

PERENCANAAN JEMBATAN PRATEGANG KALI SURU PEMALANG

Achmad Santosa, Sugiyanto, Y.I. Wicaksono ^{*)}, Indrastono Dwi Atmono ^{*)}

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro
Jl. Prof Soedarto, Tembalang, Semarang. 50239, Telp.: (024)7474770, Fax.: (024)7460060

ABSTRAK

Jembatan Suru terletak di Desa Suru, Bantar bolang, Pemalang yang menghubungkan daerah Kesesi dan daerah Bantar Bolang membentang sepanjang 144 meter di atas sungai Suru. Penggantian jembatan suru ini didasarkan pada kondisi jembatan yang melampaui umur rencana, rangka baja jembatan yang sudah berkarat dan lebar efektif jembatan yang tidak memenuhi standar untuk melayani kebutuhan transportasi. Pada kondisi awalnya jembatan ini didesain dengan menggunakan tipe struktur jembatan rangka baja, kemudian dalam tugas akhir ini dilakukan perancangan untuk penggantian jembatan suru menggunakan jenis struktur beton prategang. Pada tahap awal ini dilakukan analisa kondisi existing, perencanaan struktur jembatan atas dan bawah serta perhitungan Rencana Anggaran Biaya (RAB). Perencanaan struktur atas memperhitungkan beban yang mungkin terjadi yaitu beban sendiri, beban mati tambahan, beban lalu lintas, beban angin dan beban gempa. Dalam perencanaan jembatan ini dilakukan perhitungan menggunakan metode LRFD (Load dan Resistance faktor design) selanjutnya dilakukan perancangan struktur bawah dengan langkah awal melakukan pendimensian abutment, pilar, dan pondasi. Untuk pondasi digunakan pondasi Sumuran.

kata kunci : *Pergantian jembatan Kali Suru, Rangka baja, Beton prategang*

ABSTRACT

Suru bridge is located in the village of Suru, Bantar bolang, Pemalang linking local and regional Kesesi Bantar Bolang route its span 144 meters above the river suru. Suru bridge replacement is based on conditions that exceed the design life of the bridge, steel truss bridge already rusty and the effective width of the bridge that does not meet the standards to serve the transportation needs. On the condition of the bridge was originally designed using the bridge structure type steel frame, then in this final project design for the replacement bridge suru use this type of prestressed concrete structures. At this early stage analysis existing conditions, the structural design of the upper structure and sub structure as well as the calculation of the Budget Plan (RAB). Planning the structure take into account the burden that might occur that burden alone, additional dead load, traffic load, wind load and earthquake loads. In planning proses carried out calculations using LRFD (Load and Resistance Factor Design) is then performed under the structural design with the initial steps do dimensioning abutments, pillars and foundation. For foundation wells are used caisson.

^{*)} Penulis Penanggung Jawab

keywords: *Bridge replacement Suru, Steel frame, Prestressed concrete*

PENDAHULUAN

Berkembangnya daerah di negara berkembang seperti di Indonesia sangat pesat yang salah satunya di tandai dengan bertambahnya pergerakan atau mobilitas manusia yang cukup tinggi dan tumbuhnya sentra-sentra kegiatan baru demikian pula daerah pemalang sebagai salah satu kota di provinsi jawa tengah yang mempunyai fungsi antara lain sebagai pusat perdagangan, industri, transportasai, pendidikan dan pariwisata hal ini menyebabkan meningkatnya volume arus lalu lintas sehingga menuntut adanya jaringan jalan yang memadai dan mencukupi sehingga lalu lintas dapat berjalan dengan lancar dan aman. Salah satu ruas jalan di Pemalang adalah ruas jalan Bantar Bolang, di mana ruas jalan tersebut di hubungkan oleh jembatan desa Suru.

Maksud dan tujuan dari perencanaan struktur jembatan ini adalah untuk memperluas wawasan dalam upaya penguasaan ilmu rekayasa sipil khususnya perencanaan struktur jembatan.

Konstruksi suatu jembatan terdiri atas bangunan atas, bangunan bawah dan pondasi. Bangunan atas terdiri dari balok prategang, plat lantai jembatan, diafragma, shear connector, bantalan jembatan, plat injak, trotoar, dan sandaran. Sedangkan bangunan bawah jembatan berupa abutmen dan pilar. Pondasi dapat menggunakan pondasi tiang pancang, bored pile, maupun pondasi sumuran, tergantung dari kondisi tanah dasarnya.

METODOLOGI

Pengumpulan Data

Data Teknis yang didapat untuk kepentingan proses perencanaan struktur jembatan suru adalah sebagai berikut :

- Data tanah
- Data curah hujan
- Data lalu lintas

Analisa dan Perhitungan

Tahap perencanaan dan analisa perhitungan beserta acuanya dalam perencanaan struktur Jembatan adalah sebagai berikut :

- Analisa Lalu lintas
- Analisa keadaan serta kondisi tanah .
- Penentuan dimensi elemen struktur
- Penentuan beban – beban yang bekerja pada struktur baik gravitasi / vertikal maupun beban gempa / lateral.
- Pemodelan pondasi sumuran.
- Pembuatan gambar desain.

Standart yang di gunakan

Untuk keperluan perencanaan struktur jembatan di gunakan standart struktur yang berlaku di Indonesia, yaitu :

- Standar Perencanaan Pembebanan Jembatan Jalan Raya SKBI 1.3.28.1987. Dirjen Bina Marga DPU.
- Tata cara perhitungan struktur beton untuk bangunan Gedung (SNI 03-2847-2013).
- Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Gedung dan Non Gedung (SNI 03-1726-2012).
- Indonesia Bridge Management Sytem (IBMS,1992).

ANALISA DATA LALU LINTAS

Tabel 1. Nilai-nilai Parameter Tingkat Kinerja Jalan untuk 2 jalur 2 arah

No.	Umur Rencana	Tahun Rencana	LHRT (smp/hari)	QDH (smp/jam)	Nilai – Nilai Parameter		
					C	DS	Keterangan
1.	0	2013	8026.85	956.21	2821	0.33	Layak
2.	1	2014	8829.54	971.25	2821	0.34	Layak
3.	2	2015	9712.49	1068.38	2821	0.37	Layak
4.	3	2016	10683.74	1175.21	2821	0.41	Layak
5.	4	2017	11752.12	1292.73	2821	0.45	Layak
6.	5	2018	12927.33	1422.01	2821	0.50	Layak
7.	6	2019	14220.06	1564.21	2821	0.55	Layak
8.	7	2020	15642.07	1720.63	2821	0.60	Layak
9.	8	2021	17206.28	1892.70	2821	0.67	Layak
10.	9	2022	18926.91	2081.96	2821	0.73	Layak
11.	10	2023	20819.60	2290.10	2821	0.81	Tidak Layak
12.	11	2024	22901.56	2519.72	2821	0.89	Tidak Layak
13.	12	2025	25191.17	2771.10	2821	0.98	Tidak layak

Besarnya DS memenuhi persyaratan (DS ideal adalah $\leq 0,75$) maka kondisi jalan dengan tipe 2 lajur 2 arah (2/2 UD) masih layak digunakan dengan umur rencana hingga tahun 2022.

ANALISA DATA TANAH

Untuk mengetahui kemampuan daya dukung Sumuran diameter 1,75 m dan 2 m di dalam memikul beban – beban yang ada, perlu di lakukan analisa struktur secara menyeluruh. Daya dukung pondasi sumuran di hitung berdasarkan nilai N-SPT yang di dapat dari uji tanah di lapangan. Besarnya N-SPT rata- rata adalah $N^{\wedge} = 37,5$.

PEMBEBANAN PADA STRUKTUR

Kombinasi beban yang digunakan diambil dari Pedoman Perencanaan Pembebanan Jembatan Jalan Raya SKBI 1.3.28.1987 Dirjen Bina Marga DPU dapat di lihat dari tabel berikut :

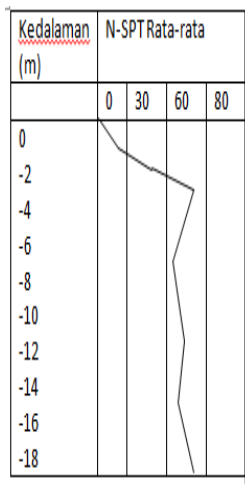
Tabel 2. Beban – beban pada struktur Jembatan prategang dan faktor beban yang sesuai.

No.	Kombinasi Pembebanan dan Gaya	Tegangan yang dipakai terhadap tegangan ijin
1.	M + (H + K) Ta + TU	100%
2.	M + Ta + Ah + Gg + A + SR + Tm	125%
3.	Kombinasi (1) + Rm + Gg + A + SR + Tm	140%
4.	M + Gh + Tag + Gg + AHg + Tu	150%
5.	M + P1	130%
6.	M + (H + K) + Ta + S + Tb	150%

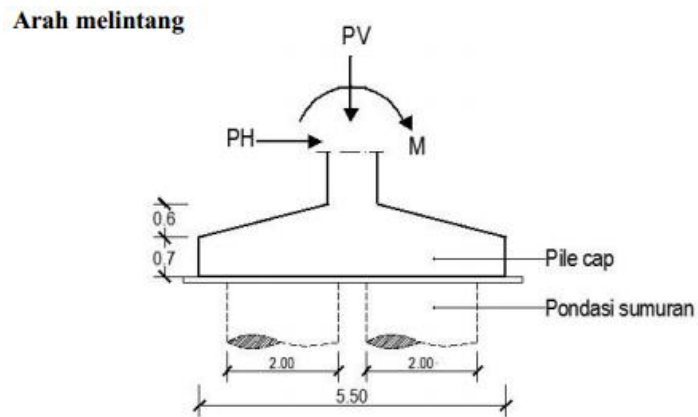
Sumber : PPPJJR SKBI. 1.3.28.1987

PERMODELAN PONDASI SUMURAN

Untuk keperluan analisis struktur, digunakan model yang merepresentasikan jenis tanah keras yang terletak 1,5 m dari permukaan tanah pondasi sumuran sebagai tipe pondasi yang di pilih



Gambar 1. N – SPT



Gambar 2. pondasi sumuran

Daya dukung tanah yang di ijinan ,dapat dinyatakan dengan persamaan :

$$\text{Daya dukung tanah ijin } q_{ult} = n t (N^{1/8,2} ((D + 0,3048) / D)^2 Kd \dots \dots \dots (1)$$

Dimana qult dalam satuan Ton.

PERHITUNGAN STRUKTUR

Tahap perencanaan berupa perhitungan-perhitungan struktural dari konstruksi secara keseluruhan. Perencanaan tersebut meliputi :

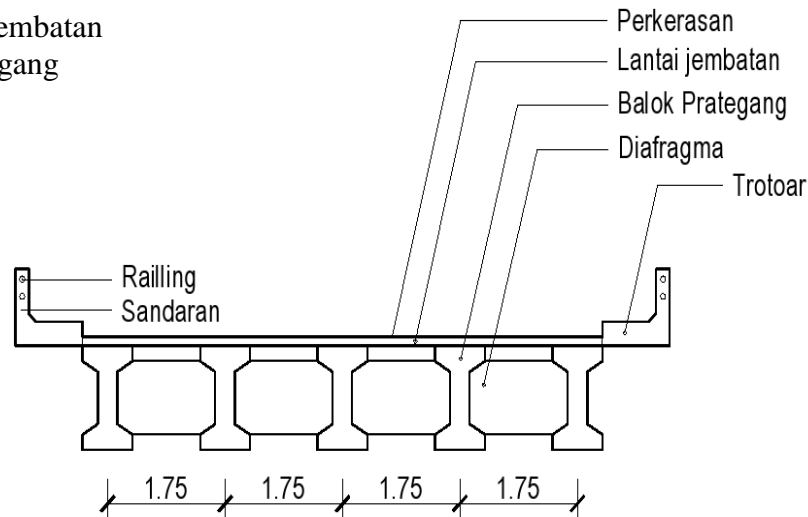
- Perencanaan konstruksi jembatan
- Perencanaan jalan
- Perencanaan drainase

Perencanaan Jembatan meliputi :

- Perencanaan Bangunan Atas
- Perencanaan Bangunan Bawah
- Perencanaan Pondasi

Bangunan atas jembatan letaknya diatas bangunan bawah jembatan dan tidak berhubungan langsung dengan tanah dibawahnya.

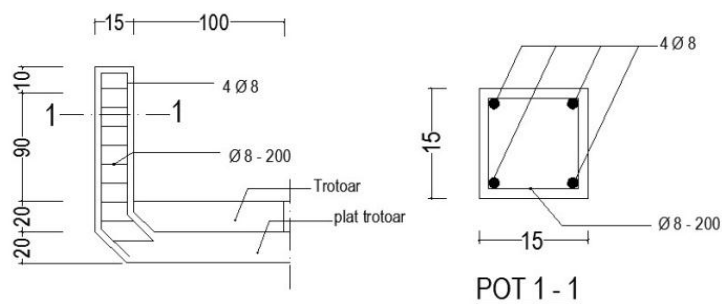
- Sandaran
- Trotoar
- Plat lantai jembatan
- Balok prategang
- Diafragma
- Perletakan
- Pelat injak



Gambar 3. Potongan melintang bangunan atas jembatan

Perencanaan tiang sandaran :

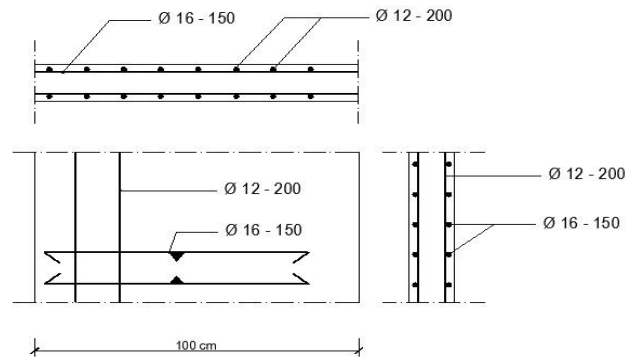
Mutu beton f_c' = 25 mpa = 250 kg/cm²
 Mutu baja f_y = 240 mpa = 2400 kg/cm²
 Dipakai tulangan pokok 4 ϕ 8 mm dipakai begel praktis ϕ 8 – 200



Gambar 4. Penulangan tiang sandaran

Trotor ini di rencanakan.:

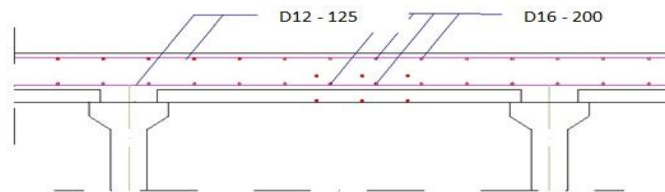
Mutu beton (f_c) = 30 Mpa = 300 kg/cm²
 Mutu baja (f_y) = 240 Mpa = 2400 kg/cm²
 Dipakai tulangan pokok ϕ 16 -150 dipakai tulangan bagi ϕ 12 – 200



Gambar 5. Penulangan Lantai trotoar

Pelat Lantai Jembatan Direncanakan :

- Mutu beton ($f'c$) = 30 Mpa
 - Mutu baja (f_y) = 240 Mpa
- dipakai tulangan ϕ 16 – 200 dipakai tulangan ϕ 12 – 125

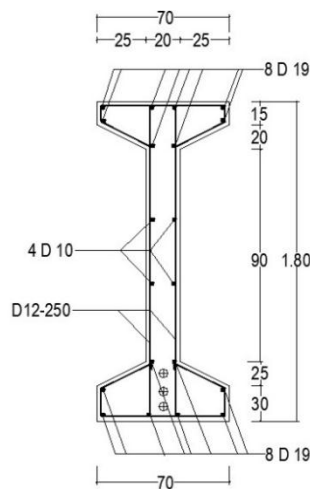


Gambar 6. Penulangan pelat lantai kendaraan

Gelagar Beton Prategang Direncanakan :

- Mutu beton prategang ($f'c$) = 50 Mpa
- Berat jenis beton (B_j) = 2400 kg/m³
- Mutu baja = $\phi < 12 = F_y = 240$ Mpa
= $\phi > 12 = F_y = 400$ Mpa

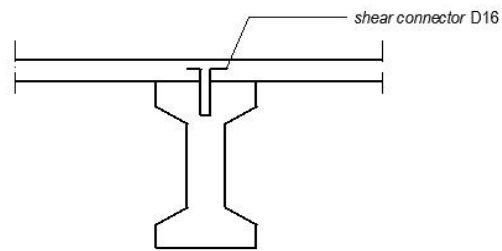
Digunakan tulangan tarik 8 D19 Tulangan samping : 4 D10 Dipasang tulangan geser praktis ϕ 12-250.



Gambar 7. Penulangan gelagar prategang

Shear Connector

Direncanakan menggunakan *shear connector* dengan tulangan D 16 tulangan ganda.



Gambar 8. *Shear Connector*

Perencanaan diafragma

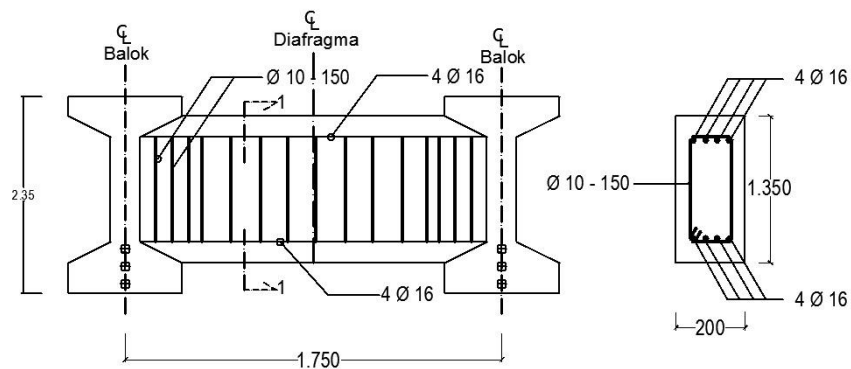
Direncanakan :

Mutu baja $f_y = 240$ Mpa

Mutu beton $f'_c = 50$ Mpa

Bj Beton $= 2400$ kg/m³

Dipakai tulangan 8 ϕ 19 dan ϕ 10-150

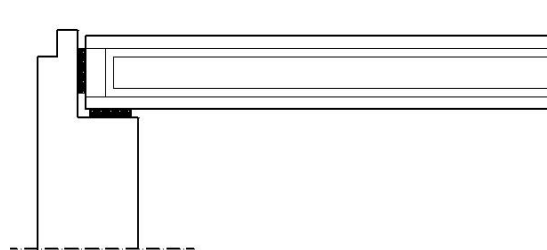


Gambar 9. Penulangan Diafragma

Perencanaan Bantalan Jembatan

Elastomeric bearings Digunakan tipe 3710641

Seismic Bouffer Digunakan tipe KY



Gambar 10. Perletakan Bantalan Karet

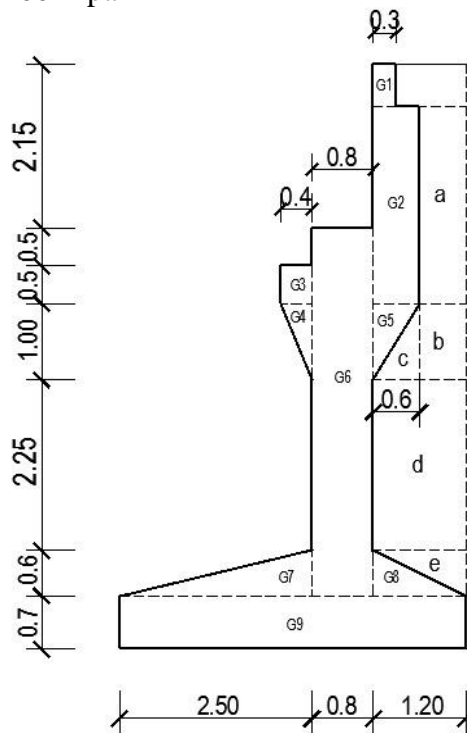
Bangunan Bawah Jembatan

Fungsi utama bangunan bawah jembatan adalah untuk menyalurkan semua beban yang bekerja pada bangunan atas ke tanah. Perhitungan struktur bawah meliputi:

- Abutment
- Pilar
- Pondasi

Perencanaan Abutment direncanakan

Panjang abutment (L) = 10 m
 Berat beton (γ_c) = 2500 kg/m³ = 2,5 T/ m³
 Berat tanah (γ_{soil}) = 1,8 gr/cm³ \approx 1,8 T/ m³
 $f'c = 25$ Mpa, $fy = 400$ Mpa



Gambar 11. Perencanaan dimensi abutment.

Penulangan kepala abutment:

Dipakai Utama tulangan D16 -150 , tulangan geser D 10 – 200

Penulangan badan abutment:

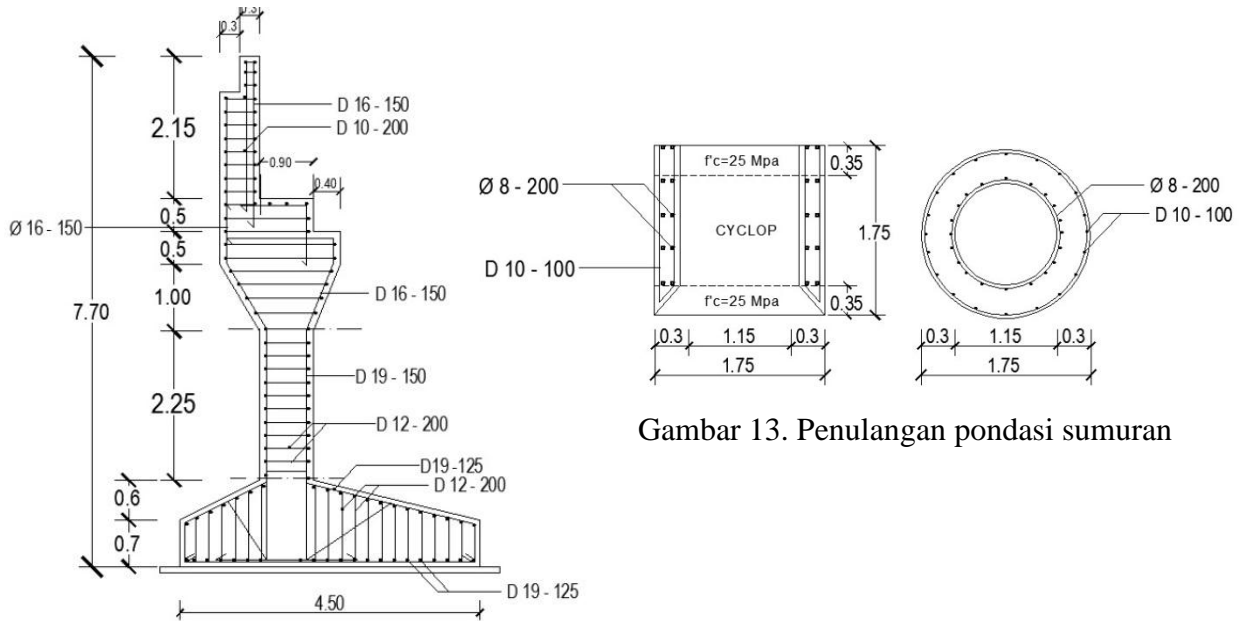
Dipakai tulangan utama D 19 – 150 Digunakan tulangan praktis D 12 – 200

Penulangan poer abutment:

Dipakai tulangan utama D 19 – 125 Digunakan tulangan praktis D 12 – 200

Penulangan pondasi sumuran abutment:

Dipakai tulangan utama D 10 – 100 Digunakan tulangan praktis ϕ 8 – 200



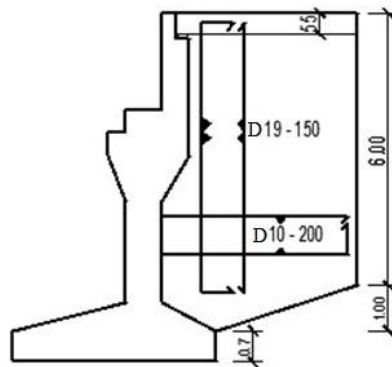
Gambar 13. Penulangan pondasi sumuran

Gambar 12. Penulangan abutment

Perencanaan wing wall

- h = 30 cm
- b = 100 cm
- Mutu beton $f'c = 25$ Mpa
- Mutu baja $f'y = 400$ Mpa
- Penulangan wing wall

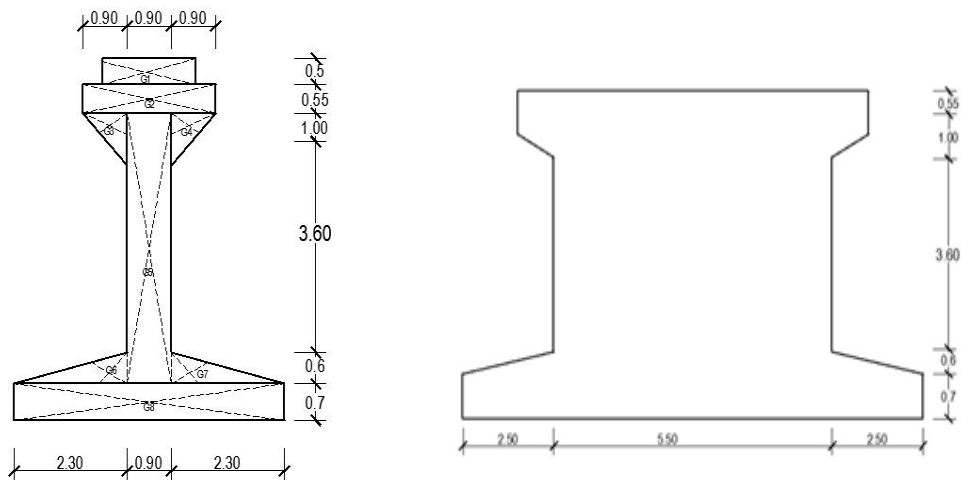
Digunakan tulangan pokok D 19 – 150 Digunakan bagi D 10 – 200



Gambar 14. Penulanagan wing wall

Perencanaan Pilar

- F_y : 400 Mpa
- F_c' : 25 Mpa
- Lebar pilar : 5.5 m
- Tinggi pilar : 6.95 m
- Berat beton (γ_c) : $2500 \text{ kg/m}^3 = 2.5 \text{ T/m}$
- Berat tanah : $1.8 \text{ gr/cm}^3 = 1.8 \text{ T/m}$



Gambar 15. Perencanaan dimensi pilar

Penulangan kepala pilar:

Dipakai tulangan utama D19 – 75 tulangan tekan Dipakai tulangan utama D19 – 125

tulangan geser:

Di gunakan tulangan D 12 – 100

Penulangan badan pilar:

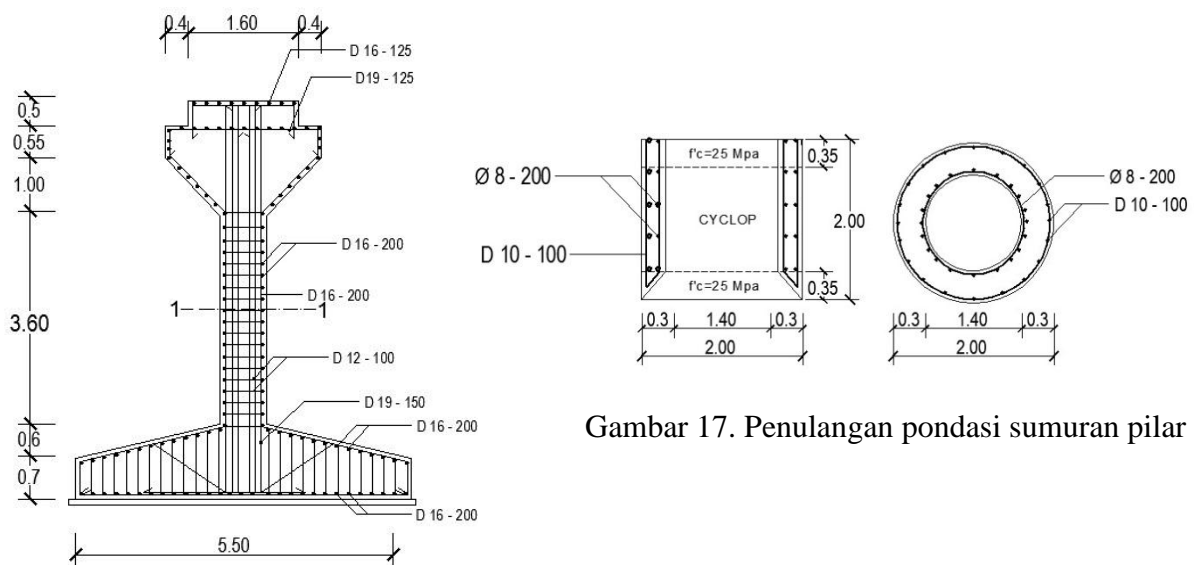
Di pakai tulangan utama D 19 – 100 tulangan geser digunakan tulangan D 12 – 100

Penulangan poer pilar:

Dipakai tulangan utama D19-150 tulangan tekan D 16 – 200

Penulangan pondasi sumuran pilar:

digunakan tulangan utama D 10 – 100 dan tulangan geser \varnothing 8 - 200

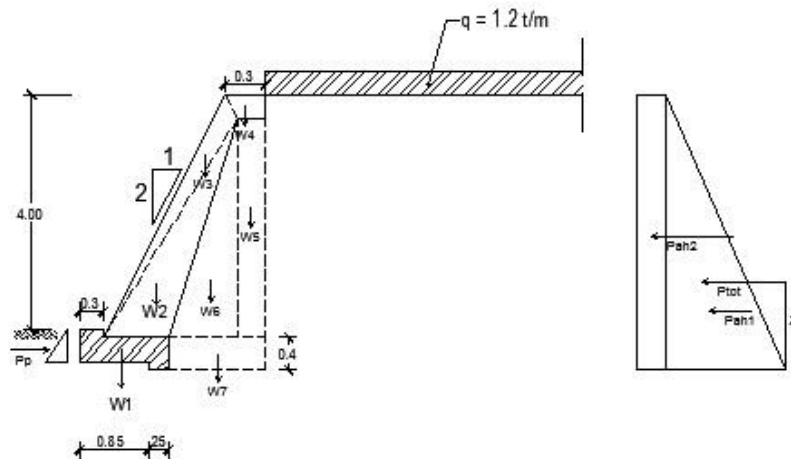


Gambar 17. Penulangan pondasi sumuran pilar

Gambar 16. Penulangan badan pilar

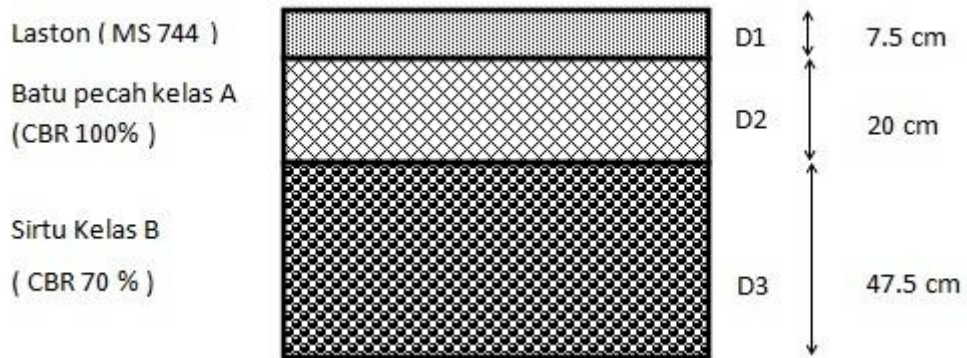
Perencanaan dinding penahan tanah

H = 4 m



Gambar 18. Perencanaan dinding penahan tanah

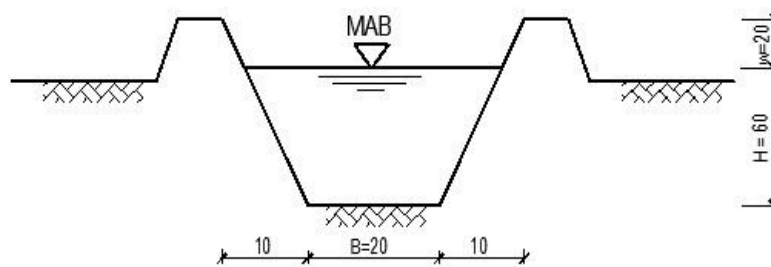
Perencanaan perkerasan jalan



Gambar 19. Perkerasan jalan

Perencanaan penampang saluarn

B = 0,4 m
H = 0.6 m



Gambar 20. Perencanaan penampang saluarn.

KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil adalah sebagai berikut :

Jembatan direncanakan dengan tujuan menghubungkan kebon agung - bantar bolang

Spesifikasi jembatan sebagai berikut :

- Bentang jembatan : 144 m terdiri dari 2 abutmen dan 3 pilar
- Bentang antara abutmen - pilar : 31 m

- Jenis jembatan : Beton prestressed
- Lebar jembatan : 9 m
- Lebar lajur : 2 x 3.5 m
- Lebar trotoar : 2 m
- Pondasi :
 1. Sumuran Abutmen Diameter 1,75 m dipakai tulangan D 10–100 dan ϕ 8–200
 2. Sumuran Pilar Diameter 2 m di pakai tulangan D 10 – 100 dan ϕ 8–200

Saran yang dapat diberikan adalah berikut :

Pelaksanaan dilakukan sesuai dengan standar dan peraturan yang telah ditentukan
Pemilihan pondasi cukup dengan pondasi dangkal karena tanah keras terletak 1,5 m dari permukaan tanah

DAFTAR PUSTAKA

- Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga, 1997. *Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI)*.
- E Bowles, Joseph, 1987. *Analisa dan Desain Pondasi Jilid I*. Erlangga, Jakarta.
- Departmen Pekerjaan Umum, 2015. *Daftar Harga Satuan, Bahan, Upah, dan Tenaga Kerja*. Jawa Tengah.
- Via, W.C dan Gideon Kusuma, 1994. *Dasar – dasar Perencanaan Beton Bertulang Berdasarkan SKSNI T – 15 – 1991 – 04*. Erlangga, Jakarta.