**ISSN: 2622-5549**
**DOI: https://doi.org/10.21009/jmenara.v22i1.69343**

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

# DESIGN ANALYSIS OF PRECAST POST-TENSIONED CONCRETE GIRDERS (CASE STUDY: TEGAL GENDU BRIDGE REPLACEMENT PROJECT, KOTA GEDE YOGYAKARTA)

**Much Suranto[1], Hari Dwi Wahyudi[2] dan Suwanto[3]**
[1,2,3]Teknik Sipil Universitas Widya Dharma Klaten, Indonesia
Jl. Ki Hajar Dewantara, Macanan, Karanganom, Kecamatan Klaten Utara, Kabupaten Klaten, Jawa Tengah 57438
Email: suranto.unwidha@gmail.com
Received: 02 Juni 2026 Revised: 06 September 2026 Accepted: 30 September 2026 Published: 01 Oktober 2026

## ABSTRAK

*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 tulangannya. 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 rangkak (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.*

**Kata kunci:** *Beton, Beton Bertulang, Beton Prategang*

## *ABSTRACT*

*Prestressed concrete is essentially concrete in which the stresses generated within it are large, with an appropriate stress distribution, such that the stresses resulting from external loads can be resisted to a desired level. In reinforced concrete bars, prestressing is provided by tensioning the reinforcing steel. After extensive and painstaking research into the properties of concrete and steel, Freyssinet finally demonstrated the advantages of using high-strength steel and concrete in 1928 to explain the various prestressing losses caused by creep and shrinkage. The development of vibration techniques for the production of high-strength concrete and the invention of the double-acting jack for tensioning high-strength steel cables are considered crucial contributions by Freyssinet between 1928 and 1933. The use of prestressed concrete spread rapidly from 1935 onward, resulting in the construction of numerous relatively long-span bridges in Europe and the United States between 1945 and 1950. In the following years, prestressed concrete became widely used and spread throughout the world.*

***Keywords:*** *Concrete, Prestressed Concrete, Reinforced Concrete*

## PENDAHULUAN

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 (Jepriani dkk., 2020).

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 (Pardede dan Mardiaman, 2023; Salsabilla dkk., 2024). 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 miningkatkan kemampuan material untuk menyerap energi di bawah beban-beban tumbukan (Antono, 1986; Meidiansyah dkk., 2016).

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 (Hadi dkk., 2026). 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 (Frapanti dan Zulkarnain, 2021).

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 (Hady dkk., 2018).

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 (Hadi dkk., 2026).

## METODE

Metode penelitian yang digunakan dalam pemecahan permasalahan termasuk metode analisis. Data-data yang dibutuhkan pada saat penegangan kabel baja (*stressing*) berupa Tabel Penegangan *Strand* (*Stressing*) yang didasarkan pada ketentuan 100% *Strand* Bina Marga sebesar 1050 kN dikonversikan pada *Gauge* (*Manometer Stressing*) = 67,92 MPa untuk satu tendon (Syaifullah dkk., 2016). Data eksentrisitas kabel baja untuk gelagar beton prategang dengan bentang 22.000,00 mm dan data teknis lainnya (sifat-sifat Tendon VSL) yang

diperoleh dari *workshop* produksi perusahaan komponen jembatan beton pracetak Buntu Cilacap. Data-data perancangan dengan metode kuat batas dari Krishna Raju, Beton Pratekan (*Prestressed Concrete*) dalam bentuk tabel antara lain:

1. Tegangan maksimum yang diperkenankan di dalam beton, halaman 11 dan 12;
2. Faktor keamanan parsial untuk beban-beban, halaman 228; Faktor keamanan parsial untuk bahan-bahan, halaman 229;
3. Koefisien untuk rumus lebar retakan (Komite Beton Eropa), halaman 232 dan 233;
4. Tegangan-tegangan tarik lenturan hipotesis untuk batang-batang kelas 3 (Peraturan Inggris dan India), halaman 233;
5. Kondisi pada keadaan batas ultimit untuk balok persegi panjang dengan tendon *pre-tension* maupun *post-tension* yang mempunyai lekatan efektif dan tanpa daya lekatan (Peraturan Inggris CP-110), halaman 137 dan 138;
6. Tegangan-tegangan tarik lenturan yang diperkenankan di dalam beton cor langsung di tempat pada bidang pertemuan dengan unsur pra-tekan (Peraturan Inggris CP-110), halaman 309;
7. Tegangan-tegangan geser yang diperkenankan untuk sambungan geser di dalam balok komposit (Peraturan Inggris CP-110), halaman 312;
8. Kehilangan prategang karena relaksasi baja, halaman 85 dan 86;
9. Kehilangan total yang diperhitungkan untuk desain, halaman 92;
10. Defleksi yang diperkenankan maksimum, halaman 120;
11. Defleksi yang diperkenankan maksimum pada tahap batas penggunaan (CP-110 : 1972 dan Konsep IS : 1343), halaman 230.

Penelitian yang dilakukan dituangkan dalam suatu bagan alir tahapan penelitian. Langkah-langkah perancangan beton prategang dengan metode kuat batas dituangkan dalam suatu bagan alir penyelesaian suatu hitungan matematis dan tatacara urutan kerja dalam suatu program perancangan atau perencanaan.

Bagian metode berisi jenis metode yang digunakan, populasi dan sampel serta teknik pemilihan sampel penelitian, jenis dan teknik dalam pengumpulan data, serta teknik dalam pengolahan dan analisis data.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

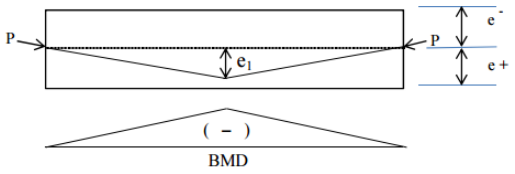
### 1. Pembahasan Bagan Alir Perancangan (*Flowchart*)

Dalam perancangan balok beton prategang, diperlukan data-data awal yang akan dipakai sebagai dasar dalam pendimensiannya. Data-data yang diperlukan antara lain; mutu bahan, panjang bentang, beban mati dan beban hidup, jenis perletakan, bentuk penampang, jenis prategang, efisiensi prategang, kehilangan prategang dan titik-titik yang akan ditinjau.

Mutu Beton (*Eps*), mutu baja (*fpy*), beban mati (*Qmati*), beban hidup (*Qhidup*), bentang balok (L) dan efisiensi prategang ($\eta$), data-data kehilangan tegangan untuk umur beton pada saat pemindahan (t), wobble koefisien (K), koefisien friksi kelengkungan ($\mu$) dan slip diangker ($\delta$). Data-data tersebut di atas merupakan data-data awal yang akan ditunjukkan pada *flowchart* Gambar 5.

Bentuk penampang balok yang dipakai akan sangat menentukan cara pendimensian awal dari batang-batang beton prategang. Untuk penampang balok non-persegi empat dapat dilakukan perkiraan berat sendiri balok yang dihitung dengan ketentuan dan rumus yang ditetapkan. Nilai K (konstanta angka), ditentukan oleh panjang bentang dimana bentuk batang pendek ($L \leq 10$ m) nilai K = 7,5 sedangkan untuk panjang ($L \geq 10$ m) nilai K = 5,0. Dimensi yang diperoleh merupakan dimensi usulan, sehingga

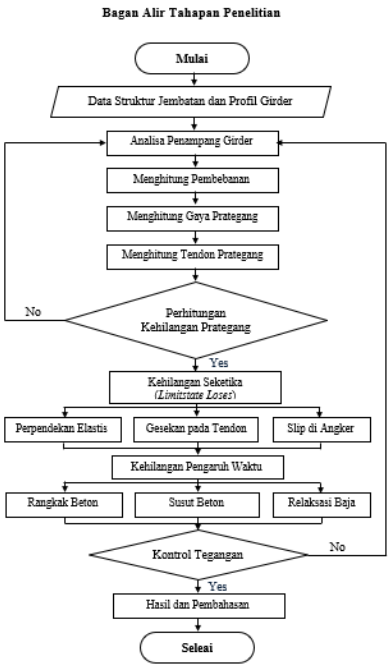
dimensi yang diperoleh merupakan dimensi usulan, sehingga dimensi yang dipakai ditentuukan dengan menunjuk dimensi usulan (Trianida, 2017). Tendon miring tanpa eksentrisitas di perletakan diilustrasikan pada Gambar 1 di bawah ini.




Gambar 1. Tendon Miring tanpa Eksentrisitas di Perletakan.

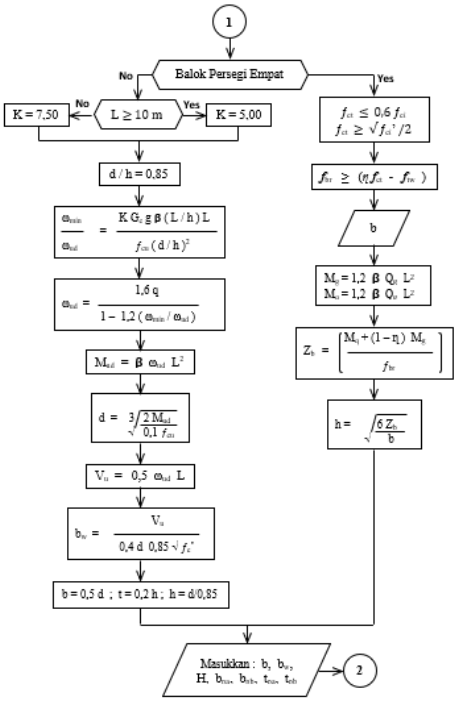
Untuk balok persegi empat, kekuatan bahan ($f$ct, $f$tw & ($f$br) dihitung terlebih dahulu, demikian pula momen akibat berat sendiri (Mg) dan momen akibat beban mati dan beban hidup (Mq). Tinggi balok (Zb) dihitung dengan memperkirakan lebar balok terlebih dahulu. Langkah-langkah tersebut di atas akan ditunjukkan dalam *flowchart* Gambar 3. Untuk langkah berikutnya, setelah diperoleh dimensi batang dari penampang balok, dihitung momen-momen pada titik-titik yang ditinjau.

Kebutuhan tulangan non-prategang diperkirakan atas dasar luas penampang beton, sedangkan untuk tulangan prategang dihitung berdasarkan gaya prategang yang dibutuhkan. Bila diinginkan perhitungan dengan prategang penuh maka nilai As tidak perlu dicantumkan, dan jika As tetap diisi maka perhitungan langsung dengan menggunakan prategang parsial dimana tulangan non-prategang diperhitungkan untuk menghitung momen batas struktur. Bila batasan indeks tulangan terlampaui, maka digunakan momen batas bagian tekan atau jika tidak maka momen batas dihitung berdasarkan bagian tarik dari tulangan. Berdasarkan atas usulan kebutuhan tulangan ini ditetapkan tulangan non-prategang dan tulangan prategang yang dipakai dan momen-momen yang terjadi yang ditunjukkan dalam *flowchart* pada Gambar 2.



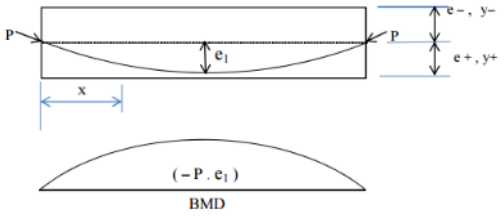

Gambar 2. Bagan Alir Tahapan Penelitian

Daerah yang membatasi gaya prategang merupakan daerah batas eksentrisitas tendon yang berpengaruh langsung terhadap besarnya gaya prategang yang harus diberikan. Daerah yang membatasi gaya prategang ini tidak boleh dilampaui, maka tegangan yang terjadi pada bagian tekan atau tarik akan berakibat kelebihan tegangan sehingga dapat menyebabkan terjadinya kegagalan pada elemen struktur tersebut (Wicaksono dkk., 2016). Daerah yang membatasi gaya prategang ditunjukkan dalam *flowchart* pada Gambar 3.




Gambar 3. Penentuan Dimensi Balok

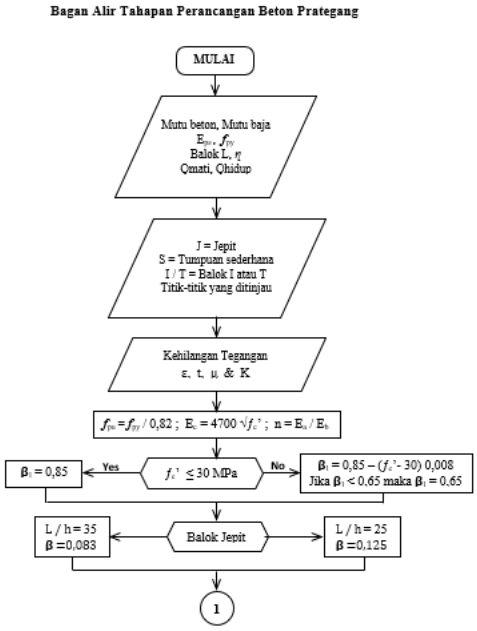
Tendon melengkung tanpa eksentrisitas di perletakan dapat dilihat pada ilustrasi yang ditunjukkan Gambar 4 di bawah ini sebagai berikut.




Gambar 4. Tendon Melengkung tanpa Eksentrisitas di Perletakan.

Kuat lentur dari beton prategang parsial dapat dihitung dengan rumus kuat lentur secara praktis (SNI-03-2847-2002 Pasal 20.7). Sedangkan momen batas dapat dihitung secara sederhana dengan metode rancang batas (*Strength Design Method*). Kuat lentur beton prategang dapat dihitung dengan terlebih dahulu dihitung rasio tulangan dan indeks tulangan prategang dan non-prategangnya. Untuk tendon lekatan penuh, nilai kuat rancang batas tulangan prategang ($f$ps) dihitung seperti pada *flowchart* Gambar 7. Sedangkan untuk tendon tanpa lekatan digunakan persamaan tersendiri. Nilai $f$ps ini digunakan untuk menghitung momen batas beton prategang parsial. Bila besarnya gaya prategang yang bekerja (P) ingin dimasukkan, maka nilai $f$ps = P. Tetapi bila indeks tulangan melebihi dari 0,36 **β**1 maka momen batasnya

menggunakan momen kopel bagian tekan. Untuk selanjutnya momen batas yang diperoleh harus dikalikan dengan koefisien reduksi momen dengan 0,80. Untuk dapat menghitung besarnya momen batas beton prategang parsial ditunjukkan pada *flowchart* pada Gambar 5.



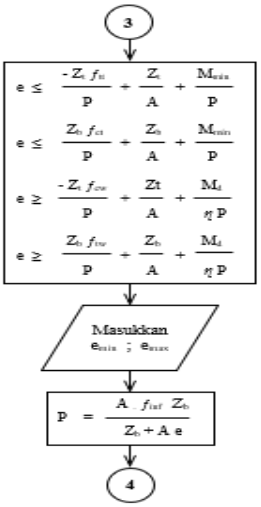

Gambar 5. Data Awal dan Perhitungan Kuat Tekan Beton

Data eksentrisitas yang terjadi akibat kelengkungan kabel prategang di tumpuan dan di tengah bentang dapat dilihat pada Tabel 1 di bawah ini sebagai berikut.

Tabel 1. Eksentrisitas yang Terjadi Akibat Kelengkungan Kabel Prategang

| Kabel | Eksentrisitas (e) | | (mm) |
|---|---|---|---|
| | Di tumpuan (mm) | Di tengah bentang (mm) | |
| 3 | 348,36442 | 390,63558 | 739 |
| 2 | 30,63558 | 475,63558 | 445 |
| 1 | 406,63558 | 475,63558 | 69 |

Dengan adanya kelengkungan kabel, maka seolah-olah terdapat beban merata di sepanjang kabel yang merupakan besarnya beban merata komponen vertikal dari gaya prategang. Gaya-gaya vertikal tersebut merupakan besarnya beban merata yang mampu ditahan oleh kabel. Momen yang mampu ditahan akibat kelengkungan kabel ditunjukkan pada *flowchart* pada Gambar 6.

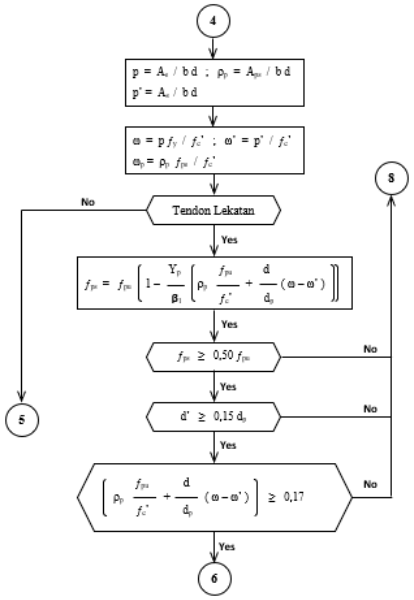



Gambar 6. Daerah yang Membatasi Gaya Prategang dan Besarnya Gaya Prategang jika Eksentrisitas diketahui

Untuk mengetahui besarnya kehilangan tegangan, maka sebagai langkah awal dihitung besarnya kehilangan prategang akibat kelengkungan kabel. Sisa kehilangan dari gaya prategang ini adalah Ps-1, sedangkan Ps-2 merupakan gaya prategang setelah terjadi kehilangan tegangan akibat slip di angker. Besarnya gaya prategang setelah kedua kehilangan tersebut, yaitu akibat kelengkungan kabel dan slip di angker, dihitung berdasarkan tegangan yang tersisa pada kabel.

Pertambahan panjang kabel yang terjadi dihitung setelah kehilangan prategang akibat penggelinciran (slip) di angker. Untuk langkah berikutnya dihitung gaya prategang setelah mengalami kehilangan akibat susut dalam beton (Ps-3). Tegangan rata-rata beton pada ketinggian tendon prategang ($f$c) dihitung untuk mencari kehilangan prategang akibat rangkak dalam beton (Ps-4). Selanjutnya dihitung gaya prategang setelah mengalami kehilangan tegangan akibat perpendekan elastis beton (Ps-5). Langkah berikutnya adalah dihitung besarnya xf yang merupakan perbandingan antara tegangan tendon pada kuat nominal ($f$ps) dengan kuat tarik tendon ($f$pu). Dari nilai xf yang terjadi maka dapat ditentukan angka reduksi untuk menghasilkan besarnya gaya prategang setelah mengalami relaksasi pada tendon (Ps-6). Total kehilangan prategang diperoleh dengan menjumlahkan seluruh kehilangan yang terjadi, baik kehilangan seketika maupun kehilangan akibat pengaruh waktu (Putra dkk., 2018).

Untuk menghitung kuat geser beton pada balok dengan perletakan sederhana yang menahan beben merata, gaya geser maksimal yang terjadi adalah pada perletakan di tumpuan. Tetapi jika terjadi kondisi yang lain, maka gaya geser dapat dihitung sesuai dengan tipe pembebanannya. Kuat geser beton untuk retak geser badan dan retak geser lenturan dimana $f$se $\leq 40\ \%$ $f$pu ; sedangkan untuk $f$se $> 40\ \%$ $f$pu ditunjukkan pada *flowchart* Gambar 7.




Gambar 7. Kontrol Indeks Tulangan dan Kuat Lentur dalam tendon untuk Tendon Lekatan Penuh.

Langkah terakhir adalah mengontrol jumlah tulangan non-prategang yang dibutuhkan dengan cara menghitung momen keretakan. Bila tidak memenuhi syarat, maka luas tulangan harus diubah dan perhitungan diulang kembali dari tahap penentuan luas tulangan. Kontrol terhadap momen retak dilakukan dengan persamaan momen retak. Data kehilangan tegangan akibat gesekan ditunjukkan pada Tabel 2 sebagai berikut.

Tabel 2. Kehilangan Tegangan akibat Gesekan.

| Kabel | Kehilangan Tegangan (MPa) | Presentase (%) |
|---|---|---|
| 3 | 62.403979 | 4.106182 |
| 2 | 58.545529 | 3.52296 |
| 1 | 51.295938 | 3.375273 |
| Prosentase Kehilangan Tegangan Rata-Rata | | 3.777917 |

## 2. Pembahasan Analisa Gelagar Beton Prategang Sistem Pracetak Buntu

Dalam struktur beton prategang, terdapat beberapa hal yang perlu mendapatkan perhatian secara khusus mengingat adanya berbagai kondisi dari beton itu sendiri, baja tulangan non-prategang dan kabel baja prategang yang disyaratkan (Giaccu dkk., 2021).

Pada kondisi-kondisi tegangan batas tarik maupun tekan dari beton prategang dibedakan secara lebih jelas pada kondisi awal (saat pemindahan) dan pada kondisi akhir (saat beban layan, beban kerja), terutama pada beton penarikan purna tegangan (*pre-tensioning*). Hal ini dapat disebabkan karena gaya prategang diberikan sebelum beton mencapai kekuatan tertinggi (setelah 28 hari) atau oleh kondisi dari pembebanan yang berariasi, adanya beton cor langsung di lokasi, serta adanya keadaan sebelum dan sesudah komposit.

Untuk penentuan dimensi awal dari suatu penampang beton prategang mempunyai suatu keluwesan tersendiri, karena momen batas struktur prategang dapat ditingkatkan pada batas-batas tertentu dengan memperbesar gaya prategang yang diberikan atau memperbesar eksentrisitasnya. Tetapi dalam perhitungan

usulan dimensi masih memakai prinsip dicoba (*trial and error*) meskipun dengan menggunakan rumus-rumus pendekatan (Meidiansyah dkk., 2016). Tabel 3 menunjukkan data eksentrisitas yang terjadi.

Tabel 3. Eksentrisitas yang Terjadi

| Kabel | Eksentrisitas | |
|---|---|---|
| | Di tumpuan (mm) | Di tengah bentang (mm) |
| 3 | 348.36442 | 390.63558 |
| 2 | 30.63558 | 475.63558 |
| 1 | 406.63558 | 475.63558 |

Pengelompokan kelas dari struktur beton prategang dibedakan atas dasar kapasitas momen batas strukturalnya. Semakin tinggi kelas strukturnya maka semakin memberikan kemungkinan timbulnya kapasitas momen batas yang lebih besar. Struktur kelas 1 (satu) untuk prategang penuh (murni), kelas 2 (dua) untuk prategang sebagian (sedang), sedangkan kelas 3 (tiga) untuk prategang parsial. Tetapi pada umumnya lebih disukai struktur kelas 1 (satu) yang oleh adanya gaya prategang, maka luasan beton dapat dimanfaatkan secara optimal dengan menghindari terjadinya tegangan tarik beton yang melebihi kekuatan yang disyaratkan. Struktur kelas 1 (satu) memiliki keamanan yang lebih baik dan beton tidak terjadi retak-retak pada kondisi beban layan. Tulangan tarik non-prategang hanya difungsikan sebagai tulangan susut biasa.

Pemilihan profil memanjang tendon dapat disesuaikan dengan kondisi pembebanannya (*load balancing*) pada kondisi beban kerja, dengan eksentrisitas yang sesuai (Abdullah dkk., 2024).

Gaya geser yang terjadi disebabkan oleh adanya pembebanan yang bervariasi, apabila yang bekerja hanya beban merata saja, maka gaya geser yang terjadi akan sangat kecil dan dalam berbagai kondisi bahkan dapat diabaikan. Kuat geser beton akan bertambah dengan adanya gaya prategang, gaya tekan aksial yang menahan tarik dan adanya gaya vertikal akibat kelengkungan kabel. Semakin besar gaya prategang yang diberikan, maka akan semakin besar pula pengaruh yang diberikan pada kuat geser beton, sehingga kebutuhan tulangan geser lebih sedikit dengan sengkang yang tidak terlalu rapat.

Kehilangan prategang merupakan pengurangan dari gaya prategang efektif secara berangsur-angsur dari tahap pemindahan karena berbagai sebab yang merupakan perkiraan yang cukup baik terhadap besarnya kehilangan gaya prategang dalam segi desain. Pada batang-batang balok pre-tensioning susut beton lebih besar dibandingkan dengan batang-batang *post-tensioning* karena pengaruh kelembabannya, tetapi penggelinciran di angker lebih kecil, sedangkan untuk batang-batang post-tensioning penggelinciran di angker nilainya cukup besar karena adanya pengaruh kemampatan (*draw in*) dari angker.

Defleksi merupakan salah satu kriteria penting untuk keamanan struktur. Dalam suatu perancangan struktur, defleksi merupakan hal yang dapat merugikan kekuatan atau kemampuan fungsi struktur pada beban-beban kerja yang berupa defleksi ke atas (*camber*) oleh adanya gaya prategang awal, dan defleksi ke bawah (lendutan) akibat berbagai pembebanan yang harus dibatasi sesuai dengan ketentuan yang disyaratkan. Tegangan – tegangan yang terjadi akibat rangkak beton dapat dilihat pada Tabel 4 sebagai berikut.

Tabel 4. Tegangan-tegangan yang terjadi akibat *Creep* (Rangkak Beton)

| Letak | Tegangan yang Terjadi (MPa) |
|---|---|
| Di setiap tempat | 14.035358 |
| Di setiap tempat | 8.379679 |
| Di setiap tempat | 18.568350 |

## SIMPULAN

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

Perancangan gelagar beton prategang disajikan dalam bentuk bagan alir (*flow chart*) dengan metode kuat batas berikut rumus-rumus dan syarat-syarat ketentuannya. 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 manahan 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.

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. Semakin panjang bentang dari struktur maka kehilangan Prategang akan semakin kecil. Hal ini disebabkan karena dengan kabel yang panjang maka pengaruh selip di angker akan semakin berkurang (lebih kecil). Struktur beton Prategang mampu menahan gaya geser yang cukup besar dengan adanya gaya Prategang yang ditimbulkan oleh tendon. Pada perhitungan struktur komposite memang lebih rumit karena adanya jenis dan tipe pembebanan yang cukup komplek dalam kondisi yang bervariasi sehingga menimbulkan momen-momen yang lebih besar yang dapat menyebabkan kehilangan prategang dan lendutan (defleksi) yang juga cukup besar. Pada analisa dan perhitungan gelagar beton prategang sistem pracetak buntu yang menggunakan I Girder dibutuhkan data teknis sebagai berikut :

1. Pembebanan untuk jembatan (SNI 1725:2016).
2. Mutu bahan-bahan yang digunakan.
3. Dimensi gelagar beton pracetak buntu dan dimensi jembatan.
4. Momen Inersia dan garis netral penampang gelagar dan penampang komposit.
5. Perhitungan gaya lintang dan momen yang terjadi.

Berdasarkan analisa terhadap gelagar beton prategang sistem pracetak buntu dapat disimpukan bahwa gelagar yang digunakan dinyatakan aman dan secara teknis dapat dipertanggungjawabkan.

## DAFTAR PUSTAKA

Abdullah, A., Ratnaningsih, N., dan Hermanto, R. (2024). Analisis Literasi Numerasi Peserta Didik Dalam Mengerjakan Soal Asesmen Kompetensi Minimum Ditinjau Dari Gaya Belajar David Kolb. *Jurnal Kongruen*, *3*(1), 24-32.

Antono, A. (1986). *Beton Tulangan*. Yogyakarta: Andi Offset.

Frapanti, S. dan Zulkarnain, F. (2021). *Dasar-Dasar Desain dan Analisa Beton Prategang*. Medan: UMSU Press.

Giaccu, G. F., Solinas, D., Briseghella, B., dan Fenu, L. (2021). Time-dependent Analysis of Precast Segmental Bridges. *International Journal of Concrete Structures and Materials*, *15*(13), 1-21.

Hadi, S., Ridwan, M. A., Maharani, S. A., Nugroho, A. G., dan Nainggolan, M. C. (2026). Analisis Lokasi Rawan Kecelakaan di Ruas Jalan Kaligawe Kota Semarang. *Menara: Jurnal Teknik Sipil*, *21*(2), 297–304.

Hady, M., Saidi, T., dan Muttaqin. (2018). Tinjauan Ulang Two-Cell Box Girder Beton Prategang Terhadap Kapasitas Dukung Beban Lalu Lintas pada Perencanaan Pembangunan Fly Over Simpang Surabaya Kota Banda Aceh. *Jurnal Teknik Sipil Universitas Syiah Kuala*, 6(3), 223–232.

Jepriani, S., Widosari, G., dan Fitriyani, W. (2020). Analisa Perbandingan Kehilangan Prategang Girder PCI dan PCU pada Jembatan Mahakam IV Sisi Samarinda Kota. *Jurnal INERSIA*, *12*(1), 1–7.

Meidiansyah, A. F., Purwanto, M. Y. J., dan Fauzan, M. (2016). Analisis Struktur Box Girder Jembatan Fly Over Rawa Buaya Sisi Barat Terhadap Gempa. *Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan*, *1*(1), 42–56.

Pardede, J. dan Mardiaman. (2023). Analisis Pemakaian Beton Precast, Ready Mix dan Beton Olah pada Proyek Pembangunan Jalan Tol. *Menara: Jurnal Teknik Sipil*, *18*(1), 1–10.

Putra, B. P., Muntafi, Y., dan Suharyatmo, S. (2018). Studi Perbandingan Penggunaan PCU Girder dan PCI Girder pada Struktur Atas Jembatan Jurang Gempal, Wonogiri. *Teknisia*, *22*(1), 334–347.

Salsabilla, N. S., Hermawan, O. H., dan Utami, M. Y. (2024). Analisis Nilai Kuat Tekan Beton Akibat Subtitusi Metakaolin dengan Variasi Metode Perlakuan Perawatan Beton. *Menara: Jurnal Teknik Sipil*, *20*(1), 48–56.

Syaifullah, A. A., Kristiawan, S. A., dan Purwanto, E. (2016). Studi Parametrik Pengaruh Kuat Tekan Beton dan Gaya Prategang Awal terhadap Dimensi Penampang T Balok Beton Prategang (Studi Kasus Hotel Alila, Surakarta). *Matriks Teknik Sipil*, *4*(4), 1146-1151.

Trianida, A. (2017). Perhitungan Struktur Jembatan Prategang pada Jalan Muallaf Menuju KM 12 Jalan Poros Kota Bangun. *Kurva Mahasiswa*, *2*(2), 147–158.

Wicaksono, K. A., Saadati, K., Purwanto, dan Sukamta. (2016). Perencanaan Struktur Jembatan Slab on Pile Sungai Brantas dengan Menggunakan Metode Pracetak pada Proyek Tol Solo – Kertosono Sta. 176+050 – Sta. 176+375. *Jurnal Karya Teknik Sipil*, *5*(2), 275-282.