

**ANALISA PERANCANGAN GELAGAR BETON PRATEGANG  
SISTEM PRACETAK BUNTU  
(STUDI KASUS PROYEK PENGGANTIAN JEMBATAN TEGAL  
GENDU KOTA GEDE DIY)**



**SKRIPSI**

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Universitas Widya Dharma Klaten

Disusun Oleh:

**S U W A N T O**

NIM. 2142100031

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNOLOGI DAN KOMPUTER  
UNIERSITAS WIDYA DHARMA KLATEN  
2023**

**HALAMAN PENGESAHAN**  
**ANALISA PERANCANGAN GELAGAR BETON PRATEGANG**  
**SISTEM PRACETAK BUNTU**  
**(STUDI KASUS PROYEK PENGGANTIAN JEMBATAN**  
**TEGAL GENDU KOTA GEDE DIY)**

Yang dipersiapkan dan disusun oleh

**SUWANTO**  
NIM. 2142100031

Diterima dan disetujui oleh Dewan Penguji Skripsi Program Studi S-1  
Teknik Sipil Fakultas Teknologi dan Komputer Universitas Widya Dharma Klaten


Hari, Tanggal : 21 Maret 2023

**Dewan Penguji**

Ketua

Sekretaris

  
H. Moch Suranto, S.T., M.T.  
NIK. 690 117 381

  
Hari Dwi Wahyudi, S.T., M.Eng.  
NIK. 690 116 363

Penguji I

Penguji II

  
Ir. H. Darupratomo, M.T.  
NIK. 690 304 279

  
Ratnanik, S.T., M.Eng.  
NIK. 690 815 355

Disahkan oleh  
Dekan Fakultas Teknologi dan Komputer



  
Harri Purnomo, S.T., M.T.  
NIK. 690 499 196

## SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Suwanto

NIM : 2142100031

Program Studi : Teknik Sipil S-1

Judul Skripsi : Analisa Perancangan Gelagar Beton Prategang Sistem Pracetak Buntu (Studi Kasus Proyek Penggantian Jembatan Tegal Gendu Kota Gede DIY)

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang saya susun dan diserahkan ini merupakan hasil karya saya dan bebas dari plagiat. Hal-hal yang bukan merupakan karya saya sendiri dalam skripsi ini telah diberi tanda sitasi yang ditunjukkan dalam daftar pustaka. Apabila dikemudian hari terbukti bahwa pernyataan saya ini tidak benar, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pembatalan ijazah dan pencabutan gelar yang saya peroleh dari skripsi ini.

Klaten, 21 Maret 2023



*Suwanto*

Suwanto  
NIM. 2142100031

## HALAMAN PERSETUJUAN

### Judul Skripsi

# ANALISA PERANCANGAN GELAGAR BETON PRATEGANG SISTEM PRACETAK BUNTU (STUDI KASUS PROYEK PENGGANTIAN JEMBATAN TEGAL GENDU KOTA GEDE DIY)

Disusun Oleh:

**SUWANTO**  
NIM. 2142100031

*Disetujui* untuk dipertahankan dalam ujian skripsi di hadapan  
**Dewan Penguji Skripsi**

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

  
H. Moch. Suranto, S.T., M.T.  
NIK. 690 117 381

  
Hari Dwi Wahyudi, S.T., M.Eng.  
NIK. 690 116 363

Mengetahui Ketua Program Studi Teknik Sipil

  
H. Moch. Suranto, S.T., M.T.  
NIK. 690 117 381

## MOTTO DAN PERSEMBAHAN

*“Innamal a'malu biniati, dimana ada kemauan di situ ada jalan”*

*Hasil dari segala sesuatu yang diusahakan tergantung dari niat yang kuat dan selalu berusaha untuk mencapainya, diiringi dengan do'a kepada Yang Maha Pengasih lagi Maha Pemurah.*

*Kemauan yang kuat dengan ketulusan hati,  
Upaya yang dilakukan dengan penuh kesungguhan,  
Hati yang bersih dengan mengharap ridhoNya,  
Dibukakan jalan dari arah yang nyata maupun yang tidak disangka-sangka,  
Tetap berprasangka baik terhadap segala keputusanNya,  
Yang terbaik adalah bagi kita,  
Segala rahasia berada di tanganNya.*

*Skripsi ini dipersembahkan bagi para pembaca,  
Semoga dapat membawa manfaat yang sebesar-besarnya,*

*Aamiin Ya Robbal 'Alamin.*

## **KATA PENGANTAR**

Puji syukur kami panjatkan ke Hadirat Alloh S.W.T., Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan berkat, rahmat, karunia, taufik, inayah dan hidayahNya sehingga skripsi ini dapat disusun.

Skripsi ini merupakan salah satu persyaratan lulus pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknologi dan Komputer Universitas Widya Dharma Klaten.

Untuk dapat melengkapi persyaratan dalam penyusunan skripsi ini penyusun telah berupaya mengumpulkan data-data teknis dan data pendukung lainnya tentang Beton Prategang yang diproduksi oleh Beton Pracetak Buntu Purwokerto Provinsi Jawa Tengah.

Skripsi ini dapat disusun tidak terlepas dari bantuan, dorongan, bimbingan dan petunjuk dari berbagai pihak, maka dalam kesempatan ini penyusun mengucapkan terimakasih kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Triyono, M.Pd. selaku Rektor Universitas Widya Dharma Klaten.
2. Bapak Harri Purnomo, S.T., M.T. selaku Dekan Fakultas Teknologi dan Komputer Universitas Widya Dharma Klaten.
3. Bapak H. Mochammad Suranto, S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Universitas Widya Dharma Klaten sekaligus sebagai Dosen Pembimbing I yang telah berperan aktif mendampingi dan membantu dalam penulisan skripsi ini.
4. Bapak Hari Dwi Wahyudi, S.T.,M.Eng., selaku Dosen Pembimbing II yang telah berperan aktif mendampingi dan membantu dalam penulisan skripsi ini.
5. Bapak dan Ibu Dewan Penguji Skripsi, selaku Dosen Penguji Skripsi ini yang telah memberikan penilaian, dengan berbagai masukan positif, kritik dan saran yang bersifat membangun demi lebih baiknya dalam penulisan skripsi ini.
6. Seluruh dosen pengajar Program Studi Teknik Sipil dan Dosen Mata Kuliah Umum yang telah memberikan ilmu pengetahuan dan

pengalamannya di bidang teknik sipil maupun bidang umum dalam proses perkuliahan.

7. Staf Administrasi Fakultas Teknologi dan Komputer beserta karyawan-karyawati di Universitas Widya Dharma Klaten yang telah banyak membantu dalam kelancaran proses penulisan skripsi ini dalam bidang keadministrasian.
8. Staf Perpustakaan Fakultas Teknologi dan Komputer dan Perpustakaan Umum yang dengan baik telah membantu dan melayani kebutuhan buku-buku referensi, literasi dan buku bacaan lainnya yang dapat mendukung dalam penulisan skripsi.
9. Segenap rekan mahasiswa yang telah memberikan dorongan semangat, saran, kritik dan bantuan dalam bentuk apapun secara langsung maupun tidak langsung sehingga laporan skripsi ini dapat disusun.
10. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang telah berpartisipasi aktif dan telah mendukung secara langsung maupun tidak langsung sehingga skripsi ini dapat disusun.

Penyusun menyadari bahwa dalam penyajian skripsi ini masih terdapat kekurangan dan ketidaksempurnaannya walaupun penyusun telah berupaya dengan sungguh-sungguh. Untuk itu semua maka kritik dan saran dari berbagai pihak yang bersifat membangun untuk lebih baiknya laporan skripsi ini sangat diharapkan.

Akhir kata semoga Laporan Skripsi ini dapat bermanfaat dengan sebagaimana mestinya bagi penyusun khususnya dan bagi para pembaca pada umumnya.

## DAFTAR ISI

|  | Halaman |
|--|---------|
| HALAMAN JUDUL .....                              | i       |
| HALAMAN PERSETUJUAN .....                        | ii      |
| HALAMAN PENGESAHAN .....                         | iii     |
| HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI .....        | iv      |
| HALAMAN MOTTO DAN PERSEMBAHAN .....              | v       |
| KATA PENGANTAR .....                             | vi      |
| DAFTAR ISI .....                                 | xiii    |
| DAFTAR GAMBAR .....                              | xii     |
| DAFTAR TABEL .....                               | xiv     |
| DAFTAR FLOW CHART .....                          | xv      |
| DAFTAR LAMPIRAN .....                            | xvi     |
| DAFTAR NOTASI .....                              | xvii    |
| ABSTRAK ( <i>ABSTRACT</i> ) .....                | xxii    |
| <br>   |         |
| BAB I PENDAHULUAN .....                          | 1       |
| 1.1. Latar Belakang .....                        | 4       |
| 1.2. Rumusan Masalah .....                       | 5       |
| 1.3. Batasan Masalah .....                       | 6       |
| 1.4. Tujuan Penelitian .....                     | 6       |
| 1.5. Manfaat Penelitian .....                    | 6       |
| <br>   |         |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI ..... | 7       |
| 2.1. Kajian Pustaka .....                        | 7       |
| 2.2. Landasan Teori .....                        | 16      |



|  |    |
|--|----|
| 2.2.1. Perancangan Beton Prategang Metode Kuat Batas .....         | 18 |
| 2.2.2. Pengaruh Profil Memanjang Tendon pada Penampang Balok ..... | 20 |
| 2.2.2.1. Tendon Lurus .....  | 21 |
| 2.2.2.2. Tendon Miring .....                                       | 22 |
| 2.2.2.2. Tendon Melengkung .....                                   | 23 |
| 2.2.3. Analisis Balok Prategang .....                              | 24 |
| 2.2.3.1. Asumsi Perancangan Kuat Batas .....                       | 24 |
| 2.2.3.2. Kuat Perlu .....  | 25 |
| 2.2.3.3. Tahanan Momen (Modulus Potongan) Minimum .....            | 25 |
| 2.2.3.4. Gaya Prategang yang Dibutuhkan .....                      | 29 |
| 2.2.3.5. Daerah yang Membatasi Gaya Prategang .....                | 32 |
| 2.2.3.6. Kuat Lentur .....   | 34 |
| 2.2.3.7. Kapasitas Momen Batas .....                               | 36 |
| 2.2.3.8. Tegangan Ijin Tendon Prategang .....                      | 37 |
| 2.2.3.9. Penulangan .....  | 37 |
| 2.2.3.10. Kuat Geser .....   | 41 |
| 2.2.4. Dimensi Batang-batang Lentur .....                          | 47 |
| 2.2.4.1. Perhitungan Berat Sendiri Balok .....                     | 47 |
| 2.2.4.2. Dimensi Penampang Beton Prategang .....                   | 49 |
| 2.2.4.3. Perancangan Penulangan Beton Prategang .....              | 51 |
| 2.2.4.4. Pengaruh Kelengkungan Kabel .....                         | 52 |
| 2.3. Kehilangan Prategang .....                                    | 53 |
| 2.3.1. Deformasi Elastis Beton .....                               | 54 |
| 2.3.2. Rangkak (Creep) Beton .....                                 | 55 |

|   |    |
|---|----|
| 2.3.3. Penyusutan Beton .....                                 | 55 |
| 2.3.4. Gesekan (Friksi) dalam Tendon Pasca Tarik .....        | 56 |
| 2.3.5. Penggelinciran (Pergeseran Kedudukan) Angker .....     | 59 |
| 2.3.6. Relaksasi Tegangan dalam Beton .....                   | 61 |
| BAB III METODE PENELITIAN .....                               | 63 |
| 3.1. Lokasi dan Waktu Penelitian .....                        | 63 |
| 3.2. Metode dan Teknik Penyediaan Data .....                  | 65 |
| 3.3. Metode dan Teknis Analisa Data .....                     | 66 |
| 3.3.1. Perancangan Balok Beton Prategang .....                | 66 |
| BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN .....                           | 81 |
| 4.1. Analisa Gelagar Beton Prategang .....                    | 81 |
| 4.1.1. Dasar-Dasar Perhitungan .....                          | 81 |
| 4.1.2. Section Properties Balok .....                         | 82 |
| 4.1.2.1. Mencari Letak Garis Netral Penampang Gelagar .....   | 82 |
| 4.1.2.2. Mencari Letak Garis Netral Penampang Komposite ..... | 84 |
| 4.1.3. Pembebanan .....                                       | 86 |
| 4.1.3.1. Beban Primer .....                                   | 86 |
| 4.1.3.2. Beban Skunder .....                                  | 89 |
| 4.1.3.3. Beban Gempa .....                                    | 91 |
| 4.1.4. Perhitungan Gaya Lintang dan Momen yang Terjadi .....  | 92 |
| 4.1.4.1. Rumus-Rumus yang Digunakan .....                     | 92 |
| 4.1.4.2. Tabel-Tabel Gaya Lintang dan Momen Lentur .....      | 95 |
| 4.2. Perhitungan Gelagar Beton Prategang .....                | 96 |
| 4.2.1. Konversi Satuan .....                                  | 99 |

|   |     |
|---|-----|
| 4.2.2. Gaya Prategang yang Dibutuhkan .....                                 | 99  |
| 4.2.3. Tegangan-tegangan yang Terjadi .....                                 | 101 |
| 4.2.4. Kehilangan Prategang .....   | 103 |
| 4.2.5. Kontrol Tegangan Tendon .....  | 109 |
| 4.2.6. Momen Batas Balok Prategang .....                                    | 109 |
| 4.2.7. Akibat Kelengkungan Kabel Prategang .....                            | 111 |
| 4.2.8. Kuat Geser Beton pada Penampang Komposit .....                       | 111 |
| 4.2.9. Defleksi Batang-batang Komposit .....                                | 113 |
| 4.2.10. Kontrol Terhadap Momen Retak .....                                  | 117 |
| 4.3. Pembahasan Analisa .....   | 118 |
| 4.3.1. Pembahasan Bagan Alir Perancangan (Flow Chart) .....                 | 118 |
| 4.3.2. Pembahasan Analisa Gelagar Beton Prategang Sistem Pracetak Buntu ... | 122 |
| BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....  | 125 |
| 5.1. Kesimpulan .....   | 125 |
| 5.2. Saran .....  | 127 |
| DAFTAR PUSTAKA .....  | 129 |
| LAMPIRAN-LAMPIRAN   |     |

## DAFTAR GAMBAR

|   | Halaman |
|---|---------|
| Gb. 2.1 : Tendon Lurus tanpa Eksentrisitas .....  | 21      |
| Gb. 2.2 : Tendon Lurus dengan Eksentrisitas .....                                       | 22      |
| Gb. 2.3 : Tendon Miring tanpa Eksentrisitas di Perletakan .....                         | 22      |
| Gb. 2.4 : Tendon Miring dengan Eksentrisitas di Perletakan .....                        | 23      |
| Gb. 2.5 : Tendon Melengkung tanpa Eksentrisitas di Perletakan .....                     | 23      |
| Gb. 2.6 : Tendon Melengkung dengan Eksentrisitas di Perletakan .....                    | 24      |
| Gb. 2.7 : Tegangan karena Gaya Prategang, Beban Mati dan Beban<br>Terpasang .....       | 26      |
| Gb. 2.8 : Daerah Kern pada Penampang Beton Prategang .....                              | 32      |
| Gb. 2.9 : Daerah yang Membatasi Gaya Prategang .....                                    | 33      |
| Gb. 2.10 : Analisa Momen Batas Prategang Parsial .....                                  | 36      |
| Gb. 2.11 : Tegangan-Tegangan Tarik Utama di Dalam Batang Prategang .....                | 42      |
| Gb. 2.12 : Bagan untuk Mendimensi Pendahuluan dari Penampang Batang<br>Prategang .....  | 50      |
| Gb. 2.13 : Kehilangan Tegangan karena Gesekan (Friksi) .....                            | 57      |
| Gb. 2.14 : Skema Variasi Gaya Prategang Sebelum dan Sesudah Pelepasan<br>Dongkrak ..... | 59      |
| Gb. 3.1 : Lokasi Penelitian .....   | 63      |
| Gb. 4.1 : Tampang Melintang Jembatan .....  | 82      |
| Gb. 4.2 : Tampang Membujur Balok Jembatan .....   | 82      |
| Gb. 4.3 : Tampang Melintang Potongan Balok .....  | 82      |
| Gb. 4.4 : Tampang Melintang Balok Beton Komposit .....                                  | 85      |
| Gb. 4.5 : Pertebalan Badan Gelagar Balok Pracetak .....                                 | 87      |

|          |   |     |
|----------|---|-----|
| Gb. 4.6  | : Beban Kerja Jalur Lalulintas, Beban Terbagi merata dan<br>Beban Garis ..... | 88  |
| Gb. 4.7  | : Gaya oleh Tekanan Angin dan Tegangan yang Timbul .....                      | 90  |
| Gb. 4.8  | : Gaya Horizontal Rem dan Traksi dengan Titik Tangkapnya .....                | 91  |
| Gb. 4.9  | : Peta Wilayah Gempa Indonesia .....  | 91  |
| Gb. 4.10 | : Koefisien Geser untuk Wilayah Gempa 3 (Yogyakarta) .....                    | 92  |
| Gb. 4.11 | : Pembebanan Diaphragma pada Balok Jembatan .....                             | 93  |
| Gb. 4.12 | : Pembebanan akibat Pertebalan .....  | 94  |
| Gb. 4.13 | : Beban Rem dan reaksi Perletakan .....                                       | 95  |
| Gb. 4.14 | : Defleksi oleh Beban Diaphragma .....  | 114 |
| Gb. 4.15 | : Defleksi oleh Pertebalan Balok .....  | 115 |

## DAFTAR TABEL

|   | Halaman |
|---|---------|
| Tabel 2.3.4 : <i>Wobble Coefficients</i> dan Koefisien Friksi Kelengkungan .....                                    | 58      |
| Tabel 2.2.6 : Reduksi untuk Relaksasi Kabel .....   | 61      |
| Tabel 4.1.2.1 : Mencari Garis Netral Tampang Gelagar .....  | 83      |
| Tabel 4.1.2.2 : Mencari Garis Netral Penampang Komposit .....   | 85      |
| Tabel 4.1.4.2a : Gaya Lintang dan Momen Lentur Beban Mati .....   | 96      |
| Tabel 4.1.4.2b : Gaya Lintang dan Momen Lentur Beban Hidup dan Beban<br>Skunder .....                               | 97      |
| Tabel 4.1.4.2c : Gaya Lintang dan Momen Lentur Beban Primer dan Beban<br>Skunder .....                              | 98      |
| Tabel 4.2.3.1 : Tegangan-Tegangan yang Terjadi pada Kondisi Awal .....  | 101     |
| Tabel 4.2.3.2 : Tegangan-Tegangan yang Terjadi pada Kondisi Akhir .....   | 103     |
| Tabel 4.2.4.1 : Eksentrisitas yang Terjadi .....  | 104     |
| Tabel 4.2.4.2 : Tegangan-Tegangan yang Terjadi dengan adanya Eksentrisitas,<br>akibat Deformasi Elastis Beton ..... | 105     |
| Tabel 4.2.4.3 : Tegangan-Tegangan yang Terjadi akibat <i>Creep</i><br>(Rangkak Beton) .....                         | 106     |
| Tabel 4.2.4.4 : Kehilangan Tegangan akibat Gesekan .....  | 108     |
| Tabel 4.2.7 : Eksentrisitas yang Terjadi akibat Kelengkungan Kabel<br>Prategang .....                               | 111     |
| Tabel 4.2.8.1 : Eksentrisitas yang Terjadi akibat Kuat Geser Beton Penampang<br>Komposit .....                      | 112     |
| Tabel 4.2.8.2 : Gaya Geser yang Terjadi akibat Kemiringan Kabel pada Tumpuan .                                      | 112     |
| Tabel 4.2.9 : Defleksi karena Gaya Prategang Awal ( <i>Camber</i> ) .....   | 114     |

## DAFTAR FLOW CHART

|   | Halaman |
|---|---------|
| Flow Chart 3.3.1. : Bagan Alir Tahapan Penelitian .....   | 67      |
| Flow Chart 3.3.1.1. : Data Awal dan Perhitungan Kuat Tekan Beton .....  | 68      |
| Flow Chart 3.3.1.2. : Penentuan Dimensi Balok .....   | 69      |
| Flow Chart 3.3.1.3. : Perhitungan Momen, Usulan Tulangan, Momen Inersia<br>dan Gaya Prategang .....                           | 70      |
| Flow Chart 3.3.1.4. : Daerah yang Membatasi Gaya Prategang dan Besarnya<br>Gaya Prategang jika $e$ diketahui .....            | 71      |
| Flow Chart 3.3.1.5. : Kontrol Indeks Tulangan dan Kuat Lentur dalam tendon<br>untuk Tendon Lekatan Penuh .....                | 72      |
| Flow Chart 3.3.1.6. : Kuat Lentur Tendon tanpa Lekatan .....  | 73      |
| Flow Chart 3.3.1.7. : Perhitungan Momen Batas Prategang Parsial .....   | 74      |
| Flow Chart 3.3.1.8. : Momen yang Mampu Ditahan Akibat Kelengkungan<br>Kabel .....   | 75      |
| Flow Chart 3.3.1.9a : Perhitungan Kehilangan Prategang .....  | 75      |
| Flow Chart 3.3.1.9b : Perhitungan Kehilangan Prategang .....  | 76      |
| Flow Chart 3.3.1.10 : Kehilangan Prategang Akibat Susut Beton, Rangkak<br>Beton, Perpendekan Elastis Beton dan Rangkak Tendon | 77      |
| Flow Chart 3.3.1.11. : Kontrol Tegangan dalam Kabel .....   | 78      |
| Flow Chart 3.3.1.12a : Kuat Geser Lenturan untuk $f_{se} \leq 40\% f_{pu}$ .....  | 78      |
| Flow Chart 3.3.1.12b : Kuat Geser Lenturan untuk $f_{se} > 40\% f_{pu}$ .....   | 79      |
| Flow Chart 3.3.1.13. : Kontrol Terhadap Momen Retak .....   | 80      |

## DAFTAR LAMPIRAN

|   | Halaman |
|---|---------|
| Lampiran 1 : Penegangan <i>Strand</i> ( <i>Stressing</i> ) pada Proyek Penggantian Jembatan Tegal Gendu Kota Gede DIY .....   | 131     |
| Lampiran 2 : Eksentrisitas Kabel Prategang .....  | 133     |
| Lampiran 3 : Sift-Sifat Tendon VSL .....  | 134     |
| Lampiran 4 : Tegangan Maksimum yang Diperkenankan di dalam Beton .....  | 135     |
| Lampiran 5 : Faktor Keamanan Parsial .....  | 136     |
| Lampiran 6 : Koefisien untuk Rumus Lebar Retakan (Komite Beton Eropa)   | 137     |
| Lampiran 7 : Tegangan-Tegangan Tarik Hipotesis untuk Batang-Batang Kelas 3 (Peraturan Standar Inggris dan India) .....  | 138     |
| Lampiran 8 : Ketentuan-Ketentuan Peraturan Inggris, Kondisi pada Keadaan Batas untuk Balok Persegi Panjang dengan Tendon Pre-Tension atau Post-Tension Lekatan Efektif dan Post-Tension tanpa Lekatan (CP-10) .....   | 139     |
| Lampiran 9 : Tegangan-Tegangan Tarik Lenturan yang Diperkenankan di dalam Beton Cor Langsung di Tempat pada Bidang Pertemuan dengan Unsur Prategang, dan Tegangan-Tegangan Geser yang Diperkenankan untuk Sambungan Geser dalam Balok Komposit (CP-110) ..... | 140     |
| Lampiran 10 : Kehilangan Prategang karena Relaksasi Baja .....  | 141     |
| Lampiran 11 : Kehilangan Total yang Diperhitungkan untuk Desain .....   | 142     |
| Lampiran 12 : Defleksi Maksimum yang Diperkenankan .....  | 143     |



## DAFTAR NOTASI

|             |   |
|-------------|---|
| $A$         | : Luas penampang balok, mm <sup>2</sup>   |
| $A_c$       | : Luas penampang beton, mm <sup>2</sup>   |
| $A_s, A_s'$ | : Luas tulangan tarik non-Prategang, mm <sup>2</sup>                                |
| $A_{ps}$    | : Luas penampang kabel, luas tulangan Prategang dalam daerah tarik, mm <sup>2</sup> |
| $b$         | : Lebar penampang pada titik yang ditentukan, mm                                    |
| $b_f$       | : Lebar sayap, mm   |
| $b_w$       | : Lebar badan balok, mm   |
| $c$         | : Jarak dari serat dengan regangan maksimum ke sumbu netral, mm                     |
| $C_{sm}$    | : Koefisien respon gempa elastis  |
| $d$         | : Jarak serat tekan terluar terhadap titik berat tulangan tarik longitudinal, mm    |
| $d_p$       | : Jarak dari serat tekan terluar ke titik berat tulangan Prategang, mm              |
| $d_t$       | : Jarak resultante tulangan tarik ke serat atas, mm                                 |
| $e$         | : Eksentrisitas kabel terhadap pusat berat penampang, mm                            |
| $E_c$       | : Modulus elastis beton   |
| $E_s$       | : Modulus elastis tendon  |
| $E_{ps}$    | : Modulus elastis kabel   |
| $E_Q$       | : Gaya gempa horizontal statis, kN  |
| $f$         | : Jarak fokus   |
| $f_{br}$    | : Tegangan ijin serat paling bawah, MPa   |
| $f_c$       | : Tegangan beton pada ketinggian baja, MPa  |
| $f_c'$      | : kuat tekan beton yang disyaratkan, MPa  |
| $f_{ci}'$   | : Kuat tekan beton pada saat pemberian Prategang awal, MPa                          |
| $f_{ct}$    | : Tegangan tekan beton yang diijinkan pada saat pemindahan Prategang, MPa           |

- $f_{cw}$  : Tegangan tekan beton yang diijinkan pada saat beban-beban kerja, MPa
- $f_d$  : Tegangan akibat beban mati tak berfaktor, pada serat terluar dari penampang dimana tegangan tarik terjadi karena beban luar, MPa
- $f_r$  : Modulus keruntuhan lentur dari beton, MPa
- $f_{pc}$  : Tegangan tekan pada beton setelah memperhitungkan semua kehilangan Prategang pada titik berat penampang yang menahan beban luar atau pada pertemuan dari badan dan flens jika titik berat penampang terletak di dalam flens, MPa
- $f_{pe}$  : Tegangan tekan dalam beton akibat gaya Prategang efektif, MPa
- $f_{ps}$  : Tegangan dalam tualangan Prategang pada kuat nominal, MPa
- $f_{pu}$  : Kuat tarik tendon Prategang yang disyaratkan, MPa
- $f_{py}$  : Kuat leleh tendon Prategang yang disyaratkan, MPa
- $f_{tr}$  : Tegangan ijin serat paling atas, MPa
- $f_{tt}$  : Tegangan tarik beton yang diijinkan pada saat pemindahan tegangan, MPa
- $f_{tw}$  : Tegangan tarik beton yang diijinkan pada saat beban-beban kerja, MPa
- $f_{se}$  : Tegangan tendon efektif setelah kehilangan Prategang
- $f_{inf}$  : Tegangan yang terjadi pada serat paling bawah akibat gaya Prategang, Mpa
- $f_{sup}$  : Tegangan yang terjadi pada serat paling atas akibat gaya Prategang, Mpa
- $f_x$  : Tegangan langsung horizontal
- $f_y$  : Tegangan langsung vertikal
- $g$  : Percepatan gravitasi,  $m/dt^2$
- $G_c$  : Berat jenis beton,  $N/mm^3$
- $h$  : Tinggi total balok atau gelagar, mm
- $H_R$  : Gaya horizontal rem dan traksi searah bentang jembatan, N
- $I$  : Momen Inersia penampang beton, momen inersia terhadap titik berat,  $mm^4$

- $I_g$  : Momen inersia dari penampang bruto beton terhadap garis sumbu, dengan mengabaikan tulangan,  $\text{mm}^4$
- $K$  : Konstanta, Wobble Coefficient
- $l$  : Panjang bentang pelat dua arah yang sejajar dengan tulangan yang ditinjau, mm.
- $L$  : Bentang efektif dari balok, panjang bentang balok, panjang bentang pada arah sejajar tulangan yang ditinjau, mm
- $l_s$  : Panjang tulangan lekatan, mm
- $l_x$  : Panjang tendon pada jarak  $x$  dari angker
- $m$  : Lereng diagram gaya pada kabel
- $M_c$  : Momen batas bagian tekan, Nmm
- $M_d$  : Momen akibat berat sendiri batang, beban mati dan beban hidup, Nmm
- $M_g$  : Momen akibat berat sendiri, momen akibat beban mati permanen dan beban hidup, Nmm
- $M_{cr}$  : Momen retak, momen yang menyebabkan terjadinya retak lentur pada penampang akibat beban luar, Nmm
- $M_{min}$  : Momen akibat berat sendiri batang dan penanganannya secara khusus, misal pengangkatan, Nmm
- $M_{max}$  : Momen berfaktor maksimum pada penampang akibat beban luar, Nmm
- $M_p$  : Momen plastis yang terjadi pada penampang, Nmm
- $M_R$  : Momen yang terjadi akibat rem dan traksi di segala bentang jembatan, Nmm
- $M_t$  : Momen batas bagian tarik, Nmm
- $M_u$  : Momen berfaktor pada penampang, Nmm
- $M_x$  : Momen lentur pada jarak  $x$ , Nmm
- $P$  : Gaya Prategang yang dikerjakan pada batang, N

- $p'$  : Beban garis, N
- $P'$  : Beban bergerak terbagi rata, mm'
- $p$  : Rasio tulangan tarik non-Prategang
- $p'$  : Rasio tulangan tekan
- $P_{eff}$  : Gaya Prategang efektif yang bekerja
- $P_s$  : Gaya tendon Prategang pada angker, gaya tepa t di belakang angker setelah pelepasan dongkrak, N
- $P_{sj}$  : Gaya tarik awal dongkrak sebelum slip di angker, N
- $P_x$  : Gaya pada tendon pada jarak x dari angker, N
- $R_{ap}'$  : Reaksi di A akibat beban bergerak terbagi rata, N
- $R_B$  : Reaksi di B, N
- $R_d$  : Faktor modifikasi respon
- $S$  : Momen statis (momen luas potongan), mm<sup>3</sup>
- $t$  : Umur beton pada pemindahan tegangan, biasanya diambil pada umur 8 hari
- $V$  : Komponen vertikal gaya Prategang, gaya geser, N
- $V_A$  : Reaksi di A akibat beban terbagi rata dan beban garis = gaya lintang di A =  $R_A \cdot N$
- $V_c$  : Tahanan geser batas dari beton pada suatu penampang karena retak geseran badan, kuat geser nominal yang disumbangkan beton, N
- $V_u$  : Gaya geser bervaktor pada penampang, N
- $V_{ci}$  : Kuat geser nominal yang disumbangkan beton pada saat terjadi keretakan diagonal akibat kombinasi momen geser, N
- $V_{cw}$  : Kuat geser nominal yang disumbangkan beton pada saat terjadi keretakan diagonal akibat tegangan tarik utama yang berlebihan di dalam beton, N
- $V_d$  : Gaya geser pada penampang akibat beban mati bervaktor, N

- $V_i$  : Gaya geser pada penampang akibat beban luar yang terjadi bersamaan dengan  $M_{max.}$ , N
- $V_p$  : Komponen vertikal dari gaya Prategang efektif pada penampang, N
- $V_s$  : Kuat geser nominal dari tulangan geser, N
- $V_x$  : Gaya lintang pada jarak  $x$ , N
- $W_t$  : Berat total struktur dari beban mati dan beban hidup yang sesuai, kN
- $x$  : Jarak titik yang ditinjau, jarak diukur dari ujung angker, jarak dari tumpuan, Jarak resultante bagian tekan beton ke serat atas, mm
- $y_t$  : Jarak sumbu pusat penampang bruto dengan mengabaikan tulangan, ke serat tarik terluar, mm
- $Z_b$  : Tahanan momen serat paling bawah,  $mm^3$
- $Z_R$  : Tinggi pengaruh rem dan traksi dari titik tangkap sampai pusat berat jembatan
- $Z_t$  : Tahanan momen serat paling atas,  $mm^3$
- $\alpha_e$  : Pengaruh deformasi (perpendekan) elastis beton
- $\beta$  : Koefisien momen (0,125) untuk balok yang ditumpu secara sederhana
- $\beta$  : Panjang tendon
- $\varepsilon$  : Slip (*draw in*) = (5,6 – 6.0) mm
- $\varepsilon_{cs}$  : Jumlah sisa regangan pada beton
- $\omega$  : Indeks tulangan tarik non-Prategang
- $\omega'$  : Indeks tulangan tekan
- $\omega_p$  : Indeks tulangan Prategang
- $\omega_{min}$  : Berat sendiri (beban minimum), N/mm
- $\omega_{ud}$  : Beban batas desain, N/mm
- $\rho_p$  : Rasio tulangan Prategang
- $\tau_v$  : Tegangan geser karena beban-beban transversal, MPa
- $\mu$  : Koefisien friksi kelengkungan.

## **ABSTRAK**

*Seiring dengan adanya berkembangnya zaman dan kemajuan teknologi, menghadirkan suatu konsep yang sedikit berbeda dengan konsep beton bertulang biasa. Perpaduan atau kombinasi aktif dari beton dengan kuat tekan tinggi dan baja dengan kuat tarik yang tinggi atau kabel pratekan menghasilkan suatu konsep yang dinamakan Beton Prategang (Prestressed Concrete). Perencanaan gelagar meliputi pendimensian gelagar, perhitungan tegangan yang timbul, kehilangan prategang, kapasitas penampang, kontrol lendutan, dan rangkai beton. Mutu beton yang digunakan  $f_c = 40$  Mpa, tendon yang digunakan adalah sevenwire strand diameter  $\frac{1}{2}$  inch dengan selongsong tendon diameter 51 mm pada penampang I tidak simetris dengan panjang bentang 22 meter. Pada studi literatur ini, penulis melakukan analisa perhitungan tegangan dengan metode beban batas. Dengan diterbitkannya SNI 03-1728-2002 oleh Badan Standardisasi Nasional, yang telah membahas, mencakup dan menyempurnakan perhitungan struktur beton prategang untuk gedung, dan Pembebanan untuk jembatan (SNI 1725 ; 2016), maka standar yang digunakan adalah SNI 03-1728-2002 dan SNI 1725:2016 (Standar Pembebanan untuk Jembatan).*

*Tujuan dari penelitian Skripsi adalah melakukan analisis dan desain struktur gelagar (girder) dari beton prategang. Kehilangan gaya prategang yang diperhitungkan akibat pengangkutan, gesekan kabel dan ankur, pemendekan elastis, rangkai dan susut. Tendon merupakan gabungan dari beberapa strand yang jumlahnya telah ditentukan berdasarkan desain perencanaan. Hasil analisis menunjukkan bahwa kontrol tegangan telah memenuhi syarat keamanan struktur dengan analisis lendutan dan analisis momen ultimit yang memenuhi persyaratan ijinnya.*

*Beton prategangan merupakan suatu kondisi bahwa beton menerima tegangan internal yang besar untuk mengimbangi tegangan akibat beban eksternal. Untuk meminimalkan pengaruh dari tegangan-tegangan yang terjadi tidak terlepas dengan adanya gaya prategang awal, karakteristik penampang, dan jalur kabel prategang. Tujuan dari penelitian dan analisis ini untuk mengetahui kondisi tegangan dan lendutan pada empat bentuk jalur kabel. Sifat-sifat dasar beton prategang yaitu sistem prategang mengubah beton menjadi bahan yang elastis, sistem prategang merupakan kombinasi bahan dengan mutu-tinggi dan sistem prategang untuk mencapai perimbang beban.*

*Kata kuncinya : Perencanaan (Perancangan), Beton Pracetak, Kabel Baja (Tendon), Kehilangan Tegangan, Analisa Gelagar Beton Prategang.*

## **ABSTRACT**

*Along with the development of the times and technological advances, present a concept that is slightly different from the concept of ordinary reinforced concrete. The combination or active combination of high compressive strength concrete and steel with high tensile strength or prestressed cables produces a concept called Prestressed Concrete. The girder plan includes gelagar dimensioning, stress calculation, prestress loss, cross-sectional capacity, deflection control, and drawing. The quality of concrete used is  $f_c = 40$  Mpa, the tendon used is seven wire strand diameter  $\frac{1}{2}$  inch with 51 mm diameter tendon sheath at cross-section I asymmetric with a span of 22 meters. In this cases, the author analyzes the stress calculation using the limit load method. The newest code, The Indonesian Standard National launched of Concrete Structure Calculating Methode for Building (SNI 03-1728-2002) and SNI 1725:2016 , so which had been, This analysis is using SNI 03-1728-2002 and SNI 1725:2016 (Standar Pembebanan untuk Jembatan)*

*The purpose of research this thesis is to analyze and design of prestressed concrete beams. Loss of prestress force that is calculated as a result of anchoring, cable friction and anchoring friction, elastic shortening, creep and shrinkage. A tendon is a combination of several strands whose number have been determined based on the design plan. The results of the analysis show that the stress control has met the structural safety requirements with deflection analysis and ultimate moment analysis that meets the permit requirements.*

*Prestressed concrete is a condition where the concrete receives subtain internal stress to compensate for the stressed due to external loads. Minimize the stresses that occur have to do with the initial prestressing force, cross-sectional characteristics, and prestressed cable path. The purpose and analyzes of this study was to determine the conditions of stress and deflection in four forms of cable prestressed. The basic systems of prestressed concrete are that the prestressing system converts the concrete into an elastic material, the prestressing system is a combination of high-strength materials and a prestressing system to achieve a balanced load.*

*Keywords : Planning, Concrete Precast, Strand, Loss of Stressed, Girder analysis Prestressed Concrete.*

## BAB I

### P E N D A H U L U A N

*Beton* merupakan campuran dari semen, agregat halus, agregat kasar dan air dengan perbandingan tertentu yang dicampur dengan proses pengadukan hingga tercapai keadaan plastis dan homogen. Campuran tersebut dalam kondisi dan waktu tertentu akan mengeras menjadi suatu bentuk struktur seperti yang telah direncanakan.

Kemampuan beton relatif besar dalam menahan tegangan tekan, tetapi relatif kecil dalam menahan tegangan tarik. Oleh karena itu untuk dapat memperbaiki fungsi beton agar mampu menahan tarik maka diberi perkuatan berupa otot. Perkuatan otot beton yang lazim digunakan adalah baja atau besi tulangan yang dipandang cocok, baik dan mampu dalam menahan tegangan tarik.

*Beton Bertulang*, setelah diketahui bahwa sifat beton sangat baik dalam menahan tegangan tekan tetapi tidak baik dalam menahan tegangan tarik, maka sebagai upaya untuk mengatasinya agar diperoleh sinergi antar tegangan tekan dan tegangan tarik yang sama-sama baik dengan cara memberikan (menambahkan) baja tulangan pada bagian beton yang menahan tegangan tarik.

Beton bertulang pertama kali dipakai pada tahun 1860 an oleh **Joseph Monier** di Paris, dengan cara memberikan suatu jaringan kawat di dalam beton. Pada tahun 1885 **Waysz** dan **Bauschinger** mengadakan percobaan-percobaan mengenai beton bertulang. Dari hasil percobaannya dapat diperoleh kesimpulan bahwa baja tulangan harus dipasang (diposisikan) pada bagian beton yang menahan tegangan tarik.

*Beton Prategang* pada dasarnya merupakan beton dimana tegangan-tegangan yang terjadi di dalamnya besar, dengan distribusi tegangan yang sesuai diberikan



sedemikian sehingga tegangan-tegangan yang dihasilkan dari beban-beban luar mampu ditahan (dilawan) sampai pada suatu tingkat yang diinginkan. Di dalam batang-batang beton bertulang prategang diberikan dengan cara menarik baja tulangnya.

Timbulnya retak-retak awal pada beton bertulang yang disebabkan ketidakcocokan (*non compatibility*) di dalam regangan-regangan baja dan beton merupakan titik permulaan untuk pengembangan dari komponen baru seperti beton prategang.

Pada tahun 1886, **Jackson** dari San Francisco mengajukan *patent* untuk struktur batu buatan dan perkerasan beton (*construction of artificial stone and concrete pavement*), dimana telah diperkenalkan prategang dengan menarik batang-batang tulangan yang disusun di dalam pipa-pipa (*sleeves*).

Pada tahun 1888, Dohring dari Jerman membuat pelat-pelat dan balok-balok kecil dengan memakai kabel-kabel tarik yang tertanam dalam beton untuk menghindari retak-retak.

Pada tahun 1896, Mandl dari Australia mengemukakan gagasan dari prategang untuk melawan tegangan-tegangan yang disebabkan oleh beban-beban.

Pada tahun 1904, **Freyssinet** mencoba memasukkan gaya-gaya yang bekerja secara permanen di dalam beton untuk melawan gaya-gaya elastis yang ditimbulkan oleh beban-beban, untuk selanjutnya gagasan ini dikembangkan dengan menggunakan metode “Prategang” atau “prapenegangan”.

Pada tahun 1907, M. Koenen dari Jerman mengembangkan lebih lanjut hal ini dengan melaporkan kehilangan-kehilangan prategang yang disebabkan oleh perpendekan elastis dari beton.

Pada tahun 1908, **Steiner** dari Amerika Serikat telah mengenali hal-hal yang penting mengenai kehilangan prategang yang disebabkan oleh penyusutan beton.

Pada tahun 1923, **Emperger** dari Vienna telah mengembangkan suatu metode untuk membuat pipa-pipa beton bertulang dengan membalut kabel-kabel baja tegangan tinggi pada pipa-pipa dengan tegangan berkisar antara (160-180) Mpa.

Pada tahun 1928, **Dischinger** pertama kali menunjukkan pemakaian tendon yang tidak dibalut pada pembuatan suatu jembatan utama dengan tipe gelagar.tinggi dimana kabel-kabel prategang telah ditempatkan di dalam gelagar tanpa suatu pembalut. Kehilangan prategang dikompensasi oleh penarikan kabel-kabel berikutnya di dalam beton.

Dari berbagai penelitian yang cukup panjang dan melelahkan terhadap sifat-sifat beton dan baja akhirnya **Freyssinet** pada tahun 1928 juga menunjukkan keuntungan-keuntungan dari pemakaian baja dan beton berkekuatan tinggi untuk memperhitungkan berbagai kehilangan prategang yang disebabkan oleh rangkakan (*creep*) dan penyusutan beton.

Pengembangan teknik vibrasi untuk produksi beton berkekuatan tinggi dan penemuan dongkrak yang bekerja rangkap untuk penegangan kabel-kabel baja berkekuatan tinggi dipandang sebagai suatu kontribusi yang sangat penting dari **Freyssinet** antara tahun (1928-1933).

Selanjutnya penggunaan beton prategang menyebar secara cepat dari tahun 1935 dan seterusnya, sehingga banyak jembatan dengan bentang relatif panjang telah dibangun antara tahun (1945-1950) di Eropa dan Amerika Serikat. Untuk tahun-tahun berikutnya beton prategang banyak dipakai dan menyebar secara luas ke seluruh dunia.

## 1.1. Latar Belakang

Beton prategang memberikan keuntungan teknis yang lebih besar dibandingkan dengan bentuk-bentuk struktur lainnya seperti beton bertulang biasa maupun struktur baja murni. Dalam batang-batang beton prategang penuh yang bebas dari tegangan-tegangan tarik pada beban-beban kerja, penampang melintangnya dimanfaatkan lebih efisien jika dibandingkan dengan penampang beton bertulang yang retak pada beban kerja. Dalam batas-batas tertentu suatu beban mati permanen dapat dilawan dengan peningkatan eksentrisitas dari gaya prategang dalam suatu unsur struktur prategang, sehingga dapat berpengaruh dalam penghematan pemakaian material.

Pemakaian beton dan baja berkekuatan tinggi dalam batang-batang beton prategang menghasilkan batang-batang yang lebih ringan dan lebih langsing daripada pemakaian beton bertulang biasa. Ciri-ciri struktural beton berkekuatan tinggi dan bebas dari retak memberikan sumbangan terhadap keawetan struktur pada kondisi lingkungan yang agresif. Gaya prategang dalam beton dapat meningkatkan kemampuan material untuk menyerap energi di bawah beban-beban tumbukan.

Beton prategang memiliki gaya kenyal yang cukup besar yang disebabkan oleh kemampuannya untuk memperoleh kembali sepenuhnya bentuk struktur dari pengaruh-pengaruh yang besar karena pembebanan lebih tanpa mengakibatkan kerusakan yang serius.

Untuk struktur dengan bentang yang panjang, beton prategang lebih efisien dan ekonomis, sesuai dengan standar beton prategang antara (10-30) meter, juga dengan tiang-tiang beton prategang pracetak.

Kuantitas (volume) material yang dipakai dalam beton prategang lebih sedikit jika dibandingkan dengan beton bertulang biasa, namun dari segi penghematan biaya tidaklah sedemikian besar, hal ini disebabkan dengan lebih kompleknya peralatan dan perlengkapan pendukung dalam pelaksanaannya seperti kebutuhan baja bermutu tinggi, angker, peralatan dan perangkat keras yang disyaratkan secara khusus, tenaga ahli yang profesional pada bidangnya dan pengawasan pada pelaksanaannya yang sangat ketat mutlak diperlukan untuk memperoleh beton prategang yang memenuhi persyaratan. Secara umum pemakaian struktur beton prategang dipandang sebagai kondisi yang ekonomis secara menyeluruh, hal ini disebabkan karena terjadinya penurunan beban mati (berat sendiri) sehingga terdapat efisiensi dan efektifitas beban-beban rencana, begitu juga dengan penyediaan tumpuan dan pondasinya.

Pedoman yang dipakai sebagai dasar dalam metode perancangan beton prategang dan analisis ini adalah SNI (Standar Nasional Indonesia); SNI 03-2847-2002, yang secara khusus diatur dalam bab 18 tentang Beton Pracetak dan bab 20 tentang Beton Prategang dan SNI (Standar Nasional Indonesia); SNI 1725:2016 Pembebanan untuk Jembatan serta bab-bab lain yang terkait.

## **1.2. Rumusan Masalah**

Rumusan Masalah pada judul skripsi analisis perancangan gelagar beton prategang sistem pracetak buntu (studi kasus penggantian jembatan Tegal Gendu Kota Gede DIY) adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana Metode Perancangan gelagar beton prategang ?
2. Bagaimana analisis gelagar beton pracetak buntu ?

### **1.3. Batasan Masalah**

Secara garis besar Skripsi ini merupakan suatu metode perancangan beton prategang dan analisis gelagar beton pracetak buntu dengan batasan masalah yang diangkat pada judul skripsi sebagai berikut :

1. Analisis struktur berdasarkan SNI 03-2847-2002.
2. Peta Gempa yang digunakan berdasarkan SNI 1726 - 2019.
3. Standar Pembebanan untuk Jembatan menggunakan SNI 1725 - 2016.

### **1.4. Tujuan Penelitian**

Dengan adanya kajian dari referensi pada beberapa sumber dan data-data yang diperoleh di lapangan diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam bidang :

1. Menyusun prosedur dan sistematika metode perancangan gelagar beton prategang.
2. Melakukan analisis struktur gelagar beton prategang sistem pracetak buntu yang aman dan dapat dipertanggungjawabkan.

### **1.5. Manfaat Penelitian**

Manfaat Perancangan dan Analisis

1. Menjadi bahan referensi dan pembelajaran yang dapat menambah pengetahuan dan pengalaman tentang suatu metode perancangan beton prategang.
2. Dapat membuat analisa secara teknis untuk memastikan tentang gelagar beton prategang yang aman digunakan berdasarkan teori, syarat-syarat dan ketentuan resmi yang telah ditetapkan.

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1. Kesimpulan**

Dalam Analisa Perancangan Gelagar Beton Prategang Sistem Pracetak Buntu (Studi Kasus Proyek Penggantian Jembatan Tegal Gendu Kota Gede DIY) sebagai berikut :

1. Perancangan gelagar beton prategang disajikan dalam bentuk bagan alir (flow chart) dengan metode kuat batas berikut rumus-rumus dan syarat-syarat ketentuannya.
2. Pada Perancangan Beton Prategang dengan menggunakan metode Kuat Batas dimana dua kondisi kritis sangat diperhatikan untuk mengetahui dan mengkondisikan dimana balok mencapai batas tariknya pada serat paling atas dengan adanya gaya Prategang maksimum yang diberikan untuk menahan momen-momen minimum dengan lendutan (defleksi) terbesar yang masih diperkenankan oleh arah yang berlawanan dengan arah pembebanan. Kondisi ke dua dimana balok mencapai batas tariknya pada serat paling bawah karena gaya Prategang minimum yang harus disediakan untuk menahan adanya kondisi-kondisi dan variasi pembebanan yang menyebabkan momen maksimum.
3. Pemilihan bentuk penampang struktur sangat besar perannya untuk mendapatkan penampang yang ramping tetapi mempunyai kapasitas momen batas yang cukup besar dan berat sendiri struktur relatif lebih kecil dengan memperhitungkan perlindungan beton yang masih aman.

4. Semakin panjang bentang dari struktur maka kehilangan Prategang akan semakin kecil. Hal ini disebabkan karena dengan kabel yang panjang maka pengaruh selip di anker akan semakin berkurang (lebih kecil).
5. Struktur beton Prategang mampu menahan gaya geser yang cukup besar dengan adanya gaya Prategang yang ditimbulkan oleh tendon.
6. Pada perhitungan struktur komposite memang lebih rumit karena adanya jenis dan tipe pembebanan yang cukup kompleks dalam kondisi yang bervariasi sehingga menimbulkan momen-momen yang lebih besar yang dapat menyebabkan kehilangan prategang dan lendutan (defleksi) yang juga cukup besar.
7. Pada analisa dan perhitungan gelagar beton prategang sistem pracetak buntu yang menggunakan I Girder dibutuhkan data teknis sebagai berikut :
  - a. Pembebanan untuk jembatan (SNI 1725:2016).
  - b. Mutu bahan-bahan yang digunakan.
  - c. Dimensi gelagar beton pracetak buntu dan dimensi jembatan.
  - d. Momen Inersia dan garis netral penampang gelagar dan penampang komposit.
  - e. Perhitungan gaya lintang dan momen yang terjadi.
8. Berdasarkan analisa terhadap gelagar beton prategang sistem pracetak buntu dapat disimpulkan bahwa gelagar yang digunakan dinyatakan aman dan secara teknis dapat dipertanggungjawabkan.

## 5.2. S a r a n

### Saran-saran yang dapat disampaikan :

1. Dalam Analisa Perancangan Gelagar Beton Prategang Sistem Pracetak Buntu (Studi Kasus Proyek Penggantian Jembatan Tegal Gendu Kota Gede DIY) ini sebagian masih menggunakan tinjauan terhadap beban lentur, sedangkan gaya geser dan puntir (torsion) belum dikaji secara lebih rinci sehingga masih perlu adanya tinjauan yang lebih detail agar diperoleh suatu metode yang lebih menarik dengan sistematika yang baik dan lengkap.
2. Pemakaian struktur beton Prategang memang sangat menguntungkan apabila dipakai pada bentang yang cukup panjang dengan beban-beban yang relatif berat dengan pertimbangan stabilitas, keawetan dan juga perawatan yang cukup ringan sehingga diperoleh persentase nilai ekonomis, menguntungkan, efektif dan efisien. Tetapi pemakaian struktur beton Prategang tidaklah selamanya selalu menguntungkan terutama untuk bentang-bentang yang pendek dengan kehilangan Prategang yang cukup besar karena adanya pengaruh penggelinciran di angker.
3. Dalam suatu perancangan teknis sebaiknya dibantu dengan suatu program tertentu yang dapat mendukung kecepatan dan akurasi hasil perhitungan agar diperoleh hasil yang benar-benar akurat, mudah dikoreksi bila terdapat data awal yang salah (kurang tepat), mudah direview ulang untuk mendapatkan suatu dimensi yang sesuai rencana dan kebutuhan.
4. Beton prategang sudah banyak digunakan pada struktur jembatan dan gedung-gedung dengan bentang cukup lebar, panjang dengan beban-beban yang kompleks di atasnya, sehingga perlu dipelajari secara lebih efektif dalam dunia



akademisi agar menarik minat bagi para generasi selanjutnya untuk dapat mengembangkan beton prategang secara lebih luas dan terdapat teknisi-teknisi dalam bidang beton Prategang yang handal dan diakui dalam dunia teknologi.

5. Skripsi yang telah disajikan secara sederhana ini semoga dapat dikembangkan lebih lanjut oleh generasi selanjutnya, dilengkapi kekurangannya dan lebih disempurnakan lagi agar dapat diperoleh suatu hasil karya ilmiah yang berkualitas dan membawa manfaat yang lebih besar dalam dunia konstruksi khususnya dan dalam dunia kehidupan luas pada umumnya.

## DAFTAR PUSTAKA

- Antono Achmad, 1983, Beton Tulangan, Andi Offset, Yogyakarta, (59 – 89).
- Badan Standardisasi Nasional, 2016, Pembebanan untuk Jembatan, SNI (Standar Nasional Indonesia) SNI-1725 : 2016, Jakarta 2016, (5 – 13).
- Direktorat Jenderal Bina Marga, 1970, Peraturan Muatan untuk Jembatan Jalan Raya, Loading Specification for Highway Bridges, No. 12/1970, Departemen Pekerjaan Umum dan Tenaga Listrik, Jakarta, (1 – 11).
- Hady dkk. (2017), Tinjauan Ulang Two Cell Box Girder Beton Prategang pada Perencanaan Pembangunan Flyover di kota Banda Aceh.
- Hardwiyono dkk. (2013), Perancangan Ulang Struktur Atas Jembatan Gajah Wong Yogyakarta dengan menggunakan Box Girder.
- Kementerian PUPR, 2002, Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung, SNI (Standar Nasional Indonesia) SNI 03 – 2847-2002, Bandung, Desember 2002, (51 – 109, 165 – 195).
- Meidiansyah dkk. (2016), Penelitian Analisis Box Girder Fly-over Rawabuaya Sisi Barat terhadap gempa. Pembebanan flyover Rawabuaya mengacu pada RSI T-02-2005.
- Nurrianto dkk. (2013), Perhitungan Perancangan Jalan Layang akses Terminal A Mangkang Semarang.
- Prasetya dkk. (2016), Penelitian Perhitungan Jembatan Layang (Flyover) dengan Tipe Box Girder Beton Prategang (Prestressed Concrete) pada pertemuan jalan Mayor Aliyang dan jalan Soekarno-Hatta Kabupaten Kubu Raya.
- Putra dkk. (2017), Penelitian Studi Perbandingan Penggunaan PCU Girder dan PCI Girder pada Struktur Atas Jembatan Jurang Gempal, Wonogiri.

- Raju Krishna N, 1986, Beton Pratekan Prestressed Concrete, Erlangga, Jakarta, (1–32, 76–122, 137–138, 148–154, 224–263, 267–291, 295–322).
- Santoso dkk. (2015), Perencanaan Jembatan Suru yang menghubungkan daerah Kesesi dan daerah Bantar Bolang dengan panjang bentang 144 m.
- Setyawan dan Sulisty, (2012) Analisis Nonlinier Tegangan dan Deformasi Struktur Jembatan Beton Prategang pada tahap konstruksi dengan Metode Balanced Cantilever dengan menggunakan program SAP2000.
- Suangga dkk. (2014), Penelitian Penilaian Kondisi Jembatan PCI-Girder dari hasil Reduksi Gaya Prategang.
- Syaifullah dkk. (2016), Studi Parametrik Pengaruh Kuat Tekan Beton dan Gaya Prategang Awal terhadap Dimensi Penampang T Balok Beton Prategang, Studi Kasus Hotel Alila, Surakarta.
- Trianida (2017), Penelitian Perhitungan Struktur Jembatan Prategang pada Jalan Muallaf menuju km.12 Jalan Poros Kota Bangun.
- Wakid dkk. (2014), Penelitian Perkuatan Struktur Atas Jembatan Komposit dengan Metode Prategang Eksternal Jembataan Gandong, Kabupaten Magetan.
- Wang Chu Kia ; Salmon Carles G. 1979, Reinforced Concrete Design, Third Edition, Harper and Row Publiser, (834, 882, 893).
- Wicaksono dkk. (2016), Penelitian Perencanaan Struktur Jembatan Slab on Pile Sungai Brantas dengan menggunakan Metode Pracetak pada Proyek Tol Solo – Kertosono.
- Yayasan Dana Normalisasi Indonesia, 1970, Peraturan Muatan Indonesia, (NI – 18) 1970, Jakarta (10 – 16).