuk mendapatkan waktu akhir dari rangkaian kegiatan selesai, dimana perhitungan dilakukan dari awal dengan mengambil harga awal dan selanjutnya diurutkan sampai selesai
- b) Menghitung ke belakang. Perhitungan ke belakang dilakukan dari akhir dengan mengambil harga selesai dan selanjutnya diurutkan sampai awal

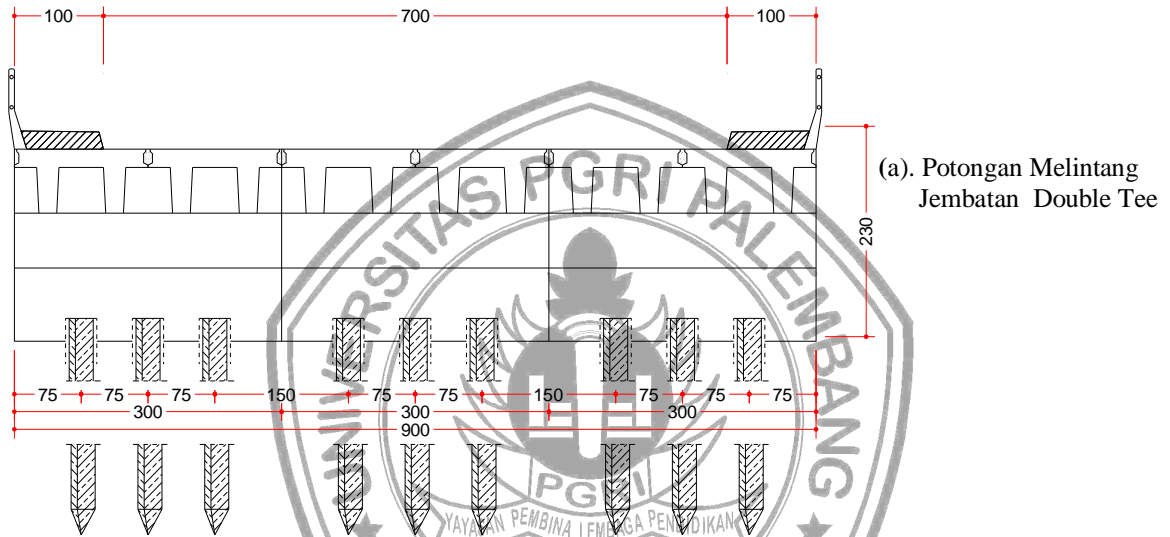
Sebagai bahan perbandingan, dihitung juga analisis biaya jembatan beton konvensional, yang dimaksudkan untuk mengetahui besarnya nilai persentase pembangunan jembatan beton pracetak, juga dihitung lamanya waktu pelaksanaan jembatan beton pracetak dan perbandingannya dengan beton konvensional.

### Analisis Desain dan Pembahasan

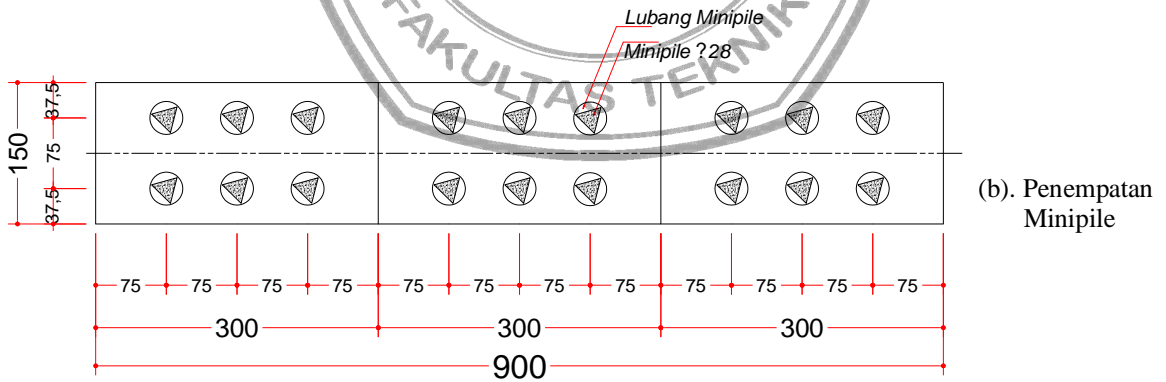
Pada penelitian ini didesain jembatan beton pracetak dengan mutu beton K-500, kelas jalan BM 100, lebar jembatan 9 meter, dengan data-data sebagai berikut :

Tabel 1. Desain Gelagar Jembatan

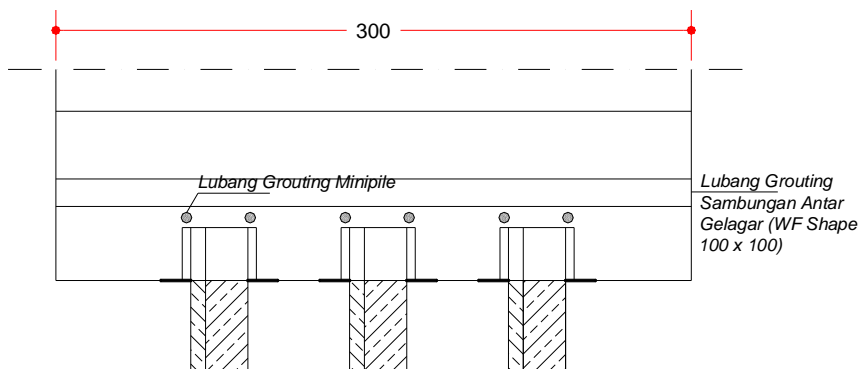
| DESAIN TIPE | GIRDER / LANTAI TIPE | BENTANG JEMBATAN | KODE DESAIN |
|-------------|----------------------|------------------|-------------|
| 1           | Double Tee Beam      | 8 Meter          | DT - 08     |
| 2           | Double Tee Beam      | 10 Meter         | DT - 10     |
| 3           | Double Tee Beam      | 12 Meter         | DT - 12     |
| 4           | Single Tee Beam      | 8 Meter          | ST - 08     |
| 5           | Single Tee Beam      | 10 Meter         | ST - 10     |
| 6           | Single Tee Beam      | 12 Meter         | ST - 12     |



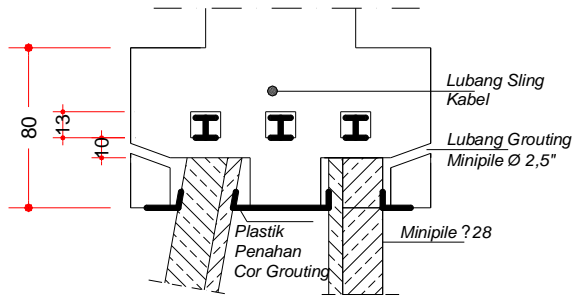
(a). Potongan Melintang Jembatan Double Tee



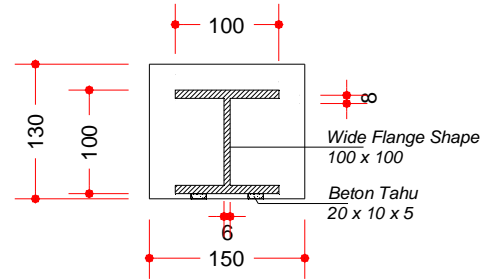
(b). Penempatan Minipile



(c). Detail Grouting Minipile

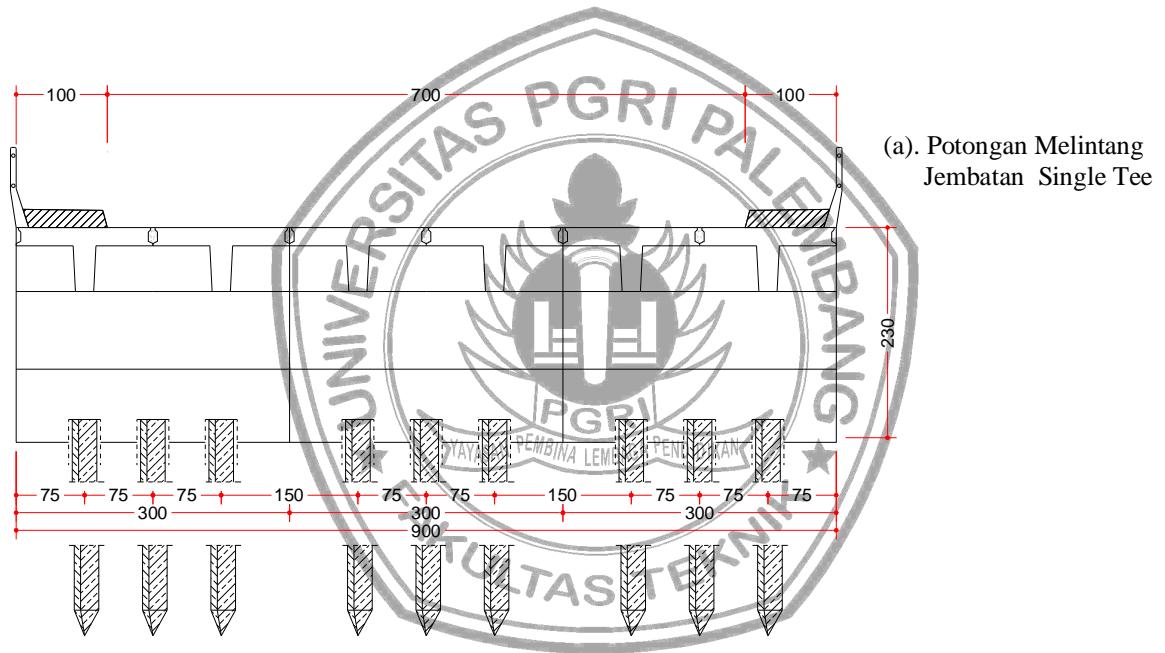


(d). Detail Grouting Minipile

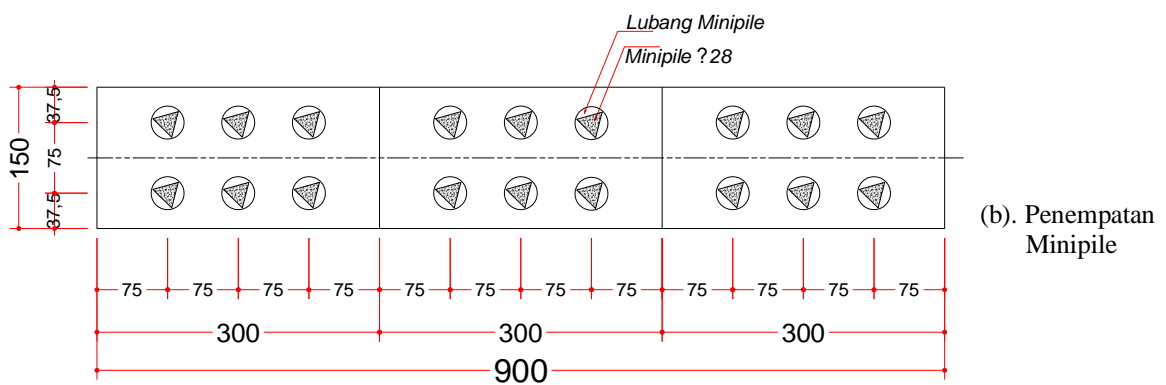


(e). Detail Profil Baja Penyambung

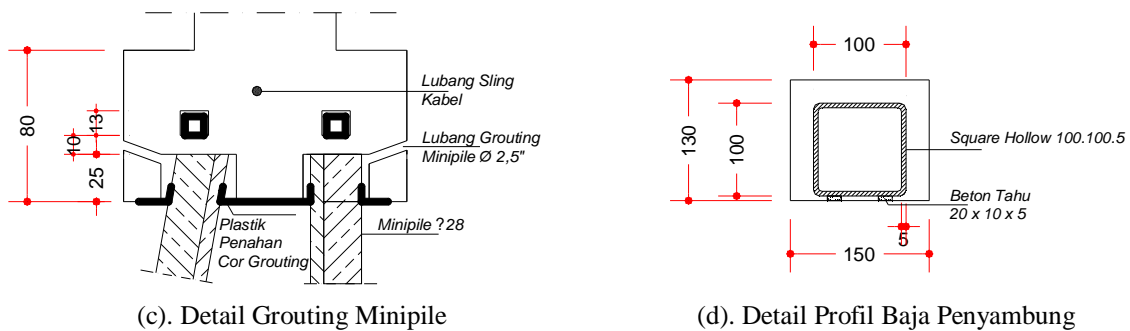
Gambar 4. Desain Hasil Perhitungan untuk Type DT (Double Tee)



(a). Potongan Melintang Jembatan Single Tee



(b). Penempatan Minipile



(c). Detail Grouting Minipile

(d). Detail Profil Baja Penyambung

Gambar 5. Desain Hasil Perhitungan untuk Type ST (Single Tee)

### Estimasi Biaya dan Jadwal Pelaksanaan

Spesifikasi teknis dalam pembuatan jembatan beton pracetak bentang pendek meliputi pengadaan material beton pracetak dan pemasangannya. Untuk mengestimasi biaya konstruksi jembatan beton pracetak bentang pendek (8 meter, 10 meter dan 12 meter), yaitu :

- Pekerjaan mobilisasi baik material beton pracetak maupun peralatan penunjang.
- Pekerjaan pengadaan material beton pracetak meliputi minipile  $\Delta$  28 cm, girder / lantai tipe *double tee beam* atau *single tee beam* dan Abutmen.
- Pembuatan jembatan sementara.
- Pekerjaan galian dan timbunan tanah pondasi abutmet
- Pekerjaan pemancangan minipile  $\Delta$  28 cm berikut *cutting* kepala minipile.
- Pekerjaan pemasangan abutmen termasuk profil baja penyambung antar segmen dan girder / lantai tipe *double tee beam* atau *single tee beam*
- Grouting abutmen dan girder.
- Pemasangan lantai trotoir dan tiang sandaran.
- Pembuatan plat injak dan tembok atas oprit.

Dengan spesifikasi teknis diatas, maka dapat dihitung biaya yang dibutuhkan untuk pembangunan jembatan beton pracetak bentang pendek pada masing-masing tipe dan bentang jembatan dan perbandingannya dengan jembatan beton konvensional (*cast in situ*).

Dengan spesifikasi teknis yang telah ditentukan dalam pembuatan jembatan beton pracetak bentang pendek ini, durasi pekerjaan ditentukan berdasarkan urutan kegiatan dari tahap awal (persiapan dan mobilisasi) hingga selesai pekerjaan (finishing dan demobilisasi), diuraikan sebagai berikut :

- Pekerjaan persiapan dan setting out, yaitu mempersiapkan lokasi untuk penempatan material dan pengukuran lokasi dan penentuan titik-titik pekerjaan selama 2 hari
- Mobilisasi peralatan (excavator, truck crane dan peralatan pancang), 2 hari
- Mobilisasi material (minipile  $\Delta$  28, abutmen, dan Girder / Lantai) selama 6 hari, dengan rincian :
  - Minipile diangkut dalam waktu 2 hari dengan sekali angkut sebanyak 12 buah minipile
  - Abutmen diangkut dalam waktu 3 hari dengan asumsi 1 hari diangkut 2 segmen abutmen
  - Girder / lantai diangkut dalam waktu 2 hari dengan asumsi 3 girder diangkut dalam 1 hari

- d) Galian tanah abutmen bagian kiri dalam waktu 1 hari, dilakukan sebelum pemancangan minipile dan selanjutnya 1 hari di abutmen bagian kanan.
- e) Pemancangan minipile bagian kiri selama 3 hari dengan asumsi 1 hari dipancang 6 titik minipile dan selanjutnya 3 hari di abutmen bagian kanan.
- f) Cutting kepala minipile sebanyak 24 buah, masing-masing selama 2 hari untuk abutmen bagian kiri dan kanan.
- g) Pemasangan abutmen bagian kiri selama 2 hari dan selanjutnya 2 hari pada abutmen bagian kanan.
- h) Pemasangan profil baja sambungan antar segmen dalam waktu 2 hari yang bersamaan dengan pemasangan segmen-segmen abutmen.
- i) Stressing kabel sling (untuk merekatkan segmen-segmen abutmen), *grouting* minipile dan abutmen waktu 1 hari untuk masing-masing bagian abutmen.
- j) *Curing* beton *grouting* selama 5 hari yang dimaksudkan agar *grouting* benar-benar menyatu dengan abutmen.
- k) Penimbunan kembali galian masing-masing abutmen dalam waktu 1 hari
- l) Pemasangan girder / lantai jembatan dengan waktu 2 hari, dilaksanakan setelah *curing grouting* baik pada bagian kiri maupun bagian kanan abutmen.
- m) Pemasangan lantai trotoar dan tiang sandaran dalam waktu 4 hari, dimana pelaksanaan dilakukan bersamaan pada posisi kiri dan kanan jembatan.
- n) Pekerjaan timbunan di bawah plat injak selama waktu 3 hari untuk abutmen kiri dan 3 hari untuk abutmen kanan.
- o) Pemasangan plat injak, pembuatan tembok atas oprit dan tembok penahan tanah dalam waktu 7 hari, dimana pelaksanaannya dilakukan bersamaan baik di bagian kiri maupun bagian kanan abutmen
- p) Finishing dan demobilisasi peralatan, waktu 7 hari

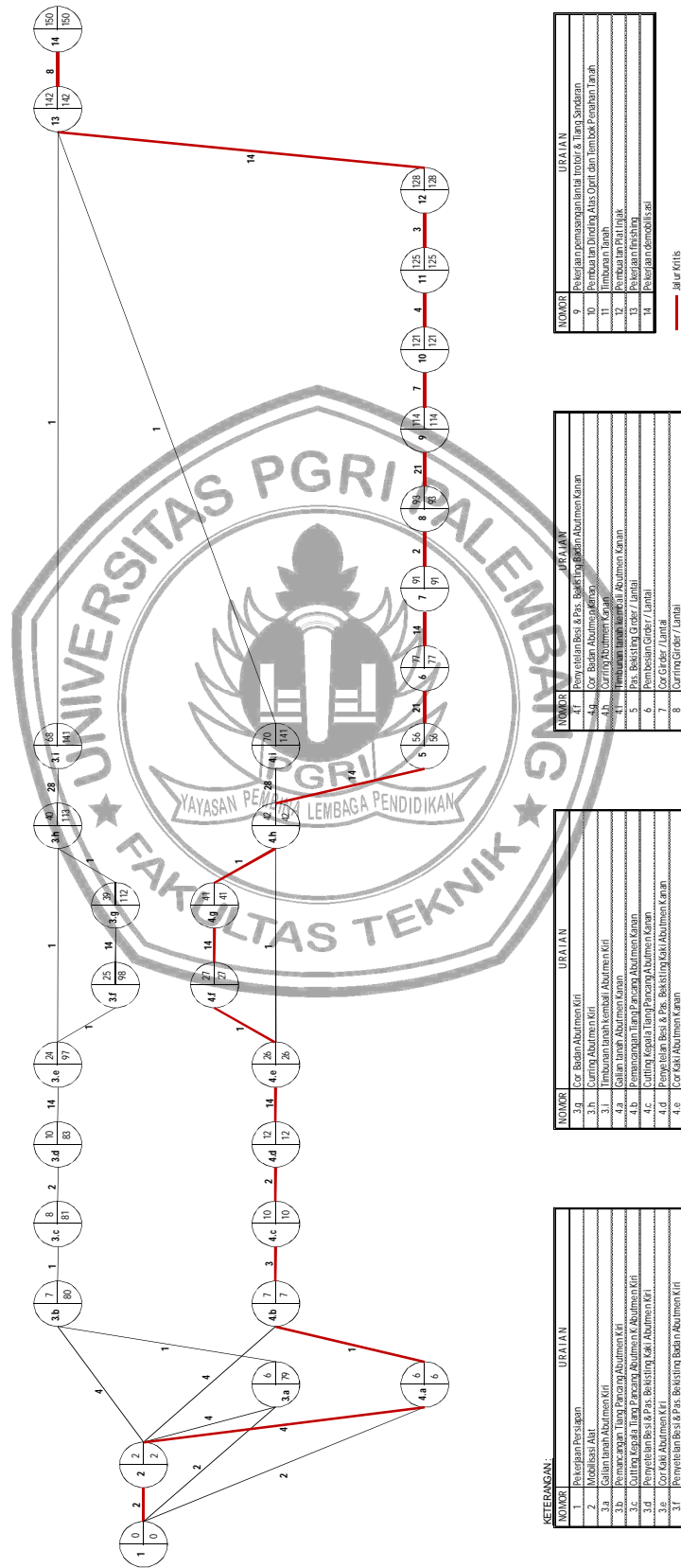
Dari keseluruhan pekerjaan yang dilaksanakan, secara keseluruhan untuk menyelesaikan pekerjaan pembuatan jembatan beton pracetak bentang pendek ini diperlukan waktu selama 35 hari, seperti tergambar pada *barchart* dan *network planning* berikut dan perbandingannya dengan beton *cast in situ*.

Tabel.2 Rekapitulasi Perbandingan Anggaran Biaya

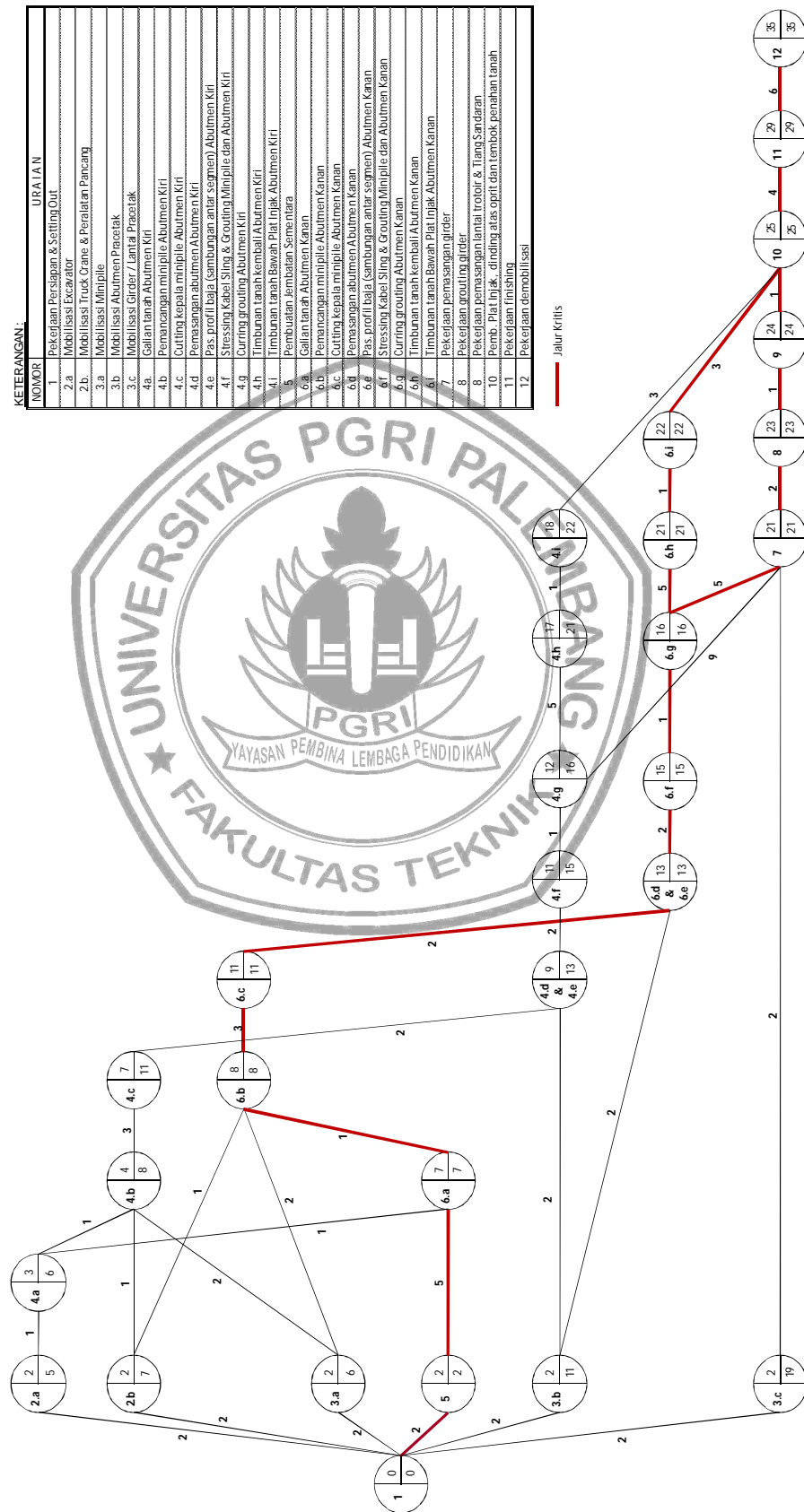
| No        | URAIAN PEKERJAAN  | BETON PRACETAK<br>(TIPE DOUBLE TEE BEAM) |                  |                  | BETON PRACETAK<br>(TIPE SINGLE TEE BEAM) |                |                  | BETON KONVENSIONAL<br>(STANDAR PU BINA MARGA) |                |                |
|-----------|---|--|------------------|------------------|--|----------------|------------------|---|----------------|----------------|
|           |   | TIPE DT-08                               | TIPE DT-10       | TIPE DT-12       | TIPE ST-08                               | TIPE ST-10     | TIPE ST-12       | TIPE BK-08                                    | TIPE BK-10     | TIPE BK-12     |
| <b>I</b>  | <b>ESTIMASI BIAYA</b>   |  |                  |                  |  |                |                  |   |                |                |
| A         | PEKERJAAN PERSIAPAN   | 32.000.000,00                            | 33.130.000,00    | 35.100.000,00    | 30.882.800,00                            | 33.070.000,00  | 35.110.000,00    | 46.000.000,00                                 | 46.000.000,00  | 46.000.000,00  |
| B         | PEKERJAAN TANAH   | 6.033.160,58                             | 7.169.435,09     | 7.999.174,13     | 5.508.768,12                             | 6.609.025,65   | 7.458.929,75     | 6.033.160,58                                  | 7.169.435,09   | 7.999.174,13   |
| C         | PEKERJAAN BETON DAN PASANGAN  | 848.525.042,00                           | 947.275.042,00   | 1.026.025.042,00 | 835.799.474,00                           | 935.549.474,00 | 1.013.299.474,00 | 459.697.658,06                                | 550.863.486,19 | 645.344.760,82 |
| D         | PEKERJAAN LAIN-LAIN   | 19.296.430,70                            | 22.816.656,55    | 25.889.757,15    | 18.670.455,35                            | 22.011.831,10  | 25.353.206,85    | 18.676.430,70                                 | 20.916.656,55  | 21.989.757,15  |
|           | JUMLAH  | 905.854.633,28                           | 1.010.391.133,64 | 1.095.013.973,28 | 890.867.497,47                           | 997.240.330,75 | 1.081.221.610,60 | 530.407.249,34                                | 624.949.577,83 | 721.333.692,10 |
|           | DIBULATKAN  | 905.855.000,00                           | 1.010.392.000,00 | 1.095.014.000,00 | 890.862.000,00                           | 997.241.000,00 | 1.081.222.000,00 | 530.408.000,00                                | 624.950.000,00 | 721.334.000,00 |
|           | PERBANDINGAN BIAYA PELAKSANAAN JEMBATAN BETON PRACETAK DAN KONVENSIONAL | 171%                                     | 162%             | 152%             | 168%                                     | 160%           | 150%             | 100%  | 100%           | 100%           |
| <b>II</b> | <b>WAKTU PELAKSANAAN</b>  | 35 HARI KERJA                            |                  |                  |  |                |                  |   |                |                |
|           | PERBANDINGAN WAKTU PELAKSANAAN JEMBATAN BETON PRACETAK DAN KONVENSIONAL | 23%                                      |                  |                  |  |                |                  |   |                |                |
|           |   | 150 HARI KERJA                           |                  |                  |  |                |                  |   |                |                |
|           |   | 100%                                     |                  |                  |  |                |                  |   |                |                |



Gambar 6. Network Planning untuk Beton Konvensional



Gambar 7. Network Planning untuk Beton Pracetak



## KESIMPULAN

Dari penelitian ini diperoleh diperoleh beberapa kesimpulan, sebagai berikut :

- 1) Hasil desain struktur atas jembatan bentang pendek 8 meter, 10 meter dan 12 meter berbentuk *Single Tee Beam (ST)* pracetak dan *Double Tee Beam (DT)* pracetak dengan luas penampang *ST Beam* 0,3981 m<sup>2</sup> dan *DT Beam* 0,4206 m<sup>2</sup>
- 2) Hasil desain pondasi (abutmen) pracetak segmental dengan panjang persegmen 3 meter, berat untuk tipe DT-08 = 23,172 ton, DT-10 = 25,634 ton, DT-12 = 26,866 ton, ST-08 = 23,228 ton, ST-10 = 25,691 ton dan ST-12 = 26,922 ton
- 3) Estimasi waktu pelaksanaan konstruksi untuk bentang 8 meter, 10 meter dan 12 meter dengan menggunakan beton pracetak selama 35 hari, sedangkan dengan *cast-in situ* waktu pelaksanaan selama 150 hari, dengan perbandingan waktu pembangunan jembatan beton pracetak 77% lebih cepat dari beton *cast-in situ*, atau waktu pelaksanaan pembangunan jembatan beton pracetak dengan bentang 8 meter, 10 meter dan 12 meter lebih cepat 115 hari dibandingkan dengan jembatan beton *cast-in situ*.
- 4) Perbandingan biaya konstruksi antara jembatan beton pracetak (tipe DT dan ST) dengan jembatan beton *cast in situ* (tipe BK) yaitu : untuk tipe DT-08 = 171% tipe BK-08, DT-10 = 162% tipe BK-10, DT-12 = 152% tipe BK-12, ST-08 = 168% tipe BK-08, ST-10 = 160% tipe BK-10 dan ST-12 = 150% tipe BK-12, dengan mutu beton pracetak K.500 dan beton *cast in situ* K.275

## DAFTAR PUSTAKA

- Ariestadi, Dian, 2008, "*Teknik Struktur Jembatan*", Direktorat Pembinaan SMK Depdiknas, Jakarta
- Asiyanto, 2008, "*Metode Konstruksi Jembatan Beton*", Universitas Indonesia, Jakarta
- Balitbang Departemen Pekerjaan Umum, "*Standar Pembebanan Untuk Jembatan, RSNI T-02-2005*"
- Chu-Kia Wang, Charles G. Salmon, Binsar Hariandja., 1985, "*Disain Beton Bertulang, Jilid 1*", Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Dipohusodo, Istimawan, 1999, "*Struktur Beton Bertulang*", PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta
- E. Tonias, Demetrios, 1994, "*Bridge Engineering : Design, Rehabilitation, and Maintenance of Modern Highway Bridges*", McGraw-Hill, Inc.
- Direktorat Jenderal Bina Marga, Departemen Pekerjaan Umum, Republik Indonesia, 1992, "*Sistem Manajemen Jembatan (BMS)*", Jakarta
- Manu, Agus Iqbal, 1995, "*Dasar-dasar Perencanaan Jembatan Beton Bertulang*", PT. Mediatama Saptakarya, Jakarta

- Putri Lynna A. Luthan, M.Sc, Syafriandi, 2006, “*Aplikasi Microsoft Project*”, Penerbit Andi, Yogyakarta
- Sosrodarsono, Suyono, Nakazawa, Kazuto, 2000. “*Mekanika Tanah dan Teknik Pondasi*” PT. Pradnya Paramita, Jakarta
- Struyk, H.J, Van der Veen, Soemargono, 1995, “*Jembatan*”, PT. Pradnya Paramita, Jakarta

