## **PERENCANAAN ULANG STRUKTUR ATAS JEMBATAN BETON PRATEGANG MENGGUNAKAN *V-GIRDER* DI KECAMATAN BUSANG, KABUPATEN KUTAI TIMUR, KALIMANTAN TIMUR**

**Ninna Nursakhna Kariima**1**, Siswoyo**2\*

1&2Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Wijaya Kusuma Surabaya

Jl. Dukuh Kupang XX No. 54, Kota Surabaya, 60225, Jawa timur, Indonesia

*E-mail*: *1**ninnakariima9g29@gmail.com* & *2\***siswoyosecure@gmail.com*

(\*) Penulis Koresponden

**ABSTRAK:** Jembatan Amai Benny Subianto berlokasi di Kecamatan Busang, Kabupaten Kutai timur, Kalimantan Timur. Jembatan tersebut tergolong kelas jembatan C dengan rangka baja yang memiliki panjang total 120 meter dan lebar total 4,5 meter, hanya memiliki 1 jalur. Tujuan perencanaan ulang agar jembatan tersebut menjadi kelas jemabatan B dan memiliki 2 jalur, sehingga mempermudah akses transportasi anatar desa dan mampu menambah efektivitas jarak tempuh sarana angkutan kelapa sawit. Menggunakan beton prategang dengan jenis penampang *V-Girder,* panjang total 120 m dengan lebar total 7. Peraturan pembebanan jembatan megacu pada SNI 1725:2016 dan peraturan perancangan beton prategang mengacu pada SNI 7388:2012. Hasil perencanaan diperoleh *V-Girder* dengan dimensi 2 x 1 m, membutuhkan 3 buah balok induk dengan tulangan lentur D22 – 100 mm, tulangan sengkang D13 – 100 mm. Pada bentang 50 m menggunakan 4 tendon dengan 1 tendon berisi 23 *strand*, bentang 35 m menggunakan 4 tendon dengan 1 tendon berisi 12 *strand*. Hasil perencanaan balok memanjang diperoleh dimensi 50 x 40 cm dengan tulangan lentur 5D16 mm dan 3D16 mm, tulangan sengkang 2D10 – 200 mm. Hasil perencanaan balok diafragma diperoleh dimensi 90 x 30 cm dengan tulangan lentur 6D16 mm dan 3D16 mm, tulangan sengkang 2D10 – 100 mm. Hasil abutmen diperoleh dimensi 7,8 x 7 m, penulangan kepala abutmen menggunakan tulangan lentur D22 – 50 mm dan tulangan sengkang D13 – 200 mm, penulangan konsol pendek menggunakan tulangan lentur D25 – 75 mm dan tulangan sengkang D13 – 200 mm, dan penulangan badan abutmen menggunakan tulangan lentur D25 – 50 mm dan tulangan sengkang D13 – 200 mm.

**KATA KUNCI :** Jembatan, Perencanaan ulang, *V-Girder.*

**1. PENDAHULUAN**

Kalimantan Timur merupakan kawasan yang mengandalkan sektor industri jasa dan perdanganan, pariwisata, gas, dan pertanian. Sehingga sektor pariwisata, jasa dan perdagangan, pariwisata merupakan objek yang perlu dikembang pesatkan. Untuk melaksanakan dan memperbaiki hal tersebut, diperlukan sarana dan prasarana yang menunjang, dalam jalur tranportasi darat sebagai penghubung antar daerah maupaun kota agar mempermudah dalam meningkatkan kegiatan ekonomi.

Sarana transportasi yang dibangun oleh pemerintah memiliki arti dan dampak yang sangat penting untuk memperlancar perpindahan objek ke tempat lain serta meningkatkan sektor perekonomian daerah. Maka dari itu dibutuhkan sarana transportasi darat sebagai penghubung antar daerah untuk mempermudah arus lalu lintas. Solusi yang dinilai mampu untuk masalah tersebut salah satunya ialah kontruksi jembatan.

Jembatan adalah suatu kontruksi yang berfungsi untuk meneruskan atau menghubungkan suatu daerah ke daerah lain. Perkembangan transportasi yang semakin cepat dan kerap berhubungan dengan pembangunan, baik berupa perkerasan jalan maupun pembangunan jembatan berfungsi untuk memperlancar mobilitas kendaraan supaya mendapatkan waktu yang efektif dan efisien. (Hariansyah Wan Wan, 2018).

Kehadiran jembatan sangat dibutuhkan untuk memperlancar kegiatan sehari hari. Oleh karena itu, jembatan harus dibangun dengan memenuhi syarat kekakuan, lendutan, dan ketahanan terhadap beban yang bekerja. Berbagai macam material menjadi pertimbangan dalam pembuatan jembatan. Material yang umum digunakan dalam pembuatan jembatan biasanya adalah baja dan beton, namun dalam pemilihan material terdapat beberapa aspek yang perlu ditinjau yaitu keamanan, harga, waktu pelaksanaan dan fleksibilitas desain. (Batubara Samsuardi, 2018).

Pembangunan Jembatan Amai Benny Subianto dibangun pada tahun 2019 yang berlokasi pada Kecamatan Busang, Kabupaten Kutai timur, Kalimantan Timur. Jembatan tersebut dibangun oleh perusahaan kelapa sawit PT Subur Abadi Wana Agung (SAWA) dan PT Hamparan Perkasa Mandiri (HMP) bertujuan sebagai penghubung antara Desa Rantau Sentosa dengan desa lainnya yang terdapat pada Kecamatan Busang dan diharapkan dapat mampu menambah efektivitas jarak tempuh angkutan kelapa sawit.

Jembatan tersebut memiliki panjang total 120 meter dengan lebar total 4,5 meter. Terdiri dari panjang jembatan tengah 60 m, panjang jembatan pendekat 30 m. Lebar jalur jembatan 3,5 m dan lebar trotoar pada kanan dan kiri 0,5 m, jembatan tersebut hanya memiliki 1 jalur. Kelas jembatan tersebut adalah kelas C dan mampu dilalui oleh truk kelapa sawit dengan berat lebih dari 50 ton. Pada bentang tengah jembatan tersebut menggunakan struktur rangka baja, dan pada bentang pendekat menggunakan struktur beton bertulang seperti pada Gambar 1.



**Gambar 1.** Jembatan Amai Benny Subianto di Kecamatan Busang, Kabupaten Kutai Timur, Kalimantan Timur.

Perencanaan ulang jembatan merupakan proses perencanaan dengan tipe yang baru dan menggunakan material yang berbeda dari *excisting* jembatan yang telah ada. Dengan rangka baja sebagai struktur semula jembatan tersebut, perencanaan ulang menggunakan struktur beton prategang. Gelagar yang akan digunakan adalah *V-Girder*, karena memiliki keuntungan dalam pelaksanaan konstruksi yang relatif lebih singkat dan efisien, serta *V-Girder* lebih mampu menopang dengan bentang dan lebar jembatan cukup panjang.

Perencanaan ulang tersebut akan meningkatkan kelas jembatan menjadi kelas B. Dirancang sebagai jembatan permanen dengan panjang total 120 m dan lebar total 7 m. Terdiri dari panjang jembatan tengah 50 m, panjang jembatan pendekat 35 m serta lebar jalur 6 m, lebar trotoar 0,5 m pada kanan dan kiri, dengan jumlah jalur 2 jalur.

Tujuan dari perencanaan ulang Jembatan Amai Benny Subianto untuk mengetahui dimensi dan

hasil perhitungan dari perencanaan tiang sandaran, plat trotoar, pelat lantai jembatan, balok memanjang, balok melintang, gelagar induk, dan abutmenpada bentang jembatan 50 meter dan 35 meter. Untuk mengetahui dimensi penampang balok *V-Girder* yang dibutuhkan untuk lebar jembatan 7 meter.

1. **METODOLOGI PERENCANAAN**

Perencanaan jembatan ini menggunakan **SNI 1725:2016** (Standar Pembebanan untuk Jembatan) sebagai syarat pembebanan dalam merencanakan struktur jembatan prategang. Dalam merencankan jembatan prategang ini keseluruhan beban yang bekerja maupun gaya yang bekerja pada struktur jembatan akan dianalisa berdasarkan **SNI 1725:2016.** Metodologi perencanaan pada perencanaan ini menggunakan metode kuantitatif dengan data sekunder. Gambar 2 adalah diagram alir perencanaan yang menunjukkan langkah-langkah perencanaan jembatan beton prategang.



**Gambar 2**. Diagram Alir Perencanaan

1. **HASIL DAN PEMBAHASAN**

**3.1 *Preliminary Design***

*Preliminary design* dilakukan untuk menentukan dimensi awal yang akan digunakan untuk merencanakan komponen struktur, mengetahui dimensi yang direncanakan mampu atau tidak mampu dalam menahan beban yang bekerja pada bangunan. Dimensi balok memanjang 50x40 cm dengan mutu beton (fc) 30 MPa dan mutu baja (fy) 280 MPa, dimensi balok diafragma 90x30 cm dengan mutu beton (fc) 30 MPa dan mutu baja (fy) 280 MPa, dimensi balok induk *(V-Girder)* 200x100 cm dengan mutu beton (fc) 60 MPa dan mutu baja (fy) 420 MPa (Gambar 3), dimensi abutmen 780x700 cm dengan mutu beton (fc) 35 MPa dan mutu baja (fy) 420 MPa (Gambar 4).



**Gambar 3**. Sket *V-Girder*



**Gambar 4.** Sket Abutmen

**3.2 Perencanaan Struktur Sekunder**

**3.2.1 Perencanaan plat lantai**

Jenis plat tersebut tergolong dalam *One Way Slab*, yang dimana plat tersebut menggunakan penulangan satu arah saja. Tebal plat lantai 20 cm dengan lebar 7 m, menggunakan mutu beton (fc) 30 MPa dan mutu baja (fy) 280 MPa. Penulangan plat lantai arah X dipakai tulangan perlu D13-100 mm dan tulangan susut D13-250 mm, penulangan plat lantai arah Y dipakai tulangan perlu D13-100 mm dan tulangan susut D13-250 mm, penulangan tumpuan plat lantai dipakai tulangan perlu D13-100 mm dan tulangan susut D13-250 mm.

**3.2.2 Perencanaan Balok Memanjang**

Gaya dalam balok memanjang diperoleh momen Mu tumpuan = 34085800 Nmm, Mu lapangan = 21608800 Nmm, gaya geser Vu tumpuan = 35603700 Nmm, dan gaya geser Vu lapangan = 14493600 Nmm. Penulangan lentur tumpuan balok memanjang dipakai tulangan atas 5D16 mm dan tulangan bawah 3D16 mm, Penulangan lentur lapangan balok memanjang dipakai tulangan atas 3D16 mm dan tulangan bawah 5D16 mm, penulangan geser tumpuan dipakai 2 kaki D10 – 200 mm, penulangan geser lapangan dipakai 2 kaki D10 – 200 mm.

**3.2.3 Perencanaan Balok Diafragma**

Gaya dalam balok diafragma diperoleh momen Mu tumpuan = 18891000 Nmm, Mu lapangan = 13216300 Nmm, gaya geser Vu tumpuan = 7881400 Nmm, dan gaya geser Vu lapangan = 3501400 Nmm. Penulangan lentur tumpuan balok diafragma dipakai tulangan atas 6D16 mm dan tulangan bawah 3D16 mm, Penulangan lentur lapangan balok diafragma dipakai tulangan atas 3D16 mm dan tulangan bawah 6D16 mm, penulangan geser tumpuan dipakai 2 kaki D10 – 200 mm, penulangan geser lapangan dipakai 2 kaki D10 – 200 mm.

**3.3 Perencanaan Struktur Primer (V-Girder)**

Balok induk prategang diperoleh tegangan ijin fc’ = 60 MPa = 600 kg/cm2 dan fci’ = 45 MPa = 450 kg/cm2, tegangan awal fti = 10,61 kg/cm2 (tarik) dan fci = 270 kg/cm2 (tekan), tegangan akhir ft = 12,25 kg/cm2 (tarik) dan fc = 270 kg/cm2 (tekan).

**3.3.1 Analisa Penampang Balok Prategang bentang 35 m dan 50 m**

Analisa penampang sebelum komposit dan sesudah komposit diperoleh seperti pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Analisa Penampang

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | **Balok Precast** | **Balok Komposit** | **TOTAL** |
| A(cm) | 21120 | 24480 |  |
| Yt | 102,47 | 148,43 |  |
| Yb | 97,53 | 101,57 |  |
| Ix(cm) | 61975872,58 | 126475098,6 | **188450971,2** |
| Kt | 28,64 | 34,81 |  |
| Kb | 30,09 | 50,87 |  |
| Kb | 30,09 | 50,87 |  |

**3.3.2 Analisa Pembebanan Balok Prategang bentang 35 m**

Analisa pembebanan beban mati balok prategang bentang 35 m menggunakan rumus Dx = RA x X – ½ x qtotal x X2 diperoleh seperti pada Tabel 2.

**Tabel 2.** Perhitungan Momen Akibat Beban Mati (Dx) Bentang 35 m

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Titik** | **x (m)** | **Mx (ton)** |
| A | 0 | 0 |
| 1 | 3,5 | 458,89 |
| 2 | 7 | 819,77 |
| 3 | 10,5 | 1082,66 |
| 4 | 14 | 1247,54 |
| 5 | 17,5 | 1314,43 |

Analisa pembebanan beban hidup balok prategang bentang 35 m menggunakan rumus Dx = RA x X – ½ x qtotal x X2 diperoleh seperti pada Tabel 3.

**Tabel 3.** Perhitungan Momen Akibat Beban Hidup (Mx) Bentang 35 m

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Titik** | **x (m)** | **Mx (ton)** |
| A | 0 | 0,00 |
| 1 | 3,5 | 222,15 |
| 2 | 7 | 396,66 |
| 3 | 10,5 | 523,50 |
| 4 | 14 | 602,70 |
| 5 | 17,5 | 634,24 |

Diperoleh momen total (MT) = 1948,67 ton

**3.3.3 Analisa Penampang dan Pembebanan Balok Prategang bentang 50 m**

Analisa pembebanan beban mati balok prategang bentang 50 m menggunakan rumus Dx = RA x X – ½ x qtotal x X2 diperoleh seperti pada Tabel 4.

**Tabel 4.** Perhitungan Momen Akibat Beban Mati (Dx) Bentang 50 m

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Titik** | **x (m)** | **Mx (ton)** |
| A | 0 | 0 |
| 1 | 5 | 936,5 |
| 2 | 10 | 1673 |
| 3 | 15 | 2209,5 |
| 4 | 20 | 2546 |
| 5 | 25 | 2682,5 |

Analisa pembebanan beban hidup balok prategang bentang 50 m menggunakan rumus Dx = RA x X – ½ x qtotal x X2 diperoleh seperti pada Tabel 5.

**Tabel 5.** Perhitungan Momen Akibat Beban Hidup (Mx) Bentang 50 m

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Titik** | **x (m)** | **Mx (ton)** |
| A | 0 | 0 |
| 1 | 5 | 427,25 |
| 2 | 10 | 762 |
| 3 | 15 | 1004,25 |
| 4 | 20 | 1154 |
| 5 | 25 | 1211,25 |

Diperoleh momen total (MT) = 3893,75 ton

**3.3.4 Kontrol Lendutan**

**a. Pada Bentang 35 m**

Terjadinya lendutan ke atas (*camber*) sebesar 0,54 cm, lendutan saat transfer sebesar 0,8 cm, lendutan saat servis sebesar 0,8 cm, maka total lendutan adalah 0,29 cm < 𝛿ijin = 4,38 cm **(OK)**

**b. Pada Bentang 50 m**

Terjadinya lendutan ke atas (*camber*) sebesar 0,54 cm, lendutan saat transfer sebesar 0,35 cm, lendutan saat servis sebesar 0,37 cm, maka total lendutan adalah 1,26 cm < 𝛿ijin = 6,25 cm **(OK)**

**3.3.5 Perhitungan Gaya Prategang**

Gaya prategang pada gelagar bentang 50 m sebesar 2494 ton dan gaya prategang pada gelagar bentang 35 m sebesar 1256,41 ton.

**3.3.6 Perhitungan Kabel Prategang (Tendon) Gelagar Bentang 35 m**

Digunakan untaian kawat atau *strand* *“seven wire strand”* dengan diameter setiap *strand* 0,5”. Luas setiap strand 14,1 mm2 dengan jumlah 7 *strand* seperti pada Tabel 6.

**Tabel 6.** Profil Kabel

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Tipe** | **Diameter** | **Luas Ast** | **fu** |
| VSL ½ inc | cm | cm2 | Kg/cm2 |
| 1,27 | 9,87 | 18600 |

Menentukan jumlah *strand* yang dibutuhkan :

n = $\frac{Fo}{0,7 x Fpu}$ = $\frac{1499}{0,7 x 183,58}$ = 11,66 = 12

Sehingga tendon 1, tendon 2, tendon 3, tendon 4 menggunakan 12 *strand.*

Posisi tendon dilakukan dengan menggunakan rumus : **Yi =** $\frac{4 x f x Xi x (L-Xi) }{L^{2}}$yang diperoleh hasil dalam Tabel 7.

**Tabel 7.** Perhitungan Jarak Tendon (Yi) Bentang 35 m

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Jarak****Tinaju****(cm)** | **Tendon 1****Yi (cm)** | **Tendon 2****Yi (cm)** | **Tendon 3****Yi (cm)** | **Tendon 4****Yi (cm)** |
| 0 | 140,53 | 115,53 | 140,53 | 115,53 |
| 1,75 | 124,00 | 99,00 | 124,00 | 99,00 |
| 3,5 | 117,88 | 92,88 | 117,88 | 92,88 |
| 5,25 | 96,16 | 71,16 | 96,16 | 71,16 |
| 7 | 84,85 | 59,85 | 84,85 | 59,85 |
| 8,75 | 75,28 | 50,28 | 75,28 | 50,28 |
| 10,5 | 67,45 | 42,45 | 67,45 | 42,45 |
| 12,25 | 61,36 | 36,36 | 61,36 | 36,36 |
| 14 | 57,01 | 32,01 | 57,01 | 32,01 |
| 15,75 | 54,40 | 29,40 | 54,40 | 29,40 |
| 17,5 | 53,53 | 28,53 | 53,53 | 28,53 |

**3.3.7 Perhitungan Kabel Prategang (Tendon) Gelagar Bentang 50 m**

Digunakan untaian kawat atau *strand* *“seven wire strand”* dengan diameter setiap *strand* 0,5”. Luas setiap strand 14,1 mm2 dengan jumlah 7 *strand.* (Seperti Tabel 6)

Menentukan jumlah *strand* yang dibutuhkan :

n = $\frac{Fo}{0,7 x Fpu}$ = $\frac{2995,2}{0,7 x 183,58}$ = 23,31 = 23

Sehingga tendon 1, tendon 2, tendon 3, tendon 4 menggunakan 23 *strand.*

Posisi tendon dilakukan dengan menggunakan rumus : **Yi =** $\frac{4 x f x Xi x (L-Xi) }{L^{2}}$yang diperoleh hasil dalam Tabel 8.

**Tabel 8.** Perhitungan Jarak Tendon (Yi) Bentang 50 m

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Jarak****Tinaju****(cm)** | **Tendon 1****Yi (cm)** | **Tendon 2****Yi (cm)** | **Tendon 3****Yi (cm)** | **Tendon 4****Yi (cm)** |
| 0 | 136,2 | 111,2 | 136,2 | 111,2 |
| 2,5 | 119,67 | 94,67 | 119,67 | 94,67 |
| 5 | 104,88 | 79,88 | 104,88 | 79,88 |
| 7,5 | 91,83 | 66,83 | 91,83 | 66,83 |
| 10 | 80,52 | 55,52 | 80,52 | 55,52 |
| 12,5 | 70,95 | 45,95 | 70,95 | 45,95 |
| 15 | 63,12 | 38,12 | 63,12 | 38,12 |
| 17,5 | 57,03 | 32,03 | 57,03 | 32,03 |
| 20 | 52,68 | 27,68 | 52,68 | 27,68 |
| 22,5 | 50,07 | 25,07 | 50,07 | 25,07 |
| 25 | 49,2 | 24,2 | 49,2 | 24,2 |

**3.3.8 Kehilangan Gaya Prategang Gelagar Bentang 35 m**

Berikut ialah hasil total kehilangan tegangan pada beton dan baja pada bentang 35 m yang tertera pada Tabel 9 :

**Tabel 9.** Total Kehilangan Tegangan pada Beton dan Baja Bentang 35 m

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Kehilangan****Tegangan** | **Level****Tegangan** | **Tegangan****(MPa)** | **Presentase****(%)** |
| Beton | Perpendekan Elastis | 5,8 | 0,42 |
| Rangkak Beton | 0,229 | 0,016 |
| Susut Beton | 40 | 2,87 |
| Penambahan Beban Mati Tambahan | 5,53 | 0,40 |
| Baja | Relaksasi Baja | 65,17 | 4,67 |
| Angker Slip | 54,43 | 3,90 |
| Gelombang dan Geseran | 14,4 | 1,03 |
| **TOTAL** | **185,559** | **13,30** |

**3.3.9 Kehilangan Gaya Prategang Gelagar Bentang 50 m**

Berikut ialah hasil total kehilangan tegangan pada beton dan baja pada bentang 50 m yang tertera pada Tabel 10 :

**Tabel 10.** Total Kehilangan Tegangan pada Beton dan Baja Bentang 50 m

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Kehilangan****Tegangan** | **Level****Tegangan** | **Tegangan****(MPa)** | **Presentase****(%)** |
| Beton | Perpendekan Elastis | 11,55 | 0,83 |
| Rangkak Beton | 0,009 | 0,000006 |
| Susut Beton | 40 | 2,87 |
| Penambahan Beban Mati Tambahan | 5,55 | 0,40 |
| Baja | Relaksasi Baja | 65,17 | 4,67 |
| Angker Slip | 38,1 | 2,73 |
| Gelombang dan Geseran | 28,5 | 2,04 |
| **TOTAL** | **188,879** | **13,54** |

**3.3.10 Kontrol Tegangan Gelagar**

**a. Pada Bentang 35 m**

**Tegangan saat transfer**

Hasil kontrol tegangan gelagar bentang 35 m saat tranfer diperoleh tegangan serat atas sebesar - 61,1 kg/cm2 dan serat bawah - 57,9 kg/cm2, yang bernilai lebih kecil dari tegangan izin transfer tekan 270 kg/cm2.

**Tegangan saat servis**

Hasil kontrol tegangan gelagar bentang 35 m saat servis tegangan serat atas sebesar - 46,8 kg/cm2 dan serat bawah - 42,21 kg/cm2, yang bernilai lebih kecil dari tegangan izin servis tekan 270 kg/cm2.

**b. Pada Bentang 50 m**

**Tegangan saat transfer**

Hasil kontrol tegangan gelagar bentang 50 m saat transfer tegangan serat atas sebesar - 141,34 kg/cm2 dan serat bawah - 94,84 kg/cm2, yang bernilai lebih kecil dari tegangan izin transfer tekan 270 kg/cm2.

**Tegangan saat servis**

Hasil kontrol tegangan gelagar bentang 50 m saat servis tegangan serat atas sebesar - 92,65 kg/cm2 dan serat bawah - 83,51 kg/cm2, yang bernilai lebih kecil dari tegangan izin servis tekan 270 kg/cm2.

**3.3.11 Perencanaan Tulangan Balok Prategang**

**a. Pada Bentang 35 m**

Diperoleh momen Mu = 214,04 ton/m dan Vu = 213,2 ton/m. Digunakan tulangan lentur D22 – 100 mm dan tulangan geser D13 – 50 mm.

**b. Pada Bentang 50 m**

Diperoleh momen Mu = 436,81 ton/m dan Vu = 284,5 ton/m. Digunakan tulangan lentur D22 – 100 mm dan tulangan geser D13 – 100mm.

**3.4 Perencanaan *Shear Connector***

Direncanakan diameter *studs* 16 mm, tinggi *studs* untuk plat 400 mm, tinggi *studs* untuk gelagar 400 mm.

Kekuatan 1 studs :

Qn1 = Ast x fu = 200,96 x 420 = 84403,2 N = 84,4 kN

Diambil nilai Qn terkecil yaitu pada Qn1 = 84,4 kN

Gaya geser horizontal :

Vh beton = 0,85 x fc x Asc = 0,85 x 30 x 240000 = 6120000 N = 6s120 kN

Maka nilai Vh = 6120 kN

Jumlah *shear connector* = $\frac{Vh}{2 x Qn}$ = $\frac{6120}{2 x 84,4}$ = 36,26 = 37 *studs*

Jarak *shear connector* = $\frac{L}{n + 1}$ = $\frac{5000}{37 + 1}$ = 131,6 = 132 mm < 500 mm  **(OK)**

**3.5 Perencanaan *Elastomeric Bearings***

Direncanakan Panjang dudukan (L) = 1000 mm, lebar dudukan (W) = 1000 mm, tebal lapis luar karet (hrcover) = 5 mm, Tebal Lapis Dalam Karet (hrdalam) = 10 mm, Tebal Plat Baja (hs) = 4 mm, Jumlah Plat baja (ns) = 3

Kontrol tegangan tekan :

σs = $\frac{Vtotal}{L+W}$ = $\frac{95,9}{1000+1000}$ = 0,05 MPa < σijin = 6,89 MPa **(OK)**

Kontrol kombinasi dan rotasi :

σs ≤ 0,5 x G x S x $\left(\frac{L}{hri}\right)^{2}$ x $\frac{θsx}{n}$

σs ≤ 0,5 x 0,8 x 25 x $\left(\frac{1000}{10}\right)^{2}$ x $\frac{0,001}{4}$ = 25

σs ≤ 25 MPa → 0,05 MPa ≤ 25 MPa **(OK)**

Kontrol stabilitas :

Tebal total dudukan tidak boleh melebihi L/3 dan W/3

htotal = (2 x hrcover) + (2 x hrdalam) + (3 x hs)

= (2 x 5) + (2 x 10) + (3 x 4)

= 42 mm < L/3 atau W/3 **(OK)**

Jadi, elastomer berukuran 1000 x 1000 x 42 mm

**3.6 Perencanaan Struktur Abutmen**

**3.6.1 Pembebanan Abutmen**

Pembebanan pada abutmen terbagi menjadi pembebanan yang disebabkan oleh gaya vertikal dan gaya horizontal. Kestabilan konstruksi harus ditinjau berdasarkan komposisi pembebanan dan gaya yang mungkin akan terjadi. Kombinasi pembebanan pada perencanaan abutmen menggunakan aturan yang tercantum dalam **SNI 1725:2016.** Berikut adalah kombinasi beban dan gaya abutmen yang diperoleh pada Tabel 11.

**Tabel 11.** Kombinasi Pembebanan dan Gaya

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Kuat I | Kuat II | Kuat III | Kuat IV | Kuat V |
| **MS****MA****TA****PR****PL****SH** | 548,41 | 548,41 | 548,41 | 548,41 | 548,41 |
| **TT****TD****TB****TR****TP** | 549,13 | 427,1 | - | - | - |
| **EU** | - | - | - | - | - |
| **EWS** | - | - | 2,52 | - | 0,72 |
| **EWL** | - | - | - | - | - |
| **BF** | - | - | - | - | - |
| **EUn** | - | - | - | - | - |
| **TG** | - | - | - | - | - |
| **ES** | - | - | - | - | - |
| **EQ** | - | - | - | - | - |
|  | **1097,54** | **975,51** | **550,93** | **548,41** | **549,13** |

**3.6.2 Penulangan Abutmen**

**a. Penulangan Kepala Abutmen**

Digunakan tulangan lentur D22 – 50 mm, tulangan bagi D13 – 100 mm, dan tulangan geser D13 – 200 mm.

**b. Penulangan Konsol Pendek Abutmen**

Digunakan tulangan lentur D25 – 75 mm, tulangan bagi D16 – 150 mm, dan tulangan geser D13 – 200 mm.

**c. Penulangan Badan Abutmen**

Digunakan tulangan lentur D25 – 50 mm, tulangan bagi D16 – 100 mm, dan tulangan geser D13 – 200 mm.

1. **UCAPAN TERIMA KASIH**

Segala puji syukur penulis panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa, karena berkat rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Jurnal yang berjudul “PERENCANAAN ULANG STRUKTUR ATAS JEMBATAN BETON PRATEGANG MENGGUNAKAN *V-GIRDER* DI KECAMATAN BUSANG, KABUPATEN KUTAI TIMUR, KALIMANTAN TIMUR”.

Secara khusus, penulis mengucapkan terima kasih kepada Dr. Ir. Siswoyo, MT. selaku dosen pembimbing yang telah sabar, meluangkan waktu, tenaga dan pikiran, serta turut memberi perhatian dalam memberikan pendampingan selama proses penulisan jurnal ini. Akhir kata, penulis berharap semoga jurnal ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.

1. **KESIMPULAN**

Kesimpulan yang didapat pada perencaan ulang jembatan beton prategang menggunakan *V-Girder* yaitu antara lain :

1. Hasil balok memanjang pada bentang 50 m dan 35 m menggunakan dimensi 50 x 40 cm dengan tulangan tarik lentur tumpuan 5D16 mm dan tulangan tekan lentur tumpuan 3D16 mm, serta tulangan tarik lentur lapangan 5D16 mm dan tulangan tekan lentur lapangan 3D16 mm, tulangan sengkang 2D10 – 200 mm.

2. Hasil balok diafragma pada bentang 50 m dan 35 m menggunakan dimensi 90 x 30 cm dengan tulangan tarik lentur tumpuan 6D16 mm dan tulangan tekan lentur tumpuan 3D16 mm, serta tulangan tarik lentur lapangan 6D16 mm dan tulangan tekan lentur lapangan 3D16 mm, tulangan sengkang 2D10 – 100 mm.

3. Dimensi yang digunakan *V-Girder* adalah 1 m pada lebar bawah dan 0,5 m pada lebar atas dengan tinggi balok 2 m. Pada lebar jembatan dengan 7 m membutuhkan 3 buah *V-Girder* dengan tulangan lentur D22 – 100 mm dan tulangan sengkang D13 – 100 mm. Pada bentang 50 m menggunakan 4 tendon dengan 1 tendon berisi 23 *strand*, bentang 35 m menggunakan 4 tendon dengan 1 tendon berisi 12 *strand*.

4. Hasil struktur abutmen menggunakan dimensi tinggi 7,8 m dan lebar 7 m, penulangan kepala abutmen menggunakan tulangan lentur D22 – 50 mm dan tulangan sengkang D13 – 200 mm, penulangan konsol pendek menggunakan tulangan lentur D25 – 75 mm dan tulangan sengkang D13 – 200 mm, dan penulangan badan abutmen menggunakan tulangan lentur D25 – 50 mm dan tulangan sengkang D13 – 200 mm.

1. **DAFTAR PUSTAKA**

Alexander, Y., Alexander, P., Dwi, H. 2019. Perencanaan Jembatan Beton Prategang Way Pengubuan Lampung Tengah. *JRSDD*. 7(2), 369.

Apriyanto, D & Siswoyo. 2021. Perencanaan Girder Jembatan Beton Prategang Jl. Raya Sememi Bwnowo Surabaya Section 0 – 152. *Jurnal Rekayasa dan Manajemen Kontruksi*. 9(1), 35-40.

Aspaliza, N., Puluhulawa, I., Armada. 2018. Perencanaan Struktur Atas Jembatan Komposit Sungai Nipah Desa Darul Aman Kecamatan Rupat. *Jurnal Gradasi Teknik Sipil*. 2(2), 1-9.

Atmojo, B., Miftahul, H., Siswoyo. 2018. Perencanaan Ulang Struktur Jembatan Sembayat II Gresik Menggunakan Balok Induk Beton Prategang “V” Pada Bentang Ke-3. *Jurnal Rekayasa dan Manajemen Konstruksi*. 6(1). 44.

Batubara, S & Larno, S. 2018. Perencanaan Jembatan Beton Prategang dengan Bentang 24 Meter Berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI*). Jurnal Rekayasa Konstruksi Mekanika Sipil.*1(2), 45 & 60.

Direktorat Jendral Bina Marga Direktorat Bina Progam Jalan. 1992. *Brigde Management Systeml BMS, Bagian 2 (Beban Jembatan)*. Jakarta :Departement Pekerjaan Umum Republik Indonesia.

Direktorat Jendral Bina Marga Direktorat Bina Progam Jalan. 1992. *Brigde Management Systeml BMS, Bagian 6 (Perencanaan beton struktural)*. Jakarta : Departement Pekerjaan Umum Republik Indonesia.

Direktorat Jendral Bina Marga Direktorat Bina Progam Jalan. 1992. *Bridge Desaign Code BDC vol. 1, (Peraturan Perencanaan Teknik Jembatan)*. Jakarta : Departement Pekerjaan Umum Republik Indonesia.

Departemen Pekerjaan Umum. 1971. *Peraturan Beton Bertulang Indonesia (PBI 1971*). Bandung.

Departemen Pekerjaan Umum. 1987. *Perencanaan Pembebanan Jembatan Jalan Raya*. Jakarta : Badan Standarisasi Nasional.

Departemen Pekerjaan Umum. 2004. *Perencanaan Struktur Beton untuk Jembatan*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.

Departemen Pekerjaan Umum. 2005. *Standar Pembebanan Untuk Jembatan*. Jakarta : Badan Standarisasi Nasional.

Departemen Pekerjaan Umum. 2008. *Spesifikasi Bantalan Elastomer Tipe Polos dan Tipe Berlapis Untuk Perletakan Jembatan*. Jakarta : Badan Standarisasi Nasional.

Departemen Pekerjaan Umum. 2012. *Tata Cara Perancangan Beton Pracetak dan Beton Prategang untuk Bangunan Gedung*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.

Departemen Pekerjaan Umum. 2013. *Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.

Departemen Pekerjaan Umum. 2016. *Pembebanan untuk Jembatan*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.

Departemen Pekerjaan Umum. 2019. *Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung dan Penjelasan*. Jakarta : Badan Standarisasi Nasional.

Diba, A. F & Vicky, W.R. 2022. Perencanaan Jembatan Tanjung Enim II dengan Sistem Beton Prategang Kabupaten Muara Enim – Sumsel*. Pilar Jurnal Teknik Sipil*. 17(2), 48.

Fajriansyah, Z & Yudi, S. 2022. Perencanaan Struktur Atas Jembatan Cibundi dengan Beton Prategang pada Kecamatan Cijati Kabupaten Cianjur*. Jurnal Momen*. 5(1), 35-36.

Hariansyah, W & Yudi, S. 2022. Perencanaan Struktur Bangunan Atas Jembatan Leuwi Cantik dengan Konstruksi Beton Prategang Profil I Girder*. Jurnal Momen.* 5(1), 38 & 48.

Lin, T.Y. 1988. *Desain Struktur Beton Prategang,* Terjemahan jilid I dan II. Jakarta : Erlangga.

Mauliza, A., Syukuri, Mubar. 2023. Perencanaan Gelagar Beton Prategang Jembatan Tanjong Baroh Kecamatan Syamtalira Aron Kabupaten Aceh Utara. *Jurnal Sipil Sains Terapan*. 6(2), 10-16.

Nasution, A.E., Suwarjo, Indriyani, T. 2020. Perencanaan Gelagar Penampang I Jembatan Beton Prategang Bentang 30 Meter. *Jurnal Komposits*. 1(2), 103-117.

Nawy, Edward. (2001). *Beton Prategang Suatu Pendekatan Dasar.* Terjemahan Bambang Suryoatmono. Jakarta: Erlangga.

Raju, Khrisna. 1986. *Beton Ptatekan (Prestressed Concrete)*. Terjemahan Suryadi. Jakarta: Erlangga.

Supriyadi, B & Agus, S. (2007). *Jembatan*. Yogyakarta : Beta Offset.

Halaman ini sengaja dikosongkan

Halaman ini sengaja dikosongkan