

Perencanaan Teknis Jembatan Strategis Way Umpu Kabupaten Way Kanan

I Gede Putu Indra Aditya¹⁾

I Wayan Diana²⁾

Surya Sebayang³⁾

Abstract

The Way Umpu Bridge is located in Blambangan Umpu District, Way Kanan Regency which is part of the Trans-Central Sumatra road section. In the structural elements of the bridge damage occurs in the structural elements on the bridge so that it can endanger road and bridge users. Therefore effective and efficient planning is needed for the design of the new bridge.

Standards used as a reference in planning the Way Umpu Bridge are SNI 1725-2016, RSNI T-02-2005 and PUPR PERMEN NUMBER 28 / PRT / M / 2016. By using supporting software for the calculation and design of AutoCAD 2017, Microsoft Excel 2013, Google Earth Pro and SAP 2000 V 14.

The results of this plan are (1) effective type of bridge top structure is a class A bridge frame structure with a span length of 60 m, (2) the type of effective lower structure used is a supported T-type support and the foundation of the pre-cast concrete piles (rotating) pile), and (3) total construction costs provided by labor costs, supply of materials and equipment, heavy equipment operating and rental costs and taxes of Rp 16,644,725,377.

Keywords: Trus Bridge, abutment, pile foundation, and budget draft.

Abstrak

Jembatan Way Umpu yang terletak di Kecamatan Blambangan Umpu, Kabupaten Way Kanan yang merupakan bagian dari ruas jalan Lintas Tengah Sumatera. Pada elemen struktur jembatan tersebut terjadi kerusakan pada elemen struktur pada jembatan tersebut sehingga dapat membahayakan pengguna jalan dan jembatan. Oleh karena itu diperlukan perencanaan yang efektif dan efisien untuk desain jembatan yang baru.

Standar yang digunakan sebagai acuan dalam perencanaan Jembatan Way Umpu adalah SNI 1725-2016, RSNI T-02-2005 dan PERMEN PUPR NOMOR 28/PRT/M/2016. Serta dengan menggunakan *software* penunjang untuk mempermudah perhitungan dan desain yaitu AutoCAD 2017, Microsoft Excel 2013, Google Earth Pro dan SAP 2000 V 14.

Hasil dari perencanaan ini adalah (1) tipe struktur atas jembatan yang efektif adalah jembatan rangka baja kelas A dengan panjang bentang 60 m, (2) tipe struktur bawah yang efektif digunakan adalah abutment tipe T terbalik dan fondasi tiang pancang beton pra cetak lingkaran (*spun pile*), dan (3) total biaya konstruksi yang meliputi biaya tenaga kerja, penyediaan bahan dan alat, biaya sewa dan operasional alat berat serta pajak adalah sebesar Rp 16.644.725.377.

Kata Kunci : Jembatan rangka baja, abutment, fondasi tiang pancang dan RAB.

¹⁾ Mahasiswa pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lampung.

²⁾ Staf pengajar pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lampung. Jalan. Prof. Sumantri Brojonegoro 1. Gedung Meneng Bandar Lampung.

³⁾ Staf pengajar pada Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Lampung. Jalan Prof. Sumantri Brojonegoro 1. Gedung Meneng Bandar Lampung.

1. PENDAHULUAN

Jembatan Way Umpu merupakan jembatan yang terletak di Kabupaten Way Kanan pada Jalan Lintas Tengah Sumatera pada ruas Banjar Negara – Kasui Kecamatan Blambangan Umpu. Konstruksi Jembatan Way Umpu yang ada saat ini adalah gabungan antara struktur jembatan rangka baja dengan panjang bentang 40 meter dan jembatan beton dengan panjang 20 meter dengan satu pilar serta lebar total jembatan 7 meter. Jembatan tersebut mulai mengalami kerusakan karena faktor usia dan beban lalu lintas yang berlebih. Sehingga diperlukan perencanaan Jembatan Way Umpu yang baru dengan memperhitungkan kondisi lingkungan serta beban lalu lintas yang terjadi pada jembatan tersebut.

Hasil penelitian ini diharapkan dapat dipakai sebagai upaya masukan dan referensi bagi pihak pemerintah dan konsultan perencana dalam menyusun perencanaan struktur Jembatan Way Umpu. Serta dapat menjadi referensi bagi masyarakat umum mengenai sistematika perencanaan jembatan lalu lintas di atas sungai.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Struktur Atas Jembatan Rangka Baja

Jembatan rangka baja merupakan salah satu jenis konstruksi jembatan yang terdiri dari rangkaian batang-batang baja yang dihubungkan menjadi satu kesatuan. Jembatan rangka baja memiliki keunggulan yaitu durasi pekerjaan yang relatif lebih singkat serta perawatan jembatan yang mudah.

2.2. Abutment Tipe T Terbalik

Abutment tipe ini merupakan tipe abutment yang paling banyak digunakan dalam konstruksi jembatan, terutama untuk jembatan dengan bentangan relatif panjang. Ketahanan abutment tipe ini diperoleh dari berat sendiri abutment dan tanah di atas pelat abutment. Tinggi abutment tipe T terbalik berkisar antara 9-12 meter dengan material beton bertulang.

2.3. Fondasi Dalam

Jenis fondasi dalam yang umumnya digunakan dalam konstruksi jembatan adalah fondasi tiang pancang dan fondasi tiang bor (*bore pile*). Suatu fondasi dapat dikategorikan sebagai fondasi dalam apabila perbandingan antara kedalaman dan lebar fondasi lebih dari 10 ($Df/B > 10$). Jenis fondasi yang sering digunakan adalah fondasi tiang pancang beton atau baja

2.4. Analisis Dalam Perencanaan Jembatan

2.4.1. Analisis Hidrologi

Analisis hidrologi bertujuan untuk mengetahui aspek-aspek seperti debit banjir maksimum, tinggi elevasi muka air banjir dan penampang melintang sungai normalisasi. Untuk menganalisis data curah hujan yang ada digunakan metode poligon *thiessen* dengan persamaan sebagai berikut:

$$P = \frac{A_1 \times P_1 + A_2 \times P_2 + A_3 \times P_3 + \dots + A_n \times P_n}{A_1 + A_2 + A_3 + \dots + A_n} \quad (1)$$

Untuk menentukan debit banjir rencana berdasarkan data curah hujan yang telah dianalisis dengan menggunakan tiga metode berikut:

Metode *Melchior* : $Q = a \cdot I_1 \cdot A \cdot (1 + k)$ (2)

$$\text{Metode Haspers} : Q = \frac{R_t}{3,6t} \quad (3)$$

$$\text{Metode Rasional} : Q = 0,278 \cdot C \cdot I \cdot A \quad (4)$$

2.4.2. Analisis Lalu Lintas Harian

Analisis lalu lintas harian bertujuan untuk menganalisis data lalu lintas yang diperoleh dengan cara survey langsung di lapangan sehingga dapat mengetahui kondisi lalu lintas yang terjadi dan memprediksi kondisi lalu lintas pada masa yang akan datang.

$$LHR_n = LHR_0 \cdot (1+i)^n \quad (5)$$

2.4.3. Analisis Data Topografi

Analisis topografi diperlukan untuk menentukan trase jalan yang efektif, jenis medan jalan, kelas jalan dan kecepatan rencana. Ketentuan jenis medan yang ada dapat mengacu pada Tata Cara Perencanaan Geometrik Untuk Jalan Antar Kota No.038/TBM/1997.

2.5. Pembebanan Jembatan

Dalam perencanaan struktur atas dan struktur bawah jembatan, pembebanan yang diperhitungkan merujuk pada acuan-acuan normatif berikut:

1. RSNi T-02-2005, "Standar Pembebanan Untuk Jembatan".
2. SNI 03-2833-200X, "Standar Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Jembatan".
3. SNI 1725:2016, "Pembebanan untuk Jembatan".
4. PPPJIR-87, "Pedoman Perencanaan Pembebanan Jembatan dan Jalan Raya-1987".

3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Lokasi Penelitian

Lokasi perencanaan Jembatan Way Umpu yaitu berada di Jl. Lintas Tengah Sumatera, Negeri Baru, Blambangan Umpu, Kabupaten Way Kanan, Provinsi Lampung.

3.2. Data Penelitian

Data primer berupa data peta topografi dan data geoteknik yang diperoleh dengan cara pengukuran langsung di lapangan. Sedangkan data sekunder diperoleh dari lembaga-lembaga resmi yang memiliki data tersebut. Data-data sekunder yang digunakan antara lain adalah sebagai berikut.

3.2.1. Data Hidrologi

Data hidrologi yang diperoleh dalam perencanaan Jembatan Way Umpu adalah berupa data curah hujan harian dari beberapa stasiun terdekat dalam kurun waktu 2009-2018. Data tersebut diperoleh dari Balai Besar Wilayah Sungai (BBWS) Mesuji – Sekampung.

3.2.2. Data Survey Lalu Lintas

Data survei lalu lintas yang diperoleh berupa adalah data volume lalu lintas harian yang diperoleh dari Balai Perencanaan dan Pemeliharaan Jalan Nasional (BP2JN).

3.2.3. Data Gempa

Data gempa diperoleh melalui laman resmi <http://puskim.pu.go.id/> yang berupa nilai PGA, SDS, SD1, T0, SS dan S1. Yang diperlukan untuk memperhitungkan beban gempa yang terjadi pada struktur jembatan.

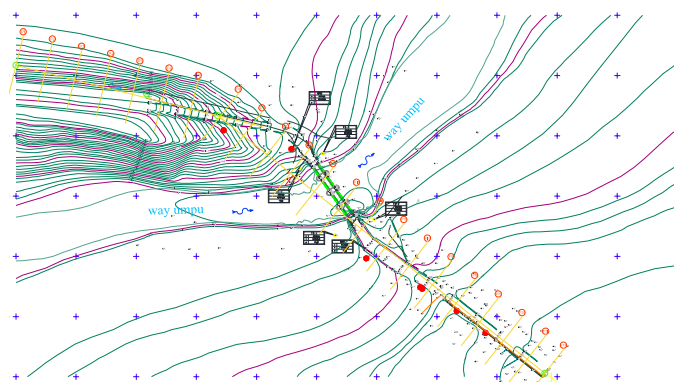
3.3. Software Penelitian

Dalam perencanaan Jembatan Strategis Way Umpu ini, penulis menggunakan beberapa *software* untuk mempermudah perhitungan analisis dan desain. *software-software* yang digunakan dan fungsinya. *Software* yang digunakan antara lain adalah Microsoft Excel 2013, AutoCAD 2017, SAP 2000 V14, ETABS 2016 dan Google Earth Pro.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Analisis Data Topografi

Berdasarkan data survei pengukuran di lapangan, maka dapat diinterpretasikan data tersebut menjadi peta kontur atau peta topografi. Yang dapat menjadi acuan dalam perencanaan Jembatan Way Umpu.

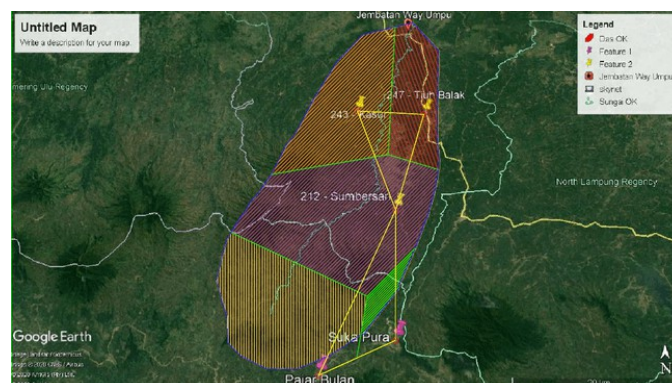


Gambar 1. Peta Topografi Eksisting Jembatan

Dari hasil rata-rata kemiringan atau gradien jalan yang diperoleh dari peta topografi di atas dapat diklasifikasikan jenis medan yang ada pada perencanaan Jembatan Strategis Way Umpu adalah jenis medan perbukitan karena nilai gradien (8,1%) diantara 3-25 %.

4.2. Analisis Data Hidrologi

Data curah hujan tersebut diperoleh dari 6 stasiun curah hujan yaitu STA R-243 Kasui, STA R-247 Tiuh Balak, STA R-212 Sumber Sari, STA R-003 Pajar Bulan, STA R-248 Sukapura. Dengan menggunakan software Google Earth Pro maka dapat ditentukan posisi koordinat setiap STA curah hujan tersebut. Untuk menentukan curah hujan rata-rata dengan menggunakan metode Poligon Thiessen maka perlu ditarik garis imajiner yang akan menentukan luasan wilayah yang direpresentasikan oleh masing-masing STA.



Gambar 2. Poligon Thiessen DAS Way Umpu.

Tabel 1. Koefisien *Thiessen* masing-masing STA.

No	STA	Luas Area (Ha)	Koefisien <i>Thiessen</i>
1	Sumber Sari	36490,1113	0,3765
2	Kasui	19646,5055	0,2027
3	Tiuh Balak	11927,2834	0,1231
4	Suka Pura	2315,3170	0,0239
5	Pajar Bulan	26528,6928	0,2738
Total		96908,0000	1,0000

Tabel 2. Curah hujan maksimum efektif tahunan.

Tahun	Curah Hujan Harian Maksimum Rata-Rata (mm/hari)					
	Sumber Sari	Kasui	Tiuh Balak	Pajar Bulan	Suka Pura	Total
2009	36,9013	47,8451	13,5387	54,7503	2,2697	155,3051
2010	57,9878	26,4365	14,7695	54,2028	1,5458	154,9423
2011	49,7038	17,1107	14,2772	49,0015	2,7022	132,7954
2012	35,3951	23,5982	16,4926	61,8678	1,6868	139,0405
2013	48,9507	18,3271	17,2311	37,2302	1,0465	122,7856
2014	48,1976	19,0975	16,8619	48,7277	1,3379	134,2227
2015	58,3643	18,6920	10,8310	47,0852	1,5888	136,5614
2016	34,2655	20,5977	13,0464	53,3815	1,3475	122,6386
2017	44,8087	24,0442	15,7542	38,3252	1,6605	124,5927
2018	33,8889	27,8150	13,5387	45,9902	2,4274	123,6604

Tabel 3. Curah hujan rancangan *Log Pearson III*.

Periode	Peluang (%)	S LogX	Log Xrt	Cs	K	Log XRT + S*K	X (mm/hr)
2	50	0,03881	2,1276	0,7398	-0,1217	2,1229	132,7117
5	20	0,03881	2,1276	0,7398	0,7853	2,1581	143,9177
10	10	0,03881	2,1276	0,7398	1,6816	2,1929	155,9196
25	4	0,03881	2,1276	0,7398	1,9753	2,2043	160,0673
50	2	0,03881	2,1276	0,7398	2,4229	2,2217	166,6002
100	1	0,03881	2,1276	0,7398	2,8483	2,2382	173,0553
200	0,5	0,03881	2,1276	0,7398	3,1869	2,2513	178,3716
1000	0,1	0,03881	2,1276	0,7398	4,1626	2,2892	194,6254

Untuk memperoleh debit banjir rancangan, maka mengacu pada SNI 2415-2016 tentang “Tata Cara Perhitungan Debit Banjir. Metode yang digunakan sebagai perbandingan adalah Metode *Melchoir*, Metode *Haspers* dan Metode Rasional.

Tabel 4. Debit banjir dengan Metode *Melchoir*, Metode *Haspers* dan Metode Rasional.

Kala Ulang	Rasional (m ³ /dt)	<i>Melchior</i> (m ³ /dt)	<i>Haspers</i> (m ³ /dt)
2	1719,80	659,06	1186,87
5	1865,02	714,71	1307,35
10	2020,55	774,31	1438,50
25	2074,30	794,91	1484,31
50	2158,96	827,35	1556,95
100	2242,61	859,41	1629,30
200	2311,50	885,81	1689,30
1000	2522,13	966,53	1874,97

Dari tabel 4, diperoleh nilai debit banjir maksimum dihasilkan dari Metode Rasional sehingga hasil debit banjir yang digunakan sebagai acuan perencanaan dimensi sungai normalisasi adalah 2522,13 m³/dt. Dari hasil interpretasi *cross section* sungai, maka dimensi sungai normalisasi yang direncanakan seperti pada gambar 4 di bawah.

$FC_{SP} = (1,00)$ Faktor penyesuaian akibat pemisahan arah,
 $FC_{SF} = (0,98)$ Faktor penyesuaian akibat hambatan samping,
 $C = (3000).(1,0).(1,0).(0,98) = 2940 \text{ SMP/jam}$
 Maka, kapasitas jalan yang tersedia adalah sebesar 2940 SMP/jam.

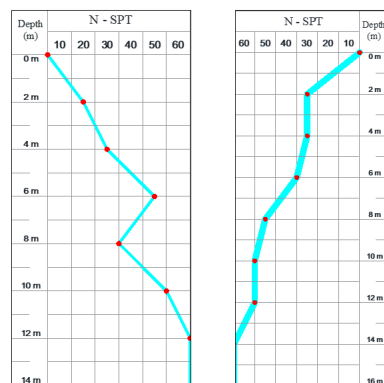
$$DS = \frac{Q}{C} \Rightarrow Q = DS \times C \quad (7)$$

$$n_{rencana} = 1^{(1+i)} \log\left(\frac{LHR_T}{LHR_{pelaksanaan}}\right) = 1^{(1+3,5)} \log\left(\frac{24500}{15475,16}\right) = 13,3552 = 13 \text{ tahun}$$

Oleh karena itu jembatan yang direncanakan mampu menampung volume lalu lintas selama 13 tahun yang akan datang. Sehingga selanjutnya perlu dilakukan kajian ulang untuk perencanaan jembatan ganda/kembar.

4.4. Analisis Data Geoteknik

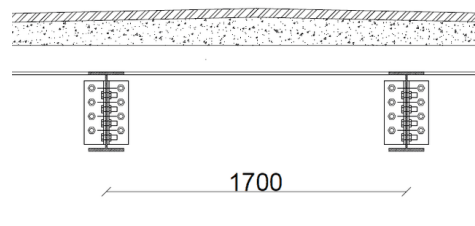
Data geoteknik dibutuhkan dalam perencanaan struktur abutment dan pondasi jembatan. Data geoteknik diperoleh dari pegujian Uji Boring dan Uji SPT yang dilaksanakan secara langsung di lapangan. Sehingga diperoleh data geoteknik sebagai berikut.



Gambar 5. Data uji N-SPT pada tanah fondasi.

4.5. PERENCANAAN STRUKTUR ATAS

4.5.1. Pelat Lantai



Gambar 6. Dimensi pelat lantai.

Berdasarkan analisis struktur yang dilakukan diperoleh momen ultimit maksimum pada arah X yang bekerja pada pelat lantai kendaraan jembatan adalah sebesar 4396,5932 kgm. Sehingga penulangan arah X yang diperlukan adalah D13-100. Sedangkan momen ultimit maksimum pada arah Y yang bekerja pada pelat lantai kendaraan jembatan adalah sebesar 3638,3996 kgm. Sehingga penulangan arah Y yang diperlukan adalah D13-150.

4.5.2. Gelagar/Girder Jembatan

Terdapat tiga tipe gelagar jembatan yang direncanakan yaitu gelagar memanjang tepi, tengah dan gelagar melintang.

Tabel 7. Perencanaan gelagar/girder jembatan.

Ketentuan	Gelagar Memanjang Tepi	Gelagar Memanjang Tengah	Gelagar Melintang (Post Komposit)
Profil	H 450.200.9.16	H 450.200.9.16	H 900.350.12.19
Mutu	f_y 410 MPa	f_y 410 MPa	f_y 410 MPa
Panjang	5000 mm	5000 mm	9000 mm
Sayap	Kompak	Kompak	Kompak
Badan	Kompak	Kompak	Kompak
Pasal	F2	F2	Perencanaan Plastis
Mu Maks	480,1913 kNm	478,9382 kNm	3121,9690 kNm
ØMn	565,1800 kNm	547,4257 kNm	5294,9814 kNm
Vu Maks	226,6532 kN	266,5036 kN	1221,6615 kN
ØVn	896,67 kN	896,67 kN	1791,974 kN
Shear Con.	2Ø10 – 125 mm	2Ø10 – 125 mm	2Ø10 – 200 mm
Δu	12,698 mm	11,663 mm	37,204 mm
Δijin L/240	20,830 mm	20,83 mm	37,5 mm
Keterangan	Aman	Aman	Aman

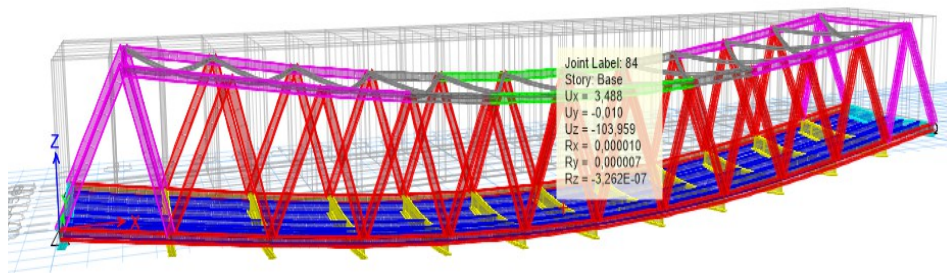
4.5.3. Struktur Rangka Jembatan

Data profil rencana pada elemen struktur rangka jembatan disajikan dalam tabel 8 dan gambar 7 di bawah.

Tabel 8. Profil rencana struktur rangka jembatan.

Batang	Profil	L (mm)	Batang	Profil	L (mm)
A1	400.400-16/32	5000	D7	400.400-12/16	6845
A2	400.400-16/32	5000	D8	400.400-12/16	6845
A3	400.400-16/32	5000	D9	400.400-12/16	6845
A4	400.400-22/32	5000	D10	400.400-12/16	6845
A5	400.400-32/32	5000	D11	400.400-12/16	6845
A6	400.400-32/32	5000	D12	400.400-12/16	6845
D1	400.400-16/32	6845	B1	400.400-16/28	5000
D2	400.400-16/32	6845	B2	400.400-16/28	5000
D3	400.400-16/28	6845	B3	400.400-16/28	5000
D4	400.400-12/16	6845	B4	400.400-16/28	5000
D5	400.400-12/16	6845	B5	400.400-16/28	5000
D6	400.400-12/16	6845	B6	400.400-16/28	5000

Dengan menggunakan *software* ETABS 2016, diperoleh hasil lendutan sebagai berikut



Gambar 7. Defleksi ultimit jembatan rangka baja (103,959 mm).

Lendutan maksimum yang diizinkan terjadi pada jembatan rangka baja adalah sebesar $1/500$ dari panjang bentang jembatan sehingga lendutan maksimum yang diizinkan adalah sebesar 120 mm. Karena nilai lendutan maksimum yang terjadi $\Delta_U < \Delta_{izin}$ ($103,959 < 120$) maka jembatan rangka baja yang direncanakan aman terhadap defleksi ultimit.

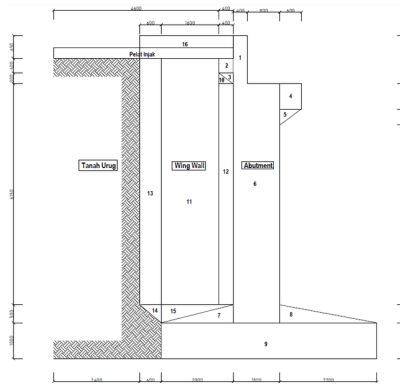
4.6. PERENCANAAN STRUKTUR BAWAH

Ketentuan-ketentuan yang ditetapkan dalam perencanaan struktur bawah Jembatan Strategis Way Umpu adalah sebagai berikut.

1. Mutu Beton = K-350 ($f'_c = 29$ MPa)
2. Mutu baja tulangan = BJ-55 ($f_y = 410$ MPa)
3. Data tanah = ($C = 3,0$ t/m²); ($\gamma_{Tanah} = 1,7$ t/m³); ($\phi = 35^\circ$)

4.6.1. Abutment

Abutment yang direncanakan adalah abutment beton bertulang dengan dimensi berikut.



Gambar 8. Dimensi rencana abutment jembatan.

4.6.2. Penulangan Abutment

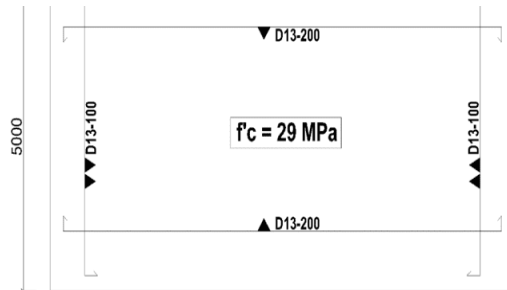
Dengan memperhitungkan beban mati, beban mati tambahan, berat sendiri, beban lalu lintas dan beban lingkungan yang terjadi pada elemen-elemen abutment yang ada. Maka dapat direncanakan penulangan elemen abutment adalah sebagai berikut.

Tabel 9. Perencanaan penulangan elemen-elemen abutment.

Aspek	Balok Sandung	Kepala Abutment	Badan (Rib)
Lebar (b)	1000 mm	1000 mm	1000 mm
Tinggi (h)	400 mm	400 mm	1300 mm
f'_c	29 MPa	29 MPa	29 MPa
f_y	410 MPa	410 MPa	410 MPa
Selimit	70 mm	70 mm	70 mm
Depth eff.	323,5 mm	319 mm	101,5 mm
Tulangan	D13	D22	D25
Mu	128,4719 kNm	311,6574 kNm	3267,24 kNm
Vu	-	-	1129,58 kN
Pu	-	-	1057,16 kN
Rn	1,3640 N/mm ²	3,4030 N/mm ²	(0,043; 0,102)
ρ_{pakai}	0,00342	0,00897	0,015
Tul. Pakai	D13-100 mm	D22-100	D25-75
Tul. Bagi	D13-200	D16-200	D19-300/250
Keterangan	Aman	Aman	Aman

4.6.3. Pelat Injak

Berdasarkan analisis pembebanan yang terjadi pada pelat injak, maka diperoleh nilai momen ultimit sebesar 111,3875 kNm. Dengan kuat tekan beton 29 MPa dan dimensi pelat 1000 mm × 300 mm, maka diperlukan tulangan D13-100 mm.



Gambar 9. Rencana penulangan pelat injak.

4.6.1. Fondasi

Fondasi yang direncanakan adalah fondasi dalam berupa fondasi tiang pancang *spun pile*. Dengan ketentuan perencanaan sebagai berikut.

$B_{\text{Pile Cap}}$	= 6 m	L_{Tiang}	= 12 meter
$L_{\text{Pile Cap}}$	= 15 m	PV	= 20626,45 kN
$f'_{c\text{Tiang}}$	= 52 MPa	Mu_x	= 33253,51 kNm
Bahan	= Beton prategang	Mu_y	= 2256,39 kNm
Produsen	= PT. WIKA Beton	PH_x	= 10394,66 kN
Bentuk	= Lingkaran/silinder	Jenis Tanah	= Granular (Berpasir)

Daya dukung tiang tunggal dan daya dukung tiang kelompok (*pile group*) berdasarkan diameter fondasi tiang pancanga yang direncanakan.

Tabel 10. Daya dukung tiang kelompok (*pile group*)

Diameter (m)	0,6 m	0,8 m	1 m	1,2 m
$N_{\text{Tiang}} (bh)$	40	24	18	12
$S_{\text{Tiang}} (m)$	1,5	2	2,5	3
M (baris)	4	3	3	2
n' (buah)	10	8	6	6
Cek M (m)	0,75	1	0,5	1,5
Cek N' (m)	0,75	0,5	1,25	0
θ (derajat)	21,8014	21,8014	21,8014	21,8014
E_g (%)	60,03%	62,65%	63,66%	67,70%
$Q_{\text{izin}} (kN)$	968,239	1758,032	2647,592	3797,427
$P_{\text{izin}} (kN)$	23249,64218	26435,87479	30340,28377	30851,02956
$P_u (kN)$	20626,45	20626,45	20626,45	20626,45
Keterangan	Aman	Aman	Aman	Aman

Tabel 11. Keamanan fondasi rencana terhadap penurunan tanah .

Diameter (m)	0,6 m	0,8 m	1 m	1,2 m
$S_1 (m)$	0,0006	0,0006	0,0005	0,0005
$S_2 (m)$	0,0013	0,0025	0,0036	0,0056
$S_3 (m)$	0,0003	0,0003	0,0003	0,0004
$S_{\text{Tunggal}} (m)$	0,0021	0,0034	0,0044	0,0066
$S_{\text{group}} (m)$	0,0156	0,0247	0,0321	0,0478
$S_{\text{izin}} (m)$	0,065	0,065	0,065	0,065
Keterangan	Aman	Aman	Aman	Aman

Dengan mempertimbangkan keamanan, kemudahan pekerjaan, efisiensi dan aspek ekonomis maka rencana fondasi tiang pancang yang ditetapkan adalah fondasi tiang pancang beton pracetak dengan diameter 0,6 m sebanyak 40 tiang.

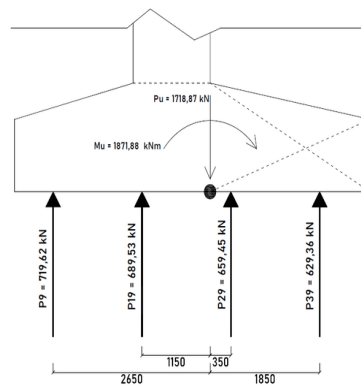
Untuk menghitung daya dukung *pile group* terhadap beban vertikal, digunakan *Metode Meyerhoff*.

$$P_v = \left(\frac{P_v}{n} \right) \pm \frac{(M_x \cdot y)}{\sum x^2} \pm \frac{(M_y \cdot x)}{\sum y^2} \quad (8)$$

P_{Maksimum} untuk satu tiang pancang adalah sebesar 764,99 kN, berdasarkan Katalog Spesifikasi *Spun Piles* PT. WIKA Beton untuk Tiang Pancang Ø 0,6 m *Class C* memiliki kapasitas tekan izin (*Allowable Compression*) sebesar 229,50 ton $\approx$ 2251,3951 kN. Oleh karena itu tiang pancang yang dipilih masih aman untuk diterapkan.

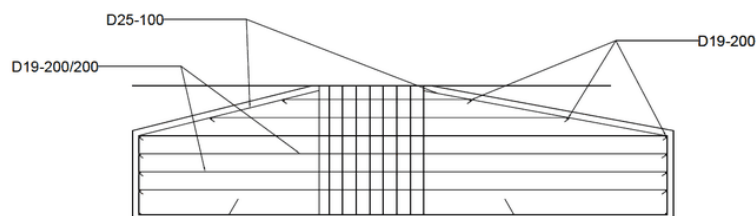
4.6.2. Poer Abutment

Dengan memperhitungkan beban ultimit yang terjadi akibat beban yang ada di atas poer abutment serta daya dukung yang diberikan oleh fondasi, maka diperoleh ilustrasi beban-beban yang bekerja pada poer sebagai berikut.



Gambar 10. Pembebanan Poer.

Dengan variabel-variabel perencanaan yang sudah diketahui maka diperlukan tulangan D25-100 mm sebagai tulangan utama dan D19-200 mm sebagai tulangan susut *poer*.



Gambar 11. Ilustrasi penulangan poer abutment.

4.7. Rancangan Anggaran Biaya (RAB)

Berdasarkan volume pekerjaan, material dan biaya operasional alat berat yang diperlukan pada masa konstruksi Jembatan Strategis Way Umpu dengan metode semi-kantilever maka diperlukan biaya sebagai berikut.

Tabel 13. Rancangan anggaran biaya konstruksi Jembatan Way Umpu.

No	Uraian Pekerjaan	Biaya (Rp)
1	Pekerjaan Pendahuluan	261.338.258
2	Pekerjaan Fondasi	844.691.314
3	Pekerjaan Abutment	2.778.652.448
4	Pekerjaan Oprit (Jalan Pendekat)	865.974.066
5	Pekerjaan Struktur Atas	9.718.128.544
6	Pekerjaan Lapis Perkerasan	350.831.452
7	Pekerjaan Finishing	116.945.519
Total		14.936.561.601

(A) Total Biaya Pekerjaan	= A	= Rp 14.936.561.601,-
(B) Pajak Pertambahan Nilai (PPN)	= 10% A	= Rp 1.493.656.160,-
(C) Total Biaya Proyek	= (A) + (B)	= Rp 16.430.217.761,-

Sehingga total biaya yang diperlukan untuk pelaksanaan konstruksi Jembatan Way Umpu sebesar Rp 16.430.217.761,- yang terdiri dari biaya tenaga kerja, sewa alat berat, biaya *head-profit* dan biaya pajak pertambahan nilai (PPN).

5. KESIMPULAN

Konstruksi jembatan yang cocok untuk digunakan dalam konstruksi Jembatan Way Umpu adalah tipe jembatan rangka baja kelas A dengan panjang bentang 60 meter. Rencana anggaran biaya (RAB) Jembatan Strategis Way Umpu dengan konstruksi jembatan rangka baja tipe A60, dengan memperhitungkan biaya bahan, tenaga kerja dan sewa alat berat maka diperoleh nominal sebesar Rp 16.430.217.761. Dengan metode analisis harga satuan pekerjaan (AHSP) mengacu pada Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia Nomor 28/PRT/M/2016 tentang "Pedoman Analisis Harga Satuan Pekerjaan Bidang Pekerjaan Umum".

DAFTAR PUSTAKA

- Direktorat Jendral Bina Marga. 1997. *Manual Kapasitas Jalan Indonesia*. Departemen Pekerjaan Umum. Jakarta.
- PERMEN PUPR RI No. 28/PRT/M/2016. 2016. *Pedoman Analisis harga Satuan Pekerjaan Bidang Pekerjaan Umum*. Kementrian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. Jakarta.
- RSNI T-02-2005. 2005. *Standar Pembebanan untuk Jembatan*. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta.
- SNI 1725:2016. 2016. *Pembebanan untuk Jembatan*. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta.
-