

**ANALISIS KEHILANGAN GAYA PRATEGANG *GIRDER*  
PADA JEMBATAN PROYEK PEMBANGUNAN JALAN TOL  
TEBING TINGGI – INDERAPURA**

**SKRIPSI**

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh  
Gelar Sarjana di Fakultas Teknik  
Universitas Medan Area

**Oleh:**

**NUR PURNAMA SARI  
168110029**



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MEDAN AREA  
MEDAN  
2021**

**UNIVERSITAS MEDAN AREA**

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 15/12/21

Access From (repository.uma.ac.id)15/12/21

**ANALISIS KEHILANGAN GAYA PRATEGANG GIRDER  
PADA JEMBATAN PROYEK PEMBANGUNAN JALAN TOL  
TEBING TINGGI – INDERAPURA**

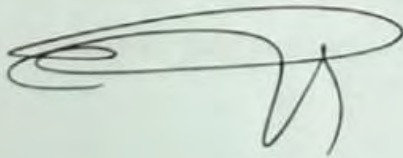
**SKRIPSI**

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh  
Gelara Sarjana di Fakultas Teknik  
Universitas Medan Area

Oleh:

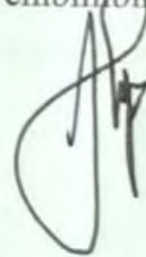
**NUR PURNAMA SARI  
168110029**

Pembimbing I



**Ir. H. Irwan, M.T.**

Pembimbing II



**Hermansyah, S.T., M.T.**

## SURAT PERNYATAN

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Nur Purnama Sari  
NPM : 16.8110029  
Program studi : Teknik Sipil  
Judul Skripsi : Analisis Kehilangan Gaya Prategang Girder Pada  
Jembatan Proyek Pembangunan Jalan Tol Tebing Tinggi  
- Inderapura

Dengan ini menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar sarjana disuatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya yang pernah ditulis dan diterbitkan oleh orang lain kecuali yang secara tertulis diacu dalam skripsi dan disebut dalam referensi. Apabila dikemudian hari terbukti bahwa pernyataan ini tidak benar maka saya sanggup menerima hukuman sanksi apapun sesuai dengan peraturan yang berlaku.

Medan 11 Oktober 2021



Nur Purnama Sari

NPM. 16.8110029

Document Accepted 15/12/21

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area



## SURAT PERNYATAN

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Nur Purnama Sari

NPM : 16.8110029

Program studi : Teknik Sipil

Judul Skripsi : Analisis Kehilangan Gaya Prategang Girder Pada  
Jembatan Proyek Pembangunan Jalan Tol Tebing Tinggi  
– Inderapura

Dengan ini menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar sarjana disuatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya yang pernah ditulis dan diterbitkan oleh orang lain kecuali yang secara tertulis diacu dalam skripsi dan disebut dalam referensi. Apabila dikemudian hari terbukti bahwa pernyataan ini tidak benar maka saya sanggup menerima hukuman sanksi apapun sesuai dengan peraturan yang berlaku.

Medan, 11 Oktober 2021



Nur Purnama Sari

NPM. 16.8110029

## ABSTRAK

Saat ini sedang dilakukan pembangunan jalan tol di beberapa wilayah Indonesia. Salah satunya pembangunan Jalan Tol Tebing Tinggi - Inderapura. Dalam proyek ini terdapat beberapa pembangunan jembatan sebagai penghubung antar jalan ataupun sebagai jembatan penyeberangan. Jembatan ini menggunakan balok prategang yang didalamnya terdapat kawat baja. Kawat baja diberikan tegangan dengan cara di tarik menggunakan dongkrak hidrolik. Saat diberikan tegangan, balok mengalami kehilangan gaya prategang. Tujuan dalam penelitian ini adalah untuk mengetahui besar persentase kehilangan gaya prategang yang terjadi pada balok jembatan. Kehilangan gaya prategang tidak boleh melebihi maksimal dari yang telah ditentukan. Terdapat beberapa kehilangan gaya prategang yang diperhitungkan. Kehilangan prategang jangka pendek yaitu perpendekan elastis beton, gesekan disepanjang tendon dan slip ankur. Selanjutnya Kehilangan gaya prategang jangka panjang yaitu rangkai pada baja, susut pada beton dan relaksasi baja. Setelah semua kehilangan gaya prategang diperhitungkan maka didapat total kehilangan gaya prategang sebesar 21,62%. Untuk mengetahui batas maksimal persentase dari kehilangan gaya prategang menggunakan perhitungan dari buku Desain Struktur Beton Prategang oleh T. Y. Lin & H. Burns dengan rumus yaitu  $P/A_c$  dan didapat nilainya 8,98 MPa. Dimana 8,98 MPa sebesar 25%, sehingga 21,62% lebih kecil dari 25%, jadi masih aman. Sebagai tambahan diperkenalkan metode pelaksanaan dalam pemasangan girder pada jembatan.

Kata kunci : beton prategang, kehilangan prategang, girder.

## ABSTRACT

*Currently, the construction of toll roads in several regions of Indonesia is being carried out. One of them is the construction of the Tebing Tinggi-Inderapura Toll Road. In this project there are several bridge constructions as a link between roads or as a pedestrian bridge. This bridge uses prestressed beams in which there are steel wires. The steel wire is tensioned by pulling it using a hydraulic jack. When stress is applied, the beam loses its prestressing force. The purpose of this study was to determine the percentage loss of prestressing forces that occurred in the bridge beam. Loss of prestressing force must not exceed the maximum that has been determined. There is some loss of prestressing force which is taken into account. Short-term prestress losses include elastic shortening of the concrete, friction along the tendons and anchor slippage. Furthermore, the loss of long-term prestressing forces is creep in steel, shrinkage in concrete and relaxation of steel. After all the loss of prestressing force is calculated, the total loss of prestressing force is 21.62%. To find out the maximum percentage of loss of prestressing force using calculations from the book *Design of Prestressed Concrete Structures* by T. Y. Lin & H. Burns with the formula  $P_e/A_c$  and the value is 8.98 MPa. Where 8.98 MPa is 25%, so 21.62% is smaller than 25%, so it is still safe. In addition, an implementation method for installing girders on bridges is introduced.*

*Keywords: prestressed concrete, loss of prestress, girder.*

## KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahim

Alhamdulillah. Puji dan syukur kepada Allah SWT, atas rahmat dan karunia-Nya penyusunan skripsi ini dapat berjalan dengan baik. Tidak lupa mengucapkan syukur telah diberikan pengetahuan, kesehatan, pengalaman, dan kesempatan sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini. Semoga skripsi ini dapat memberikan wawasan yang lebih luas dan menjadi sumbangan pemikiran kepada pembaca khususnya para mahasiswa Universitas Medan Area.

Penulisan skripsi ini tidak akan terlaksana dengan baik tanpa adanya bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Untuk itu, pada kesempatan ini penulis menyampaikan rasa terima kasih kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Dadan Ramdan, M.Eng., M.Sc, Rektor Universitas Medan Area.
2. Ibu Dr. Ir. Dina Maizana, M.T., Dekan Fakultas Teknik Universitas Medan Area.
3. Ibu Susilawati, S.Kom, M.Kom., Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Medan Area.
4. Bapak Ir. H. Irwan, M.T., selaku Dosen Pembimbing I Tugas Akhir, dan Bapak Hermansyah, S.T, M.T., selaku Dosen Pembimbing II Tugas Akhir serta Sekretaris Program Studi Teknik Sipil Universitas Medan Area, yang telah banyak meluangkan waktu, tenaga dan pikiran dalam memberikan bimbingan kepada penulis.

5. Ibu Ir. Nurmaidah, MT, Bapak Ir. H. Edy Hermanto, MT, Bapak Ir. Melloukey Ardan, MT, Bapak Ir. Amsuardiman, MT, Bapak Ir. Marwan Lubis, MT, Bapak Ir. H. Subur Panjaitan, MT, Ibu Ir. Nuril Mahda Rangkuti, MT, serta dosen-dosen yang lain yang telah membagikan ilmu bidang teknik sipil dan umum di program studi teknik sipil Universitas Medan Area.
6. Kak Puji, Bang Sarman, serta staff yang ada di Teknik yang telah melayani dengan baik.
7. Bang Adli dan pustakawan lainnya yang memberikan kesempatan penulis menjadi duta perpustakaan UMA dan telah memberikan pelayanan yang baik.
8. Seluruh staff dan pekerja Proyek Jalan Tol Tebing Tinggi – Inderapura PT.Hutama Karya.
9. Kedua orang tua penulis yang dihormati dan sayangi. Salam hangat karena telah merawat dan memberikan penulis kasih sayang yang tiada henti, mendidik, membimbing, dan memberikan motivasi semangat serta doa agar penulis mampu mencapai cita – cita yang mulia dan menjadi anak yang berguna bagi agama dan keluarga.
10. Kakak dan adik penulis yang disayangi dan citai. Sangat beruntung memiliki kedua saudara penulis ini karena telah memberikan dukungan, motivasi dan kasih sayang yang indah.
11. Sepupu penulis, mas Ramat yang telah memberikan bantuan dengan meminjamkan laptopnya untuk digunakan penyelesaian skripsi ini.
12. Sarah Rizki Hafizha sebagai teman yang baik dan mendukung penulis. Sangat berterima kasih karena telah menemani dalam proses penelitian skripsi serta menyemangati dalam menyelesaikan skripsi.



13. Yuli Pratiwi, Nur Indah S. Marpaung, Tamzid Tarmizi, Ryiski Hidayah, Jefrindollin Hutasoit, dan Fetra Yahya Nakhe yang telah mau menjadi satu kelompok skripsi dengan penulis. Terkhusus untuk Yuli, sangat membantu telah menemani dan memberikan hari – hari yang ceria.
14. Terima kasih juga pada Namjoon hyung, Jin hyung, Yoongi hyung, Hobi hyung, Jimin hyung, Kookie hyung, *Army and special thanks for Bg Tetet 'couse you're my love, my life, my beginning, and I'm just so stoked I got you.* Borahae.
15. Seluruh pihak yang membantu dan mendukung penulis dalam menyelesaikan skripsi ini, yang tidak bisa disebutkan satu persatu namanya.
16. *I want to thank myself for holding on and still being able to move even though it's not like it was in begin. Hey! Myself. I'm great, I'm amazing, Let's heal myself and rise again. There still many unfulfilled dreams. Fighting!!!*

Penulis sudah menyajikan skripsi ini dengan baik, namun penulis merasa masih banyak kekurangan, sehingga penulis meminta masukannya demi perbaikan di masa yang akan datang dan mengharapkan kritik dan saran dari para pembaca.

Medan, 10 Juni 2021



Nur Purnama Sari

## DAFTAR ISI

|   |             |
|---|-------------|
| <b>ABSTRAK</b> .....                      | <b>iii</b>  |
| <b>ABSTRACT</b> .....                     | <b>iv</b>   |
| <b>KATA PENGANTAR</b> .....               | <b>v</b>    |
| <b>DAFTAR ISI</b> .....                   | <b>viii</b> |
| <b>DAFTAR TABEL</b> .....                 | <b>xii</b>  |
| <b>DAFTAR GAMBAR</b> .....                | <b>xiii</b> |
| <b>DAFTAR NOTASI</b> .....                | <b>xv</b>   |
| <b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....            | <b>1</b>    |
| 1.1 Latar Belakang .....                  | 1           |
| 1.2 Perumusan Masalah .....               | 2           |
| 1.3 Tujuan Penelitian .....               | 3           |
| 1.4 Batasan Masalah .....                 | 3           |
| 1.5 Manfaat Penelitian .....              | 3           |
| 1.6 Metodologi Penelitian .....           | 4           |
| <b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....      | <b>5</b>    |
| 2.1 Jembatan .....                        | 5           |
| 2.2 Balok Gekagar ( <i>Girder</i> ) ..... | 6           |
| 2.2.1 <i>PC Voided Slab</i> .....         | 6           |
| 2.2.2 <i>PC I Girder</i> .....            | 6           |
| 2.2.3 <i>PC U Girder</i> .....            | 7           |
| 2.2.4 <i>Box Girder</i> .....             | 7           |

|       |  |    |
|-------|--|----|
| 2.3   | Pembebanan pada Jembatan   | 8  |
| 2.3.1 | Berat Sendiri  | 8  |
| 2.3.2 | Beban Lalu Lintas  | 9  |
| 2.3.3 | Gaya Rem   | 11 |
| 2.3.4 | Beban Angin  | 12 |
| 2.3.5 | Beban Gempa  | 12 |
| 2.4   | Beton Prategang  | 13 |
| 2.5   | Metode Pemberian Gaya Prategang  | 13 |
| 2.5.1 | Pratarik ( <i>Pre-Tension</i> )  | 13 |
| 2.5.2 | Pascatarik ( <i>Past-Tension</i> )   | 14 |
| 2.6   | Kehilangan Gaya Prategang  | 16 |
| 2.6.1 | Perpendekan Elastis Beton (ES)   | 17 |
| 2.6.2 | Gesekan disepanjang Tendon (W)   | 18 |
| 2.6.3 | Slip Angkur  | 19 |
| 2.6.4 | Rangkak pada Baja (CR)   | 19 |
| 2.6.5 | Susut pada Beton (SH)  | 20 |
| 2.6.6 | Relaksasi pada Baja  | 21 |
| 2.7   | Petunjuk Pelaksanaan Pemasangan Gelagar Jembatan Beton<br>Pratekan Pracetak Tipe I (Interim) menurut Direktorat<br>Jenderal Bina Marga | 23 |
| 2.7.1 | Penyimpanan  | 23 |
| 2.7.2 | Pelaksanaan Penyambungan Balok Pratekan<br>Segnemental   | 23 |

|  |  |           |
|--|--|-----------|
| 2.7.3                                      | Persiapan Peralatan Instalasi Gelagar Beton Pratekan<br>Pracetak Tipe I.....                         | 23        |
| 2.7.4                                      | Persiapan Dudukan Elastomer / <i>Bearing Pad</i> pada<br><i>Pier / Abutment</i> .....                | 24        |
| 2.7.5                                      | Pengangkatan Segmen Pracetak dari Areal <i>Stressing</i><br>ke Lokasi Jembatan / Langsir Balok ..... | 24        |
| 2.7.6                                      | Persiapan Sebelum Pemasangan / Instalasi Gelagar .....   | 24        |
| 2.7.7                                      | Instalasi Gelagar dengan Dua Crane Angkat.....   | 25        |
| 2.7.8                                      | Pelaksanaan Pemasangan / Instalasi Gelagar dengan<br>Elestomer Langsung Terpasan .....               | 26        |
| 2.7.9                                      | Penghubung antar Gelagar Setelah Terpasang.....  | 26        |
| <b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b> |  | <b>28</b> |
| 3.1  | Persiapan .....  | 28        |
| 3.2  | Pengumpulan Data .....   | 28        |
| 3.3  | Prosedur Penelitian .....  | 29        |
| 3.4  | Diagram Alir Penelitian .....  | 30        |
| 3.5  | Diagram Alir Kehilangan Prategang .....  | 31        |
| 3.6  | Metode Pelaksanaan Pemasangan PC-I Girder di Lapangan .....  | 32        |
| 3.6.1                                      | Setting PC-I Girder .....  | 32        |
| 3.6.2                                      | <i>Install Strand</i> .....  | 33        |
| 3.6.3                                      | Penarikan Kabel ( <i>Stressing</i> ) Girder .....  | 33        |
| 3.6.4                                      | Grouting .....   | 34        |
| 3.6.5                                      | <i>Finishing</i> .....   | 35        |
| 3.6.6                                      | Penerapan K3 di Lapangan .....   | 36        |



|   |           |
|---|-----------|
| <b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....                      | <b>38</b> |
| 4.1 Data – Data yang Dibutuhkan.....                          | 38        |
| 4.1.1 Data Umum.....  | 38        |
| 4.1.2 Bahan – Bahan.....                                      | 39        |
| 4.1.3 Penampang Balok.....                                    | 40        |
| 4.1.4 Pembebanan.....   | 41        |
| 4.1.5 Gaya Prategang.....                                     | 44        |
| 4.2 Perhitungan Kehilangan Gaya Prategang.....                | 45        |
| 4.2.1. Kehilangan Jangka Pendek.....                          | 45        |
| 4.2.2. Kehilangan Jangka Panjang.....                         | 48        |
| 4.3 Kehilangan Gaya Prategang Total.....                      | 50        |
| 4.4 Menghitung Jumlah Maksimum Kehilangan Gaya Prategang..... | 51        |
| <b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN</b> .....                       | <b>52</b> |
| 5.1 Kesimpulan.....   | 52        |
| 5.2 Saran.....  | 52        |
| <b>Daftar Pustaka</b> .....                                   | <b>54</b> |
| <b>Lampiran</b>   |           |

## DAFTAR TABEL

|   |    |
|---|----|
| Tabel 2.1 Jumlah Lajur Lalu Lintas Rencana .....                          | 9  |
| Tabel 2.2 Koefisien Gesek Kelengkungan dan <i>Wobble</i> .....            | 18 |
| Tabel 2.3 Nilai $K_{sh}$ .....  | 21 |
| Tabel 2.4 Nilai $K_{re}$ (koefisien relaksasi) dan J (faktor waktu) ..... | 21 |
| Tabel 2.5 Nilai C (Faktor Relaksasi) .....                                | 22 |



## DAFTAR GAMBAR

|   |    |
|---|----|
| Gambar 2.1 PC Voided Slab .....   | 6  |
| Gambar 2.2 PC I Girder .....  | 7  |
| Gambar 2.3 PC U Girder .....  | 6  |
| Gambar 2.4 Box Girder .....   | 8  |
| Gambar 2.5 Beban Lajur "D" .....  | 10 |
| Gambar 2.6 Pembebanan Truk "T" (500 kN) .....                           | 11 |
| Gambar 2.7 Beton Prategang Menggunakan Metode Pratarik .....            | 14 |
| Gambar 2.8 Beton Prategang Menggunakan Metode Pascatarik .....          | 15 |
| Gambar 2.9 Ilustrasi Kehilangan Prategang .....                         | 16 |
| Gambar 2.10 Proses Perkuatan Stabilitas Balok .....                     | 25 |
| Gambar 2.11 Diagram Alir Pemasangan Gelagar Jembatan Metode Crane ..... | 27 |
| Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian .....                                | 30 |
| Gambar 3.2 Diagram Alir Kehilangan Prategang .....                      | 31 |
| Gambar 3.3 Transportasi PC-I Girder ke site .....                       | 32 |
| Gambar 3.4 Tumpuan Girder .....   | 33 |
| Gambar 3.5 Tahapan Instalasi sampai Paching pada Girder .....           | 34 |
| Gambar 3.6 Proses Grouting .....  | 35 |
| Gambar 3.7 Paching dan Pengecatan Logo .....                            | 36 |
| Gambar 3.8 Beberapa Simbol dari K3 .....                                | 36 |
| Gambar 3.9 Diagram Alir Pemasangan PC-I Girder oleh PT. HKA .....       | 37 |
| Gambar 4.1 Girder uk. 40,8 m .....                                      | 38 |
| Gambar 4.2 Potongan Girder uk. 40,8 m .....                             | 40 |

Gambar 4.3 Jarak cgs ke Serat Bawah Beton Terluar ..... 44





## DAFTAR NOTASI

|              |  |
|--------------|--|
| $a$          | = lebar sengkang bursting steel arah vertikal                          |
| $a_1$        | = lebar plat angkur arah vertikal                                      |
| $A$          | = luas gider pre-stress  |
| $A_g$        | = luas penampang beton   |
| $A_n$        | = luas bersih penampang beton  |
| $A_p$        | = luas penampang baja prategang  |
| $A_t$        | = transformasi penampang   |
| $A_s$        | = luas tulangan susut  |
| $A_{st}$     | = luas tampang nominal satu strand                                     |
| $A_{ra}$     | = luas tulangan sengkang bursting steel arah vertikal                  |
| $A_{rb}$     | = luas tulangan sengkang bursting steel arah horizontal                |
| $b$          | = lebar sengkang bursting steel arah horizontal                        |
| $b_1$        | = lebar plat angkur arah horizontal                                    |
| $C_R$        | = rangkai pada baja  |
| $d$          | = draw in  |
| $D$          | = diameter sengkang bursting steel                                     |
| $e_s$        | = eksentrisitas tendon   |
| $E_c$        | = modulus elastis strands  |
| $E_s$        | = modulus elastis balok beton prestress                                |
| $f'c$        | = kuat tekan beton   |
| $f_{c_i}'$   | = kuat tekan beton pada keadaan awal (saat transfer)                   |
| $f_{c_{ir}}$ | = tegangan dibeton pada level pusat berat baja segera setelah transfer |
| $f_{c_{ds}}$ | = tegangan dibeton pada level pusat berat baja akibat semua beban mati |

tambahan yang bekerja setelah prategang diberikan

$f_{pe}$  = tegangan efektif pada baja prategang

$f_{pi}$  = tegangan awal pada baja prategang

$f_{ps}$  = tegangan pada tulangan prategang pada saat penampang mencapai kekuatan nominalnya

$f_{pu}$  = kuat tarik strands

$f_{py}$  = tegangan leleh strand

$f_s$  = tegangan ijin tarik baja sengkang

$f_{se}$  = tegangan efektif pada tulangan prategang

$f_y$  = tegangan leleh baja

$H$  = tinggi box girder pre-stress

$i$  = jari – jari inersia penampang girder

$I_b$  = momen inersia terhadap alas balok

$I_x$  = momen inersia terhadap titik berat balok

$K$  = mutu beton girder

$k_c$  = koefisien yang tergantung pada kelembaban udara, untuk perhitungan diambil kondisi kering dengan kelembaban udara

$k_p$  = koefisien yang tergantung pada luasan tulangan baja memanjang non pre-stress

$k_{tn}$  = koefisien yang tergantung pada waktu (t) dimana pengerasan terjadi dan tebal teoritis

$L$  = panjang bentang

$L_{max}$  = jarak pengaruh kritis slip angkur dari ujung

$M_{bs}$  = momen maksimum ditengah bentang

- $n$  = jumlah sengkang bursting steel yang diperlukan
- $n_s$  = jumlah strand minimal yang diperlukan
- $P$  = gaya prategang sisa (akibat gesekan)
- $P_{bs}$  = beban putus strand
- $P_{bta}$  = bursting steel untuk sengkang arah vertikal
- $P_{btb}$  = bursting steel untuk sengkang arah horizontal
- $P_e$  = gaya prategang efektif (setelah semua kehilangan tegangan diperhitungkan)
- $P_{eff}$  = gaya prestress akhir setelah kehilangan tegangan (loss of prestress)
- $P_j$  = gaya prestress akibat jacking (jacking force)
- $P_o$  = loss of prestress akibat gesekan angkur
- $P_t$  = tegangan beton pada level bajanya oleh pengaruh gaya prestress
- $P_x$  = loss of prestress akibat gesekan kabel
- $Q_{bs}$  = berat sendiri box girder prestress
- $r_a$  = rasio plat angkur arah vertikal
- $r_b$  = rasio plat angkur arah horizontal
- $R_E$  = relaksasi pada baja
- $s$  = jarak tulangan sengkang bursting steel yang diperlukan
- $S_H$  = susut pada beton
- $t$  = waktu pengerasan beton
- $T$  = temperatur udara rata – rata
- $V_{bs}$  = gaya maksimum di tumpuan
- $W$  = gesekan disepanjang tendon
- $W_a$  = tahanan momen sisi atas

|                      |  |
|----------------------|--|
| $W_b$                | = tahan momen sisi bawah   |
| $W_c$                | = berat beton prestress  |
| $y_a$                | = letak titik berat girder terhadap sisi atas  |
| $y_b$                | = letak titik berat girder terhadap sisi bawah   |
| $z_o$                | = ditetapkan jarak pusat berat tendon terhadap sisi bawah girder                           |
| $\sigma_{bt}'$       | = tegangan beton pada level bajanya oleh pengaruh gaya prestress                           |
| $\sigma_{cr}$        | = tegangan akibat creep  |
| $\sigma_{pi}$        | = tegangan baja pre-stress sebelum loss of prestress (ditengah bentang)                    |
| $\sigma_{sh}$        | = tegangan susut   |
| $\Delta\sigma_{pe}'$ | = kehilangan pada baja oleh regangan elastis dengan memperhitungkan pengaruh berat sendiri |
| $\Delta\sigma_{pe}$  | = kehilangan tegangan pada baja oleh regangan elatis tanpa pengaruh berat sendiri          |
| $\Delta\sigma_{sc}$  | = loss of prestress jangka panjang   |
| $\Delta P_e$         | = loss of prestress akibat pemendekan elastis  |
| $\epsilon_b$         | = regangan dasar susut (basic shrinkage strain)  |
| $\mu$                | = koefisien gesekan  |
| $\alpha_t$           | = pengubah dari sudut kabel dari gaya ke jarak x   |
| $\beta_p$            | = deviasi angular wobble terhadap variasi selongsong tendon                                |



## BAB I PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Jalan tol trans sumatera merupakan jalan tol yang direncanakan menghubungkan kota – kota di Sumatera dari Aceh hingga Lampung. Pembangunan jalan tol yang ada di Sumatera Utara sudah ada beberapa yang telah beroperasi dan ada yang masih dalam tahap pembangunan. Untuk saat ini jalan tol Sumatera Utara yang sudah beroperasi yaitu Medan – Binjai (10,46 km), Kualanamu – Tebing Tinggi (62,2 km), dan Belawan – Medan – Tanjung Morawa (43 km). Saat ini sedang dilakukan pembangunan jalan tol Kuala Tanjung – Tebing Tinggi – Parapat, jalan tol ini sepanjang 143,5 km merupakan lanjutan dari jalan tol Medan – Kualanamu – Tebing Tinggi dan telah terhubung dengan jalan tol Belawan – Medan – Tanjung Morawa (Belmera).

Adapun Proyek Pembangunan Jalan Tol Kuala Tanjung – Tebing Tinggi – Parapat terdiri dari enam seksi, yakni: seksi 1 Tebing Tinggi – Inderapura (20,4 km), seksi 2 Inderapura – Kuala Tanjung (15,6 km), seksi 3 Tebing Tinggi – Serbelawan (30 km), seksi 4 Serbelawan – Pematang Siantar (30 km), seksi 5 Pematang Siantar – Seribudolok (22,3 km) dan seksi 6 Seribudolok – Parapat (16,7 km). Pada seksi 1, yaitu pembanguna jalan tol Tebing Tinggi – Inderapura sepanjang 20,4 km dibagi menjadi 4 zona pengerjaan. Untuk proyek pemangunan jalan tol Tebing Tinggi – Indrapura dikerjakan oleh PT. Hutama Karya.

Pada proyek ini jembatannya menggunakan beton prategang pada struktur *girder* nya. Beton merupakan material yang kuat dalam kondisi tekan, tetapi lemah dalam kondisi tarik. Sehingga digunakan jalinan kawat baja (*strand*) sebagai

material yang kuat dalam kondisi tarik. Jalinan kawat baja ini diberikan gaya prategang dengan cara ditarik (*stressing*) menggunakan dongkrak hidrolis. Proses pemberian tegangan pada beton prategang yang dapat dilakukan sebelum beton dicetak (pratarik) atau setelah beton dicetak (pascatarik). Pemberian tegangan pada beton prategang mengakibatkan kehilangan gaya prategang. Kehilangan gaya prategang disebabkan beberapa faktor, sehingga harus dipehertungkan besar kehilangan gaya prategang pada jembatan beton prategang.

Pada jembatan beton prategang *girder* yang berfungsi menyalurkan beban berupa beban sendiri, beban mati, beban lalu lintas kendaraan, gaya rem, pejalan kaki dan sebagainya, sehingga *girder* yang merupakan beton prategang yang ada pada jembatan. *Girder* pada proyek ini berbentuk PC I *girder*.

## 1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan uraian permasalahan pada bagian latar belakang maka rumusan masalahnya yaitu:

1. Bagaimana perhitungan kehilangan gaya prategang langsung (*Immediate Elastic Losses*) pada *erection girder* jembatan ?
2. Bagaimana perhitungan kehilangan gaya prategang tergantung waktu (*Time Dependent Losses*) pada *girder* jembatan ?
3. Berapa persen nilai total kehilangan gaya prategang (*loss of prestress*) pada *erection girder* jembatan ?
4. Bagaimana metode pelaksanaan pemasangan *girder* dilaksanakan di lapangan?

### 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui besar persentase kehilangan gaya prategang (*loss of prestress*) yang terjadi pada *girder* jembatan jalan tol Tebing Tinggi – Inderapura. Serta metode pelaksanaan pemasangan *girder* di lapangan.

### 1.4 Batasan Masalah

Terdapat beberapa batasan masalah pada penelitian ini yaitu:

1. Struktur jembatan beton prategang yang ditinjau dalam penelitian ini adalah salah satu jembatan pada proyek pembangunan jalan tol Tebing Tinggi – Inderapura, yaitu STA. 88+285.
2. Sistem beton prategang yang digunakan adalah pasca tarik (*post-tension*).
3. Jenis *girder* adalah *PC I Girder*.
4. *Girder* yang diteliti bentang 40 m.
5. Perhitungan kehilangan prategang mengacu pada SNI 1725:2016.
6. Perhitungan fokus pada beberapa sebab kehilangan gaya prategang dan hasil dari total kehilangan prategang.

### 1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah menjadi bahan referensi pembelajaran mengenai kehilangan gaya prategang pada jembatan yang menggunakan struktur balok beton prategang metode pemberian gaya pasca tarik (*post-tension*), dengan perhitungan – perhitungan yang umum digunakan dalam mendesain struktur jembatan.

## 1.6 Metodologi Penelitian

Adapun beberapa tahapan dari metodologi penelitian ini yaitu :

1. Mengambil dan mengumpulkan data – data yang diperoleh dari PT. Hutama Karya.
2. Menganalisa kehilangan gaya prategang. Perhitungan kehilangan gaya prategang meliputi kehilangan prategang jangka pendek yaitu gesekan pada ankur, gesekan pada tendon dan perpendekan elastis beton. Sementara kehilangan prategang jangka panjang yaitu rangkai pada baja, susut pada beton dan relaksasi pada baja. Setelah semua diperhitungkan, kehilangan gaya prategang tersebut ditotalkan. Hasil dari perhitungan ini didapat persentase kehilangan gaya prategang yang menentukan apakah jembatan tersebut masih aman.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Jembatan

Menurut buku Beton Prategang Suatu Pendekatan Mendasar oleh Edward G. Nawy jembatan merupakan bangunan struktural penghubung dari satu tempat ke tempat lainnya yang terpisahkan oleh rintangan seperti sungai, jurang atau hambatan fisik lainnya yang orang ataupun kendaraan darat tidak memungkinkan menyeberanginya. Terdapat dua bagian jembatan yaitu bangunan bawah (*sub structure*) dan bangunan atas (*super structure*).

Fungsi utama bangunan bawah adalah untuk memikul beban – beban pada bangunan atas dan pada bangunan bawahnya untuk disalurkan ke pondasi. Kemudian pondasi menyalurkan seluruh beban – beban tersebut ke tanah dasar.

Bangunan atas jembatan berfungsi untuk menerima beban langsung yang meliputi berat sendiri, beban mati, beban hidup, beban mati tambahan, beban lalu lintas kendaraan dan yang lain – lain.

Struktur atas jembatan umumnya meliputi :

- a. Trotoar : Sandaran dan tiang sandaran, *kerb* dan slab lantai trotoar.
- b. Slab lantai kendaraan.
- c. Gelagar (*girger*).
- d. Balok diafragma.
- e. Ikatan pengaku (ikatan angin, ikatan melintang).
- f. Tumpuan (*bearing*).



## 2.2 Balok Gelagar (*Girder*)

Balok gelagar atau *girder* adalah bagian struktur atas jembatan yang berfungsi menyalurkan beban – beban yang dipikul ke bagian struktur bawah yaitu *abutment*. *Girder* terdiri beberapa bentuk diantaranya :

### 2.2.1 PC *Voided Slab*

*Precast concrete voided slab* merupakan salah satu jenis girder yang menggabungkan fungsi *girder* dengan *slab*. Jenis *girder* yang ini biasa digunakan pada jembatan dengan jarak bentang yang pendek. Bentang maksimal *girder* ini adalah 17 meter.



Gambar 2.1 PC *Voided Slab*

Sumber : Google: [https://wikapracetak.co.id/our\\_product/hollow\\_core\\_slab.html](https://wikapracetak.co.id/our_product/hollow_core_slab.html)

### 2.2.2 PC I *Girder*

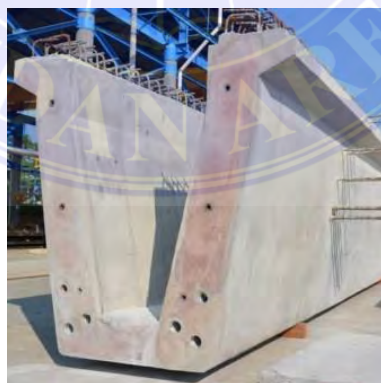
*Precast concrete I girder* merupakan *gider* jembatan yang penampangnya berbentuk I, yang pada bagian atas dan bawahnya lebih besar dari pada bagian tengahnya yang lebih kecil. PC I *girder* merupakan *girder* dengan penampang yang lebih kecil dibandingkan dengan jenis *girder* lainnya dan memiliki berat sendiri yang relatif lebih ringan per unitnya. Oleh karena itu, umumnya hasil analisis penampang PC I *girder* adalah yang paling ekonomis.



Gambar 2.2 PC I Girder  
Sumber : Dokumentasi dari lapangan

### 2.2.3 PC U Girder

*Precast Concrete U girder* merupakan girder jembatan yang penampangya berbentuk hampir menyerupai U, yang membuat berbeda yaitu dibagian sisi sampingnya dibuat miring melebar. PC U girder memiliki bentuk badan yang lebih lebar namun pada bagian tengah bentang penampangya cukup langsing. Menurut spesifikasi produksi girder, PC U girder memiliki bentang terpanjang sepanjang 42 meter.



Gambar 2.3 PC U Girder  
Sumber : Google: <https://www.abbeconindonesia.com/Produk/Beton/Girder-Beton-PC-U.html>

### 2.2.4 *Box Girder*

*Box girder* adalah bentuk girder yang paling bagus untuk pembangunan jembatan, karena tidak ada batasan panjang bentang dalam spesifikasi produksi. Dalam tahapan-tahapan pekerjaan, terlebih dahulu dilakukan *erection* pada *box girder*, dan diangkat per-segmental. Setelah semua *box girder* di *erection*, selanjutnya dilakukan *streesing* pada *box girder*. Bentuk dari *box girder* juga memenuhi salah satu nilai estetika pada bangunan jembatan.



Gambar 2.4 *Box Girder*

Sumber : Google: <https://www.shutterstock.com/image-photo/stock-box-girder-bridge-construction-segmental-1043726665>

## 2.3 Pembebanan pada Jembatan

Perhitungan beban – beban yang bekerja pada struktur *girder* pada penelitian ini mengacu pada SNI 125:2016. Beban – beban yang terjadi pada *girder* adalah sebagai berikut :

### 2.3.1 Berat Sendiri

Pada pembebanan terdapat berat sendiri sebagai salah satu unuk perhitungan pembebanan, dan bagian berat sendiri yang diperhitungkan yaitu berat bangunan tersebut dan bagian – bagian struktural lain yang dipikulnya. Termasuk adalah berat dari bahan bangunan tersebut serta elemen struktural bangunan jembatan, dan bagian - bagian non-struktural yang tetap di bangunan.



### 2.3.2 Beban Lalu Lintas

Pada perencanaan jembatan beban lalu lintas terdiri dari beban lajur (D) dan beban truk (T). Pada pembeban lajur (D), beban berada pada keseluruhan panjang dan lebar jalur kendaraan sehingga mengakibatkan pengaruh pada bangunan jembatan. Jumlah dari beban lajur (D) tergantung dengan lebar jalan kendaraan tersebut. Pembebanan truk (T) merupakan salah satu kendaraan dengan muatan yang besar dan berat dengan tiga gandar yang ditaruh di beberapa posisi pada lajur lalu lintas rencana. Hanya satu beban truk (T) yang ditempatkan per lajur lalu lintas rencana.

Secara umum, beban lajur (D) menjadi beban yang sangat penting dalam perhitungan jembatan karena dihitung sepanjang bentang bangunan, sedangkan beban truk (T) dihitung dengan bentang yang pendek serta lantai kendaraan namun dengan beban yang berat.

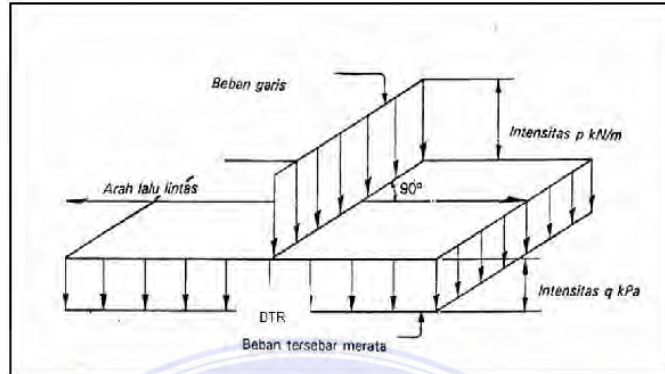
Jumlah maksimum lajur lalu lintas yang digunakan untuk berbagai lebar jembatan dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Jumlah Lajur Lalu Lintas Rencana

| Tipe Jembatan (1)  | Lebar Jalur Kendaraan (2)<br>(mm) | Jumlah Lajur Lalu Lintas Rencana (n) |
|--|-----------------------------------|--------------------------------------|
| Satu lajur   | $3000 \leq w < 5250$              | 1                                    |
| Dua arah, tanpa median   | $5250 \leq w < 7500$              | 2                                    |
|  | $7500 \leq w < 10000$             | 3                                    |
|  | $10000 \leq w < 12500$            | 4                                    |
|  | $12500 \leq w < 15250$            | 5                                    |
|  | $w \geq 15250$                    | 6                                    |
| Dua arah, dengan median  | $5500 \leq w < 8000$              | 2                                    |
|  | $8250 \leq w < 10750$             | 3                                    |
|  | $11000 \leq w < 13500$            | 4                                    |
|  | $13750 \leq w < 16250$            | 5                                    |
|  | $w \geq 16500$                    | 6                                    |
| CATATAN (1) Untuk jembatan tipe lain, jumlah lajur lalu lintas rencana harus ditentukan oleh instansi yang berwenang.  |                                   |                                      |
| CATATAN (2) Lebar jalur kendaraan adalah jarak minimum antara kerb atau rintangan untuk satu arah atau jarak antara kerb/rintangan/median dengan median untuk banyak arah. |                                   |                                      |

Sumber : SNI 1725:2016 Pembebanan untuk Jembatan

Beban lajur (D) yaitu beban terbagi rata (BTR) digabungkan dengan beban garis (BGT), dapat dilihat seperti Gambar 2.5 dibawah.



Gambar 2.5 Beban Lajur "D"

Sumber : SNI 1725:2016 Pembebanan untuk Jembatan

Beban terbagi rata (BTR) mempunyai intensitas  $q$  kPa, dimana besarnya  $q$  tergantung pada panjang total yang dibebani  $L$  seperti berikut :

$$L \leq 30 \text{ m} : q = 9,0 \text{ kPa}$$

$$L > 30 \text{ m} : q = 9,0 ( 0,5 + 15/L ) \text{ kPa}$$

dimana :

$q$  = Intensitas beban terbagi rata (BTR) dalam arah memanjang jembatan

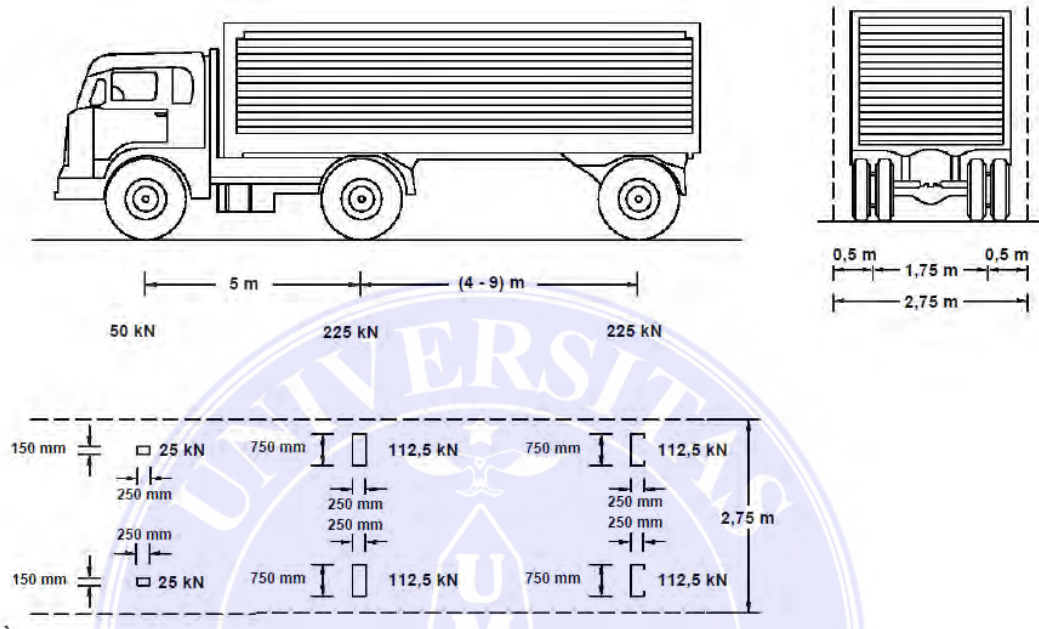
$L$  = Panjang jembatan (m)

Beban garis (BGT) dengan intensitas  $p$  kN/m harus diletakkan tegak lurus terhadap arah lalu lintas pada jembatan. Besarnya intensitas nilai  $p$  adalah 49,0 kN/m. Dalam mendapatkan momen lentur negatif maksimum terhadap jembatan menerus, bebam garis (BGT) kedua yang menyerupai maka ditempatkan di posisi dalam arah melintang jembatan pada bentang lainnya.

Pembebanan truk (T) terdiri dari truk semi-trailer yang mempunyai susunan dan berat gandar, berat dari setiap masing-masing gandar disebarkan menjadi dua beban merata yang sama besar, dan merupakan bidang kontak antara permukaan



lantai dengan roda truk. Jarak antara dua as tersebut dapat diganti antara 4 meter sampai dengan 9 meter untuk didapatkannya pengaruh terbesar di arah memanjang jembatan. Untuk pembebanan truk (T) (500kN) dapat dilihat pada Gambar 2.6.



Gambar 2.6 Pembebanan Truk “T” (500 kN)  
 Sumber : SNI 1725:2016 Pembebanan untuk Jembatan

### 2.3.3 Gaya Rem

Beban selanjutnya yang dihitung dalam pembebanan jembatan yaitu gaya rem. Terdapat beberapa nilai gaya rem dan harus digunakan yang terbesar dari :

- a. 25% dari berat gandar truk desain atau,
- b. 5% dari berat truk rencana ditambah beban lajur terbagi rata BTR

Gaya rem harus direncanakan bekerja secara horizontal dengan jarak 1800 mm di atas permukaan sepanjang jalan pada masing-masing arah longitudinal dan harus dipilih dengan hasil yang paling menentukan.

### 2.3.4 Beban Angin

Tekanan atau beban angin rencana harus dihitung dengan baik pada struktur jembatan serta kendaraan yang menggunakan lintasan jembatan. Perencanaan jembatan harus menghitung gaya akibat tekanan atau beban angin terhadap kendaraan, yang dimana beban angin tersebut diasumsikan sebagai tekanan menerus sebesar 1,46 N/mm, tegak lurus dan bekerja 1800 mm di atas permukaan sepanjang jalan.

### 2.3.5 Beban Gempa

Beban gempa harus ada dalam perhitungan pembebanan jembatan, dikarenakan jembatan harus direncanakan kuat serta kokoh, sehingga saat mengalami gempa jembatan memiliki nilai kerusakan yang kecil.

Beban gempa diambil sebagai gaya horizontal yang ditentukan berdasarkan perkalian antara koefisien respon elastik ( $C_{sm}$ ) dengan berat struktur ekuivalen yang kemudian dimodifikasi dengan faktor modifikasi respon ( $R_d$ ) dengan formulasi sebagai berikut :

$$E_Q = \frac{C_{sm}}{R_d} \times W_t$$

dimana :

$E_Q$  = Gaya gempa horizontal statis (kN)

$C_{sm}$  = Koefisien respons gempa elastis

$R_d$  = Faktor modifikasi respon

$W_t$  = Berat total struktur terdiri dari beban mati dan beban hidup (kN)

## 2.4 Beton Prategang

Beton merupakan material yang memiliki kuat tekan yang tinggi tetapi kuat tarik yang rendah. Sedangkan baja merupakan material yang memiliki kekuatan tarik yang tinggi. Maka dengan mengabungkan kedua material tersebut, maka terciptalah material yang kuat menahan tekan dan tarik yang disebut sebagai beton bertulang.

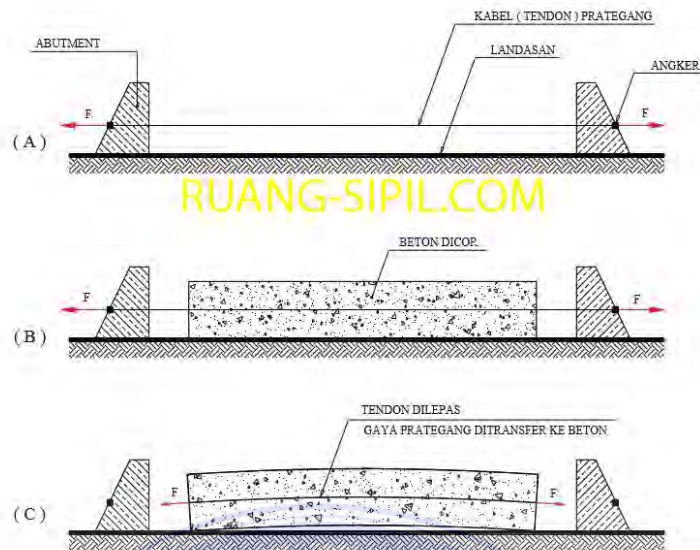
Dalam beton bertulang, beton memikul tegangan tekan, sedangkan tegangan tarik ditahan oleh baja sebagai penulangan (*rebar*). Sehingga dalam beton bertulang penampang beton tidak efektif digunakan, sebab bagian tertarik beton tidak diperhitungkan sebagai pemikul tegangan. Dalam mengatasi permasalahan yang ada, beton diberi tekanan awal sebelum beban-beban bekerja, sehingga seluruh penampang beton dalam keadaan tertekan seluruhnya, inilah yang kemudian disebut beton prategang (*prestressed concrete*).

## 2.5 Metode Pemberian Gaya Prategang

Terdapat dua jenis metode pemberian gaya prategang yaitu :

### 2.5.1 Pratarik (*Pre-Tension*)

Pada metode ini baja prategang diberi gaya prategang terlebih dahulu sebelum dicor. Setelah baja diberikan gaya, beton dicetak dan setelah beton mengering sesuai dengan umurnya dan cukup kuat untuk menerima gaya prategang, tendon dipotong dan dilepas, sehingga gaya prategang ditransfer ke beton. Adapun prinsip pada metode pratarik ini secara singkat dapat dilihat pada gambar 2.7.



Gambar 2.7 Beton Prategang Menggunakan Metode Pratarik  
Sumber : Google: <https://www.ruang-sipil.com/2018/01/2-metode-pemberian-gaya-prategang-pada.html>

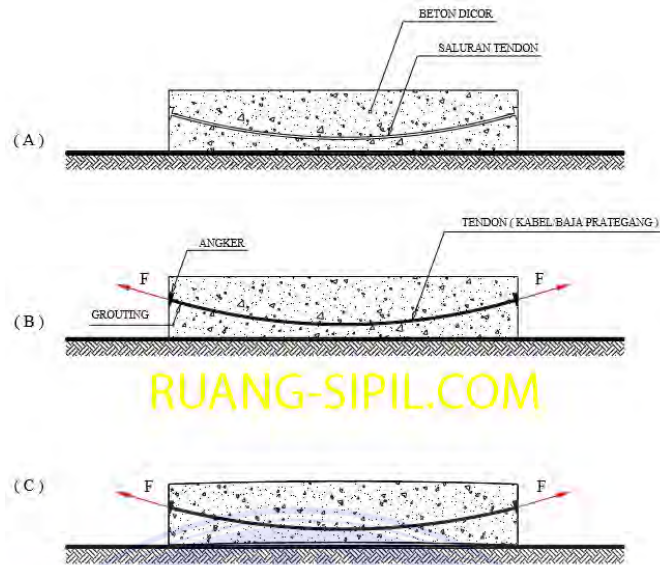
Berikut adalah keterangan dari Gambar 2.7 yaitu:

- Kabel (tendon) prategang diberi gaya prategang, kemudian diangkur pada suatu *abutment* tetap.
- Selanjutnya beton dicor pada cetakan (*formwork*) dan landasan yang telah disediakan dapat melingkupi tendon yang telah diberikan gaya prategang dan dibiarkan mengering sesuai dengan umur beton yang direncanakan.
- Setelah beton mengering dan cukup umur sesuai rencana serta kuat untuk menerima gaya prategang, tendon dipotong dan dilepas, sehingga gaya prategang ditransfer ke beton. Setelah gaya prategang ditransfer ke beton, balok beton tersebut akan melengkung keatas sebelum menerima beban kerja. Setelah menerima beban kerja, maka balok beton tersebut akan rata.

### 2.5.2 Pascatarik (*Past-Tension*)

Adapun prinsip dari pascatarik secara singkat dapat dilihat pada Gambar 2.8 dibawah ini.





Gambar 2.8 Beton Prategang Menggunakan Metode Pascatarik

Sumber : Google : <https://www.ruang-sipil.com/2018/01/2-metode-pemberian-gaya-prategang-pada.html>

Berikut adalah keterangan dari Gambar 2.8 yaitu:

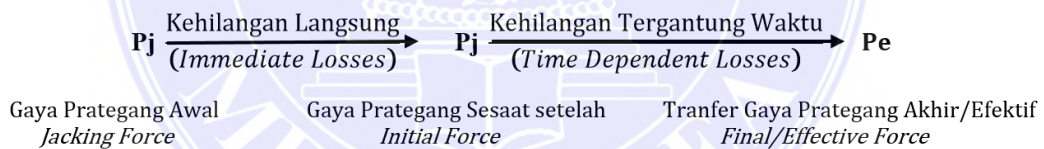
- Beton dicor dengan cetakan (*formwork*) yang telah disediakan dengan selongsong kabel prategang (*tendon duct*) yang dipasang melengkung sesuai bidang momen yang telah direncanakan.
- Setelah beton mengering dan cukup umur serta kuat untuk memikul gaya prategang, maka tendon atau kabel prategang dimasukkan dalam selongsong (*tendon duct*), selanjutnya ditarik agar mendapatkan gaya prategang yang direncanakan. Metode pemberian gaya prategang ini salah satu ujungnya diangkur, kemudian ujung lainnya ditarik (ditarik dari satu sisi). Ada pula yang ditarik di kedua sisinya dan diangkur bersamaan. Setelah diangkur saluran di *grouting* melalui lubang yang telah disediakan.
- Selanjutnya balok beton menjadi tertekan, sehingga gaya prategang telah ditransfer ke beton. Karena tendon dipasang melengkung, maka akibat gaya prategang tendon memberikan beban merata kebalok yang arahnya ke atas, akibatnya balok melengkung ke atas.



## 2.6 Kehilangan Gaya Prategang

Besarnya nilai gaya prategang tidak dapat diukur dengan mudah. Gaya total pada tendon pada saat penarikan dapat ditentukan dengan *pressure gage* pada dongkrak. Jenis – jenis kehilangan gaya prategang dapat menurunkan nilai gaya prategang menjadi nilai yang lebih rendah, sehingga beban yang dapat dipikul balok prategang menjadi lebih rendah juga. Selisih antara gaya prategang akhir dengan gaya prategang awal dinamakan kehilangan prategang.

Kehilangan prategang adalah berkurangnya gaya yang bekerja pada tendon dalam tahap – tahap pembebanan. Di dalam suatu sistem struktur beton prategang selalu terdapat kehilangan prategang, baik akibat sistem penegangan maupun akibat pengaruh waktu. Kehilangan prategang pada struktur beton prategang dapat diilustrasikan seperti pada gambar 2.9 dibawah.



Gambar 2.9 Ilustrasi Kehilangan Prategang

Sumber : Skripsi: Analisis Perbandingan Kehilangan Prategang akibat Metode Stressing Satu Arah dan Dua Arah pada Jembatan Beton Prategang Selvia Rahma Rizkia. 2017

Kehilangan prategang langsung atau kehilangan sesaat adalah  $P_j - P_i$  dan kehilangan prategang akibat pengaruh waktu adalah  $P_i - P_e$ . Kehilangan prategang langsung disebabkan oleh perpendekan elastis dari beton, gesekan sepanjang kelengkungan tendon pada struktur pasca tarik dan slip pada ankur. Sedangkan kehilangan prategang akibat pengaruh waktu disebabkan oleh perpendekan dari beton pada level baja akibat rangkai dan penyusutan beton serta relaksasi baja.

Kehilangan gaya prategang dapat disebabkan oleh beberapa faktor yaitu (T.Y.Lin, 1988) :

## 2.1 Perpendekan Elastis Beton (ES)

Ketika gaya prategang disalurkan ke beton, maka beton akan menerima tekanan dan memendek sehingga terjadi pengenduran pada tendon. Regangan tekan pada beton akibat prategang harus sama dengan pengurangan regangan pada baja:

$$\varepsilon_c = \Delta\varepsilon_s$$

$$\frac{f_c}{E_c} = \frac{\Delta f_s}{E_s}$$

$$\Delta f_s = \frac{E_s f_c}{E_c} = n f_c$$

$f_c$  = tegangan pada beton setelah penyaluran tegangan dari tendon berlangsung.

$\Delta f_s$  merupakan tegangan tendon awal  $f_{si}$  dikurangi dengan tegangan tendon setelah penyaluran  $f_s$ .

$$\Delta f_s = f_{si} - f_s = n f_c$$

Apabila  $P_o$  adalah gaya awal tendon dan  $P_f$  adalah gaya sesudahnya maka :

$$P_o - P_f = n \frac{P_f}{A_c} A_{ps}$$

$$P_o = n \frac{P_f}{A_c} A_{ps} + P_f$$

$$P_o = P_f \left( \frac{n A_{ps}}{A_c} + 1 \right) = \frac{P_f}{A_c} (n A_{ps} + A_c)$$

$$P_o = f_c (n A_{ps} + A_c)$$

$$f_c = \frac{P_o}{A_c + n A_{ps}} \text{ diperkirakan sama dengan } \frac{P_o}{A_g}$$

$$\text{Sehingga: } \Delta f_s = n f_c = \frac{n P_o}{A_g}$$

$$\text{Untuk beban eksentris, } f_c = \frac{P_o}{A_g} \pm \frac{P_o \cdot e \cdot y}{I} \pm \frac{M \cdot y}{I}$$

$M$  = momen akibat berat sendiri

Berhubung tegangan yang dihitung adalah tegangan pada pusat tendon maka nilai  $y = e$ .

## 2.2 Gesekan disepanjang Tendon (W)

Kehilangan prategang ini terjadi akibat gesekan antara tendon dengan bahan sekitarnya (selubung tendon). Kehilangan ini langsung dapat diatasi dari penarikan tendon pada jack. Untuk menentukan kehilangan prategang akibat gesekan tendon dapat dihitung dengan rumus berikut :

$$P_s = P_x e^{(\mu\alpha + KL)}$$

dengan :

$P_j$  = Gaya prategang awal (N)

$\mu$  = Koefisien gesek kelengkungan

$\alpha$  = Sudut kelengkungan pada tendon (rad)

$K$  = Koefisien *wobble*

$e = 2,7183$

Untuk menentukan koefisien *wobble* dan koefisien friksi dapat dilihat pada tabel 2.2.

Tabel 2.2 Koefisien Gesek Kelengkungan dan *Wobble*

| Jenis Tendon                              | Koefisien <i>Wobble</i> (K) | Koefisien Kelengkungan ( $\mu$ ) |
|---|-----------------------------|----------------------------------|
| Tendon di selubung metal fleksibel        |                             |                                  |
| Tendon kawat                              | 0,0010-0,0015               | 0,15-0,25                        |
| <i>Strand</i> 7 kawat                     | 0,0005-0,0020               | 0,15-0,25                        |
| Batang mutu tinggi                        | 0,0001-0,0006               | 0,08-0,30                        |
| Tendon di saluran metal yang <i>rigid</i> |                             |                                  |
| <i>Strand</i> 7 kawat                     | 0,0002                      | 0,15-0,25                        |

|                                     |               |           |
|-------------------------------------|---------------|-----------|
| Tendon yang dilapisi <i>mastici</i> |               |           |
| Tendon kawat dan <i>strand</i> 7    | 0,0010-0,0020 | 0,05-0,15 |
| Tendon yang dilumasi dahulu         |               |           |
| Tendon kawat dan <i>strand</i> 7    | 0,0003-0,0020 | 0,05-0,15 |

Sumber : *Prestressed Concrete Institute*

### 2.3 Slip Angkur

Kehilangan prategang akibat slip angkur terjadi sewaktu kawat dilepaskan dari mesin penarik dan ditahan baji pada angkur. Panjang atau besarnya slip tergantung tipe baji dan tegangan pada kawat tendon. Besarnya nilai rata-rata panjang slip adalah 2,5 mm. Untuk menentukan kehilangan prategang akibat slip angkur dapat dihitung dengan rumus berikut :

$$\varepsilon_s = \frac{\Delta a}{L}$$

$$\Delta f_s = \varepsilon_s * E_s$$

dimana :

$\Delta l$  = Slip rata-rata (mm)

L = Panjang tendon (mm)

E = Modulus elastisitas tendon (MPa)

### 2.4 Rangkak pada Beton (CR)

Rangkak pada beton terjadi karena deformasi akibat adanya tegangan pada beton sebagai suatu fungsi waktu. Pada struktur beton prategang, rangkak pada beton mengakibatkan berkurangnya tegangan pada penampang. Besarnya kehilangan prategang akibat rangkak pada beton dapat dihitung menggunakan rumus :

$$\Delta f_{CR} = C_t * n * f_c$$

dimana :

C = Koefisien rangkai, 2 (pratarik) dan 1,6 (pascatarik)

$f_c$  = Tegangan pada beton yang melekat pada titik berat tendon akibat gaya prategang awal

## 2.5 Susut pada Beton (SH)

Susut pada beton merupakan perubahan volume pada beton yang dipengaruhi oleh beberapa faktor. Faktor-faktor tersebut meliputi campuran, jenis agregat, jenis semen, waktu perawatan antara akhir perawatan eksternal dan pemberian prategang, ukuran komponen struktur serta kondisi lingkungan. Kehilangan prategang diakibatkan susut pada beton dapat dihitung dengan rumus :

$$\varepsilon_{sh} = 8,2 \cdot 10^{-6} \left(1 - 0,06 \frac{V}{S}\right) (100 - RH)$$

$$\Delta f_s = K_{sh} \varepsilon_{sh} E_s$$

dengan :

$\varepsilon$  = Regangan susut dalam beton

V = Volume beton (inch)

S = Luas permukaan beton (inch)

RH = Kelembaban relatif udara

K = Koefisien susut yang tergantung waktu

E = Modulus elastisitas tendon (MPa)

Untuk menentukan nilai koefisien susut tergantung waktu dapat dilihat pada Tabel 2.3.



Tabel 2.3 Nilai  $K_{sh}$ 

|   |      |      |      |      |      |      |      |      |
|---|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Selisih waktu antara pengecoran dengan prategangan( hari) | 1    | 3    | 5    | 7    | 10   | 20   | 30   | 60   |
| $K_{sh}$  | 0,92 | 0,85 | 0,80 | 0,77 | 0,73 | 0,64 | 0,58 | 0,45 |

Sumber : *Prestressed Concrete Institute*

## 2.6 Relaksasi pada Baja

Relaksasi diartikan sebagai kehilangan dari tegangan tendon secara perlahan seiring dengan waktu dan besarnya gaya prategang yang diberikan dibawah regangan yang hampir konstan. Kehilangan prategang akibat relaksasi baja dapat dihitung dengan rumus :

$$\Delta f_{re} = [K_{re} - J(\Delta f_{SH} + \Delta f_{CR} + \Delta f_{ES})]C$$

dengan :

$K$  = Koefisien relaksasi

$J$  = Faktor waktu

$\Delta f$  = Kehilangan tegangan akibat susut pada beton (MPa)

$\Delta f$  = Kehilangan tegangan akibat rangkai pada beton (MPa)

$\Delta f$  = Kehilangan tegangan akibat elastis beton (MPa)

$C$  = Faktor relaksasi

Nilai koefisien relaksasi dan faktor waktu serta nilai faktor relaksasi dapat dilihat pada Tabel 2.4 dan Tabel 2.5.

Tabel 2.4 Nilai  $K_{re}$  (koefisien relaksasi) dan  $J$  (faktor waktu)

| Jenis Tendon  | $K_{re}$ | $J$  |
|---|----------|------|
| Kawat atau <i>stress-relieved strand</i> mutu 270     | 20000    | 0,15 |
| Kawat atau <i>stress-relieved strand</i> mutu 250     | 18500    | 0,14 |
| Kawat <i>stress-relieved strand</i> mutu 240 atau 235 | 17600    | 0,13 |
| <i>Strand</i> relaksasi rendah mutu 270               | 5000     | 0,04 |

|  |      |       |
|--|------|-------|
| Kawat relaksasi rendah mutu 250                        | 4630 | 0,037 |
| Kawat relaksasi rendah mutu 240 atau 235               | 4400 | 0,035 |
| Batang <i>stress-relieved strand</i> mutu 145 atau 160 | 6000 | 0,05  |

Sumber : *Prestressed Concrete Institute*

Tabel 2.5 Nilai C (Faktor Relaksasi)

| fp <sub>y</sub> /fp <sub>u</sub> | Kawat atau <i>Strand Stress-relieved</i> | Kawat atau <i>Strand</i> Relaksasi Rendah atau Batang <i>Stress-relieved</i> |
|----------------------------------|--|--|
| 0,08                             |  | 1,28   |
| 0,79                             |  | 1,22   |
| 0,78                             |  | 1,16   |
| 0,77                             |  | 1,11   |
| 0,76                             |  | 1,05   |
| 0,75                             | 1,45                                     | 1,00   |
| 0,74                             | 1,36                                     | 0,95   |
| 0,73                             | 1,27                                     | 0,90   |
| 0,72                             | 1,18                                     | 0,85   |
| 0,71                             | 1,09                                     | 0,80   |
| 0,70                             | 1,00                                     | 0,75   |
| 0,69                             | 0,94                                     | 0,70   |
| 0,68                             | 0,89                                     | 0,66   |
| 0,67                             | 0,83                                     | 0,61   |
| 0,66                             | 0,78                                     | 0,57   |
| 0,65                             | 0,73                                     | 0,53   |
| 0,64                             | 0,68                                     | 0,49   |
| 0,63                             | 0,63                                     | 0,45   |
| 0,62                             | 0,58                                     | 0,41   |
| 0,61                             | 0,53                                     | 0,37   |
| 0,60                             | 0,49                                     | 0,33   |

Sumber : *Prestressed Concrete Institute*

## **2.7 Petunjuk Pelaksanaan Pemasangan Gelagar Jembatan Beton Pratekan Pracetak Tipe I (Interim) menurut Direktorat Jenderal Bina Marga**

### **2.7.1 Penyimpanan**

Pastikan penyimpanan material dan peralatan pekerja yang dibutuhkan untuk pemindahan gelagar telah diseiapkan. Penyangga kayu diatas tanah yang keras dan bebas dari kontak langsung dengan permukaan tanah. Penyangga dipasang dengan jarak tidak lebih dari 20% dari ukuran panjang gelagar yang diukur setiap ujungnya. Pada tempat penyimpanan, gelagar tidak boleh saling bersentuhan satu sama lain dan harus dalam posisi tegak.

### **2.7.2 Pelaksanaan Penyambungan Balok Pratekan Segnemental**

Penyambungan balok pracetak segnemental harus sesuai dengan ketentuan spesifikasi. Detail rancangan *stressing*, metode penyambungan dan perakitan harus disediakan minimal 4 minggu sebelum memulai perakitan. Setiap segmen balok girder harus dirakit pada permukaan perkerasan yang datar (*stressing bed*). Untuk menghindari rusaknya beston waktu penarikan tendon, maka operator harus selalu berpedoman pada urutan pekerjaan, serta memperhatikan panjang stroke dongkrak, dan mengukur *camber*.

### **2.7.3 Persiapan Peralatan Instalasi Gelagar Beton Pratekan Pracetak Tipe I**

Dalam pemasangan gelagar dapat dilakukan dengan *crane*, *launcher*, atau gabungan *crane* dan *launcher*. Pemilihan metode dan alat instalasi gelagar ditetapkan berdasarkan analisa teknis sesuai dengan syarat dan ketentuan, serta memenuhi persyaratan K-3. Peralatan *crane* wajib memiliki sertifikat layak operasi, serta operator yang mengendalikan *crane* wajib memiliki sertifikat pengoperasian.

#### **2.7.4 Persiapan Dudukan Elastomer / *Bearing Pad* pada *Pier* / *Abutment***

Periksa mutu mortar sudah mencapai kekuatan yang disyaratkan. Posisi dan level dudukan *bearing pad* sesuai dengan posisi pada gambar kerja.

#### **2.7.5 Pengangkatan Segmen Pracetak dari Areal *Stressing* ke Lokasi Jembatan / Langsir Balok**

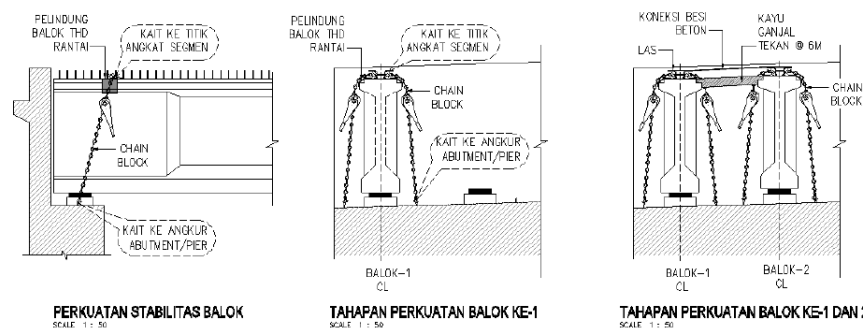
Metode pengangkutan dan pemasangan serta peralatan yang akan digunakan telah dipersiapkan. Siapkan penyangga (bracing) untuk menghindari tergulingnya unit – unit, selama pengangkutan dari penyimpanan ke lokasi jembatan. Untuk pengamanan proses langsir balok dari lokasi *stressing bed* ke area pemasangan balok harus dipastikan alses jalannya yang akan dilalui *boggie trailer* relatif rata. Pengangkatan gelagar menggunakan *lifting belt* yang dikalungkan pada ujung balok dengan posisi yang sesuai dengan titik pengangkatan gelagar. Posisi balok saat pengangkatan dalam kondisi vertikal. Selalu pastikan *safety plan* dilaksanakan semua pekerja.

#### **2.7.6 Persiapan Sebelum Pemasangan / Instalasi Gelagar**

Setelah gelagar di *stressing*, pastikan angkur sudah ditutup. Panjang perletakan sesuai gambar kerja dengan panjang gelagar. Dudukan elastomer/*bearingpad* harus lebih luas dari dimensi *bearingpad*. Elevasi mortar / *bearingpad* pastikan sesuai dengan rencana elevasi lantai jembatan dikurangi tinggi total gelagar. Angkur – angkur untuk elastomer yang menggunakan plat baja sudah terpasang.

### 2.7.7 Instalasi Gelagar dengan Dua Crane Angkat

Pastikan lokasi lingkup kerja memadai serta cuaca dan kecepatan angin cukup kondusif untuk variasi kemiringan / jangkauan *boom crane*. Pastikan dan periksa *crane* sudah berada diposisi yang telah direncanakan dengan kapasitas alat angkat minimal dua kali dari beban yang berkerja yang akan diangkat untuk jangkauan *boom crane*. Selanjutnya *girder* diangkat menggunakan *lifting belt* yang dilingkarkan titik pengangkatan *girder* sehingga dekat dengan rencana posisi perletakkan *girder*. Posisi balok pada saat *erection* dalam posisi tegak dan rata. Pastikan balok *girder* bertumpu dengan sempurna pada elastomer dengan posisi vertikal di posisi sesuai dengan gambar kerja. Agar kestabilan balok terjaga, maka gelagar pertama yang diatas *abutment/pier* dikencangkan rantai/*chain block* yang dikaitkan pada titik angkat segmen balok dan *temporary* angkur pada *abutment/pier*. Pastikan tahapan pemasangan gelagar selanjutnya sesuai dengan gelagar sebelumnya dan posisinya harus sesuai gambar kerja. Segera pasang pengaku antara gelagar sebelumnya dan yang ini menggunakan kayu dengan jarak per 6 meter sebagai batang tekan dan koneksi antar balok dengan *bracing* dari besi beton. Pastikan pemasangan *bracing* sementara dilaksanakan sampai semua gelagar sudah terpasang.



Gambar 2.10 Proses Perkuatan Stabilitas Balok  
 Sumber : Direktorat Jenderal Bina Marga. Petunjuk Pelaksanaan Pemasangan Gelagar Jembatan Beton Pratekan Pracetak Tipe I (Interim)

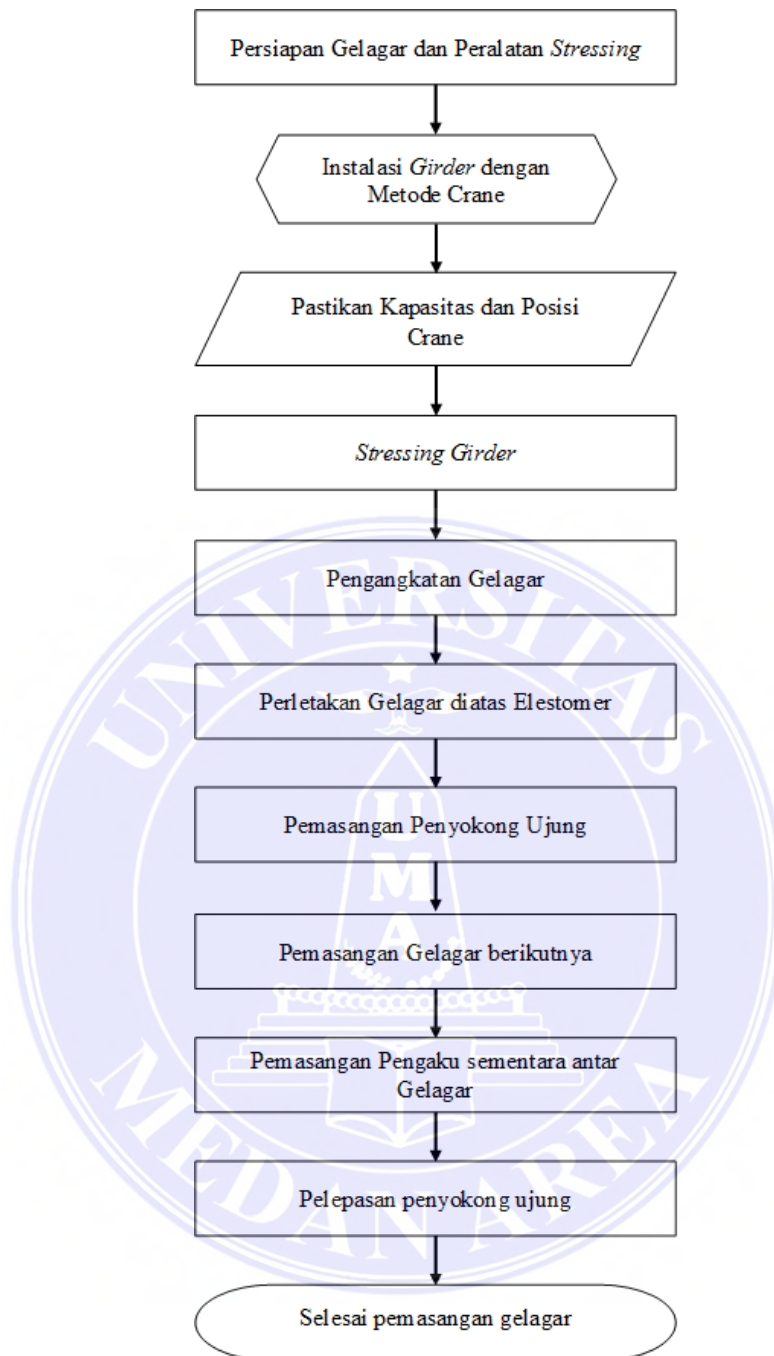


### **2.7.8 Pelaksanaan Pemasangan / Instalasi Gelagar dengan Elestomer Langsung Terpasang**

Pada saat *erection girder*, pasang elastomer pada posisi diatas *bearingpad*. Gunakan perekat, jika elestomer tidak menggunakan plat dasar. Letakan secara perlahan – lahan *girder* diatas elastomer dan berikan penyokong pada sisi kiri kanan ujung gelagar untuk menjaga kestabilan gelagar. Lakukan hal yang sama pada pemasangan *girder* selanjutnya, lakukan sesuai gambar kerja yang telah direncanakan.

### **2.7.9 Penghubung antar Gelagar Setelah Terpasang**

Diafragma dapat berupa beton dicor di tempat ataupun beton pracetak. Untuk diafragma yang dicor di tempat, maka pastikan kualitas mutu beton serta tulangan – tulangan telah sesuai dengan rencana dan spesifikasi. Setelah pengecoran diafragma, beton harus ditutup serta dirawat selama minimum 7 hari.



Gambar 2.11 Diagram Alir Pemasangan Gelagar Jembatan Metode *Crane*  
Sumber : Direktorat Jenderal Bina Marga. Petunjuk Pelaksanaan Pemasangan Gelagar Jembatan Beton Pratekan Pracetak Tipe I (Interim)

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Terdapat beberapa kesimpulan pada penelitian ini yaitu:

1. Batas maksimum kehilangan prategang, maka dihitung  $P/A_c$  dan didapat nilainya 8,98 MPa. Dimana maksimal kehilangan gaya prategangnya 25%.
2. Total kehilangan gaya prategang sebesar 21,62 %.
3. Dari perhitungan diatas  $21,62\% < 25\%$  maka kehilangan prategang lebih kecil dari pada 25% yaitu masih aman.
4. Pada proyek ini, untuk proses pelaksanaan pemasangan *girder* digunakan Metode Crane. Digunakan 2 (dua) *crane*.
5. Dalam proses pemasangan *girder* ada satu proses yg tidak dilaksanakan yaitu saat *girder* telah diletakkan diatas *Bearingpad* seharusnya dilakukan kestabilan *girder* dengan mengekang posisi *girder* pada kedua ujung *girder* dengan cara mengencangkan rantai/*chain block* yang dikaitkan pada titik angkat segmen *girder* dan *temporary* angkur pada *pier*.

#### 5.2 Saran

Dari kesimpulan diatas terdapat beberapa saran yaitu :

1. Diharapkan untuk perencanaan jembatan, diperhatikan kehilangan gaya prategang agar tidak mendekati batas maksimal walaupun masih aman.
2. Pada pelaksanaan jembatan yang efektif, sebaiknya analisi juga tentang kemudahan pelaksanaan, pemakaian alat berat, biaya yang dikeluarkan, waktu yang efektif, keahlian pekerja dan sebagainya.

3. Sebaiknya dalam proses pemasangan *girder* jembatan, diperhatikan petunjuk pelaksanaannya agar tercapai dengan baik dan aman.



## DAFTAR PUSTAKA

- Armin, Manalip H. & Banu D. H. 2018. Perencanaan Balok Girder Profil I pada Jembatan Prestressed dengan Variasi Bentang. *Jurnal Sipil Statik* 6(2):67-74.
- Badan Standarisasi Nasional. 2016. Standar Pembebanan Jembatan. SNI 1725 – 2016. Jakarta.
- Batubara S. dan Simatupang L. 2018. Perencanaan Jembatan Beton Prategang dengan Bentang 24 Meter Berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI). *Jurnal Rekayasa Konstruksi Mekanika Sipil 1* (2).
- Bestyanda R. I., Prasetyo W. A., Indrastono D. A., Muhrozi. 2017. Perencanaan *Fly Over* Simpang Pelabuhan Panjang Bandar Lampung Dengan PC-U Girder. *Jurnal Karya Teknik Sipil* 6 (4):109-118.
- Budiadi, Andri. 2008. *Desain Praktis Beton Prategang*. Andi. Yogyakarta.
- Direktorat Jenderal Bina Marga. 2015. *Petunjuk Pelaksanaan Pemasangan Gelagar Jembatan Beton Pratekan Pracetak Tipe I (Interim)*. Jakarta.
- Febrian D. B. 2014. Studi Alternatif Perencanaan Jembatan dengan Konstruksi *Plate Girder* pada Jembatan Pagerluyung Tol Mojokerto. *Jurnal Rekayasa Sipil* 2 (2).
- Lin, T.Y., dan Ned H.Burns. 1988. *Desain Struktur Beton Prategang*. Edisi ke 3. Jilid 1. Diterjemahkan oleh : Daniel Indrawan M.C.E. Erlangga, Jakarta.
- Nawy, Edward G. 2001. *Beton Prategang Suatu Pendekatan Mendasar*. Edisi ke 3. Jilid 1. Diterjemahkan oleh : Bambang Suryoatmojo. Erlangga, Jakarta.
- Muhammad R., Irwan & Panjaitan S. 2017. Analisa Struktur Box Girder Jalan Layang Kereta Api. *JCEBT* 1 (2).



Selvia R. R., Suyadi & Hasti R. H. 2017. Analisis Perbandingan Kehilangan Prategang akibat Metode Stressing Satu Arah dan Dua Arah pada Jembatan Beton Prategang. *JRSDD* 5(3):1-12.



## Lampiran 1. Gambar Bestek







PT HUTAMA MARGA WASKITA



PT. BINA KARYA, PT. INDRHA KARYA, PT. ESKAPINDO MATRA, JO



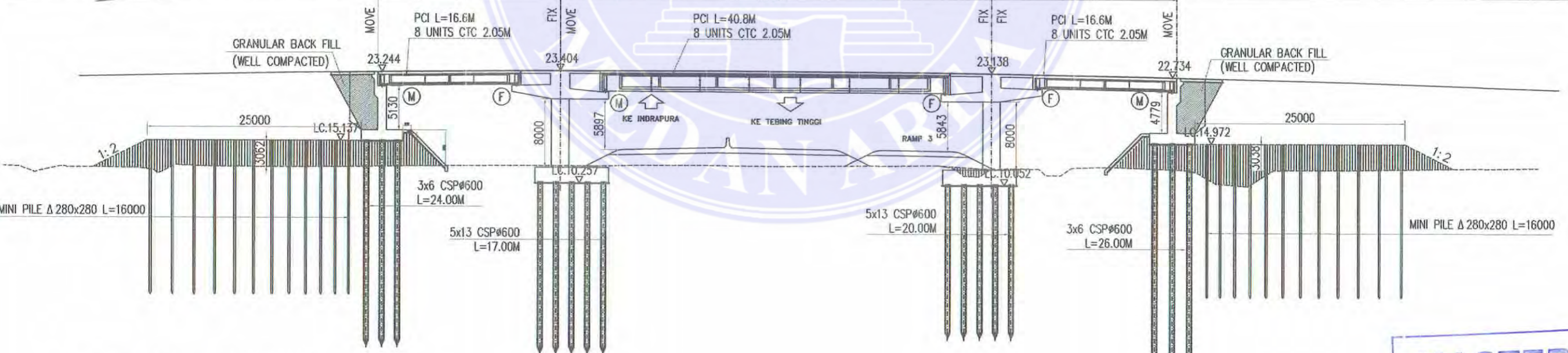
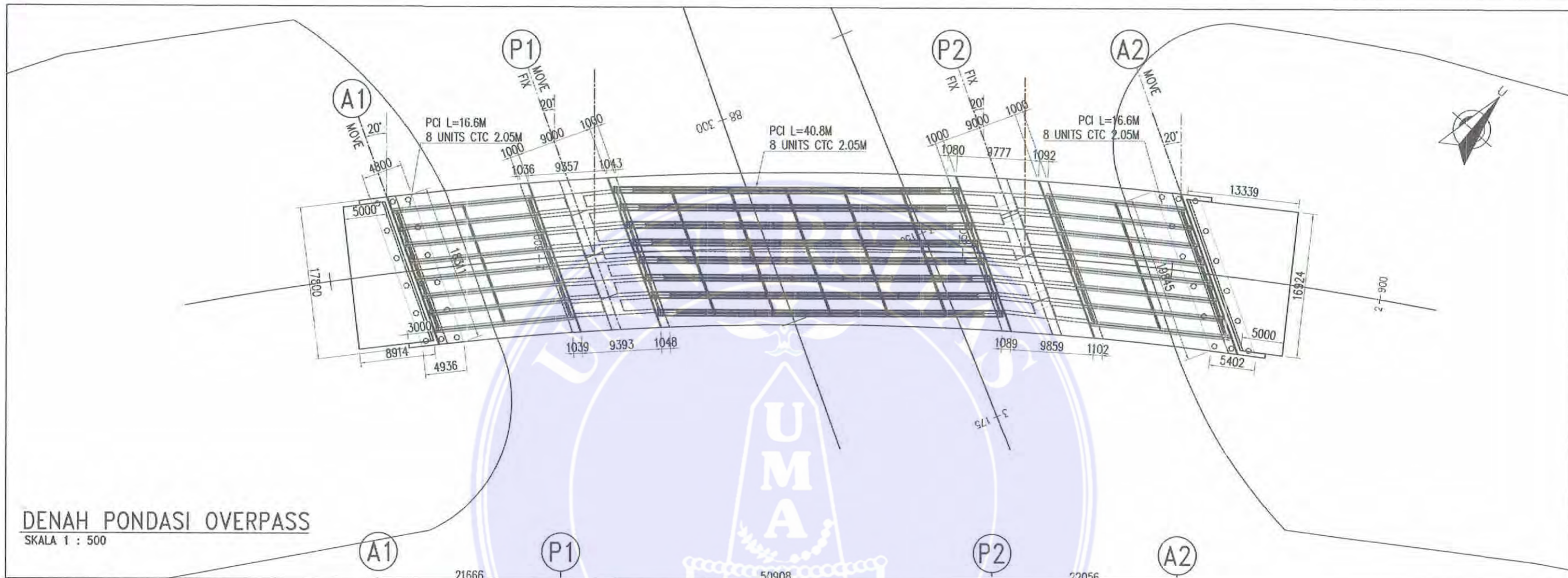
Inovasi untuk Solusi  
PT. HUTAMA KARYA (PERSERO)

**PEMBANGUNAN JALAN TOL  
TEBING TINGGI- KISARAN (TAHAP 1)  
RUAS TEBING TINGGI - INDRAPURA  
(STA. 86+250 - STA.106+650)**

| DIAJUKAN OLEH PENYEDIA JASA |                             |                                  | DIPERIKSA & DISETUJUI OLEH KONSULTAN PENGAWASAN TEKNIK |                                    |                            | DIKETAHUI OLEH PENGGUNA JASA |  |  |
|-----------------------------|-----------------------------|----------------------------------|--|------------------------------------|----------------------------|------------------------------|--|--|
|                             |                             |                                  |  |                                    |                            |                              |  |  |
| BENEDIKTUS MANIK<br>DRAFTER | NAUFAL HAKIM<br>ENGINEERING | GITA PRIYAMBADA<br>KEPALA PROYEK | ADI YESAYA<br>STRUCTURE ENGINEER                       | ASEP BUDIARTO RAZAK<br>TEAM LEADER | SOLIHIN<br>PEMIMPIN PROYEK |                              |  |  |
| Tgl:                        | Tgl:                        | Tgl:                             | Tgl:   | Tgl:                               | Tgl:                       |                              |  |  |

| DIAJUKAN OLEH PENYEDIA JASA |                             |                                  | DIPERIKSA & DISETUJUI OLEH KONSULTAN PENGAWASAN TEKNIK |                                    |                            | DIKETAHUI OLEH PENGGUNA JASA |  |  |
|-----------------------------|-----------------------------|----------------------------------|--|------------------------------------|----------------------------|------------------------------|--|--|
|                             |                             |                                  |  |                                    |                            |                              |  |  |
| BENEDIKTUS MANIK<br>DRAFTER | NAUFAL HAKIM<br>ENGINEERING | GITA PRIYAMBADA<br>KEPALA PROYEK | ADI YESAYA<br>STRUCTURE ENGINEER                       | ASEP BUDIARTO RAZAK<br>TEAM LEADER | SOLIHIN<br>PEMIMPIN PROYEK |                              |  |  |
| Tgl:                        | Tgl:                        | Tgl:                             | Tgl:   | Tgl:                               | Tgl:                       |                              |  |  |

| JUDUL GAMBAR:                 |  | REVISI GAMBAR: | NOMOR GAMBAR:  |
|-------------------------------|--|----------------|----------------|
| PLAN & PROFILE STRUKTUR       |  | REV.0          | OP-IC.AKSES-09 |
| LOKAS:                        |  |                |                |
| INTERCHANGE<br>STA 88+285.086 |  |                |                |



**MASTER**



MASTER



## DETAIL PCI GIRDER 40.8m

PEMBANGUNAN JALAN TOL TEBING TINGGI - KISARAN (TAHAP 1)  
RUAS TEBING TINGGI - INDRAPURA  
STA. 86+250 - 106+650

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 15/12/21

Access From (repository.uma.ac.id)15/12/21





PT HUTAMA MARGA WASKITA



PT. BINA KARYA, PT. INDRAPURA, PT. ESKAPINDO MATRA, JO

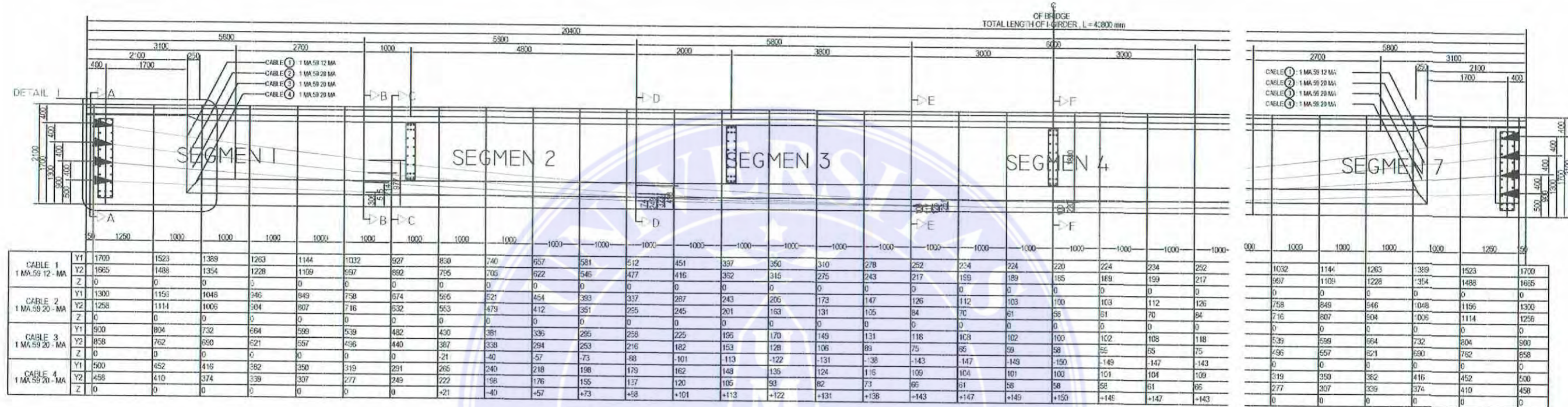


PT. HUTAMA KARYA (PERSERO)

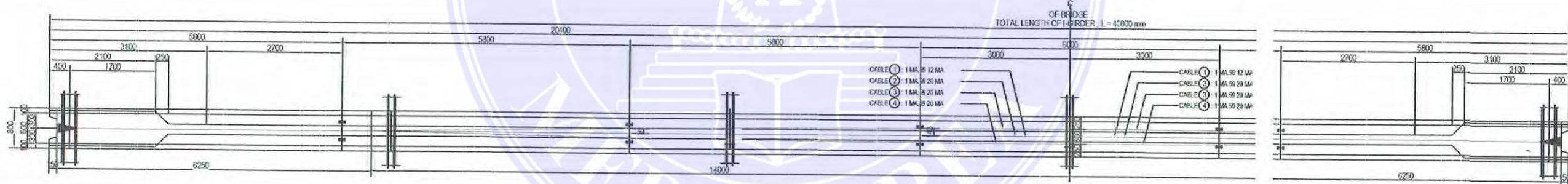
**PEMBANGUNAN JALAN TOL  
TEBING TINGGI- KISARAN (TAHAP 1)  
RUAS TEBING TINGGI - INDRAPURA  
(STA. 86+250 - STA.106+650)**

|                             |                         |                                   |  |                            |      |                               |      |      |
|-----------------------------|-------------------------|-----------------------------------|--|----------------------------|------|-------------------------------|------|------|
| DIAJUKAN OLEH PENYEDIA JASA |                         |                                   | DIPERIKSA & DISETUJUI OLEH KONSULTAN/PENGAWASAN TEKNIK |                            |      | DIREKTAHUI OLEH PENGGUNA JASA |      |      |
|                             |                         |                                   |  |                            |      |                               |      |      |
| BENEDIKTUS MANIK<br>DRAFTER | MANSUR HIDAYAT<br>S.E.M | GITA PRIYAMBADA<br>REKAPLA PROYEK | SUBUR GINTING<br>TEAM LEADER                           | SOLIHIN<br>PEMIMPIN PROYEK |      |                               |      |      |
| Tgl: 12/10/2018             | Tgl:                    | Tgl:                              | Tgl:   | Tgl:                       | Tgl: | Tgl:                          | Tgl: | Tgl: |

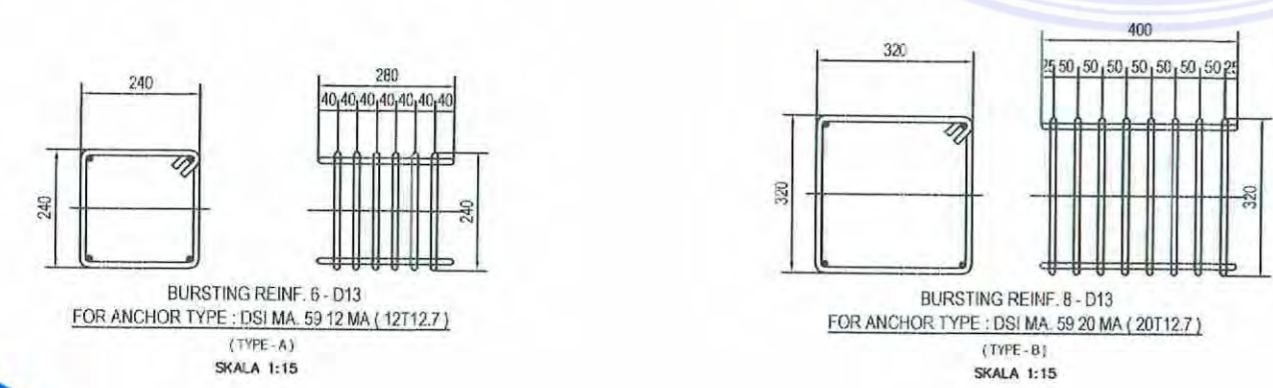
|  |  |
|--|--|
| JUDUL GAMBAR:<br><b>DETAIL TENDON PC-I GIRDER<br/>(TANPA JANGGUT)<br/>H=2.10M L=40.80M CTC=2.05M</b> | <b>SHOP DRAWING</b>  |
| LOKASI:  | REVISI GAMBAR: _____<br>NOMOR GAMBAR: <b>ST-PCI-40M-01</b> |



TAMPAK SAMPING TENDON  
SKALA 1:90



TAMPAK ATAS TENDON  
SKALA 1:90



- NOTE:
- 1.CONCRETE  
COMPRESSIVE STRENGTH AT SERVICE : Class-AA, Fc.50 MPa.  
AGGREGATE MAX. : 20 mm
  - 2.REINFORCING STEEL  
- DIA ≥ 13 mm : BJTD 40  
- DIA < 13 mm : BJTP 24
  - 3.PRESTRESSING STEEL  
- PC STRAND ø 12,7 mm  
(Grade -270-ASTM A416)  
- JACKING FORCE : 75% UTS  
- UTS : 1860 MPa
  - 4.DESIGN STANDARD BASED ON  
- BMS 1992  
- SNI 1725-2016 (STANDAR PEMBEANAN UNTUK JEMBATAN)  
- RSNI T-12-2004 (PERENCANAAN STRUKTUR BETON UNTUK JEMBATAN)

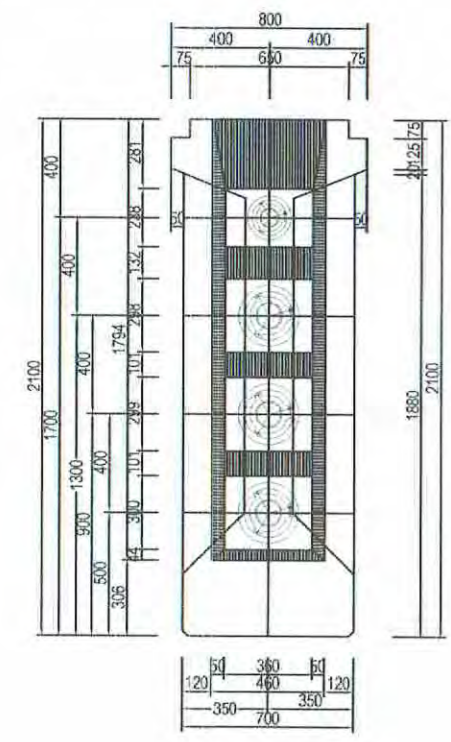


UNIVERSITAS MEDAN AREA

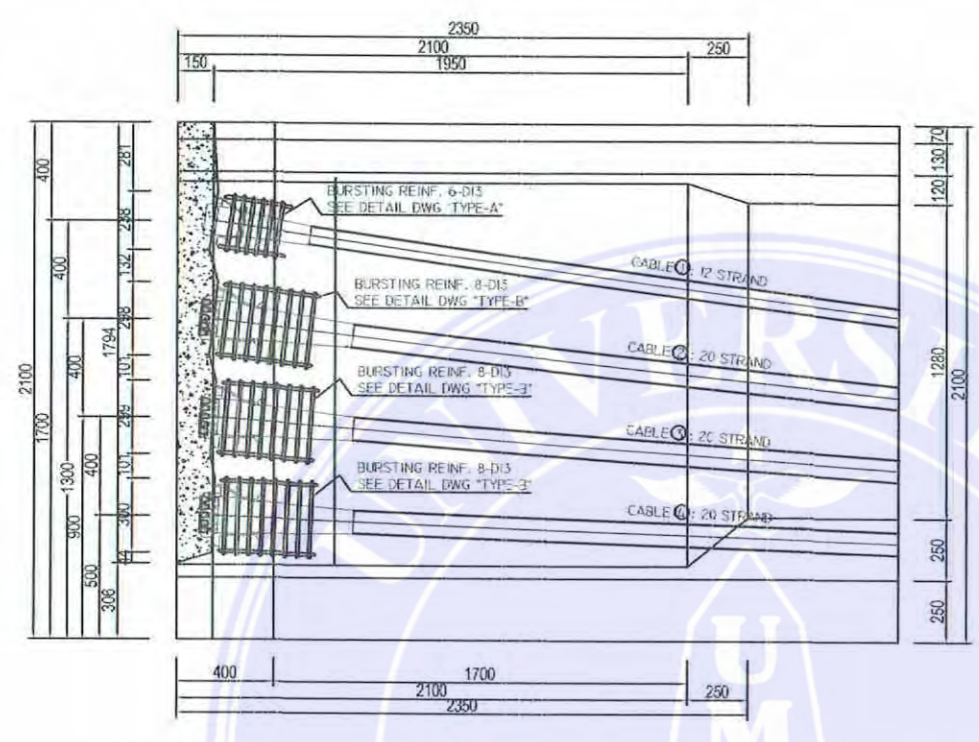
© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang  
1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber  
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah  
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area



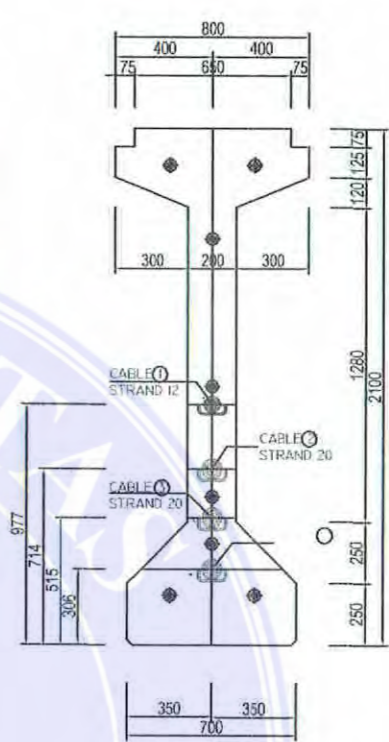
| DIAJUKAN OLEH PENYEDIA JASA |                       |                                  | DIPERIKSA & DISETUJUI OLEH KONSULTAN PENGAWASAN TEKNIK |      |      | DIKETAHUI OLEH PENGGUNA JASA |                                   |  |
|-----------------------------|-----------------------|----------------------------------|--|------|------|------------------------------|-----------------------------------|--|
|                             |                       |                                  |  |      |      |                              |                                   |  |
| BENEDIKTUS MANIK<br>DRAFTER | MANSUR HIDAYAT<br>SEM | GITA PRIYAMBADA<br>KEPALA PROJEK | ADITS  |      |      | SUBUR SAMING<br>TEAM LEADER  | S. O. L. H. N.<br>PEMIMPIN PROJEK |  |
| Tgl: 14/10/2018             | Tgl:                  | Tgl:                             | Tgl:   | Tgl: | Tgl: | Tgl:                         | Tgl:                              |  |



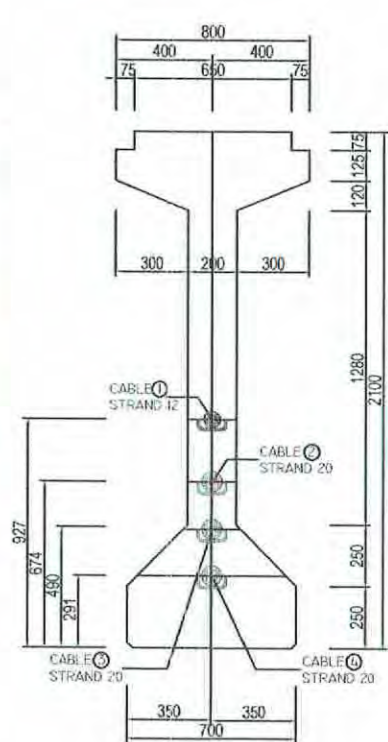
**SECTION A - A**  
SKALA 1 : 2.5



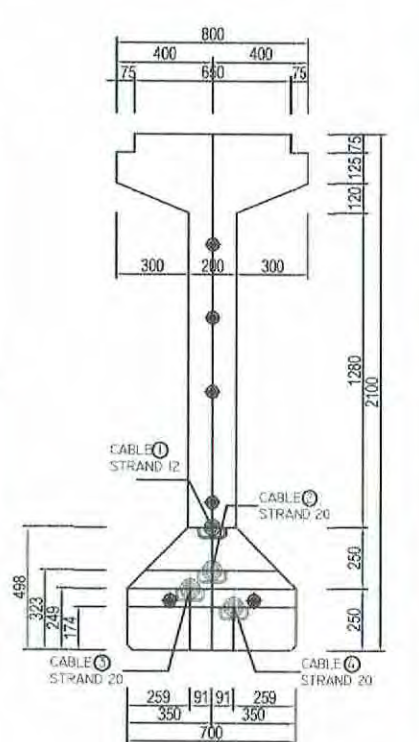
**DETAIL 1-1**



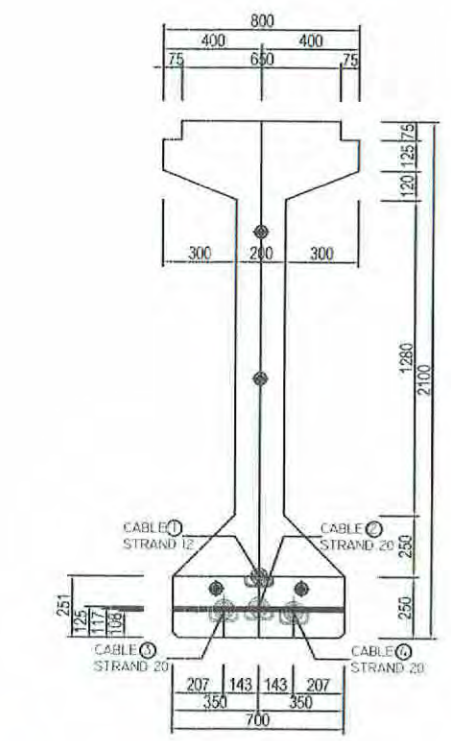
**SECTION B - B**  
SKALA 1 : 2.5



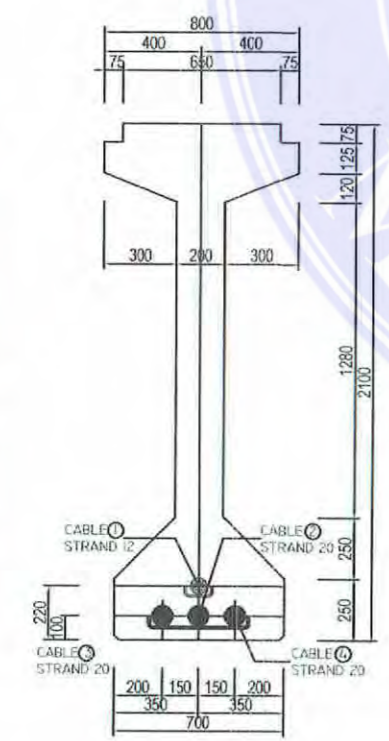
**SECTION C - C**  
SKALA 1 : 2.5



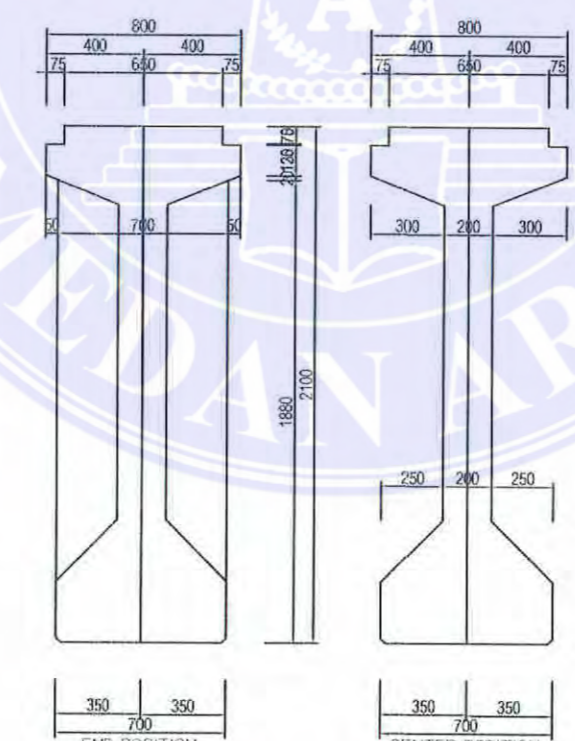
**SECTION D - D**  
SKALA 1 : 2.5



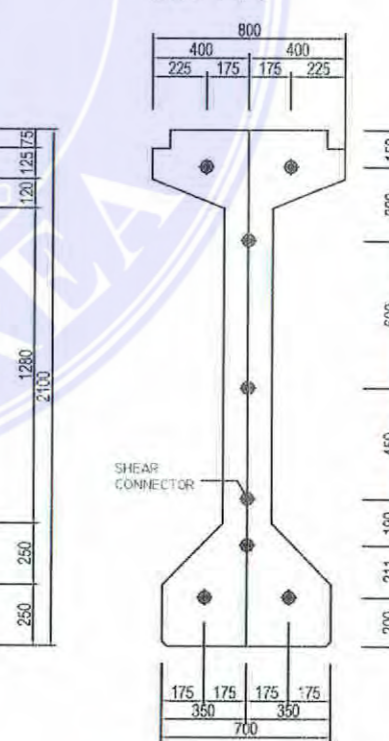
**SECTION E - E**  
SKALA 1 : 2.5



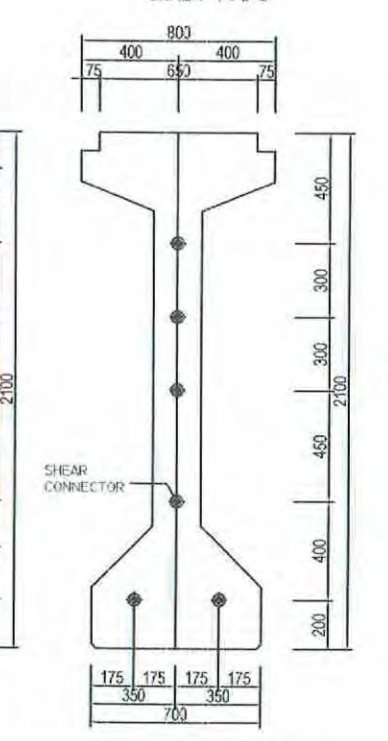
**SECTION F - F**  
SKALA 1 : 2.5



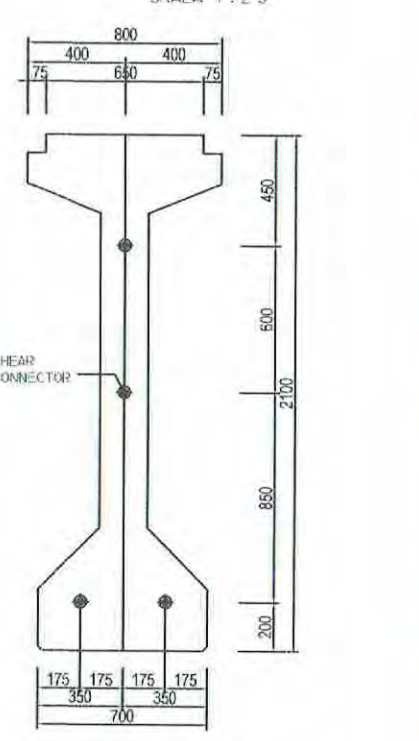
**GEOMETRIC OF GIRDER**  
SKALA 1 : 2.5



**Sambungan Segmen 1-2 & 6-7**  
SKALA 1:25



**Sambungan Segmen 2-3 & 5-6**  
SKALA 1:25



**Sambungan Segmen 3-4 & 4-5**  
SKALA 1:25

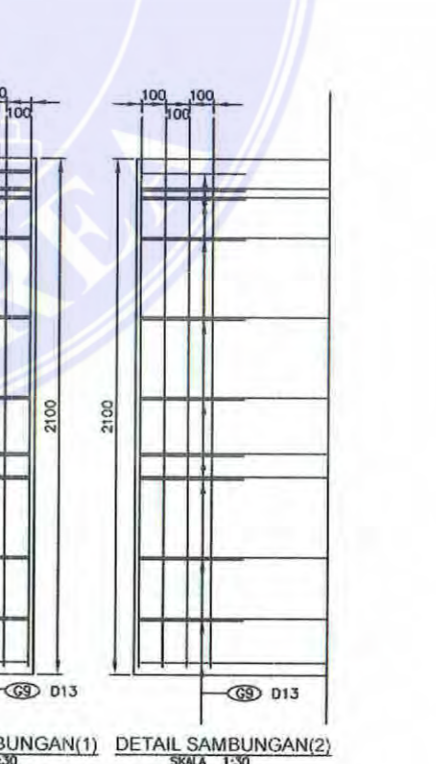
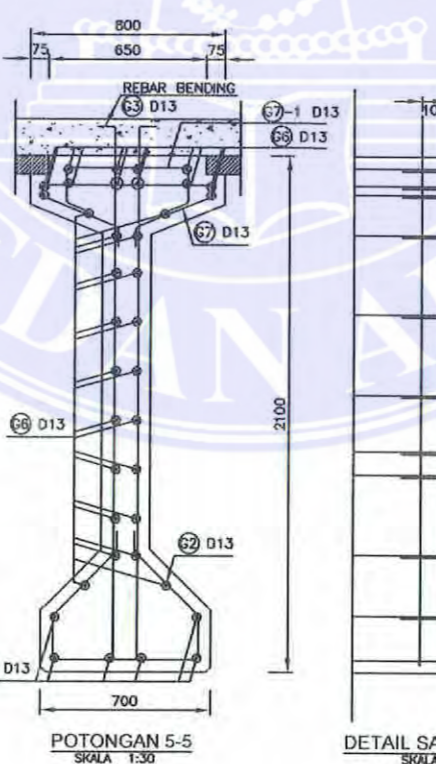
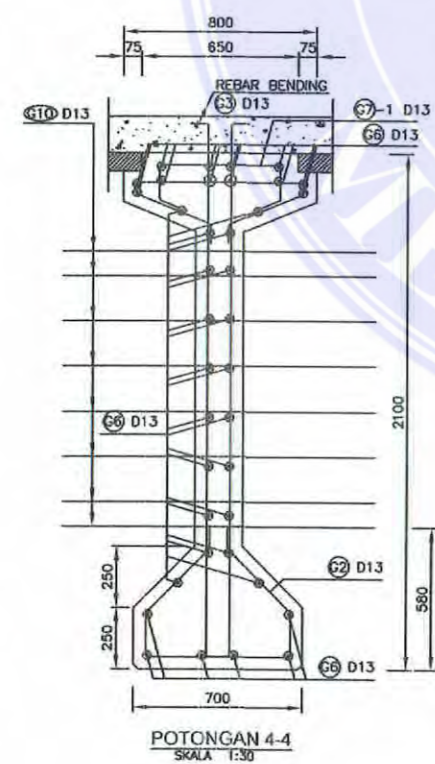
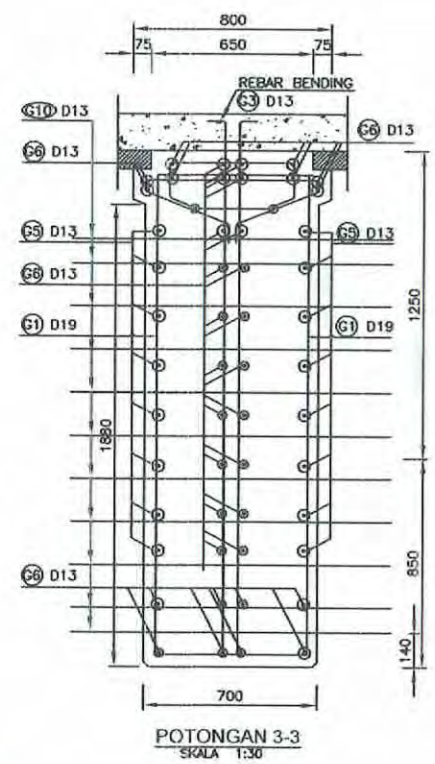
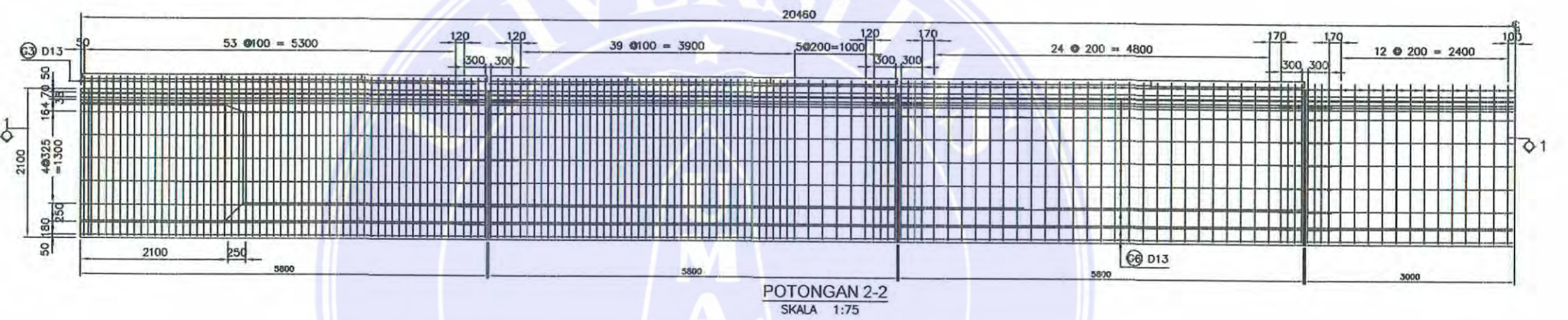
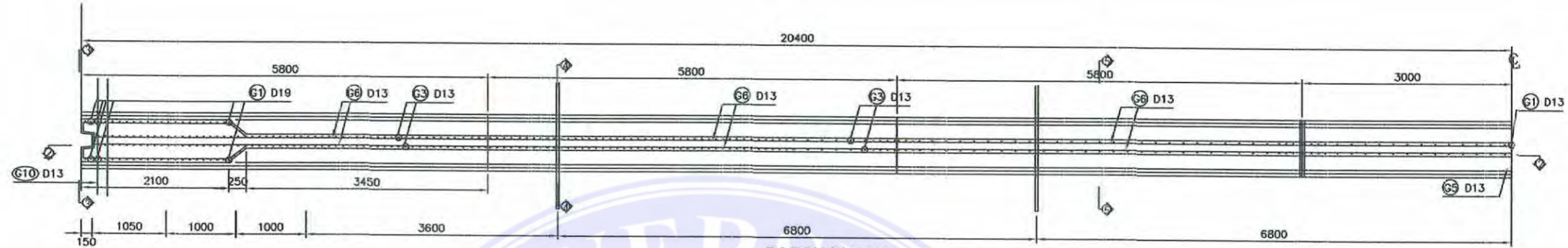
**MASTER**  
UNIVERSITAS MEDAN AREA  
© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang  
1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber  
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah  
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area



| DIAJUKAN OLEH PENYEDIA JASA |                         | DIPERIKSA & DISETUJUI OLEH KONSULTAN PENGAWASAN TEKNIK |                | DIKETAHUI OLEH PENGGUNA JASA |                            |
|-----------------------------|-------------------------|--|----------------|------------------------------|----------------------------|
|                             |                         |  |                |                              |                            |
| BENEDIKTUS MANIK<br>DRAFTER | MANSUR HIDAYAT<br>S.E.M | GITA PRIYAMBADA<br>KEPALA PROYEK                       | A. H. S.       | H. SUBUR<br>TEAM LEADER      | SOLIHIN<br>PEMIMPIN PROYEK |
| Tgl:                        | Tgl:                    | Tgl:   | Tgl: 13/6 2018 | Tgl:                         | Tgl:                       |

|   |
|---|
| JUDUL GAMBAR:<br><b>DETAIL TULANGAN PC-I GIRDER<br/>(TANPA JANGGUT)</b><br>H=2.10M L=40.80M CTC=2.05M |
| LOKASI:   |

|                                   |
|-----------------------------------|
| <b>SHOP DRAWING</b>               |
| REVISI GAMBAR:      NOMOR GAMBAR: |
| ST-PCI-40M-03                     |



- NOTE:**
1. CONCRETE  
 COMPRESSIVE STRENGTH AT SERVICE : Class-AA,  $F_c$  50 MPa.  
 AGGREGATE MAX. : 20 mm
  2. REINFORCING STEEL  
 - DIA  $\geq$  13 mm : BJTD 40  
 - DIA < 13 mm : BJTP 24
  3. PRESTRESSING STEEL  
 - PC STRAND  $\phi$  12,7 mm  
 (Grade -270-ASTM A416)  
 - JACKING FORCE : 75% UTS  
 - UTS : 1860 MPa
  4. DESIGN STANDARD BASED ON  
 - BMS 1992  
 - SNI 1725-2016 (STANDAR PEMBEBANAN UNTUK JEMBATAN)  
 - RSNI T-12-2004 (PERENCANAAN STRUKTUR BETON UNTUK JEMBATAN)

**MASTER**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

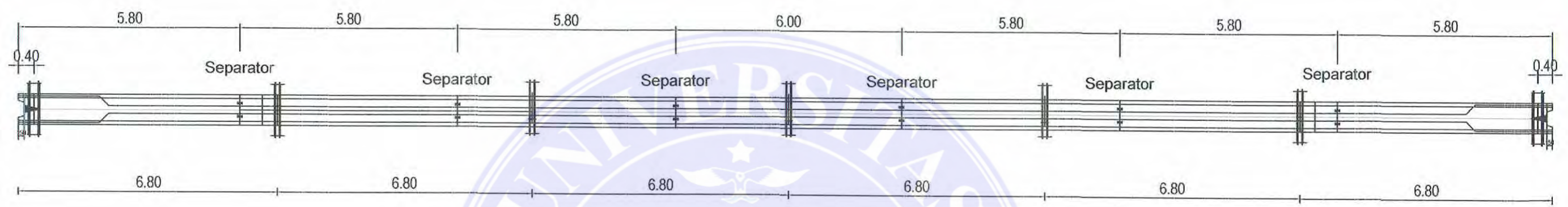
© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber  
 2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah  
 3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

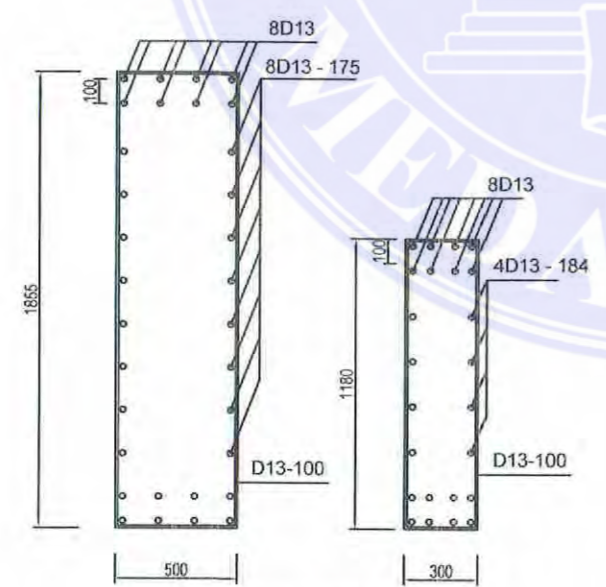


| DIJUKAN OLEH PENYEDIA JASA  |                         |                                  | DIPERIKSA & DISETUJUI OLEH KONSULTAN PENGAWASAN TEKNIK |      |      | DIKETAHUI OLEH PENGGUNA JASA |                            |  |
|-----------------------------|-------------------------|----------------------------------|--|------|------|------------------------------|----------------------------|--|
|                             |                         |                                  |  |      |      |                              |                            |  |
| BENEDIKTUS MANIK<br>DRAFTER | MANSUR HIDAYAT<br>S E M | GITA PRIYAMBADA<br>KEPALA PROYEK | Aditc  |      |      | R. SUBUR<br>TEAM LEADER      | SOLIHIN<br>PEMIMPIN PROYEK |  |
| Tgl:                        | Tgl:                    | Tgl:                             | Tgl: 11/10 2018  | Tgl: | Tgl: | Tgl:                         | Tgl:                       |  |

|  |                                       |                     |
|--|---------------------------------------|---------------------|
| JUDUL GAMBAR<br><b>DETAIL &amp; TULANGAN DIAFRAGMA<br/>PC-I GIRDER (TANPA JANGGUT)<br/>H=2.10M L=40.80M TC=2.05M</b> |                                       | <b>SHOP DRAWING</b> |
| REVISI GAMBAR  | NOMOR GAMBAR:<br><b>ST-PCI-40M-04</b> |                     |
| LOKASI:  |                                       |                     |



**DIAFRAGMA  
SKALA 1:110**



**DETAIL DIAFRAGMA  
SKALA: 1:30**

- NOTE:**
- 1.CONCRETE  
 COMPRESSIVE STRENGTH AT SERVICE : Class-AA, Fc.50 MPa.  
 AGGREGATE MAX. : 20 mm
  - 2.REINFORCING STEEL  
 - DIA ≥ 13 mm : BJTD 40  
 - DIA < 13 mm : BJTP 24
  - 3.PRESTESSING STEEL  
 - PC STRAND Ø 12,7 mm  
 (Grade -270-ASTM A416)  
 - JACKING FORCE : 75% UTS  
 - UTS : 1860 MPa
  - 4.DESIGN STANDARD BASED ON  
 - BMS 1992  
 - SNI 1725-2016 (STANDAR PEMBEBANAN UNTUK JEMBATAN)  
 - RSNI T-12-2004 (PERENCANAAN STRUKTUR BETON UNTUK JEMBATAN)

**MAS**

**UNIVERSITAS MEDAN AREA**

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

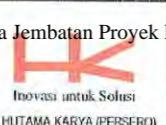




PENGUNA JASA



KONSULTAN PENGAWASAN TEKNIK



PENYEDIA JASA

**PEMBANGUNAN JALAN TOL  
TEBING TINGGI- KISARAN (TAHAP 1)  
RUAS TEBING TINGGI - INDRAPURA  
(STA. 86+250 - STA.106+650)**

DIAJUKAN OLEH PENYEDIA JASA

BENEDEKTUS MANIK  
DRAFTER

MANSUR HIDAYAT  
S E M

GITA PRIYAMBADA  
KEPALA PROYEK

4/10 2018

DIPERIKSA & DISETUJUI OLEH KONSULTAN PENGAWASAN TEKNIK

I. SUBUR GUNTING  
TEAM LEADER

SOLIHIN  
PEMIMPIN PROYEK

DIKETAHUI OLEH PENGGUNA JASA

JUDUL GAMBAR: **BARBENDING  
PC-I GIRDER (TANPA JANGGUT)  
H=2.10M L=40.80M TC=2.05M**

LOKASI:

**SHOP DRAWING**

REVISI GAMBAR:

NOMOR GAMBAR:

ST-PCI-40M-05

**G3 D13**

| Segmen | Jumlah |
|--------|--------|
| 1      | 58     |
| 2      | 10     |
| 3      | -      |
| 4      | 34     |
| 5      | -      |
| 6      | 10     |
| 7      | 58     |

**G2 D13**

| Segmen | Jumlah |
|--------|--------|
| 1      | 37     |
| 2      | 53     |
| 3      | 33     |
| 4      | 34     |
| 5      | 33     |
| 6      | 53     |
| 7      | 37     |

**G9 D13**

| Segmen | Jumlah |
|--------|--------|
| 1      | 10     |
| 2      | 20     |
| 3      | 20     |
| 4      | 20     |
| 5      | 20     |
| 6      | 20     |
| 7      | 10     |

**G1 D13**

| Segmen | Jumlah |
|--------|--------|
| 1      | 18     |
| 7      | 18     |

**Tul. Angkat(Strand)**

| Segmen | Jumlah |
|--------|--------|
| 1      | 4      |
| 2      | 4      |
| 3      | 4      |
| 4      | 4      |
| 5      | 4      |
| 6      | 4      |
| 7      | 4      |

**G3 - 1 D13**

| Segmen | Jumlah |
|--------|--------|
| 1      | -      |
| 2      | 43     |
| 3      | 33     |
| 4      | -      |
| 5      | 33     |
| 6      | 43     |
| 7      | -      |

**G7 D13**

| Segmen | Jumlah |
|--------|--------|
| 1      | 58     |
| 2      | 53     |
| 3      | 33     |
| 4      | 34     |
| 5      | 33     |
| 6      | 53     |
| 7      | 58     |

**G6 D13**

| Segmen | Jumlah |
|--------|--------|
| 1      | 28     |
| 2      | 28     |
| 3      | 28     |
| 4      | -      |
| 5      | 28     |
| 6      | 28     |
| 7      | 28     |

**G1 D19**

| Segmen | Jumlah |
|--------|--------|
| 1      | 3      |
| 7      | 3      |

**Bursting D13**

| Segmen | Jumlah |
|--------|--------|
| 1      | 6      |
| 7      | 6      |

**G3 - 1 D13**

| Segmen | Jumlah |
|--------|--------|
| 1      | -      |
| 2      | 43     |
| 3      | 33     |
| 4      | -      |
| 5      | 33     |
| 6      | 43     |
| 7      | -      |

**G7 - 1 D13**

| Segmen | Jumlah |
|--------|--------|
| 1      | 20     |
| 2      | 20     |
| 3      | 20     |
| 4      | 20     |
| 5      | 20     |
| 6      | 20     |
| 7      | 20     |

**G6 D13**

| Segmen | Jumlah |
|--------|--------|
| 1      | -      |
| 2      | -      |
| 3      | -      |
| 4      | 28     |
| 5      | -      |
| 6      | -      |
| 7      | -      |

**G10 D13 (Eksterior)**

| Segmen | Jumlah |
|--------|--------|
| 1      | 26     |
| 2      | 20     |
| 3      | 20     |
| 4      | 20     |
| 5      | 20     |
| 6      | 20     |
| 7      | 26     |

**Bursting-1 D13**

| Segmen | Jumlah |
|--------|--------|
| 1      | 4      |
| 7      | 4      |

**G3 - 1 D13**

| Segmen | Jumlah |
|--------|--------|
| 1      | -      |
| 2      | 43     |
| 3      | 33     |
| 4      | -      |
| 5      | 33     |
| 6      | 43     |
| 7      | -      |

**G7 - 1 D13**

| Segmen | Jumlah |
|--------|--------|
| 1      | 20     |
| 2      | 20     |
| 3      | 20     |
| 4      | 20     |
| 5      | 20     |
| 6      | 20     |
| 7      | 20     |

**G5 D13**

| Segmen | Jumlah |
|--------|--------|
| 1      | 10     |
| 7      | 10     |

**G10 D13 (Interior)**

| Segmen | Jumlah |
|--------|--------|
| 1      | 52     |
| 2      | 40     |
| 3      | 40     |
| 4      | 40     |
| 5      | 40     |
| 6      | 40     |
| 7      | 52     |

**Anti Spalling**

| Segmen | Jumlah |
|--------|--------|
| 1      | 2      |
| 7      | 2      |

**Bursting D13**

| Segmen | Jumlah |
|--------|--------|
| 1      | 24     |
| 7      | 24     |

**Bursting-1 D13**

| Segmen | Jumlah |
|--------|--------|
| 1      | 12     |
| 7      | 12     |

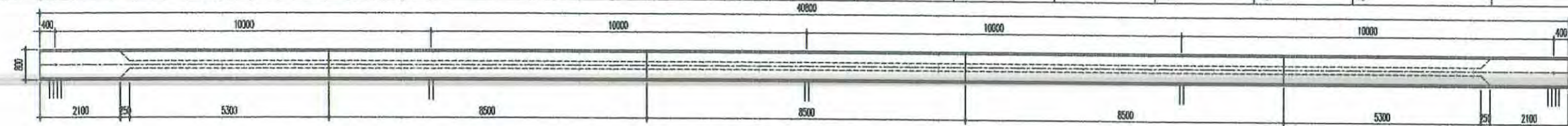


UNIVERSITAS MEDAN AREA

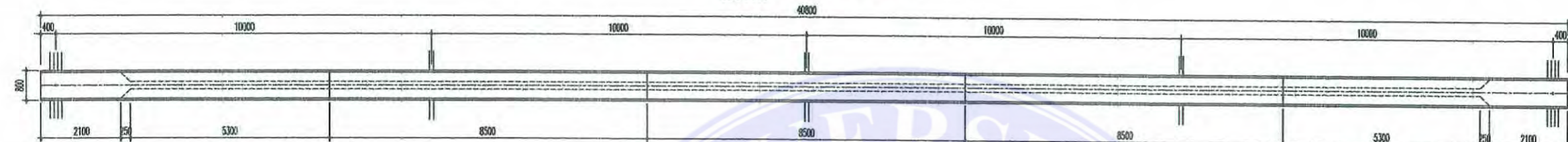
© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

- Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
- Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
- Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

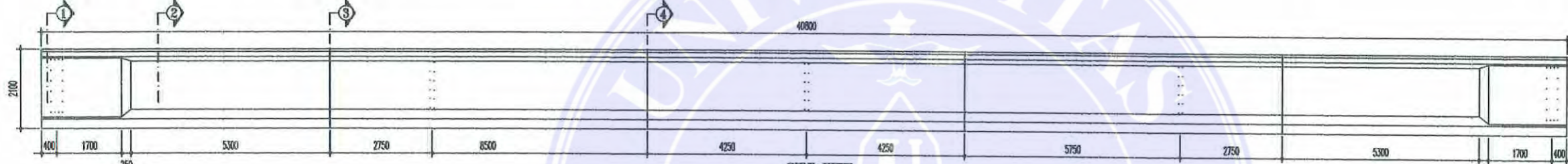




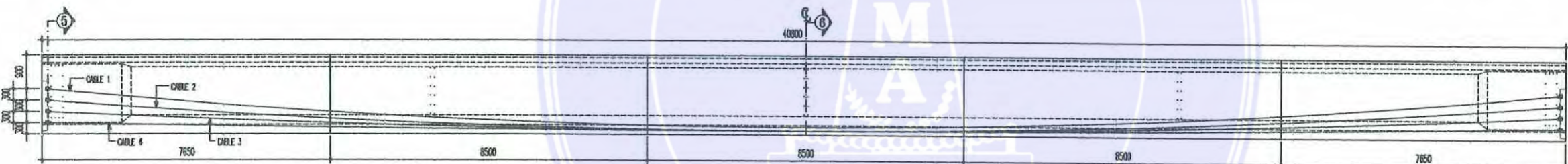
TOP VIEW (EXTERIOR GIRDER)  
Scale 1 : 65



TOP VIEW (INTERIOR GIRDER)  
Scale 1 : 65



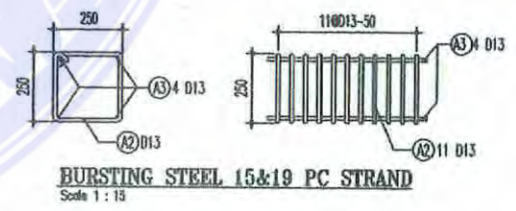
SIDE VIEW  
Scale 1 : 65



CABLE LAYOUT  
Scale 1 : 65

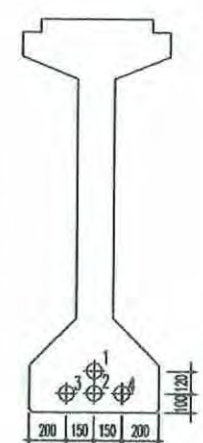
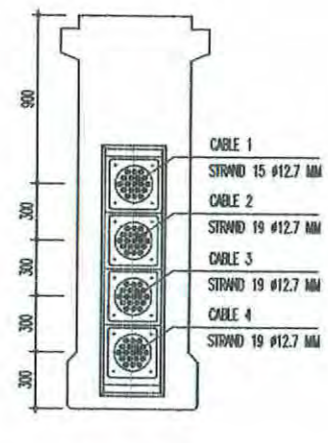
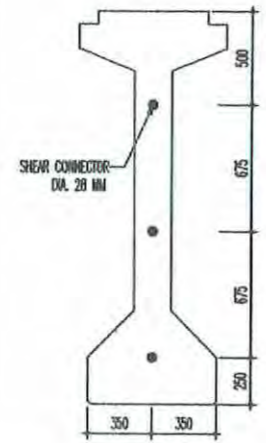
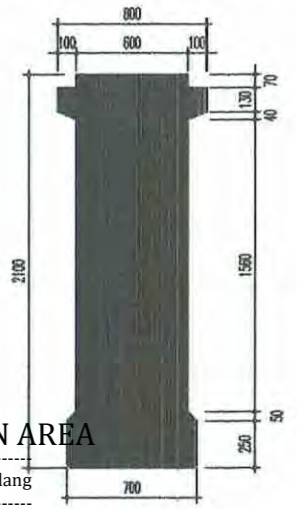
| NO. TENDON | NO. PC STRAND | CABLE | PROFIL (mm) | ANCHOR | DISTANCE FROM BEAM EDGE (mm) |        |       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|------------|---------------|-------|-------------|--------|------------------------------|--------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|            |               |       |             |        | EDGE                         | MIDDLE | ANGLE | 150  | 1000 | 2000 | 3000 | 4000 | 5000 | 6000 | 7000 | 8000 | 9000 | 10000 | 11000 | 12000 | 13000 | 14000 | 15000 | 16000 | 17000 | 18000 | 19000 |
| 1          | 15            | Y     | 1200        | 220    | 5.41                         | 1200   | 1119  | 1029 | 944  | 863  | 787  | 716  | 649  | 587  | 531  | 478  | 431  | 389   | 351   | 318   | 290   | 266   | 248   | 234   | 225   | 220   | 220   |
| 2          | 19            | Y     | 900         | 100    | 4.42                         | 900    | 834   | 781  | 891  | 825  | 763  | 705  | 650  | 600  | 554  | 511  | 472  | 438   | 407   | 380   | 357   | 338   | 323   | 311   | 302   | 296   | 292   |
| 3          | 19            | Y     | 600         | 100    | 2.77                         | 600    | 559   | 513  | 489  | 428  | 389  | 353  | 319  | 287  | 258  | 232  | 208  | 186   | 167   | 150   | 136   | 124   | 114   | 107   | 102   | 100   | 100   |
| 4          | 19            | Y     | 300         | 100    | 1.11                         | 300    | 284   | 285  | 248  | 231  | 216  | 201  | 188  | 175  | 163  | 153  | 143  | 134   | 127   | 120   | 114   | 109   | 106   | 103   | 101   | 100   | 100   |
| Total      | 72            |       |             |        |                              | 0      | 0     | 0    | 0    | 0    | 0    | 10   | 19   | 29   | 39   | 49   | 58   | 68    | 78    | 88    | 97    | 107   | 117   | 127   | 136   | 146   | 150   |

KOORDINAT TENDON  
Scale 1 : 65



BURSTING STEEL 15&19 PC STRAND  
Scale 1 : 15

MASTER



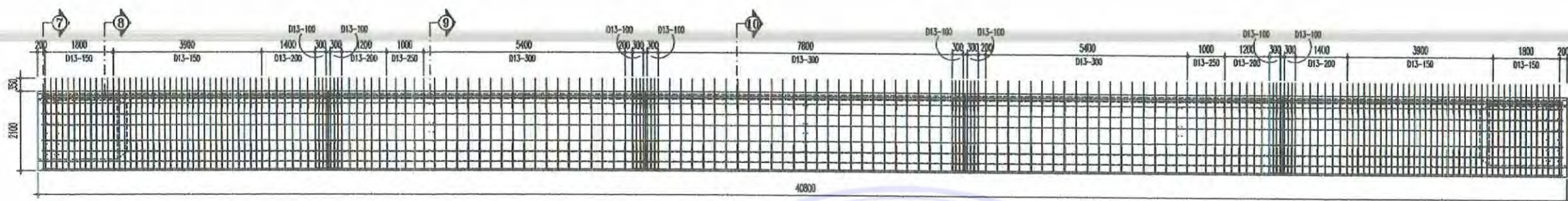
SEQUENCE STRESSING BALOK PCI GIRDER POST TENSION SEGMENTAL  
H=210 CM ; L=40.8 M ; CTC 205 CM

| NO. | URUTAN STRESSING | JACKING FORCE | KET. |
|-----|------------------|---------------|------|
| 1   | CABLE 2          | 100%          | KET. |
| 2   | CABLE 1          | 100%          |      |
| 3   | CABLE 3          | 25%           |      |
| 4   | CABLE 4          | 50%           |      |
| 5   | CABLE 3          | 75%           |      |
| 6   | CABLE 4          | 100%          |      |
| 7   | CABLE 3          | 100%          |      |



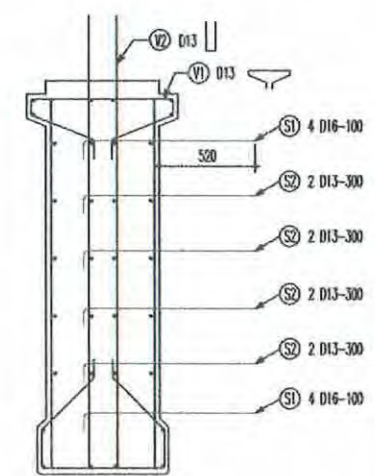
| DIAJUKAN OLEH PENYEDIA JASA |                         |                                  |                                  | DIPERIKSA & DISETUJUI OLEH KONSULTAN PENGAWASAN TEKNIK |      |                                 |                            | DIKETAHUI OLEH PENGGUNA JASA |  |
|-----------------------------|-------------------------|----------------------------------|----------------------------------|--|------|---------------------------------|----------------------------|------------------------------|--|
|                             |                         |                                  |                                  |  |      |                                 |                            |                              |  |
| BENEDEKTUS MANIK<br>DRAFTER | MANSUR HIDAYAT<br>S.E.M | GITA PRIYAMBADA<br>KEPALA PROYEK | ADI YESAYA<br>STRUCTURE ENGINEER |  |      | I. SUBUR GINTING<br>TEAM LEADER | SOLIHIN<br>PEMIMPIN PROYEK |                              |  |
| Tgl:                        | Tgl:                    | Tgl:                             | Tgl:                             | Tgl:   | Tgl: | Tgl:                            | Tgl:                       |                              |  |

|  |                 |                     |  |
|--|-----------------|---------------------|--|
| JUDUL GAMBAR:<br><b>DETAIL TENDON PC-I GIRDER<br/>                 H=2.10M L=40.80M CTC=2.05M<br/>                 5 SEGMENT (TANPA JANGGUT)</b> |                 | <b>SHOP DRAWING</b> |  |
| REVISI GAMBAR:   | NOMOR GAMBAR:   |                     |  |
| REV.0  | ST-PCI-40.8M-20 |                     |  |

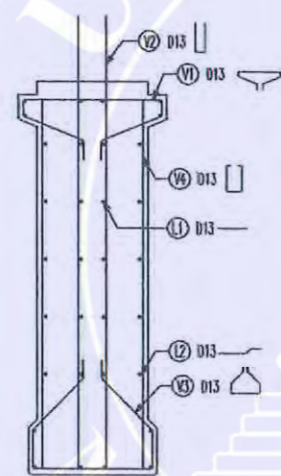


**REINFORCEMENT**  
 Scale 1 : 65

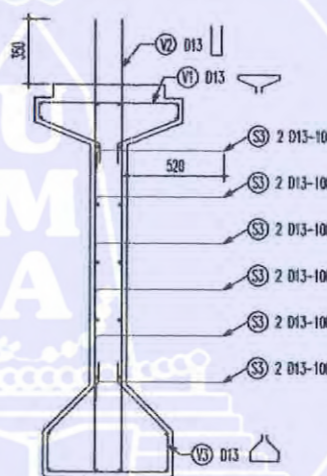
**EXTERIOR GIRDER**



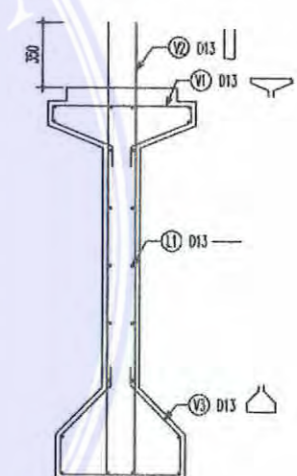
**SECTION 7**  
 Scale 1 : 20



**SECTION 8**  
 Scale 1 : 20

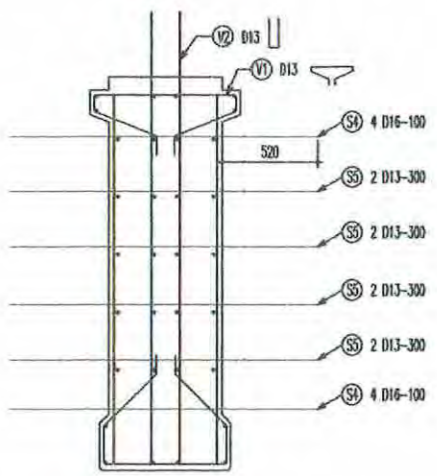


**SECTION 9**  
 Scale 1 : 20

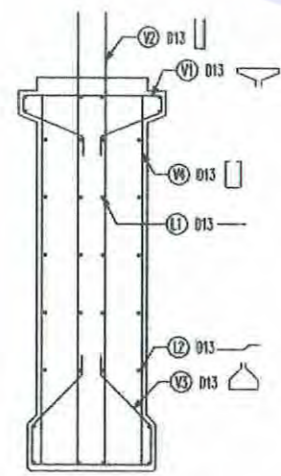


**SECTION 10**  
 Scale 1 : 20

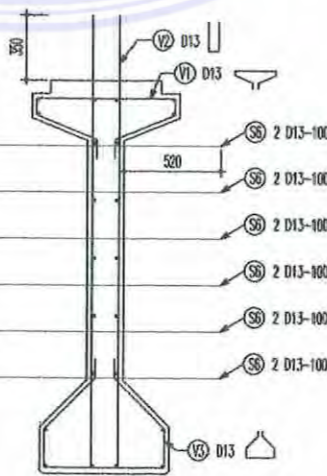
**INTERIOR GIRDER**



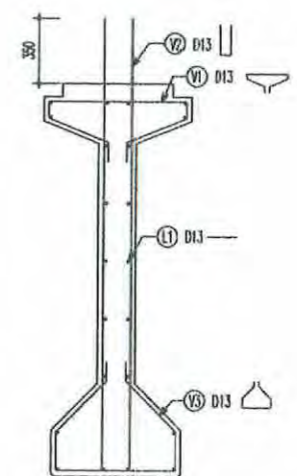
**SECTION 7**  
 Scale 1 : 20



**SECTION 8**  
 Scale 1 : 20



**SECTION 9**  
 Scale 1 : 20





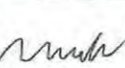
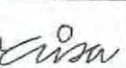
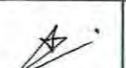

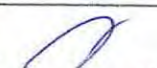


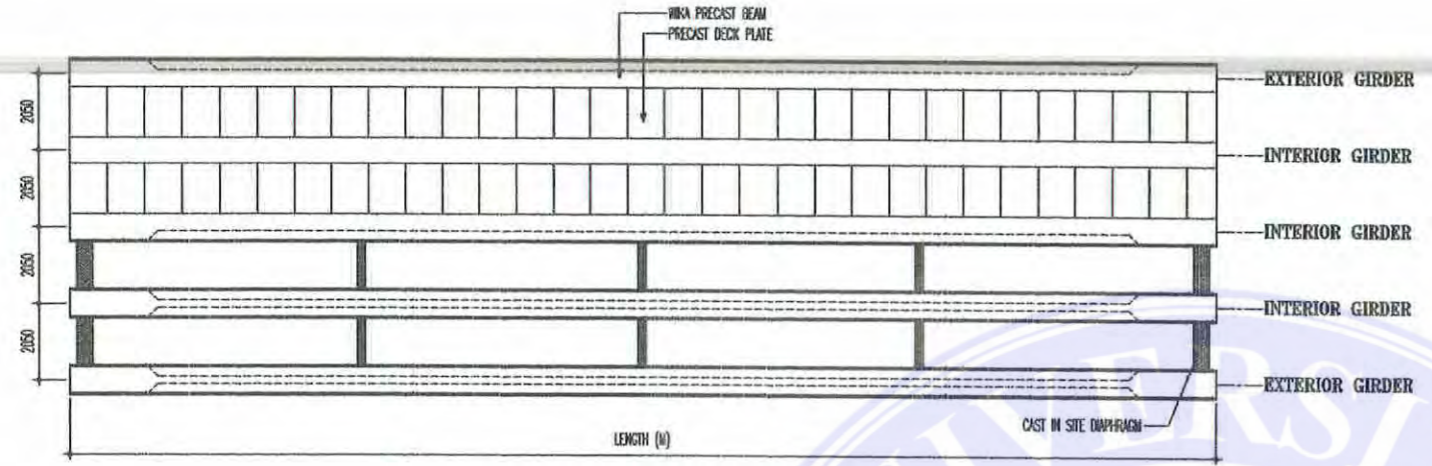
**SECTION 10**  
 Scale 1 : 20

- NOTE :**
- CONCRETE  
 COMPRESSIVE STRENGTH AT SERVICE : Min.  $f_c'$  50 MPa  
 COMPRESSIVE STRENGTH AT STRESSING : Min  $f_{ci}$  40 MPa  
 $\phi$  AGGREGATE MAX. : 20 mm
  - REINFORCING STEEL :  
 - DIA. > 10 mm : BJTD 40  
 - DIA. < 10 mm : BJTP 24  
 - CONCRETE COVER AT WEB = 25 mm  
 - CONCRETE COVER AT FLANGE = 40 mm
  - PRESTRESSING STEEL :  
 - PC STRAND  $\phi$  12.7 mm  
 (ASTM-A116 GRADE 270 LOW RELAXATION)  
 - UTS : 1880 MPa  
 - JACKING FORCE : 75% UTS
  - CAST IN SITE SLAB  
 - COMPRESSIVE STRENGTH :  $f_c'$  25 MPa
  - DESIGN STANDARD BASED ON :  
 - SNI 1725-2016  
 PEMBEBANAN UNTUK JEMBATAN  
 - SNI T-12-2004  
 PERENCANAAN STRUKTUR BETON UNTUK JEMBATAN
  - STANDARD MATERIAL  
 - CEMENT : SNI 15-2049-2004  
 - PC STRAND : ASTM A116-99  
 - REBAR : SNI-07-2052-2002  
 - AGGREGATE : ASTM C33-2003  
 - ADMIXTURE : ASTM C494-1999
  - ALL DIMENSIONS IN MILLIMETER UNLESS OTHERWISE SHOWN

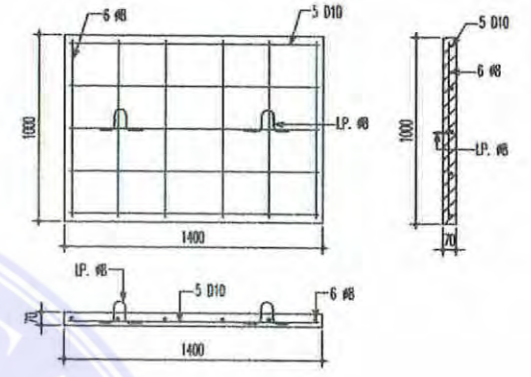
**MASTER**



|   |  |   |   |  |       |  |                 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |
|---|--|---|---|--|-------|--|-----------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|---|--|--|
| <br>PT. HUTAMA MARGA WASKITA<br>PENGGUNA JASA | <br>PT. BINA KARYA, PT. INDRA KARYA,<br>PT. ESKAPINDO MAIRA, JO<br>KONSULTAN PENGAWASAN TEKNIK | <br>Inovasi untuk Solusi<br>PT. HUTAMA KARYA (PERSERO)<br>PENYEDIA JASA | DILAKUKAN OLEH PENYEDIA JASA<br><br>BENEDIKTUS MANIK<br>DRAFTER<br>Tgl: |  |       | DIPERIKSA & DISETUJUI OLEH KONSULTAN PENGAWASAN TEKNIK<br><br>MANSUR HIDAYAT<br>S.E.M.<br>Tgl: |                 |  | DIKETAHUI OLEH PENGGUNA JASA<br><br>GITA PRIYAMBADA<br>KEPALA PROYEK<br>Tgl: |  |  | <br>ADI YESAYA<br>(STRUCTURE ENGINEER)<br>Tgl: |  |  | <br>I. SUBUR SINING<br>TEAM LEADER<br>Tgl: |  |  | <br>SOLIHIN<br>PEMIMPIN PROYEK<br>Tgl: |  |  | JUDUL GAMBAR:<br><b>DETAIL TENDON PC-I GIRDER</b><br>H=2.10M L=40.80M CTC=2.05M<br><b>5 SEGMENT (TANPA JANGGUT)</b> | <b>SHOP DRAWING</b><br>REVISI GAMBAR:    NOMOR GAMBAR: |  |
|   |  |   | LOKASI:   |  | REV.0 |  | ST-PCI-40.8M-21 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |

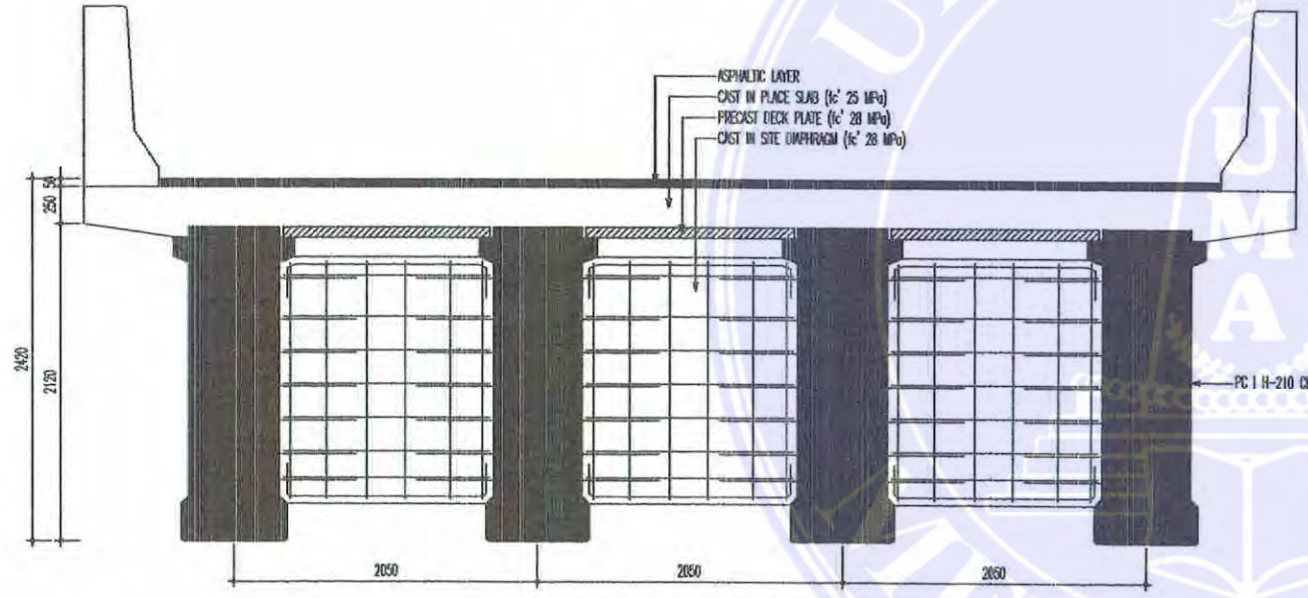


**PC I GIRDER AND DECK SLAB PLAN**  
Scale 1 : 100

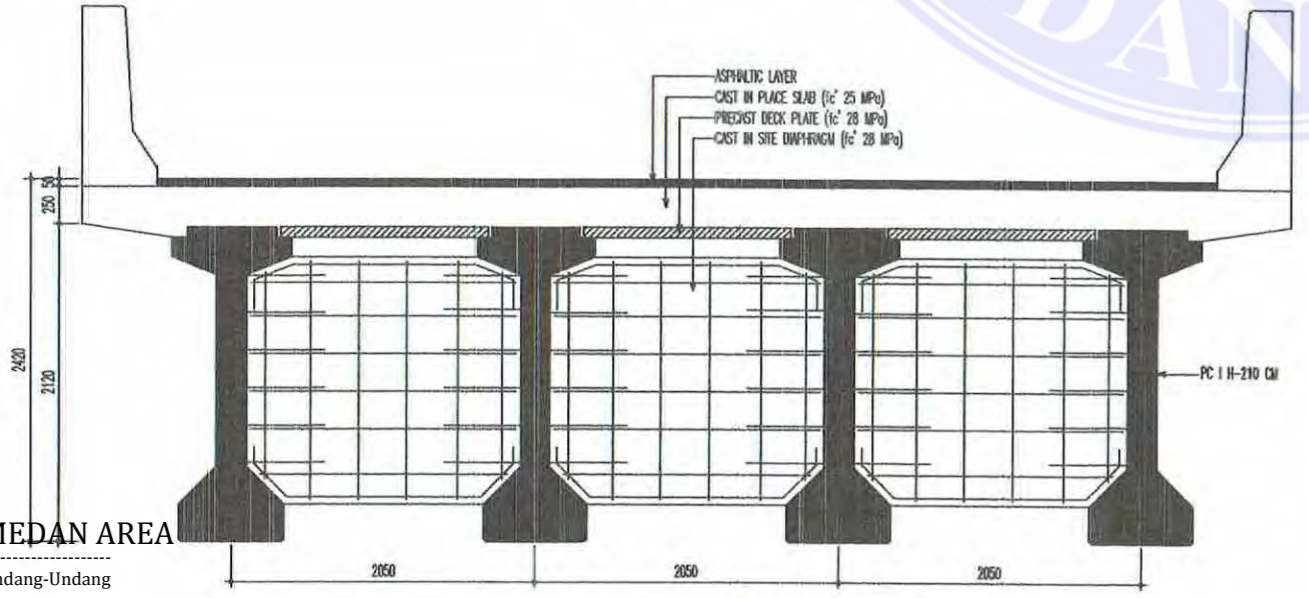


**DECK PLATE DETAIL**  
Scale 1 : 20

- NOTE :
- CONCRETE  
 COMPRESSIVE STRENGTH AT SERVICE : Min.  $f_c$  50 MPa  
 COMPRESSIVE STRENGTH AT STRESSING : Min  $f_{ci}$  40 MPa  
 $\phi$  AGGREGATE MAX. : 20 mm
  - REINFORCING STEEL :  
 - DIA > 10 mm : BJTD 40  
 - DIA < 10 mm : BJTP 24  
 - CONCRETE COVER AT WEB = 25 mm  
 - CONCRETE COVER AT FLANGE = 40 mm
  - PRESTRESSING STEEL :  
 - PC STRAND  $\phi$  12,7 mm  
 (ASTM-A16 GRADE 270 LOW RELAXATION)  
 - UTS : 1860 MPa  
 - JACKING FORCE : 75% UTS
  - CAST IN SITE SLAB  
 - COMPRESSIVE STRENGTH :  $f_c$  25 MPa
  - DESIGN STANDARD BASED ON :  
 - SNI 1725-2016  
 PEMBEBANAN UNTUK JEMBATAN  
 - SNI T-12-2004  
 PERENCANAAN STRUKTUR BETON UNTUK JEMBATAN
  - STANDARD MATERIAL  
 - CEMENT : SNI 15-2049-2004  
 - PC STRAND : ASTM A416-99  
 - REBAR : SNI-07-2052-2002  
 - AGGREGATE : ASTM C33-2003  
 - ADMIXTURE : ASTM C494-1999
  - ALL DIMENSIONS IN MILLIMETER UNLESS OTHERWISE SHOWN



**EDGE DIAPHRAGM**  
Scale 1 : 25



**MIDDLE DIAPHRAGM**  
Scale 1 : 25

**MASTER**



## Lampiran 2. Dokumentasi



**Kawat Strand**



**Proses Memasukkan Strand ke Selongsongan Girder**





*Hydraulic Stressing Jack*



*Proses Stressing Girder*





**Mobil Crane**



**Proses Erection Girder**





**Tampak Keseluruhan *Girder* setelah dipasang**



**Tampak Atas Jembatan setelah dipasang *girder***





**Tampak Jembatan setelah pekerjaan hampir selesai**



**Tampak Jembatan dan Jalan**

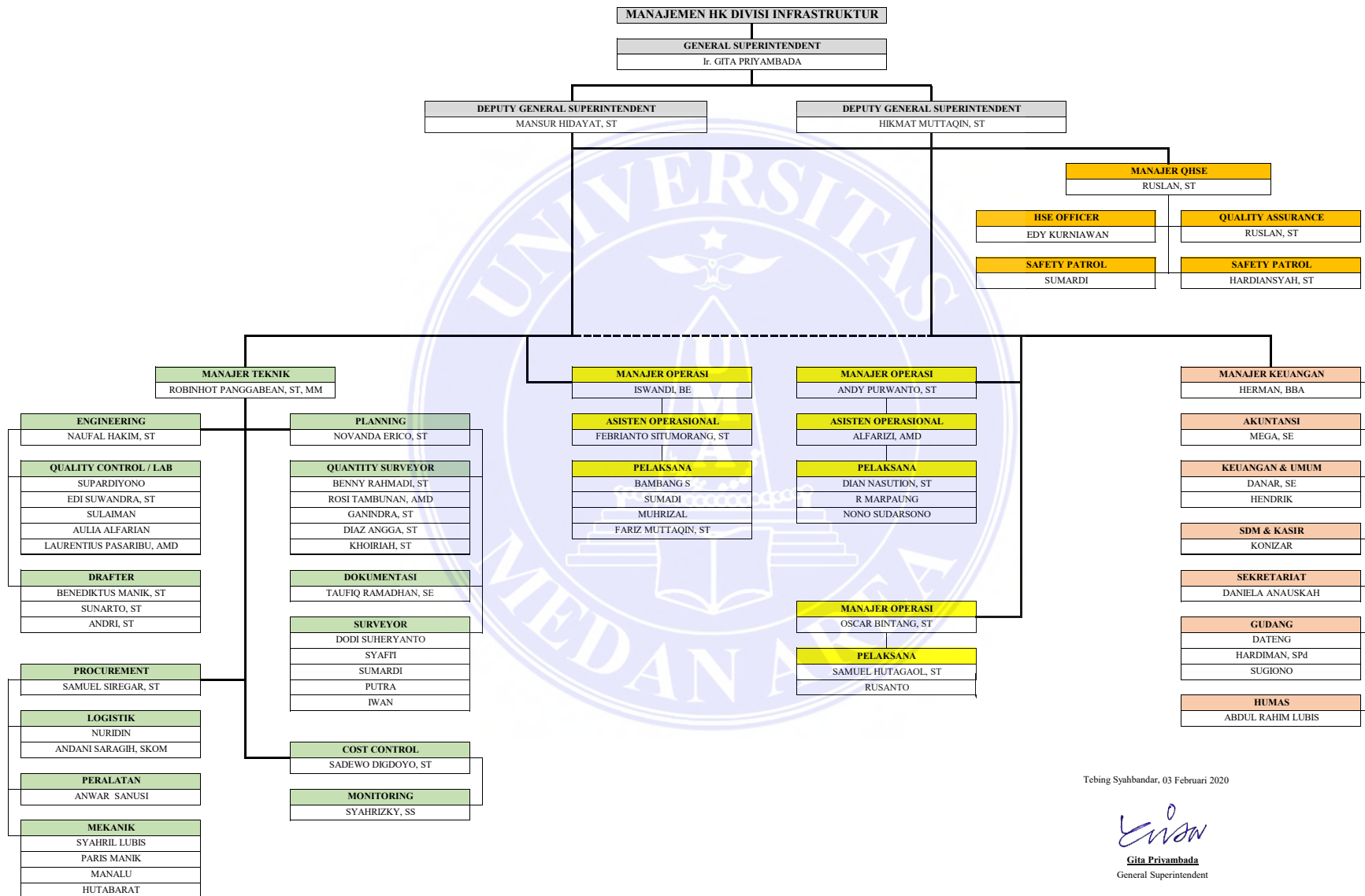
### Lampiran 3. Struktur Organisasi PT. Hutama Karya - Proyek Jalan Tol Tebing Tinggi – Inderapura



# STRUKTUR ORGANISASI

## PROYEK PEMBANGUNAN JALAN TOL

### RUAS TEBING TINGGI - INDRAPURA STA 86+250 S/D 106+650



Tebing Syahbandar, 03 Februari 2020

*Gita Priyambada*  
Gita Priyambada  
General Superintendent