# PERHITUNGAN STRUKTUR JEMBATAN PRATEGANG PADA JALAN MUALLAF MENUJU KM.12 JALAN POROS KOTA BANGUN

**Intisari**

***Astuti Trianida****, Perhitungan Struktur Jembatan Prategang Pada Jalan Muallaf Menuju Km. 12 Jalan Poros Kota Bangun, dibawah bimbingan Purwanto ST., MT dan Hence Michael Wuaten ST., M.Eng.*

*Jembatan beton prategang merupakan salah satu jenis jembatan dengan material konstruksi beton prategang atau beton yang berisi kabel baja dengan tujuan untuk memberikan tegangan awal berupa tegangan tarik terhadap beton akibat sifat beton yang tidak mampu menahan gaya tarik. Dalam hal ini, beton prategang sebagai solusi untuk mengatasi besarnya tegangan tarik yang timbul pada struktur beton khususnya pada struktur dengan bentang yang besar.*

*Mengingat semakin bertambahnya penduduk berarti juga semakin menambah beban yang harus diterima kontruksi jembatan. Dalam hal ini jembatan prategang dianggap sesuai untuk menunjang saranan dan prasarana transportasi di Kecamatan Tenggarong. Dalam skripsi ini dilakukan perhitungan struktur jembatan dengan tipe jembatan prategang. Sedangkan perhitungan meliputi struktur atas jembatan dan struktur bawah jembatan.*

*dari penelitian tentang Perhitungan Struktur Jembatan Prategang Pada Jalan Muallaf Menuju Km.12 Jalan Poros Kota Bangun yaitu jembatan ini direncanakan dengan bentang 30 m dan lebar 20 m, slab lantai kendaraan dengan ketebalan 30 cm, trotoar direncanakan dengan ketebalan 30 cm dan lebar 200 cm, jarak antara tiang railling 2 m, balok prategang “I” girder 10 buah sedangkan untuk baja prategang menggunakan jenis strands Uncoated 7 wire super strands ASTM A-416 grade 270 yang menggunakan 3 tendon dengan 19 strand pertendon dan jenis pondasi yang digunakan adalah pondasi tiang pancang dengan kedalaman 36 m.*

*Kata kunci : Beton prategang, struktur atas jembatan, struktur bawah jembatan.*

# PENDAHULUAN

**Latar Belakang Masalah**

Tenggarong merupakan sebuah Kota Kecamatan sekaligus ibu kota Kabupaten Kartanegara yang terletak antara 116°47' - 117°04' BT dan 0°21' - 0°34' LS. Kecamatan Tenggarong mempunyai luas sekitar 398,10 km2 dengan jumlah penduduk mencapai 72.458 (BPS 2007).

Tenggarong termasuk dalam wilayah yang ramai penduduk. Sarana transportasi khususnya jalan dan jembatan memegang peran vital dalam kegiatan ekonomi warga dan kegiatan sehari-hari lainnya. Untuk itu pembangunan maupun perbaikan sarana dan prasarana transpotasi yang ada sangat perlu dilakukan. Dalam hal ini akan dibahas berkaitan dengan Kecamatan Tenggarong, dimana merupakan salah satu kecamatan dengan tingkat aktivitas penggunaan jalan dan jembatan yang terbilang ramai.

Mengingat semakin bertambahnya penduduk berarti juga semakin menambah beban yang harus diterima oleh konstruksi jembatan. Dalam hal ini jembatan prategang dianggap sesuai untuk menunjang saran dan prasarana transportasi di Kecamatan Tenggarong. Jembatan prategang memiliki keuntungan teknis besar dibandingkan bentuk-bentuk konstruksi lainnya, seperti beton bertulang dan baja. Dalam hal ini batang-batang pratekan bebas dari tegangan-tegangan tarik pada beban-beban kerja, penampang melintangnya lebih efesien apabila dibandingkan dengan penampang beton bertulang yang retak pada beban- beban kerja. Dalam batas-batas tertentu, suatu beban mati permanen dapat dilawan dengan peningkatan eksentrisitas dari gaya pratekan, jadi berpengaruh dalam penghematan pemakaian material. Pemakaian beton dan baja berkekuatan tinggi menghasilkan batang- batang yang lebih ringan dan lebih langsing, memberikan sumbangan terhadap peningkatan keawetan struktur pada kondisi lengkung ageresip. Penghematan beton 15 sampai 30 persen dibandingkan dengan beton bertulang serta penghematan baja 60 sampai 80 persen.

# Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dari perhitungan struktur jembatan prategang adalah :

1. Bagaimana menghitung struktur atas jembatan prategang pada jalan muallaf menuju km.12 jalan poros Kota Bangun?
2. Bagaimana menghitung struktur bawah jembatan prategang pada jalan muallaf menuju km.12 jalan poros Kota Bangun?

# Maksud dan Tujuan Tugas Akhir

Maksud dari tugas akhir ini adalah untuk menghitung struktur jembatan dengan tipe jembatan beton prategang.

Adapun tujuan dalam tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Untuk menghitung struktur atas jembatan prategang pada jalan muallaf menuju km.12 jalan poros Kota Bangun.
2. Untuk menghitung struktur bawah jembatan prategang pada jalan muallaf menuju km.12 jalan poros Kota Bangun.

# Manfaat Tugas Akhir

Manfaat dari penyusunan tugas akhir ini yaitu dapat diperoleh pengalaman, pengentahuan dan wawasan dalam perhitungan struktur jembatan, sebagai bekal memasuki dunia kerja. Tugas akhir ini juga dapat membantu pembaca terkait dengan perhitungan jembatan prategang dan sebagai usaha untuk merealisasikan semua ilmu yang berkaitan dengan teori yang diperoleh selama kuliah di Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Samarinda.

# DASAR TEORI

**Pengertian Jembatan**

Jembatan adalah konstruksi yang gunanya untuk meneruskan jalan melalui suatu rintangan yang berada lebih rendah. Rintangan ini biasanya jalan lain berupa jalan air atau lalu lintas biasa (Struyk dan Van Der Veen 1984).

Jembatan beton prategang atau pratekan merupakan beton bertulang yang telah diberikan tegangan tekan dalam untuk mengurangi tegangan tarik potensial dalam beton akibat beban kerja (Manual Perencanaan Beton Pratekan Untuk Jembatan Dirjen Bina Marga, 2011). Jembatan beton prategang atau yang dikenal dengan PSC *Bridge* merupakan salah satu jenis jembatan dengan material konstruksi beton prategang atau beton yang berisi kabel baja dengan tujuan untuk memberikan tegangan awal berupa tegangan tarik terhadap beton akibat sifat beton yang tidak mampu menahan gaya tarik. Dalam hal ini, beton prategang sebagai solusi untuk mengatasi besarnya tegangan tarik yang timbul pada struktur beton khususnya pada struktur dengan bentang yang besar.

Material yang digunakan untuk sistem ini adalah material beton dan sistem kabel. Sistem kabel terdiri dari kabel (*wire, strand, bar)*, selongsong dan angkur (angkur hidup dan angkur mati).

Berdasarkan konsepnya, beton ini diberikan gaya prategang berbentuk tendon atau kabel baja. Pemberian gaya prategang pada beton terdiri dari dua (2) cara, yaitu:

- Pra-tarik (*Pretensioning*) adalah suatu sistem pemberian tegangan tekan pada elemen beton dengan menegangkan kabel prategang terlebih dahulu (biasanya menggunakan *hydrauluc-jack*) melalui struktur abutment untuk menahan kabel tersebut, setelah beton dicor dan cukup keras tegangan ditransfer perlahan-lahan.

- Pasca-tarik ( Post-tensioning) adalah suatu sistem pemberian tegangan tekan pada elemen beton dengan cara kabel baja ditegangkan pada saat beton telah cukup keras kemudian tegangan ditransfer pada elemen beton tersebut melalui sistem angkur.

# Bagian-Bagian Struktur Jembatan

1. Struktur Atas
   1. Plat lantai jembatan
   2. Plat injak
   3. Gelagar induk
   4. Gelagar melintang atau diafragma
   5. Perletakan atau andas
   6. Sandaran
2. Struktur Bawah
   1. Abutment
   2. Pondasi
3. Bangunan Pelengkap dan Pengaman Jembatan
   1. Saluran drainase
   2. Talud
   3. Patok penuntun
   4. Lampu penerangan
   5. Trotoar
4. Jalan Pendekat

# Material Beton Prategang

1. Beton
2. Tulangan Prategang **METODE PERHITUNGAN Lokasi**

Lokasi jembatan dan jalan Muallaf menuju km.12 jalan poros Kota Bangun, Kecamatan Tenggarong, Kabupaten Kutai Kartanegara, Provinsi Kalimatan Timur.

# Pengumpulan Data

1. Pengumpulan data primer
   1. Metode Observasi
   2. Metode Wawancara
2. Pengumpulan data sekunder
   1. Metode Literatur
   2. Data Tanah
   3. Data Pengkung

# Pemecahan Masalah

1. Pemilihan lokasi, trase dan bahan kontruksi yang tepat.
2. Perhitungan struktur jembatan
   1. Struktur atas jembatan

* Slab lantai jembatan
* Slab trotoar
* Tiang railing
* Plat injak
* Balok prategang
  1. Struktur bawah
* Abutment
* Pondasi
  1. Gambar Desain

# ANALISA DAN PEMBAHASAN

**Slab Lantai Jembatan**

**Tabel 1.1** Momen Slab

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| No | Jenis Beban | Faktor Beban | Daya Layan | Keadaan Ultimit | Mtumpuan (kNm) | Mlapangan (kNm) |
| 1 | Berat sendiri | KMS | 1,0 | 1,3 | 1,504 | 0,753 |
| 2 | Beban mati tambahan | KMA | 1,0 | 2,0 | 1,011 | 0,524 |
| 3 | Beban truck "T" | KTT | 1,0 | 2,0 | 192,91 | 173,76 |
| 4 | Beban angin | KEW | 1,0 | 1,2 | 0,299 | 0,269 |
| 5 | Pengaruh temperatur | KET | 1,0 | 1,2 | 0,001 | 0,006 |

**Tabel 1.2** kombinasi-1

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| No | Jenis Beban | Faktor Beban | Mtumpuan (kNm) | Mlapangan (kNm) | Mu  tumpuan  (kNm) | Mu  lapangan  (kNm) |
| 1 | Berat sendiri | 1,3 | 1,504 | 0,753 | 1,955 | 0,9785 |
| 2 | Beban mati tambahan | 2,0 | 1,011 | 0,524 | 2,022 | 1,0488 |
| 3 | Beban truck "T" | 1,0 | 192,91 | 173,76 | 192,91 | 173,76 |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 4 | Beban angin | 1,2 | 0,299 | 0,269 | 0,359 | 0,3234 |
| 5 | Pengaruh temperatur | 1,2 | 0,001 | 0,006 | 0,001 | 0,0072 |
| Total momen ultimit slab, Mu = | | | | | 197,24 | 176,12 |

**Balok Prategang**

**Tabel 1.3** Momen pada balok prategang

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Jarak | Momen Pada Balok Prategang Akibat Beban | | | | | | | KOMB. I | KOMB. II | KOMB. III | KOMB. IV |
| x | Berat | Berat Sen | Mati Tamb | Lajur "D" | Rem | Angin | Gempa | MS+MA+ | MS+MA+ | MS+MA+ | MS+MA+ |
| Balok | MS | MA | TD | TB | EW | EQ | TD+TB | TD+EW | TD+TB+EW | EQ |
| (m) | (kNm) | (kNm) | (kNm) | (kNm) | (kNm) | (kNm) | (kNm) | (kNm) | (kNm) | (kNm) | (kNm) |
| 0 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 1 | 244,9 | 444,83 | 74,11 | 313,1 | 5,454 | 14,62 | 49,58 | 837,51 | 846,67 | 852,13 | 568,52 |
| 2 | 472,9 | 858,97 | 143,11 | 609,1 | 10,91 | 28,22 | 95,75 | 1622,13 | 1639,45 | 1650,35 | 1097,83 |
| 3 | 684 | 1242,44 | 207,00 | 888,1 | 16,36 | 40,82 | 138,5 | 2353,86 | 2378,32 | 2394,69 | 1587,93 |
| 4 | 878,2 | 1595,24 | 265,77 | 1150 | 21,82 | 52,42 | 177,8 | 3032,71 | 3063,31 | 3085,12 | 2038,83 |
| 5 | 1056 | 1917,35 | 319,44 | 1395 | 27,27 | 63 | 213,7 | 3658,66 | 3694,39 | 3721,66 | 2450,52 |
| 6 | 1216 | 2208,79 | 367,99 | 1622 | 32,73 | 72,58 | 246,2 | 4231,73 | 4271,58 | 4304,30 | 2822,99 |
| 7 | 1360 | 2469,55 | 411,44 | 1833 | 38,18 | 81,14 | 275,3 | 4751,91 | 4794,87 | 4833,05 | 3156,26 |
| 8 | 1486 | 2699,63 | 449,77 | 2026 | 43,63 | 88,7 | 300,9 | 5219,20 | 5264,27 | 5307,90 | 3450,33 |
| 9 | 1596 | 2899,04 | 482,99 | 2202 | 49,09 | 95,26 | 323,2 | 5633,60 | 5679,76 | 5728,85 | 3705,18 |
| 10 | 1689 | 3067,77 | 511,10 | 2362 | 54,54 | 100,8 | 342 | 5995,11 | 6041,37 | 6095,91 | 3920,83 |
| 11 | 1765 | 3205,81 | 534,10 | 2504 | 60 | 105,3 | 357,3 | 6303,73 | 6349,07 | 6409,07 | 4097,26 |
| 12 | 1824 | 3313,19 | 551,99 | 2629 | 65,45 | 108,9 | 369,3 | 6559,47 | 6602,88 | 6668,33 | 4234,49 |
| 13 | 1866 | 3389,88 | 564,77 | 2737 | 70,91 | 111,4 | 377,9 | 6762,31 | 6802,79 | 6873,70 | 4332,51 |
| 14 | 1892 | 3435,90 | 572,43 | 2828 | 76,36 | 112,9 | 383 | 6912,27 | 6948,80 | 7025,17 | 4391,32 |
| 15 | 1900 | 3451,24 | 574,99 | 2901 | 81,82 | 113,4 | 384,7 | 7009,34 | 7040,92 | 7122,74 | 4410,93 |

**Tabel 1.4** Momen pada balok prategang

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Jarak | Momen Pada Balok Prategang Akibat Beban | | | | | | | KOMB. I | KOMB. II | KOMB. III | KOMB. IV |
| x | Berat | Berat Sen | Mati Tamb | Lajur "D" | Rem | Angin | Gempa | MS+MA+ | MS+MA+ | MS+MA+ | MS+MA+ |
| Balok | MS | MA | TD | TB | EW | EQ | TD+TB | TD+EW | TD+TB+EW | EQ |
| (m) | (kNm) | (kNm) | (kNm) | (kNm) | (kNm) | (kNm) | (kNm) | (kNm) | (kNm) | (kNm) | (kNm) |
| 0 | 253,3 | 460,16475 | 76,665 | 321,7 | 5,454 | 15,12 | 51,29 | 863,954 | 873,61975 | 557,404 | 588,12383 |
| 1 | 236,4 | 429,4871 | 71,554 | 304,6 | 5,454 | 14,11 | 47,87 | 811,065 | 819,7231 | 520,607 | 548,91558 |
| 2 | 219,6 | 398,80945 | 66,443 | 287,5 | 5,454 | 13,1 | 44,45 | 758,177 | 765,82645 | 483,811 | 509,70732 |
| 3 | 202,7 | 368,1318 | 61,332 | 270,4 | 5,454 | 12,1 | 41,04 | 705,288 | 711,9298 | 447,014 | 470,49907 |
| 4 | 185,8 | 337,45415 | 56,221 | 253,3 | 5,454 | 11,09 | 37,62 | 652,399 | 658,03315 | 410,217 | 431,29081 |
| 5 | 168,9 | 306,7765 | 51,11 | 236,2 | 5,454 | 10,08 | 34,2 | 599,511 | 604,1365 | 373,421 | 392,08256 |
| 6 | 152 | 276,09885 | 45,999 | 219,1 | 5,454 | 9,072 | 30,78 | 546,622 | 550,23985 | 336,624 | 352,8743 |
| 7 | 135,1 | 245,4212 | 40,888 | 202 | 5,454 | 8,064 | 27,36 | 493,734 | 496,3432 | 299,828 | 313,66604 |
| 8 | 118,2 | 214,74355 | 35,777 | 184,9 | 5,454 | 7,056 | 23,94 | 440,845 | 442,44655 | 263,031 | 274,45779 |
| 9 | 101,3 | 184,0659 | 30,666 | 167,8 | 5,454 | 6,048 | 20,52 | 387,956 | 388,5499 | 226,234 | 235,24953 |
| 10 | 84,44 | 153,38825 | 25,555 | 150,7 | 5,454 | 5,04 | 17,1 | 335,068 | 334,65325 | 189,438 | 196,04128 |
| 11 | 67,55 | 122,7106 | 20,444 | 133,6 | 5,454 | 4,032 | 13,68 | 282,179 | 280,7566 | 152,641 | 156,83302 |
| 12 | 50,67 | 92,03295 | 15,333 | 116,5 | 5,454 | 3,024 | 10,26 | 229,290 | 226,85995 | 115,844 | 117,62477 |
| 13 | 33,78 | 61,3553 | 10,222 | 99,37 | 5,454 | 2,016 | 6,839 | 176,402 | 172,9633 | 79,048 | 78,416511 |
| 14 | 16,89 | 30,67765 | 5,111 | 82,27 | 5,454 | 1,008 | 3,42 | 123,513 | 119,06665 | 42,251 | 39,208256 |
| 15 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 65,17 | 5,454 | 0,000 | 0,000 | 70,624 | 65,17 | 5,454 | 0,000 |

**Tabel 1.5** Resume Momen Balok

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Aksi/Beban | Faktor Beban Ultimit | | Momen  M (kNm) | | Momen  Mu (kNm) | |
| **A. Aksi Tetap** |  | | | | | |
| Berat Sendiri | KMS | 1,3 | MMS | 3451 | KMS\*MMS | 4487 |
| Beban Mati Tambahan | KMA | 2,0 | MMA | 575 | KMA\*MMA | 1150 |
| Susut dan Rangkak | KSR | 1,0 | MSR | 99,775 | KSR\*MSR | 99,78 |
| Prategang | KPR | 1,0 | MPR | -4355 | KPR\*MPR | -4355 |
| **B. Aksi Transien** |  | | | | | |
| Beban Lajur "D" | KT D | 1,8 | MT D | 2901,3 | KTD\*MTD | 5222 |
| Gaya Rem | KT B | 1,8 | MT B | 81,82 | KTB\*MTB | 147,3 |
| **C. Aksi Lingkungan** |  | | | | | |
| Pengaruh Temperatur | KET | 1,2 | MET | 2298 | KET\*MET | 2758 |
| Beban Angin | KEW | 1,2 | MEW | 113,4 | KEW\*MEW | 136,1 |
| Beban Gempa | KEQ | 1,0 | MEQ | 384,71 | KEQ\*MEQ | 384,7 |

**Tabel 1.6** Kontrol Kombinasi-1 Momen Ultimit

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| M.U | Berat Sen KMS\*MMS | Mati Tamb KMA\*MMA | Susut-Rang KSR\*MSR | Prategang KPR\*MPR | Lajur "D" KT D\*MT D | Rem  KTB\*M TB | Temperatur KET \*MET | Angin KEW\*MEW | Gempa KEQ\*MEQ | M.U KOMB | Ket | |
| Mxx | 4486,6063 | 1149,975 | 99,775462 | -4354,558 | 5222,34 | 147,3 |  |  |  | 6751,4063 | < Mu | OK |

**Tabel 1.7** Kontrol Kombinasi-2 Momen Ultimit

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| M.U | Berat Sen KMS\*MMS | Mati Tamb KMA\*MMA | Susut-Rang KSR\*MSR | Prategang KPR\*MPR | Lajur "D" KT D\*MT D | Rem  KTB\*M TB | Temperatur KET \*MET | Angin KEW\*MEW | Gempa KEQ\*MEQ | M.U KOMB | Ket | |
| Mxx | 4486,6063 | 1149,975 | 99,775462 | -4354,558 | 5222,34 | 147,3 | 2757,9536 |  |  | 9509,3599 | < Mu | OK |

**Tabel 1.8** Kontrol Kombinasi-3 Momen Ultimit

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| M.U | Berat Sen KMS\*MMS | Mati Tamb KMA\*MMA | Susut-Rang KSR\*MSR | Prategang KPR\*MPR | Lajur "D" KT D\*MT D | Rem  KTB\*M TB | Temperatur KET \*MET | Angin KEW\*MEW | Gempa KEQ\*MEQ | M.U KOMB | Ket | |
| Mxx | 4486,6063 | 1149,975 | 99,775462 | -4354,558 | 5222,34 | 147,3 |  | 136,08 |  | 6887,4863 | < Mu | OK |

**Tabel 1.9** Kontrol Kombinasi-4 Momen Ultimit

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| M.U | Berat Sen KMS\*MMS | Mati Tamb KMA\*MMA | Susut-Rang KSR\*MSR | Prategang KPR\*MPR | Lajur "D" KT D\*MT D | Rem  KTB\*M TB | Temperatur KET \*MET | Angin KEW\*MEW | Gempa KEQ\*MEQ | M.U KOMB | Ket | |
| Mxx | 4486,6063 | 1149,975 | 99,775462 | -4354,558 | 5222,34 |  | 2757,9536 | 136,08 |  | 9498,1725 | < Mu | OK |

**Tabel 1.10** Kontrol Kombinasi-4 Momen Ultimit

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| M.U | Berat Sen KMS\*MMS | Mati Tamb KMA\*MMA | Susut-Rang KSR\*MSR | Prategang KPR\*MPR | Lajur "D" KT D\*MT D | Rem  KTB\*M TB | Temperatur KET \*MET | Angin KEW\*MEW | Gempa KEQ\*MEQ | M.U KOMB | Ket | |
| Mxx | 4486,6063 | 1149,975 | 99,775462 | -4354,558 |  |  |  |  | 384,70562 | 1766,5046 | < Mu | OK |

**Abutment**

* + 1. Kombinasi Beban

**Tabel 1.11** Rekapitulasi beban kombinasi

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Kombinasi Beban** | **Teg. Lebih** | **P (KN)** | **Tx (KN)** | **Ty (KN)** | **Mx**  **(KN.m)** | **My**  **(KN.m)** |
| Kombinasi 1 | 0% | 24234,4 | 15559,58 | 0,00 | 20483,9 | 0,00 |
| Kombinasi 2 | 25% | 24264,7 | 15809,58 | 72,63 | 23418,4 | 557,07 |
| Kombinasi 3 | 40% | 24264,7 | 19972,69 | 72,63 | 61302,7 | 557,07 |
| Kombinasi 4 | 40% | 24264,7 | 20000,82 | 72,63 | 61558,7 | 557,07 |
| Kombinasi 5 | 50% | 23128,4 | 7400,66 | 5908,46 | 20814,2 | 34340,4 |

* + 1. Kontrol stabilitas guling dan geser

**Tabel 1.12** Kontrol stabilitas guling arah x

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Kombinasi Beban** | **k (%)** | **P (KN)** | **Mx**  **(KN.m)** | **Mpx**  **(KN.m)** | **SF** | **Keterangan**  **SF ≥ 2,2** |
| Kombinasi 1 | 0% | 24234,4 | 20483,91 | 84820,47 | 4,141 | OK |
| Kombinasi 2 | 25% | 24264,7 | 23418,38 | 106157,9 | 4,533 | OK |
| Kombinasi 3 | 40% | 24264,7 | 61302,73 | 118896,8 | 1,940 | Perlu Tiang Pancang |
| Kombinasi 4 | 40% | 24264,7 | 61558,67 | 118896,8 | 1,931 | Perlu Tiang Pancang |
| Kombinasi 5 | 50% | 23128,4 | 20814,23 | 121424,2 | 5,834 | OK |

**Tabel 1.13** Kontrol stabilitas guling arah y

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Kombinasi Beban** | **k (%)** | **P (KN)** | **My**  **(KN.m)** | **Mpy**  **(KN.m)** | **SF** | **Keterangan**  **SF ≥ 2,2** |
| Kombinasi 1 | 0% | 24234,4 | 10,50 | 254461,4 | 24234,4 | OK |
| Kombinasi 2 | 25% | 24264,7 | 557,07 | 318473,6 | 571,695 | OK |
| Kombinasi 3 | 40% | 24264,7 | 557,07 | 356690,5 | 640,298 | OK |
| Kombinasi 4 | 40% | 24264,7 | 557,07 | 356690,5 | 640,298 | OK |
| Kombinasi 5 | 50% | 23128,4 | 34340,37 | 364272,6 | 10,608 | OK |

**Tabel 1.14** Kontrol stabilitas geser arah x

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Kombinasi Beban** | **k (%)** | **Tx (KN)** | **P (KN)** | **H (KN)** | **SF** | **Keterangan**  **SF ≥ 1,1** |
| Kombinasi 1 | 0% | 15559,58 | 24234,42 | 4799,47 | 0,308 | Hitung Tulangan Geser |
| Kombinasi 2 | 25% | 15809,6 | 24264,66 | 6002,60 | 0,380 | Hitung Tulangan Geser |
| Kombinasi 3 | 40% | 19972,7 | 24264,66 | 6722,91 | 0,337 | Hitung Tulangan Geser |
| Kombinasi 4 | 40% | 20000,8 | 24264,66 | 6722,91 | 0,336 | Hitung Tulangan Geser |
| Kombinasi 5 | 50% | 7400,66 | 23128,42 | 7055,81 | 0,953 | Hitung Tulangan Geser |

**Tabel 1.15** Kontrol stabilitas geser arah y

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Kombinasi Beban** | **k (%)** | **Ty (KN)** | **P (KN)** | **H (KN)** | **SF** | **Keterangan**  **SF ≥ 1,1** |
| Kombinasi 1 | 0% | 0,00 | 24234,42 | 4799,47 |  | Hitung Tulangan Geser |
| Kombinasi 2 | 25% | 72,63 | 24264,66 | 6002,60 | 82,649 | OK |
| Kombinasi 3 | 40% | 72,63 | 24264,66 | 6722,91 | 92,567 | OK |
| Kombinasi 4 | 40% | 72,63 | 24264,66 | 6722,91 | 92,567 | OK |
| Kombinasi 5 | 50% | 5908,46 | 23128,42 | 7055,81 | 1,194 | OK |

* + 1. Rekapitulasi beban ultimit kombinasi *pile cap*

**Tabel 1.16** Rekapitulasi beban ultimit kombinasi *pile cap*

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Aksi Kombinasi** | **Pu (KN)** | **Tux**  **(KN)** | **Tuy**  **(KN)** | **Mux**  **(KN.m)** | **Muy**  **(KN.m)** |
| Kombinasi 1 | 32953 | 19983 | 87,15 | 30587,3 | 668,48 |
| Kombinasi 2 | 33318 | 24979 | 0,00 | 76012,0 | 0,00 |
| Kombinasi 3 | 32953 | 24945 | 87,15 | 75741,4 | 668,48 |
| Kombinasi 4 | 33355 | 19983 | 87,15 | 30547,1 | 668,5 |
| Kombinasi 5 | 31106 | 26850 | 5908,46 | 66391,2 | 34340,4 |

* + 1. Rekapitulasi beban kombinasi *breast wall*

**Tabel 1.17** Rekapitulasi beban ultimit kombinasi *breast wall*

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Aksi Beban** | **Pu (KN)** | **Tux**  **(KN)** | **Tuy**  **(KN)** | **Mux**  **(KN.m)** | **Muy**  **(KN.m)** |
| Kombinasi 1 | 16757,6 | 12257,09 | 87,15 | 30393,4 | 239,81 |
| Kombinasi 2 | 17123,3 | 17669,14 | 0,00 | 50959,2 | 0,00 |
| Kombinasi 3 | 16757,6 | 17635,39 | 87,15 | 50652,0 | 239,81 |
| Kombinasi 4 | 17159,6 | 12257,09 | 87,15 | 30393,4 | 239,81 |
| Kombinasi 5 | 16721,3 | 16327,95 | 3647,22 | 47787,4 | 20028,8 |

* + 1. Beban ultimit *back wall* bawah

**Tabel 1.18** Beban ultimit *back wall* bawah

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Aksi Beban** | | **Faktor Beban** | **T (KN)** | **M (KN.N)** | **Vu (KN)** | **Mu**  **(KN.m)** |
| Tekanan Tanah | | 1,25 | 2432,90 | 2483,98 | 3041,12 | 3104,97 |
| Beban Gempa | | 1,00 | 91,65 | 107,89 | 91,65 | 107,89 |
| Tek. Tanah Dinamis | | 1,00 | 443,61 | 670,07 | 443,61 | 670,07 |
|  |  |  |  |  | **3576,38** | **3882,93** |

* + 1. Beban ultimit *back wall* atas

**Tabel 1.19** Beban ultimit *back wall* atas

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Aksi Beban** | | **Faktor Beban** | **T (KN)** | **M (KN.N)** | **Vu (KN)** | **Mu**  **(KN.m)** |
| Tekanan Tanah | | 1,25 | 820,90 | 456,32 | 1026,13 | 570,406 |
| Beban Gempa | | 1,00 | 151,43 | 102,22 | 151,432 | 102,217 |
| Tek. Tanah Dinamis | | 1,00 | 374,64 | 263,76 | 374,641 | 263,761 |
|  |  |  |  |  | **1552,2** | **936,383** |

* + 1. *Corbel*

**Tabel 1.20** Gaya geser dan momen ultimit pada *corbel*

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **No** | **Jenis Beban** | **Faktor Beban** | **P (kN)** | **Vu (kN)** | **e** | **Mu**  **(kN.m)** |
| 1 | Berat Sendiri | 1,3 | 21643 | 28136,44 | 0,300 | 8440,9 |
| 2 | Beban Mati Tambah | 2 | 1485,00 | 2970 | 0,300 | 891,0 |
| 3 | Beban Lajur (D) | 2 | 905,00 | 1810 | 0,300 | 543,0 |
| Total | | | | **32916,44** |  | **9874,9** |

* + 1. Beban ultimit *wing wall*

**Tabel 1.21** Beban ultimit *wing wall*

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Jenis Beban** | | | **Faktor Beban** | **Vu KN** | **Muy**  **KN.m** | **Mux**  **KN.m** |
| Tekanan tanah (TA) | |  | 1,25 | 1898,064 | 3919,91 | 2338,19 |
| Gempa statis ekivalen (EQ) | | | 1,00 | 56,977 | 81,19 | 48,4306 |
| Tekanan tanah dinamis (EQ) | | | 1,00 | 155,007 | 574,34 | 263,511 |
|  |  |  |  | 2110,048 | 4575,44 | 2650,14 |

**Pondasi**

1. Data kontruksi pondasi abutment

**Tabel 1.22** Beban ultimit *wing wall*

2

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Material Pondasi** | | |
| Mutu beton | K - | 350 |
| 2  Mutu Beton (N/mm ) | fck = | 34,3245 |
| 0,76 + 0,2 | f'c = | 28,55464 |
| Mutu baja tulangan (BJ) | BJ = | 32 |
| Tegangan leleh baja (fy) | fy = | 320 |
| Tegangan leleh baja (fy) | fy = | 320000 |
| Berat jenis beton (wc) | wc = | 25 |
| 0,5  Modulus elastis beton Ec = 4700.(f'c) | Ec = | 25115,17 |
| Diameter tiang pancang (D) | D = | 0,4 |
| Panjang tiang pancang (L) | L = | 36 |
| **Dimensi Pile Cap dan Susunan Tiang Pancang** | | |
| Lebar Arah x (Bx) | Bx = | 7,00 |
| Lebar Arah y (By) | By = | 21,0 |
| Lebar sisi depan abutment (L1 = b8) | L1 = | 2,90 |
| Lebar sisi belakang abutment (L2 = b9) | L2 = | 3,10 |
| Tebal hp = h10 | hp = | 1,20 |
| Tebal ht = (h8 + h10) | ht = | 1,80 |
| Jumlah baris tiang arah x (nx) | nx = | 6 |
| Jumlah baris tiang arah y (ny) | ny = | 10 |
| Jarak antar tiang pancang arah x | x = | 1,5 |
| Jarak antar tiang pancang arah y | y = | 1 |
| Jarak tiang terluar thd sisi luar pile cap | ax = | 1 |
| Jarak tiang terluar thd sisi luar pile cap | ay = | 1 |

Kg/cm

MPa

MPa

′ =

15



MPa KPa

3

KN/m

MPa m

m

m m m m m m

Buah Buah m

m

m m

1. Kontrol daya ijin tiang pancang

**Tabel 1.23** Daya dukung ijin aksial terhadap beban arah x

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Kombinasi Beban** | **Persen**  **Pijin** | **Pmax**  **KN** | **Kontrol Terhadap Daya Dukung Ijin** | **PIjin**  **KN** | **Keterangan** |
| Kombinasi 1 | 100% | 403,907 | < 100%. Pijin = | 503,139 | AMAN |
| Kombinasi 2 | 125% | 404,421 | < 125%. Pijin = | 628,924 | AMAN |
| Kombinasi 3 | 140% | 404,421 | < 140%. Pijin = | 704,394 | AMAN |
| Kombinasi 4 | 140% | 404,421 | < 140%. Pijin = | 704,394 | AMAN |
| Kombinasi 5 | 150% | 386,094 | < 150%. Pijin = | 754,708 | AMAN |

**Tabel 1.24** Daya dukung ijin aksial terhadap beban arah y

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Kombinasi Beban** | **Persen**  **Pijin** | **Pmax**  **KN** | **Kontrol Terhadap Daya Dukung Ijin** | **PIjin**  **KN** | **Keterangan** |
| Kombinasi 1 | 100% | 403,907 | < 100%. Pijin = | 503,139 | AMAN |
| Kombinasi 2 | 125% | 404,421 | < 125%. Pijin = | 628,924 | AMAN |
| Kombinasi 3 | 140% | 404,421 | < 140%. Pijin = | 704,394 | AMAN |
| Kombinasi 4 | 140% | 404,421 | < 140%. Pijin = | 704,394 | AMAN |
| Kombinasi 5 | 150% | 386,094 | < 150%. Pijin = | 754,708 | AMAN |

**Tabel 1.25** Daya dukung ijin Lateral

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Kombinasi Beban** | **Persen**  **Hijin** | **Hmax**  **KN** | **Kontrol Terhadap Daya Dukung Ijin** | **HIjin**  **KN** | **Keterangan** |
| Kombinasi 1 | 100% | 259,326 | < 100%. Hijin = | 48,828 | PERLU BRACING |
| Kombinasi 2 | 125% | 263,496 | < 125%. Hijin = | 61,035 | PERLU BRACING |
| Kombinasi 3 | 140% | 332,880 | < 140%. Hijin = | 68,359 | PERLU BRACING |
| Kombinasi 4 | 140% | 333,349 | < 140%. Hijin = | 68,359 | PERLU BRACING |
| Kombinasi 5 | 150% | 157,832 | < 150%. Hijin = | 73,242 | PERLU BRACING |

**Tabel 1.26** Momen dan gaya geser ultimit tiang pancang

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Notasi** | **Parameter Berat Bagian Beton** | | | | **Volume m3** | **Berat**  **KN** | **Lengan**  **xw (m)** | **Momen**  **KN.m** |
| **b** | **h** | **L** | **Shape** |
| w1 | 2,90 | 1,20 | 21,0 | 1,00 | 73,08 | 1827,00 | 1,45 | 2649,15 |
| w2 | 2,90 | 0,60 | 21,0 | 0,50 | 18,27 | 456,75 | 0,967 | 441,525 |
|  | | | | | Ws = | **2283,75** | Ms = | **3090,68** |

# PENUTUP

**Kesimpulan**

Untuk menjawab rumusan masalah maka Perhitungan Struktur Jembatan Prategang Pada Jalan Muallaf Menuju Km.12 Jalan Poros Kota Bangun diperoleh hasil sebagai berikut:

* Struktur Atas
  1. Jembatan ini direncanakan dengan bentang 30 meter dan lebar 20 meter.
  2. Slab lantai kendaraan direncanakan dengan ketebalan 20 cm, penulangan arah x menggunakan D 13-100, penulangan arah y menggunakan D 13-200, dan dengan menggunakan mutu beton K-350 serta mutu baja U-39.
  3. Trotoar direncanakan dengan ketebalan 30 cm, Lebar 200 cm, tulangan yang digunakan pada pembesian slab trotoar D 13-150, menggunakan mutu beton K-350 dan mutu baja U-39.
  4. Jarak antara tiang railling 2 m, tulangan utama (tulangan lentur) tiang railing menggunakan tulangan 2 D 13, sedangkan untuk tulangan geser karena \*Vc  Vu maka, tidak perlu tulangan geser (menurut SNI No.009/BM/2008). Tiang railing menggunakan mutu beton K-350 dan mutu baja U-24.
  5. Pada plat injak arah melintang jembatan menggunakan tulangan D 13-150 sedangkan plat injak arah memanjang jembatan menggunakan D 13-150. Plat injak menggunakan mutu beton K-350 dan mutu baja U-24.
  6. Jumlah Balok Prategang “I” girder adalah 10 buah dengan 6 segmen dan panjang dari masing-masing segmen 5 m, Mutu beton girder prestress menggunakan K-500 sedangkan baja prategang menggunakan jenis strands *Uncoated 7 wire super strands ASTM A-416 grade 270* dengan diameter nominal strand 13 mm (1/2”) dengan tipe dongkrak VSL 19. Untuk tulangan baja deform D > 12 mm dengan mutu baja U-32 dan baja tulangan polos   12 mm dengan mutu baja U–24. Menggunakan 3 tendon dengan 19 strands pertendon maka total jumlah strands yang digunakan adalah 57 strands.
* Struktur Bawah

1. Untuk penulangan abutment dihitung dengan cara membagi abutment menjadi 3 (tiga) segmen yaitu *breast wall*, *back wall* dan *wing wall*. Selanjutnya penulangan dihitung satu persatu berdasarkan kombinasi pembebanan pada setiap segmen potongan yang yang ditinjau.
2. Jenis pondasi yang digunakan dalam jembatan prategang pada jalan Muallaf menuju km.12 jalan poros Kota Bangun ini adalah pondasi tiang pancang dengan kedalaman 36 m.

***Saran***

Adapun beberapa saran yang dapat dikemukakan adalah sebagai berikut:

* + Perhitungan struktur jembatan selalu mengacu pada peraturan, landasan ataupun standar terbaru yang dikeluarkan pihak berwenang sehingga dalam pelaksanaannya hendaknya didasari oleh peraturan dan standar-standar yang berlaku dan standar yang terbaru.
* Dalam perencanaan suatu kontruksi hendaknya mengacu pada prinsip 3KE yaitu gabungan antaran kekuatan, keselamatan, kenyamanan dan efisien.

# DAFTAR PUSTAKA

Badan Standarisasi Nasional, (2005) RSNI T-02-2005, *Standar Pembebanan Untuk Jembatan*. Jakarta.

Badan Standarisasi Nasional, (2002) SNI-072052-2002, *Baja Tulangan Beton*, Jakarta. Badan Standarisasi Nasional, (2002) SNI 03-3967-2002, *Spesifikasi Elastomer Jembatan*

*Tipe Polos dan Tipe Laminasi*, Jakarta.

Badan Standarisasi Nasional, (2008) SNI 2833.2008, *Standar Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Jembatan.,* Jakarta.

Badan Standarisasi Nasional, (2008) No.009/BM/2008, *Perencanaan Struktur Beton Bertulang Untuk Jembatan*, Jakarta.

Badan Standarisasi Nasional,(2011) 021/BM/2011, *Perencanaan Struktur Beton Pratekan Untuk Jembatan*, Jakarta.

Supryadi, Bambang dan Agus Setyo Muntohar. 2007, *Jembatan.* Jogjakarta. Beta Offset. Struyk dan Van Der Veen, (1984) *Jembatan,* Jakarta.

<http://www.scribd.com/doc/> Perhitungan I-girder beton prategang Jembatan Srandakan Kulon Progo D.I. Yogyakarta (diakses pada tanggal 8 juni 2016).

[http://www.Artana.Wordpress.com](http://www.Artana.Wordpress.com/) (diakses pada tanggal 28 mei 2016). httpthesis.binus.ac.iddocBab22012-2-01543-SP%20Bab2001.pdf (diakses pada tanggal 28

mei 2016).

http://www.Konstruksi Beton Prategang, Ir.Soetoyo (diakses pada tanggal 28 mei 2016). http://www.Jembatan Bantar Jalan Sentolo – Milir Yogyakarta (diakses pada tanggal 28 mei

2016).

<http://www.ilmutekniksipilindonesia.com/2015/04/artikel-jembatan-abutment-teknik-> sipil.html (diakses pada tanggal 28 mei 2016).

[http://www.belajarsipil.blogspot.com](http://www.belajarsipil.blogspot.com/) (diakses pada tanggal 28 mei 2016). [http://www.bangunan-rumah.com](http://www.bangunan-rumah.com/) (diakses pada tanggal 28 mei 2016). <http://www.perencanaanstruktur.com/2011/05/seluk-beluk-pondasi-tiang-pancang.html>

(diakses pada tanggal 28 mei 2016). [http://www.architectraria.com](http://www.architectraria.com/) (diakses pada tanggal 28 mei 2016). [http://www.jateng.tribunnewa.com](http://www.jateng.tribunnewa.com/) (diakses pada tanggal 28 mei 2016).

[http://www.](http://www/) wartakota.tribunews.com (diakses pada tanggal 28 mei 2016). [http://www.murianews.com](http://www.murianews.com/) (diakses pada tanggal 28 mei 2016). [http://www.](http://www/) kaltim.tribunnews.com (diakses pada tanggal 28 mei 2016).