BAB V

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan ulang dan analisis struktur pada Jembatan Samota di Kabupaten Sumbawa dengan bentang 50 meter menggunakan PCI Girder tipe H-210 serta struktur bawah berupa fondasi *bored pile*, dapat disimpulkan bahwa perancangan ulang jembatan ini telah menghasilkan struktur yang memenuhi persyaratan keamanan dan kenyamanan sesuai standar yang berlaku (SNI 1725-2016, SNI 8460:2017, dan Panduan Bina Marga 2021). Pada struktur atas, nilai lendutan maksimum hasil analisis dari *midas civil* sebesar 0,0371 m (3,71 cm) masih berada di bawah batas izin L/800 = 0,0625 m (6,25 cm), sehingga kriteria kinerja layan terpenuhi. Dari segi kekuatan, momen lentur terfaktor (Mu) sebesar 17.628,8 kNm lebih kecil dibandingkan kapasitas lentur nominal terfaktor (ϕMn) sebesar 21.297,95 kNm, dan momen torsi terfaktor (Tu) sebesar 28,61 kNm jauh di bawah kapasitas torsi terfaktor (ϕTn) sebesar 149,10 kNm, sehingga struktur aman terhadap kegagalan lentur dan puntir. Untuk gaya geser, meskipun gaya geser terfaktor (Vu) sebesar 2.365,97 kN memerlukan tulangan geser tambahan, setelah ditambahkan tulangan diameter 13 mm jarak 200 mm diperoleh kapasitas geser rencana (ϕVn) sebesar 3.247,49 kN yang lebih besar dari Vu, sehingga struktur aman terhadap kegagalan geser.

Pada struktur bawah, fondasi *bored pile* dinyatakan aman secara geoteknik dan struktural. Kapasitas ultimit kelompok tiang (16 buah, diameter 1 m, kedalaman 34 m) mencapai 21.610,07 kN, mampu menahan beban total kerja sebesar 21.465,68 kN dengan faktor keamanan 3,02 > 2,5. Penurunan elastis tiang tunggal sebesar 1,226 cm dan penurunan elastis kelompok tiang sebesar 2,6 cm masih di bawah batas izin, sementara penurunan konsolidasi pada lapisan lempung hanya 50,75184 mm (5,075184 cm), jauh di bawah batas izin penurunan (17,25 cm). Secara keseluruhan, hasil analisis numerik manual dan dengan bantuan *software midas civil* menunjukkan bahwa perancangan ulang Jembatan Samota telah memenuhi ketentuan keamanan dari

segi kekuatan, stabilitas, serta kinerja layan, sehingga jembatan layak berfungsi sebagai sarana transportasi yang aman dan nyaman sesuai umur rencana.

DAFTAR PUSTAKA

Badan Standardisasi Nasional. (2016). SNI 1725:2016 Pembebanan untuk Jembatan.

Badan Standardisasi Nasional. (2016). SNI 2833:2016 Perencanaan Jembatan terhadap Beban Gempa.

Badan Standardisasi Nasional. (2017). SNI 8460:2017 Persyaratan Perancangan Geoteknik. Jakarta: BSN.

Bina Marga. (2021). Panduan Praktis Perencanaan Teknis Jembatan. Direktorat Jenderal Bina Marga, Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.

Direktorat Jenderal Bina Marga. (2024). Manual Desain Jembatan. Jakarta: Kementerian PUPR.

Bappeda Kabupaten Sumbawa. (2021). Dokumen Pengembangan Kawasan Strategis Samota Kabupaten Sumbawa. Sumbawa: Pemerintah Kabupaten Sumbawa.

Riensa, C. R., & Khaidir, I. (2025). Analisis Kapasitas Profil Gelagar Jembatan PCI Girder Menggunakan Software MIDAS Civil 2022 (Studi Kasus: Jembatan Krueng Nalan, Aceh). Kumpulan Artikel Publikasi Tugas Akhir Wisudawan Teknik Sipil Ke-83, Universitas Bung Hatta.

Universitas Muhammadiyah Mataram. (2024). Laporan tugas akhir/perencanaan jembatan (BAB V–Lampiran). Repository Universitas Muhammadiyah Mataram. Repository UMMAT

SNI 8460:2017, *Tata Cara Perencanaan Pondasi Tiang*.

American Association of State Highway and Transportation Officials. (2020). AASHTO LRFD Bridge Design Specifications (9th ed.). Washington, DC.

Lin, T. Y., & Burns, N. H. (1981). *Design of Prestressed Concrete Structures (3rd ed.). New York: John Wiley & Sons.*

Nilson, A. H. (1987). *Design of Prestressed Concrete. New York: John Wiley & Sons.*

Bowles, J. E. (1997). *Foundation Analysis and Design (5th ed.). New York: McGraw-Hill.*

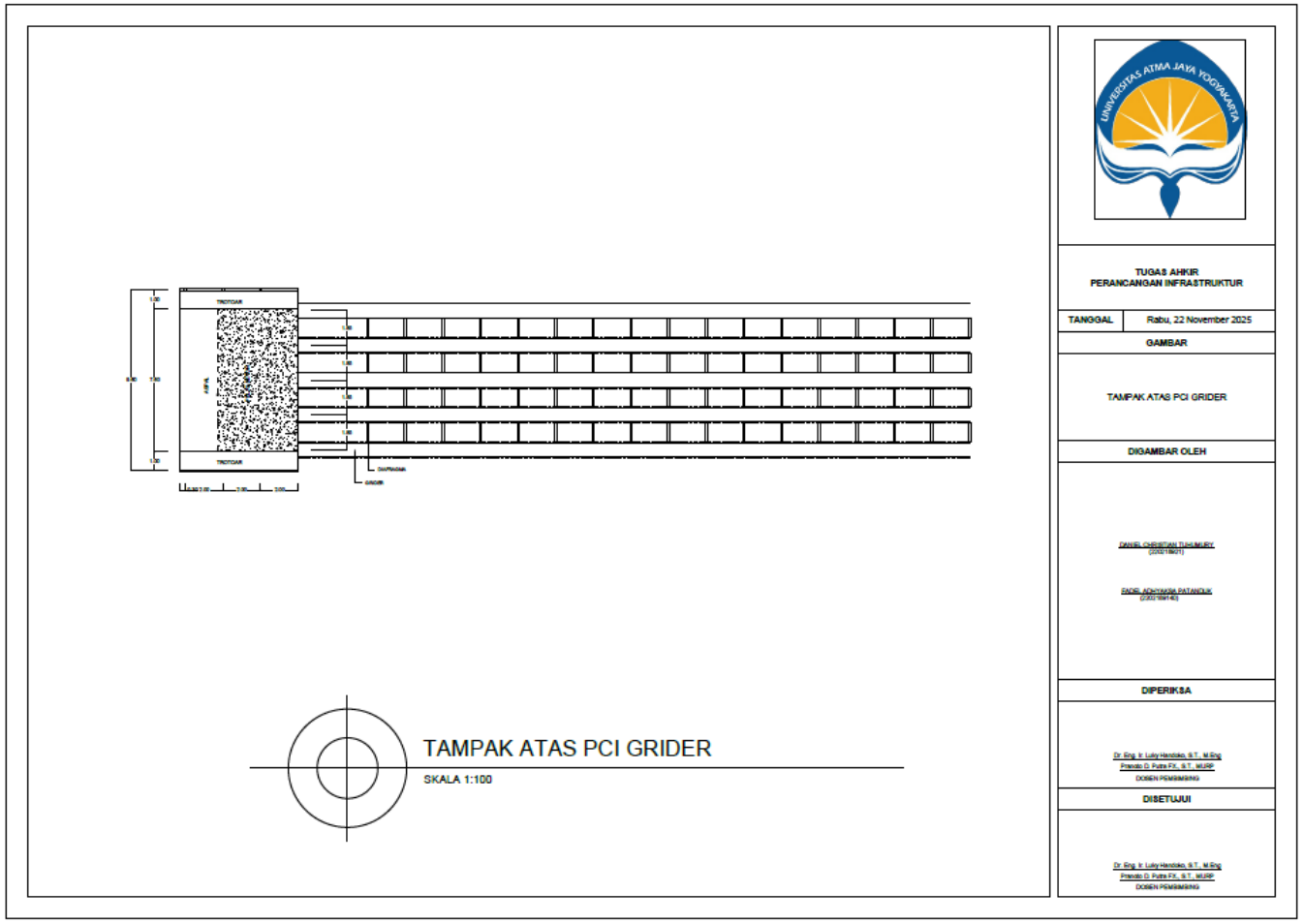
Das, B. M. (2011). *Principles of Foundation Engineering (7th ed.). Stamford: Cengage Learning.*

Meyerhof, G. G. (1976). *Bearing Capacity and Settlement of Pile Foundations. Journal of the Geotechnical Engineering Division, ASCE.*

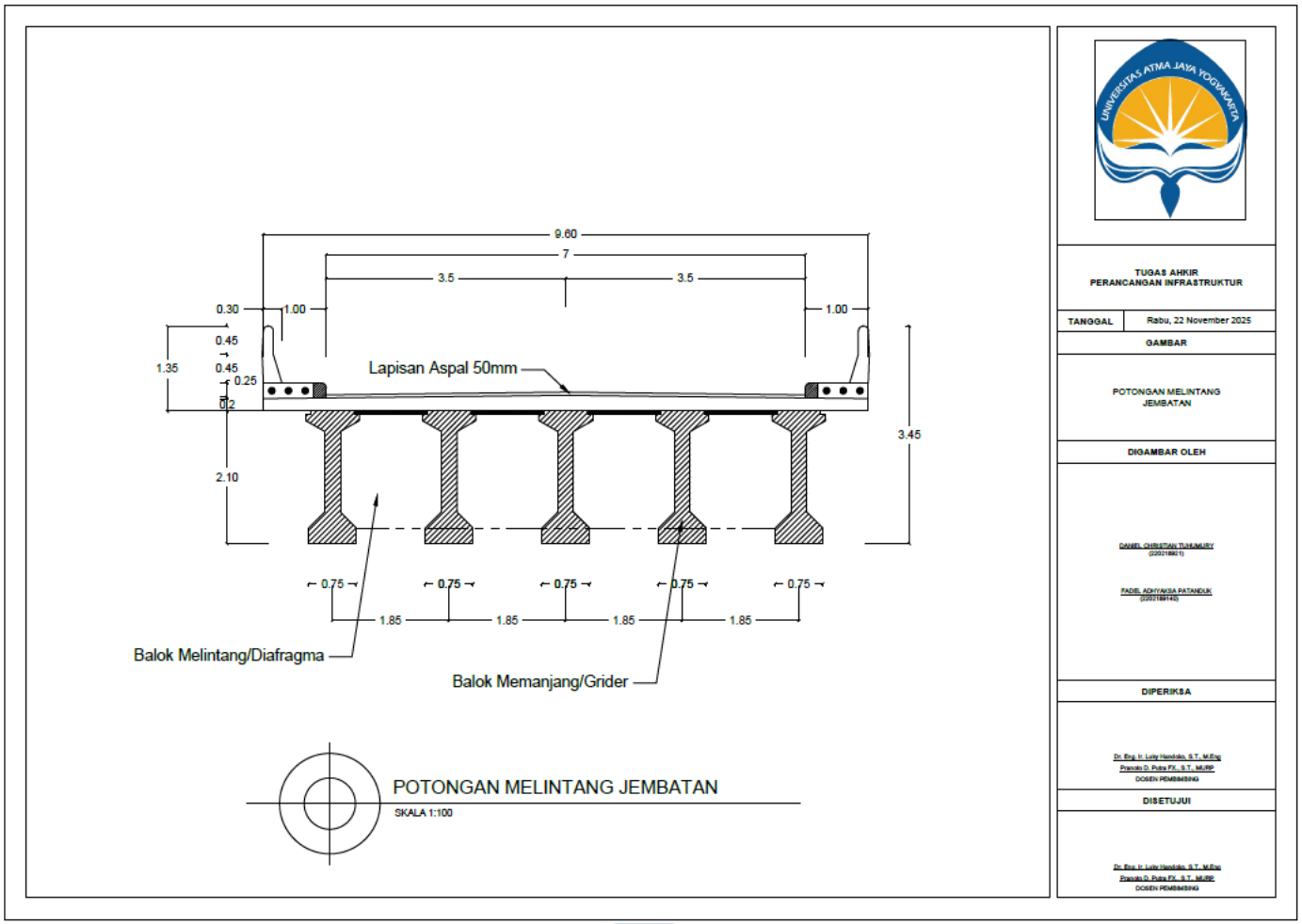
Tomlinson, M. J., & Woodward, J. (2015). *Pile Design and Construction Practice (6th ed.). CRC Press.*

LAMPIRAN

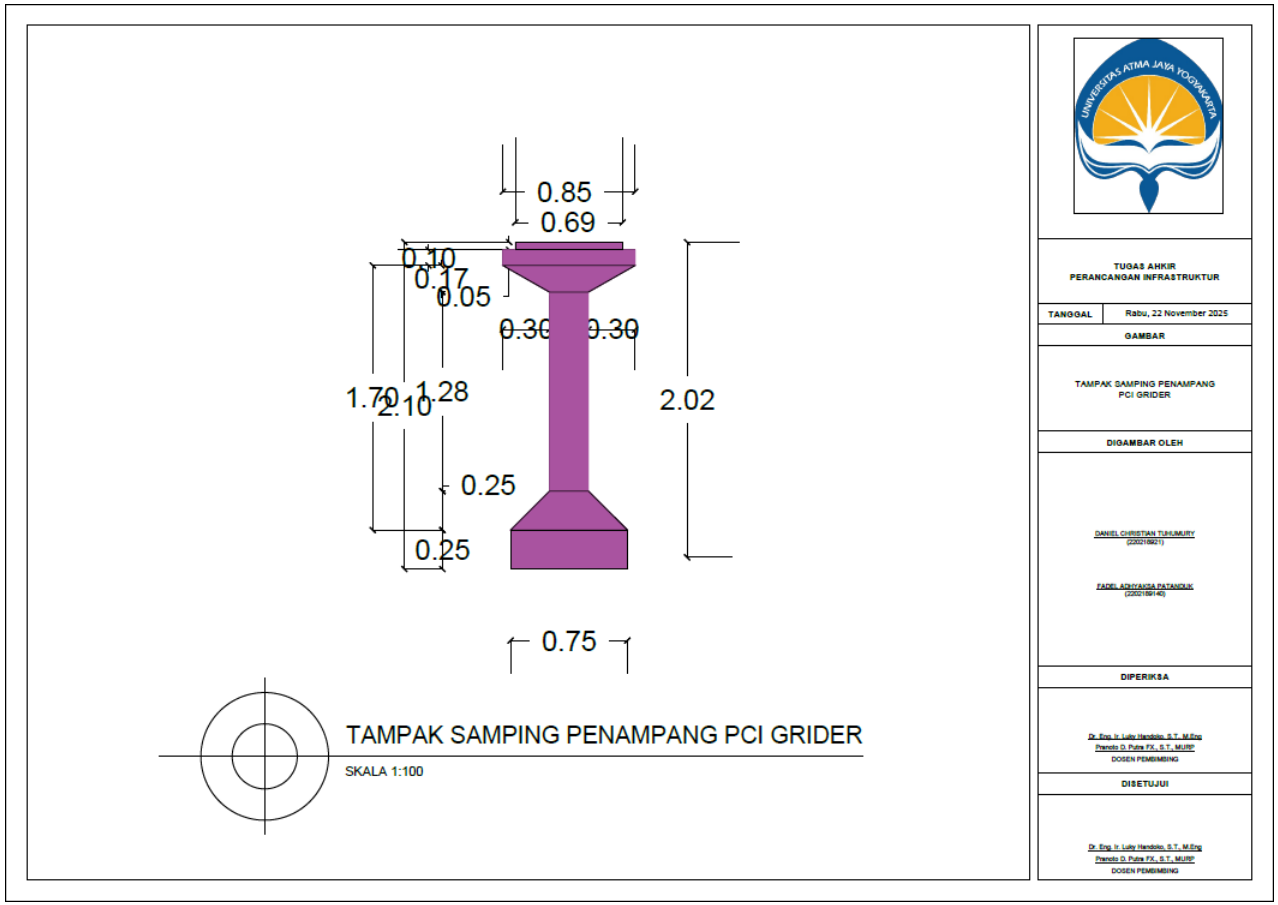
Lampiran 1


TAMPAK ATAS PCI GRIDER
SKALA 1:100
TUGAS AKHIR
PERANCANGAN INFRASTRUKTUR
TANGGAL
Rabu, 22 November 2025
GAMBAR
TAMPAK ATAS PCI GRIDER
DIGAMBAR OLEH
DIPERIKSA
DISETUJUI
DOSEN PEMBIMBING
DOSEN PEMBIMBING

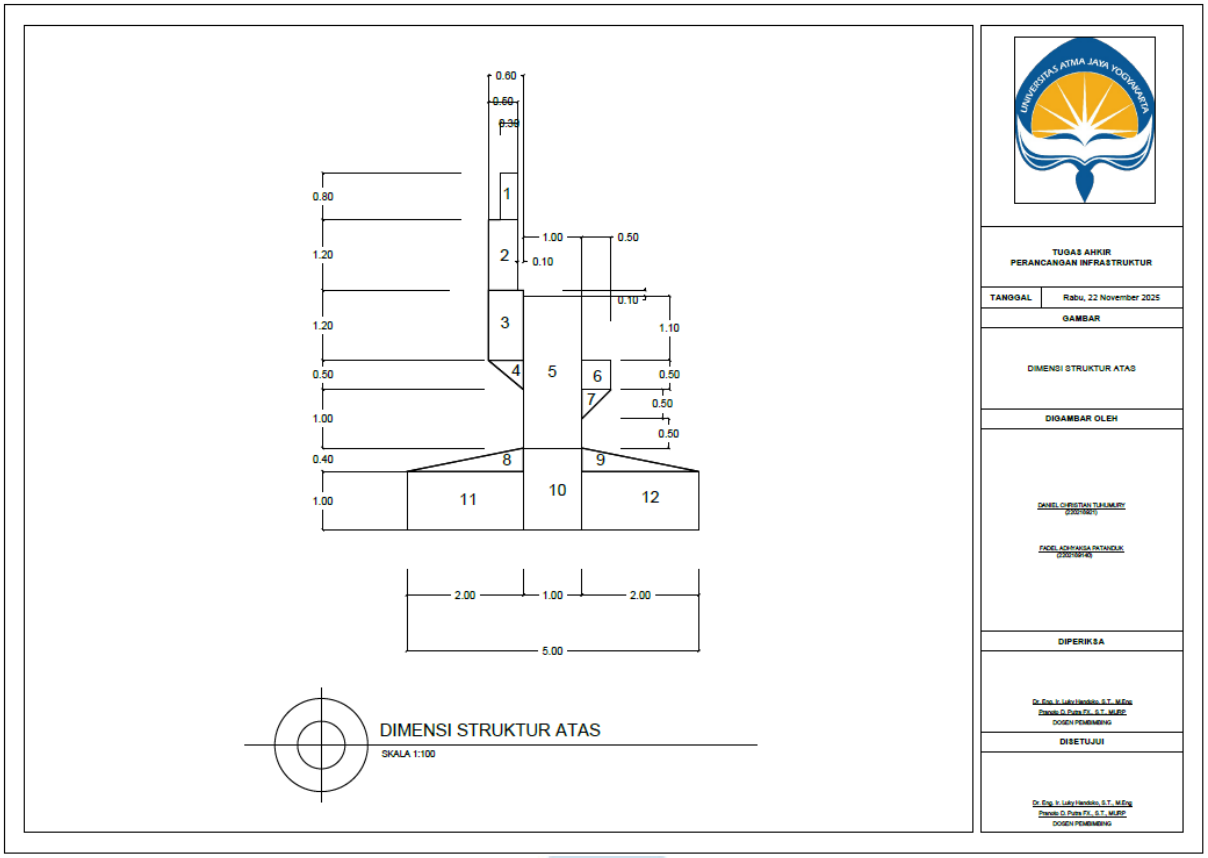
Lampiran 2


9.60
7
3.5
3.5
0.30
1.00
1.00
0.45
0.45
0.25
0.2
1.35
Lapisan Aspal 50mm
3.45
2.10
0.75
0.75
0.75
0.75
0.75
1.85
1.85
1.85
1.85
Balok Melintang/Diafragma
Balok Memanjang/Grider
POTONGAN MELINTANG JEMBATAN
SKALA 1:100
UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA
TUGAS AKHIR
PERANCANGAN INFRASTRUKTUR
TANGGAL
Rabu, 22 November 2025
GAMBAR
POTONGAN MELINTANG
JEMBATAN
DIGAMBAR OLEH
DANIEL CHRISTIAN TUHAMURY
(220219801)
FADEL ADITYAVSA PATANDUK
(220219814)
DIPERIKSA
Dr. Eng. Ir. Luky Handoko, S.T., M.Eng
Pranoto D. Putra FX., S.T., MURP
DOSEN PEMBIMBING
DISETUJUI
Dr. Eng. Ir. Luky Handoko, S.T., M.Eng
Pranoto D. Putra FX., S.T., MURP
DOSEN PEMBIMBING

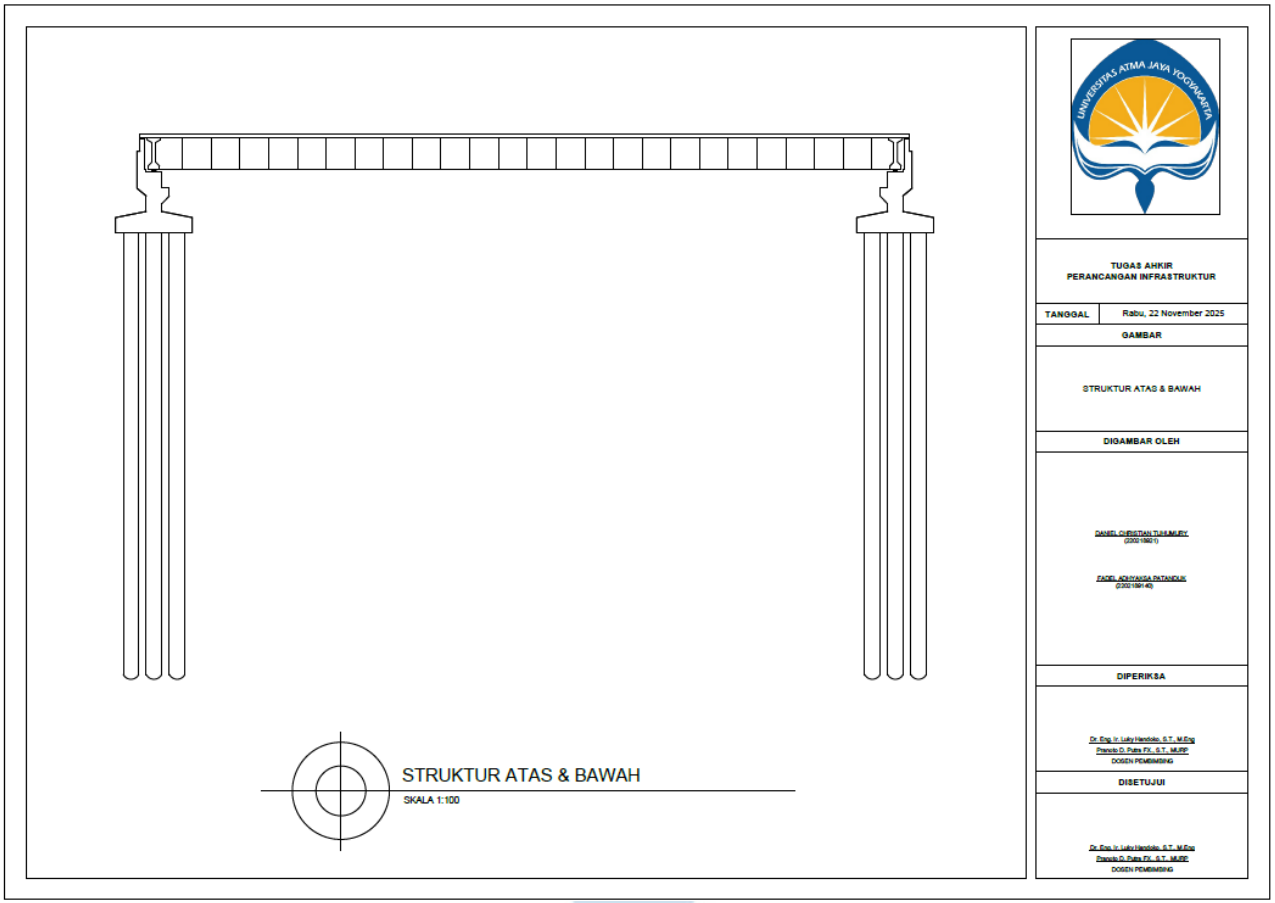
Lampiran 3


0.85
0.69
0.10
0.17
0.05
0.30
0.30
1.70
1.28
2.10
2.02
0.25
0.25
0.75
TAMPAK SAMPING PENAMPANG PCI GRIDER
SKALA 1:100
UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA
TUGAS AKHIR
PERANCANGAN INFRASTRUKTUR
TANGGAL
Rabu, 22 November 2025
GAMBAR
TAMPAK SAMPING PENAMPANG
PCI GRIDER
DIGAMBAR OLEH
DANIEL CHRISTIAN TUHUMURY
(220216921)
FADEL ADHYANSA PATANDUK
(220216140)
DIPERIKSA
Dr. Eng. Ir. Luky Handoko, S.T., M.Eng
Francis D. Putra FX., S.T., MURP
DOSEN PEMBIMBING
DISETUJUI
Dr. Eng. Ir. Luky Handoko, S.T., M.Eng
Francis D. Putra FX., S.T., MURP
DOSEN PEMBIMBING

Lampiran 4


0.60
0.60
0.30
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
0.80
1.20
1.20
0.50
1.00
0.40
1.00
1.00
0.10
0.10
1.10
0.50
0.50
0.50
2.00
1.00
2.00
5.00
DIMENSI STRUKTUR ATAS
SKALA 1:100
UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA
TUGAS AKHIR
PERANCANGAN INFRASTRUKTUR
TANGGAL
Rabu, 22 November 2025
GAMBAR
DIMENSI STRUKTUR ATAS
DIGAMBAR OLEH
DANIEL CHRISTIAN TUHUMURY
FADEL ADRIANSA PATANDUK
DIPERIKSA
Dr. Eng. Ir. Luky Handoko, S.T., M.Eng
Prayoto D. Putra FX., S.T., MURP.
DOSEN PEMBIMBING
DISETUJUI
Dr. Eng. Ir. Luky Handoko, S.T., M.Eng
Prayoto D. Putra FX., S.T., MURP.
DOSEN PEMBIMBING

Lampiran 5


STRUKTUR ATAS & BAWAH
SKALA 1:100
TUGAS AHKIR
PERANCANGAN INFRASTRUKTUR
TANGGAL
Rabu, 22 November 2025
GAMBAR
STRUKTUR ATAS & BAWAH
DIGAMBAR OLEH
DIPERIKSA
DISETUJUI
DOSEN PEMBIMBING
DOSEN PEMBIMBING

Lampiran 6

Beban Mati		
Berat Sendiri		
Beton	45	Mpa
Baja (railing)	240	MPa
Berat Grider		
Lebar grider	0.75	m
Tinggi grider	2.1	m
Luas penampang grider	1.575	m^3
Tebal Penampang (tdp)	0.25	m
Berat jenis beton (Yc)	22.88	kN/m3
Panjang Bentang (L)	50	m
Berat 1 buah grider	36.04	kN/m
Mutu beton (fc')	45	Mpa
Gaya Geser (Vms)	900.90	kN
Momen (Mms)	11261.25	kNm
Berat Diafragma		
panjang diafragma	1.85	m
Tinggi diafragma	1	m
Luas penampang diafragma	1.85	m^3
Tebal	0.2	m
Berat jenis beton (Yc)	22.88	Kn/m3
Jumlah diafragma (ndp)	26	buah
Panjang Bentang (L)	50	m
Lebar jembatan	9.6	m
Mutu beton (fc')	45	Mpa
beban 1 difragma	0.878592	kN
beban total seluruh difragma	22.84	kN/m
Volume 1 difragma	1.92	m3
Gaya Geser (Vms)	571.0848	kN
Momen (Mms)	7138.56	kNm
Berat Pelat Lantai (Ws)		
Lebar pelat lantai (bs)	9.6	m
Tebal Pelat lantai (hs)	0.2	m
Berat volume beton	22.88	kN/m3
Berat Pelat Lantai (Ws)	43.9296	kN/m
Gaya Geser (Vms)	1098.24	kN
Momen (Mms)	13728	kNm
Mutu beton (fc')	45	MPa
luas volume plat lantai	96	m2
panjang plat lantai	50	m

Lampiran 7

Beban Mati Tambahan		
Berat Trotoar		
Luas permukaan trotoar 1 (kanan)	0.25	m2
Panjang trotoar 1 (tr2)	50	m
Volume trotorar 1(Vt1)	12.5	m3
Luas permukaan trotoar 2 (kanan)	0.25	m2
Panjang trotoar 2 (tr2)	50	m
Volume trotorar 2(Vt2)	12.5	m3
Volume total trotoar (Vtr)	25	m3
Berat jenis beton (Yc)	22.88	kN/m3
Jumlah gelagar (ng)	5	buah
Panjang bentang (L)	50	m
Beban trotoar (Wt)	11.44	kN/m
Beban trotoar pada satu gelagar (Wtr)	2.288	kN/m
Gaya Geser (VMA)	286	kN
Momen (MMA)	3575	kNm

Berat Aspal		
Lebar (b)	7	m
Tebal (h)	0.05	m
Luas (A)	0.35	m2
Berat satuan aspal (w)	22	kN/m3
Berat Aspal (W)	7.7	kN
Gaya Geser (VMA)	192.5	kN
Momen (MMA)	2406.25	kNm

Berat Genangan Air		
Lebar (b)	7	m
Tebal (h)	0.05	m
Luas (A)	0.35	m2
Berat satuan air hujan(w)	9.81	kN/m3
Berat genangan air (W)	3.4335	kN
Gaya Geser (VMA)	245.25	kN
Momen (MMA)	3065.625	kNm
Railing		
Jarak antar railing	2	m
tinggi railing	1.25	m
diameter pipa	0.4	inci
Ukuran kolom railing	0.425	m
beban railing	12.155	kNm
BARRIER		
Luas Permukaan Barrier (Abr)	0.35	m2
Tebal barrier (Tbr)	0.5	m
Volume 1 barrier (Vb)	17.5	m3
jumlah barrier	2	
Panjang jembatan	50	m
Volume total (Vbr)	35	m3
Berat jenis beton (Yc	22.88	
beban total barrier	16.016	Kn
Beban 1 barrier	8.008	kN
Tinggi	0.7	m
lebar	0.5	m

Lampiran 8

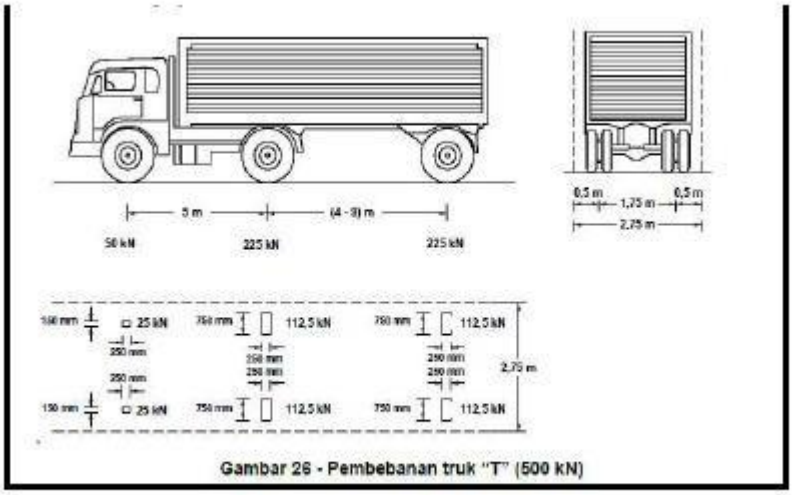
Beban Lalu Lintas		
Beban Lajur "D"		
Berdasarkan Lebar lalu lintas		
Kelas A	1.0+7.0+1.0	m
Panjang bentang (L)	50	m
Beban Terbagi Rata (BTR)	7.68	kN/m2
Beban Garis Terpusat (BGT)	49	kN/m
Jarak Antar Grider	1.85	m
Beban Merata pada Grider	14.21	kN/m
Faktor Beban Dinamis (FBD)	0.4	
Beban terpusat pada balok (Pgbt)	126.91	kN
Gaya Geser	255.46	kN
Momen	3986.38	kNm
Berdasarkan Muatan / Pembebanan		
BM 70% (digunakan pada jalan kabupaten dan daerah transmigrasi)	5.376	kPa

Beban Truk "T"

Tabel 13 - Faktor beban untuk beban "T"

Tipe beban	Jembatan	Faktor beban	
		Keadaan Batas Layan (γ_{TT}^{S})	Keadaan Batas Ultimit (γ_{TT}^{U})
Transien	Beton	1,00	1,80
	Boks Girder Baja	1,00	2,00

8.4.1 Besarnya pembebanan truk "T"



Gambar 26 - Pembebanan truk "T" (500 kN)

Beban truk "T" rencana	500	kN

Lampiran 9

Beban Rem		
Beban gandar depan	50	kN
Beban gandar tengah	255	kN
Beban gandar belakang	255	kN
Beban gandar (dipilih beban maksimum gandar)	255	kN
Berat truk rencana	500	kN
Berat lajur terbagi rata	7.68	kN/m2
Panjang bentang	50	m
Jumlah lajur	4	lajur
Jumlah grider	5	buah
Lebar jalan	7	m
Beban Terbagi Rata yang bekerja di semua lajur Pgbt	2688	kN
Gaya Rem		
Gaya Rem 1	51	kN/m
Gaya Rem 2	46.88	kN
Dipilih nilai terbesar antara gaya rem 1 dan 2	51	kN
Tebal aspal	0.05	m
Titik berat balok	0.88	m
Panjang lengan terhadap titik berat balok	2.73	m
Beban momen	139.39	kNm
Gaya geser	2.79	kN
Momen	69.69	kNm

8.7 Gaya rem (*TB*)

Gaya rem harus diambil yang terbesar dari :

- 25% dari berat gandar truk desain atau,
- 5% dari berat truk rencana ditambah beban lajur terbagi rata BTR

Lampiran 10

Rekapitulasi			
Berat Sendiri			
Berat Sendiri	Beban	Gaya Geser	Momen
	Wms	Vms	Mms
	(kN/m)	(kN)	(kN/m)
Diafragma	22.84	571.08	7138.56
Grider	36.04	900.90	11261.25
Pelat Lantai	43.93	1098.24	13728.00
Total	**102.81**	**2570.22**	**32127.81**
Beban Mati Tambahan			
Beban Mati Tambahan	Beban	Gaya Geser	Momen
	Wms	Vms	Mms
	(kN/m)	(kN)	(kN/m)
Trotoar	11.44	286	3575
Aspal	7.7	192.5	2406.25
Genangan Air	3.43	245.25	3065.63
Railing			
Total	**22.5735**	**723.75**	**9046.875**

Rekaitulasi Pembebanan				
Beban	W	P	M	Keterangan
	(kN/m)	(kN)	(kN/m)	
Beban Sendiri	102.81	-	-	Beban merata
Beban Mati Tambahan	22.57	-	-	Beban merata
Beban Lajur "D"	7.68	126.91	-	Beban merata dan beban terpusat
Beban Angin Struktur	8.49		-	Beban merata
Beban Angin Kendaraan	37.54			beban merata
Pejalan Kaki	5	-	-	Beban merata
Beban Rem	-	-	139.39	Beban momoen
Beban Gempa	-	69.56	-	Beban momen

Lampiran 11

No	Jenis Beban	Persamaan Momen	Persamaan Gaya Geser
1	Berat sendiri	$M_x = \frac{1}{2} \cdot W_{MS} \cdot (L \cdot X - X^2)$	$V_X = W_{MS} \cdot (\frac{L}{2} - X)$
2	Mati tambahan	$M_x = \frac{1}{2} \cdot W_{MA} \cdot (L \cdot X - X^2)$	$V_X = W_{MA} \cdot (\frac{L}{2} - X)$
3	Lajur "D"	$M_x = \frac{1}{2} \cdot W_{TD} \cdot (L \cdot X - X^2) + \frac{1}{2} \cdot P_{TD}$	$V_X = W_{TD} \cdot (\frac{L}{2} - X) + \frac{1}{2} \cdot P_{TD}$
4	Gaya rem	$M_X = \frac{X}{L} \cdot M_{TB}$	$V_X = \frac{M_{TB}}{L}$
5	Angin struktur	$M_x = \frac{1}{2} \cdot W_{EW_S} \cdot (L \cdot X - X^2)$	$V_X = W_{EW_S} \cdot (\frac{L}{2} - X)$
6	Angin kendaraan	$M_x = \frac{1}{2} \cdot W_{EW_L} \cdot (L \cdot X - X^2)$	$V_X = W_{EW_L} \cdot (\frac{L}{2} - X)$
7	Pejalan kaki	$M_x = \frac{1}{2} \cdot W_{TP} \cdot (L \cdot X - X^2)$	$V_X = W_{TP} \cdot (\frac{L}{2} - X)$

Lampiran 12

Kuat I = 1,2 MS + 2 MA + 1,8 TD + 1,8 TP

Kuat II = 1,2 MS + 2 MA + 1,4 TD + 1,4 TB + 1,4 TP

Kuat III = 1,2 MS + 2 MA + 1,4 Ews

Kuat IV = 1,2 MS + 2 MA

Kuat V = 1,2 MS + 2 MA + 0,4 Ews + 1 Ewl

Ekstrem I = 1,2 MS + 2 MA + 0,3 TD + 0,3 TB + 0,3 TP

Ekstrem II = 1,2 MS + 2 MA + 0,5 TD + 0,5 TB +0,5 TP

Lampiran 13

Rekapitulasi geser yang terjadi pada balok I-grider									
Bentang (m)	Berat Sendiri	Beban Mati Tambahan	Beban Lajur "D"	Beban Truk "T"	Gaya Rem	Angin Struktur	Angin Kendaraan	Gempa	Pejalan Kaki
	MS	MA	MTD	MTT	MTB	MEWL	MEWL	MEQ	Tp
	kNm	kNm	kNm	kNm	kNm	kNm	kNm	kNm	kNm
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	61685.3952	17370	247.775		2.78770343	203.657143	901.0285714		120
2	59115.1704	16646.25	240.095		2.78770343	195.171429	863.4857143		115
3	56544.9456	15922.5	232.415		2.78770343	186.685714	825.9428571		110
4	53974.7208	15198.75	224.735		2.78770343	178.2	788.4		105
5	51404.496	14475	217.055		2.78770343	169.714286	750.8571429		100
6	48834.2712	13751.25	209.375		2.78770343	161.228571	713.3142857		95
7	46264.0464	13027.5	201.695		2.78770343	152.742857	675.7714286		90
8	43693.8216	12303.75	194.015		2.78770343	144.257143	638.2285714		85
9	41123.5968	11580	186.335		2.78770343	135.771429	600.6857143		80
10	38553.372	10856.25	178.655		2.78770343	127.285714	563.1428571		75
11	35983.1472	10132.5	170.975		2.78770343	118.8	525.6		70
12	33412.9224	9408.75	163.295		2.78770343	110.314286	488.0571429		65
13	30842.6976	8685	155.615		2.78770343	101.828571	450.5142857		60
14	28272.4728	7961.25	147.935		2.78770343	93.3428571	412.9714286		55
15	25702.248	7237.5	140.255		2.78770343	84.8571429	375.4285714		50
16	23132.0232	6513.75	132.575		2.78770343	76.3714286	337.8857143		45
17	20561.7984	5790	124.895		2.78770343	67.8857143	300.3428571		40
18	17991.5736	5066.25	117.215		2.78770343	59.4	262.8		35
19	15421.3488	4342.5	109.535		2.78770343	50.9142857	225.2571429		30
20	12851.124	3618.75	101.855		2.78770343	42.4285714	187.7142857		25
21	10280.8992	2895	94.175		2.78770343	33.9428571	150.1714286		20
22	7710.6744	2171.25	86.495		2.78770343	25.4571429	112.6285714		15
23	5140.4496	1447.5	78.815		2.78770343	16.9714286	75.08571429		10
24	2570.2248	723.75	71.135		2.78770343	8.48571429	37.54285714		5
25	0	0	63.455		2.78770343	0	0		0
26	-2570.2248	-723.75	55.775		2.78770343	-8.4857143	-37.54285714		-5
27	-5140.4496	-1447.5	48.095		2.78770343	-16.971429	-75.08571429		-10
28	-7710.6744	-2171.25	40.415		2.78770343	-25.457143	-112.6285714		-15
29	-10280.899	-2895	32.735		2.78770343	-33.942857	-150.1714286		-20
30	-12851.124	-3618.75	25.055		2.78770343	-42.428571	-187.7142857		-25
31	-15421.349	-4342.5	17.375		2.78770343	-50.914286	-225.2571429		-30
32	-17991.574	-5066.25	9.695		2.78770343	-59.4	-262.8		-35
33	-20561.798	-5790	2.015		2.78770343	-67.885714	-300.3428571		-40
34	-23132.023	-6513.75	-5.665		2.78770343	-76.371429	-337.8857143		-45
35	-25702.248	-7237.5	-13.345		2.78770343	-84.857143	-375.4285714		-50
36	-28272.473	-7961.25	-21.025		2.78770343	-93.342857	-412.9714286		-55
37	-30842.698	-8685	-28.705		2.78770343	-101.82857	-450.5142857		-60
38	-33412.922	-9408.75	-36.385		2.78770343	-110.31429	-488.0571429		-65
39	-35983.147	-10132.5	-44.065		2.78770343	-118.8	-525.6		-70
40	-38553.372	-10856.25	-51.745		2.78770343	-127.28571	-563.1428571		-75
41	-41123.597	-11580	-59.425		2.78770343	-135.77143	-600.6857143		-80
42	-43693.822	-12303.75	-67.105		2.78770343	-144.25714	-638.2285714		-85
43	-46264.046	-13027.5	-74.785		2.78770343	-152.74286	-675.7714286		-90
44	-48834.271	-13751.25	-82.465		2.78770343	-161.22857	-713.3142857		-95
45	-51404.496	-14475	-90.145		2.78770343	-169.71429	-750.8571429		-100
46	-53974.721	-15198.75	-97.825		2.78770343	-178.2	-788.4		-105
47	-56544.946	-15922.5	-105.505		2.78770343	-186.68571	-825.9428571		-110
48	-59115.17	-16646.25	-113.185		2.78770343	-195.17143	-863.4857143		-115
49	-61685.395	-17370	-120.865		2.78770343	-203.65714	-901.0285714		-120
50	-64255.62	-18093.75	-128.545		2.78770343	-212.14286	-938.5714286		-125

Lampiran 14

Rekapitulasi momen yang terjadi pada balok I-grider									
Bentang (m)	Berat Sendiri	Beban Mati Tambahan	Beban Lajur "D"	Beban Truk "T"	Gaya Rem	Angin Struktur	Angin Kendaraan	Gempa	Pejalan Kaki
	MS	MA	MTD	MTT	MTB	MEWS	MEWL	MEQ	Tp
	kNm	kNm	kNm	kNm	kNm	kNm	kNm	kNm	kNm
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	2518.820304	553.05075	251.615		2.7877034	207.9	919.8		122.5
2	4934.831616	1083.528	495.55		5.5754069	407.3143	1802.057143		240
3	7248.033936	1591.43175	731.805		8.3631103	598.2429	2646.771429		352.5
4	9458.427264	2076.762	960.38		11.150814	780.6857	3453.942857		460
5	11566.0116	2539.51875	1181.275		13.938517	954.6429	4223.571429		562.5
6	13570.78694	2979.702	1394.49		16.726221	1120.114	4955.657143		660
7	15472.7533	3397.31175	1600.025		19.513924	1277.1	5650.2		752.5
8	17271.91066	3792.348	1797.88		22.301627	1425.6	6307.2		840
9	18968.25902	4164.81075	1988.055		25.089331	1565.614	6926.657143		922.5
10	20561.7984	4514.7	2170.55		27.877034	1697.143	7508.571429		1000
11	22052.52878	4842.01575	2345.365		30.664738	1820.186	8052.942857		1072.5
12	23440.45018	5146.758	2512.5		33.452441	1934.743	8559.771429		1140
13	24725.56258	5428.92675	2671.955		36.240145	2040.814	9029.057143		1202.5
14	25907.86598	5688.522	2823.73		39.027848	2138.4	9460.8		1260
15	26987.3604	5925.54375	2967.825		41.815551	2227.5	9855		1312.5
16	27964.04582	6139.992	3104.24		44.603255	2308.114	10211.65714		1360
17	28837.92226	6331.86675	3232.975		47.390958	2380.243	10530.77143		1402.5
18	29608.9897	6501.168	3354.03		50.178662	2443.886	10812.34286		1440
19	30277.24814	6647.89575	3467.405		52.966365	2499.043	11056.37143		1472.5
20	30842.6976	6772.05	3573.1		55.754069	2545.714	11262.85714		1500
21	31305.33806	6873.63075	3671.115		58.541772	2583.9	11431.8		1522.5
22	31665.16954	6952.638	3761.45		61.329475	2613.6	11563.2		1540
23	31922.19202	7009.07175	3844.105		64.117179	2634.814	11657.05714		1552.5
24	32076.4055	7042.932	3919.08		66.904882	2647.543	11713.37143		1560
25	32127.81	7054.21875	3986.375		69.692586	2651.786	11732.14286		1562.5
26	32076.4055	7042.932	4045.99		72.480289	2647.543	11713.37143		1560
27	31922.19202	7009.07175	4097.925		75.267993	2634.814	11657.05714		1552.5
28	31665.16954	6952.638	4142.18		78.055696	2613.6	11563.2		1540
29	31305.33806	6873.63075	4178.755		80.843399	2583.9	11431.8		1522.5
30	30842.6976	6772.05	4207.65		83.631103	2545.714	11262.85714		1500
31	30277.24814	6647.89575	4228.865		86.418806	2499.043	11056.37143		1472.5
32	29608.9897	6501.168	4242.4		89.20651	2443.886	10812.34286		1440
33	28837.92226	6331.86675	4248.255		91.994213	2380.243	10530.77143		1402.5
34	27964.04582	6139.992	4246.43		94.781917	2308.114	10211.65714		1360
35	26987.3604	5925.54375	4236.925		97.56962	2227.5	9855		1312.5
36	25907.86598	5688.522	4219.74		100.35732	2138.4	9460.8		1260
37	24725.56258	5428.92675	4194.875		103.14503	2040.814	9029.057143		1202.5
38	23440.45018	5146.758	4162.33		105.93273	1934.743	8559.771429		1140
39	22052.52878	4842.01575	4122.105		108.72043	1820.186	8052.942857		1072.5
40	20561.7984	4514.7	4074.2		111.50814	1697.143	7508.571429		1000
41	18968.25902	4164.81075	4018.615		114.29584	1565.614	6926.657143		922.5
42	17271.91066	3792.348	3955.35		117.08354	1425.6	6307.2		840
43	15472.7533	3397.31175	3884.405		119.87125	1277.1	5650.2		752.5
44	13570.78694	2979.702	3805.78		122.65895	1120.114	4955.657143		660
45	11566.0116	2539.51875	3719.475		125.44665	954.6429	4223.571429		562.5
46	9458.427264	2076.762	3625.49		128.23436	780.6857	3453.942857		460
47	7248.033936	1591.43175	3523.825		131.02206	598.2429	2646.771429		352.5
48	4934.831616	1083.528	3414.48		133.80976	407.3143	1802.057143		240
49	2518.820304	553.05075	3297.455		136.59747	207.9	919.8		122.5
50	0	0	3172.75		139.38517	0	0		0

Lampiran 15

Kombinasi Pembebanan untuk Gaya Geser Akibat Beban pada Gelagar							
Bentang (m)	Kuat I	Kuat II	Kuat III	Kuat IV	Kuat V	Ekstrem I	Ekstrem II
	(kNm)	(kNm)	(kNm)	(kNm)	(kNm)	(kNm)	(kNm)
0	0	0	0	0	0	0	0
1	109424.4692	109281.262	109047.5942	4128.685865	75500.51567	108873.6431	108947.7556
2	104869.8755	104731.7403	104503.9445	8088.853939	72359.94877	104338.0693	104409.6458
3	100315.2817	100182.2185	99960.29472	11880.50422	69219.38186	99802.49553	99871.53607
4	95760.68796	95632.69674	95416.64496	15503.63672	66078.81496	95266.92177	95333.42631
5	91206.0942	91083.17498	90872.9952	18958.25142	62938.24806	90731.34801	90795.31655
6	86651.50044	86533.65322	86329.34544	22244.34833	59797.68115	86195.77425	86257.20679
7	82096.90668	81984.13146	81785.69568	25361.92746	56657.11425	81660.20049	81719.09703
8	77542.31292	77434.6097	77242.04592	28310.98879	53516.54735	77124.62673	77180.98727
9	72987.71916	72885.08794	72698.39616	31091.53233	50375.98045	72589.05297	72642.87751
10	68433.1254	68335.56618	68154.7464	33703.55808	47235.41354	68053.47921	68104.76775
11	63878.53164	63786.04442	63611.09664	36147.06604	44094.84664	63517.90545	63566.65799
12	59323.93788	59236.52266	59067.44688	38422.05621	40954.27974	58982.33169	59028.54823
13	54769.34412	54687.0009	54523.79712	40528.52859	37813.71283	54446.75793	54490.43847
14	50214.75036	50137.47914	49980.14736	42466.48318	34673.14593	49911.18417	49952.32871
15	45660.1566	45587.95738	45436.4976	44235.91998	31532.57903	45375.61041	45414.21895
16	41105.56284	41038.43562	40892.84784	45836.83899	28392.01213	40840.03665	40876.10919
17	36550.96908	36488.91386	36349.19808	47269.24021	25251.44522	36304.46289	36337.99943
18	31996.37532	31939.3921	31805.54832	48533.12364	22110.87832	31768.88913	31799.88967
19	27441.78156	27389.87034	27261.89856	49628.48927	18970.31142	27233.31537	27261.77991
20	22887.1878	22840.34858	22718.2488	50555.33712	15829.74451	22697.74161	22723.67015
21	18332.59404	18290.82682	18174.59904	51313.66718	12689.17761	18162.16785	18185.56039
22	13778.00028	13741.30506	13630.94928	51903.47944	9548.610709	13626.59409	13647.45063
23	9223.40652	9191.783305	9087.29952	52324.77392	6408.043806	9091.020331	9109.340872
24	4668.81276	4642.261545	4543.64976	52577.5506	3267.476903	4555.446571	4571.231112
25	114.219	92.7397848	0	52661.8095	126.91	19.87281103	33.12135171
26	-4440.37476	-4456.781975	-4543.64976	52577.5506	-3013.656903	-4515.700949	-4504.98841
27	-8994.96852	-9006.303735	-9087.29952	52324.77392	-6154.223806	-9051.274709	-9043.09817
28	-13549.56228	-13555.8255	-13630.94928	51903.47944	-9294.790709	-13586.84847	-13581.2079
29	-18104.15604	-18105.34726	-18174.59904	51313.66718	-12435.35761	-18122.42223	-18119.3177
30	-22658.7498	-22654.86902	-22718.2488	50555.33712	-15575.92451	-22657.99599	-22657.4274
31	-27213.34356	-27204.39078	-27261.89856	49628.48927	-18716.49142	-27193.56975	-27195.5372
32	-31767.93732	-31753.91254	-31805.54832	48533.12364	-21857.05832	-31729.14351	-31733.647
33	-36322.53108	-36303.4343	-36349.19808	47269.24021	-24997.62522	-36264.71727	-36271.7567
34	-40877.12484	-40852.95606	-40892.84784	45836.83899	-28138.19213	-40800.29103	-40809.8665
35	-45431.7186	-45402.47782	-45436.4976	44235.91998	-31278.75903	-45335.86479	-45347.9762
36	-49986.31236	-49951.99958	-49980.14736	42466.48318	-34419.32593	-49871.43855	-49886.086
37	-54540.90612	-54501.52134	-54523.79712	40528.52859	-37559.89283	-54407.01231	-54424.1958
38	-59095.49988	-59051.0431	-59067.44688	38422.05621	-40700.45974	-58942.58607	-58962.3055
39	-63650.09364	-63600.56486	-63611.09664	36147.06604	-43841.02664	-63478.15983	-63500.4153
40	-68204.6874	-68150.08662	-68154.7464	33703.55808	-46981.59354	-68013.73359	-68038.525
41	-72759.28116	-72699.60838	-72698.39616	31091.53233	-50122.16045	-72549.30735	-72576.6348
42	-77313.87492	-77249.13014	-77242.04592	28310.98879	-53262.72735	-77084.88111	-77114.7446
43	-81868.46868	-81798.6519	-81785.69568	25361.92746	-56403.29425	-81620.45487	-81652.8543
44	-86423.06244	-86348.17366	-86329.34544	22244.34833	-59543.86115	-86156.02863	-86190.9641
45	-90977.6562	-90897.69542	-90872.9952	18958.25142	-62684.42806	-90691.60239	-90729.0738
46	-95532.24996	-95447.21718	-95416.64496	15503.63672	-65824.99496	-95227.17615	-95267.1836
47	-100086.8437	-99996.73894	-99960.29472	11880.50422	-68965.56186	-99762.74991	-99805.2934
48	-104641.4375	-104546.2607	-104503.9445	8088.853939	-72106.12877	-104298.3237	-104343.403
49	-109196.0312	-109095.7825	-109047.5942	4128.685865	-75246.69567	-108833.8974	-108881.513
50	-113750.625	-113645.3042	-113591.244	0	-78387.26257	-113369.4712	-113419.623

Lampiran 16

Kombinasi Pembebanan untuk Momen Akibat Beban pada Gelagar							
Bentang (m)	Kuat I	Kuat II	Kuat III	Kuat IV	Kuat V	Ekstrem I	Ekstrem II
	(kNm)	(kNm)	(kNm)	(kNm)	(kNm)	(kNm)	(kNm)
0	0	0	0	0	0	0	0
1	4802.092865	4656.34965	4419.745865	4128.68586	5131.64586	4241.75668	4317.137217
2	9412.843939	9126.429509	8659.093939	4128.68586	10053.8368	8311.19156	8459.416643
3	13832.25322	13410.23958	12718.04422	4128.68586	14766.5728	12208.3047	12426.83828
4	18060.32072	17507.77986	16596.59672	4128.68586	19269.8539	15933.096	16219.40212
5	22097.04642	21419.05034	20294.75142	4128.68586	23563.68	19485.5655	19837.10818
6	25942.43033	25144.05104	23812.50833	4128.68586	27648.0512	22865.7132	23279.95644
7	29596.47246	28682.78195	27149.86746	4128.68586	31522.9675	26073.5391	26547.94692
8	33059.17279	32035.24307	30306.82879	4128.68586	35188.4288	29109.0433	29641.0796
9	36330.53133	35201.43439	33283.39233	4128.68586	38644.4352	31972.2256	32559.35449
10	39410.54808	38181.35593	36079.55808	4128.68586	41890.9867	34663.0862	35302.7716
11	42299.22304	40975.00767	38695.32604	4128.68586	44928.0832	37181.625	37871.33091
12	44996.55621	43582.38963	41130.69621	4128.68586	47755.7248	39527.8419	40265.03243
13	47502.54759	46003.50179	43385.66859	4128.68586	50373.9114	41701.7371	42483.87616
14	49817.19718	48238.34417	45460.24318	4128.68586	52782.6432	43703.3105	44527.8621
15	51940.50498	50286.91675	47354.41998	4128.68586	54981.92	45532.5621	46396.99026
16	53872.47099	52149.21955	49068.19899	4128.68586	56971.7418	47189.492	48091.26062
17	55613.09521	53825.25255	50601.58021	4128.68586	58752.1088	48674.1	49610.67319
18	57162.37764	55315.01576	51954.56364	4128.68586	60323.0208	49986.3862	50955.22797
19	58520.31827	56618.50918	53127.14927	4128.68586	61684.4778	51126.3507	52124.92496
20	59686.91712	57735.73282	54119.33712	4128.68586	62836.48	52093.9933	53119.76415
21	60662.17418	58666.68666	54931.12718	4128.68586	63779.0272	52889.3142	53939.74556
22	61446.08944	59411.37071	55562.51944	4128.68586	64512.1194	53512.3133	54584.86918
23	62038.66292	59969.78497	56013.51392	4128.68586	65035.7568	53962.9906	55055.13501
24	62439.8946	60341.92944	56284.1106	4128.68586	65349.9392	54241.3461	55350.54305
25	62649.7845	60527.80412	56374.3095	4128.68586	65454.6666	54347.3798	55471.09329
26	62668.3326	60527.40901	56284.1106	4128.68586	65349.9392	54281.0917	55416.78575
27	62495.53892	60340.74411	56013.51392	4128.68586	65035.7568	54042.4818	55187.62042
28	62131.40344	59967.80942	55562.51944	4128.68586	64512.1194	53631.5502	54783.59729
29	61575.92618	59408.60494	54931.12718	4128.68586	63779.0272	53048.2967	54204.71638
30	60829.10712	58663.13066	54119.33712	4128.68586	62836.48	52292.7215	53450.97767
31	59890.94627	57731.3866	53127.14927	4128.68586	61684.4778	51364.8244	52522.38118

32	58761.44364	56613.37275	51954.56364	4128.68586	60323.0208	50264.6056	51418.92689
33	57440.59921	55309.08911	50601.58021	4128.68586	58752.1088	48992.065	50140.61481
34	55928.41299	53818.53567	49068.19899	4128.68586	56971.7418	47547.2026	48687.44495
35	54224.88498	52141.71245	47354.41998	4128.68586	54981.92	45930.0184	47059.41729
36	52330.01518	50278.61943	45460.24318	4128.68586	52782.6432	44140.5124	45256.53184
37	50243.80359	48229.25663	43385.66859	4128.68586	50373.9114	42178.6846	43278.7886
38	47966.25021	45993.62403	41130.69621	4128.68586	47755.7248	40044.535	41126.18758
39	45497.35504	43571.72165	38695.32604	4128.68586	44928.0832	37738.0637	38798.72876
40	42837.11808	40963.54947	36079.55808	4128.68586	41890.9867	35259.2705	36296.41215
41	39985.53933	38169.10751	33283.39233	4128.68586	38644.4352	32608.1556	33619.23775
42	36942.61879	35188.39575	30306.82879	4128.68586	35188.4288	29784.7189	30767.20556
43	33708.35646	32021.4142	27149.86746	4128.68586	31522.9675	26788.9603	27740.31558
44	30282.75233	28668.16286	23812.50833	4128.68586	27648.0512	23620.88	24538.56781
45	26665.80642	25128.64174	20294.75142	4128.68586	23563.68	20280.4779	21161.96225
46	22857.51872	21402.85082	16596.59672	4128.68586	19269.8539	16767.754	17610.4989
47	18857.88922	17490.79011	12718.04422	4128.68586	14766.5728	13082.7083	13884.17775
48	14666.91794	13392.45961	8659.093939	4128.68586	10053.8368	9225.34087	9982.998822
49	10284.60486	9107.85932	4419.745865	4128.68586	5131.64586	5195.65161	5906.962099
50	5710.95	4636.98924	0	4128.68586	0	993.640551	1656.067586

Lampiran 17

Kondisi awal Kebutuhan Tendon		
Kuat tekan beton grider (28 hari) (f'_{cg})	45	Mpa
Kuat tekan beton grider (saat transfer) (f'_{cig})		
Tegangan tekan dalam penampang beton tidak boleh melampaui nilai 0,6*f'_{cg}. Namun karena belum ada persyaratan kuat tekan beton minimal yang dinyatakan secara tertulis maka pada perhitungan biasanya digunakan nilai 0,8*$f'cg$		RSNI T-12-2004
Kuat tekan beton grider (saat transfer) (f'_{cig})	36	Mpa

Data Modulus Penampang PCI-Grider H-210		
Luas Penampang (Ag)	0.8454	m2
Momen Inersia (Ig)	0.4496202	m4
Tinggi grider (hg)	2.1	m
Jarak titik berat ke tepi atas (yt)	0.8830426	m
Jarak titik berat ke tepi bawah (yb)	1.2169574	m
Modulus penampang tepi atas (St)	0.5091716	m3
Modulus penampang tepi bawah (Sb)	0.3694625	m3
Jarak pusat penampang prategang ke tepi bawah penampang gelagar (y_{bs}) Lokasi pusat gaya prategang berdasarkan Panduan Bidang Jalan dan Jembatan No. 02/M/BM/2021 diasumsikan 5-15 persen dari tinggi gelagar yang diukur dari sisi bawah gelagar. Pada perencanaan ini digunakan nilai 7%		RSNI T-12-2004
Jarak pusat penampang prategang ke tepi bawah penampang gelagar (ybs)		7%*h_g
Tinggi grider (h_g)	2.1	m
y_{bs}	0.147	m
Eksentrisitas tendon (e_c)	1.0699574	m

Gaya Prategang (P_t)		
Gaya prategang awal pada serat atas (P_{t1})		
Berat grider (M_{MS_G})	1230.47	kNm
Luas penampang grider (A_g)	0.8454	m2
Modulus penampang tepi atas (S_t)	0.5091716	m3
$$P_{t1} = \frac{M_{MS_G}}{e_c - \frac{S_t}{A_g}}$$	2631.0471	kN
Gaya prategang awal pada serat bawah (P_{t2})		
Kuat tekan beton grider (saat transfer) (f'_{cig})	36000	kPa
Modulus penampang tepi bawah (Sb)	0.3694625	m3
$$P_{t2} = \frac{0,6 \cdot f'_{cig} \cdot S_b + M_{MS_G}}{\frac{S_b}{A_g} + e_c}$$	6112.1136	
Gaya prategang awal yang digunakan (P_t)		
Berdasarkan perhitungan, nilai gaya prategang awal yang digunakan (Pt) adalah (diambil nilai terkecil)	2631.0471	kN

Kondisi Ahkir			
7 wire low relaxation strands			
Data	Kode	Nilai	Satuan
Tegangan leleh *strand*	f_{py}	1675	Mpa
Kuat tarik *strand*	f_{pu}	1860	Mpa
Diameter satu *strand*		0.0127	m
Luas tampang nominal satu *strand*	A_{strand}	0.000098	m2
Beban putus minimal satu *strand*	P_{bs}	183.7	kN
Jumlah *strand* dalam satu tendon		19	
Luas penampang *strand*		0.12	m
Beban putus satu tendon	P_{b1}	3490.3	kN
Modulus elastis *strand*	E_{ps}	195000	Mpa
diameter selubung tendon	dt	0.15	

at 0.001862

Jumlah Tendon yang di Perlukan		
$n_t = \frac{P_t}{0,85 \cdot 0,8 \cdot P_{b1}}$		
Gaya prategang awal yang digunakan (P_t)	2631.0471	kN
Beban putus satu tendon (P_{b1})	3490.3	kN
Sehingga, jumlah tendon yang dibutuhkan (n_t)	1.1085543	tendon
	10	tendon

Jumlah *strand* yang di Perlukan		
$n_s = \frac{P_t}{0,85 \cdot 0,8 \cdot P_{bs}}$		
Gaya prategang awal yang digunakan (P_t)	2631.0471	kN
Beban putus satu tendon (Ps)	3490.3	kN
Sehingga, jumlah strand yang dibutuhkan (n_t)	21.062531	*strand*
	19	*strand*
Jumlah *strand* yang digunakan	190	*strand*

Luas *strand* total yang digunakan (Aps)		
$A_{ps} = A_{strand} \cdot n_s$	0.000098	mm2
	190	*strand*
	18620	mm2
Presentase prategang yang terjadi akibat *jacking* (P_0)		
$p_o = \frac{P_i}{0{,}85 \cdot n_s \cdot P_{bs}}$	0.0886843	
	9%	
Gaya prategang yang terjadi akibat *jacking* (Pj)		
$P_j = p_o \cdot n_s \cdot P_{bs}$	9%	
	190	
	183.7	
Pj	3095.3495	kN

asumsi kehilangan tegangan (*loss of prestress*)	20	%
gaya prategang setelah kehilangan tegangan (Peff)	2476.2796	kN

Posisi Tendon di Tengah Bentang		
Jarak dari alas grider ke as tendon terbawah (a)	0.1	m
Jumlah tendon baris ke-1 (n1)		
n1	2	tendon
1 tendon	19	*strands*
n1	38	*strands*
Jumlah tendon baris ke-2 (*n2*)		
n2	2	tendon
1 tendon	19	*strands*
n2	38	*strands*

Jarak vertikal antara as ke as tendon (yd)

Momen statis terhadap alas menghasilkan persamaan ns*ys = n1*a + n2*(a+yd)

dari persamaan tersebut dapat ditentukan jarak vertikal antara as ke as tendon dengan persamaan berikut

$$y_d = \frac{n_s \cdot (y_{bs} - a)}{n_2}$$

n_s	190	*strands*
y_{bs}	0.147	m
sehingga, y_d	0.235	m

Jarak titik berat tendon terhadap alas gelagar (y_{mid})

y_{mid} = y_{bs}

y_{mid} = 0.147 m

Jarak bersih vertikal antar selubung tendon

Jarak bersih vertikal antara selubung tendong disyaratkan harus lebih dari 25 mm.

yd - dt 0.085 m

posisi tendon pada tumpuan		
Jarak dari alas grider ke as tendon terbawah (a')	0.23	m
n1 (baris 1)	1	tendon
1 tendon	19	strands
n1	19	strands
n2 (baris 2)	2	tendon
1 tendon	19	strands
n2	38	strands
n3 (baris 3)	3	tendon
1 tendon	19	strands
n3	57	strands

momen statis tendon terhadap pusat tendon terbawah		
Ni	yd '	Ni * y d '
19	0	0
38	1	38
57	2	114
$\left\| \frac{\sum n_i \cdot y_d'}{y_d'} \right\|$		152
Letak titik berat tendon terhadap pusat tendon terbawah (ye)		
Ye = Yb - a'	0.987	m
Jarak vertikal antara as ke as tendon (Yd')		
	1.2337	m
$y_d' = \frac{y_e \cdot n_i}{\frac{\sum n_i \cdot y_d'}{y_d'}}$		
Jarak titik berat tendon terhadap alas grider (Yend)		
Yend = a' + Ye	1.217	m

Eksentrisitas Masing-masing Tendon						
Tumpuan			Tengah Bentang			Eksentrisitas
Nomor Tendon	Posisi Tendon	*zi'* (m)	Nomor Tendon	Posisi Tendon	*zi'* (m)	*fi = zi' - zi* (m)
1	*z1' = a' + 3*yd'*	3.9311	1	*z1 = a + 3*yd*	0.805	3.126090331
2	*z2' = a' + 2*yd'*	2.6974	2	*z2 = a + 2*yd*	0.57	2.127393554
3	*z3' = a' + yd'*	1.4637	3	*z3 = a + yd*	0.335	1.128696777
4	*z4' = a'*	0.23	4	*z4 = a*	0.1	0.13

Lampiran 18


METODE PERENCANAAN KEKUATAN
Secara umum, perencanaan kekuatan struktur harus memenuhi:
• Lentur (momen) → ϕ M_n ≥ M_u
• Aksial → ϕ P_n ≥ P_u
• Geser → ϕ V_n ≥ V_u
• Torsi → ϕ T_n ≥ T_u
Kekuatan Desain
≥
Kekuatan Perlu

Lampiran 19

Kapasitas Lentur			
Luas penampang strand	0.001862	m2	1862 mm2
Tegangan leleh strand (fpy)	1675	Mpa	520 N/mm2
Kuat tarik strand (fpu)	1860	Mpa	620 N/mm2
Fc'	45	Mpa	
lebar efektif penampang (b)	0.925	m	925 mm2
dp	2.05	m	2050 mm2
ß1			
untuk 28 < fc < 55 Mpa			
$\beta_1 = 0,85 - \left(\frac{f'_c - 28}{7} \times 0,05\right)$	0.838520408		
1. Mencari Koefisien Friksi Wobble			
K = 2 x (1.04 - (fpy/fpu))	0.402580645		
2. Mencari letak sumbu netral penampang			
$C = \frac{(Aps\ total \times fpu)}{(0,85 \times f'c \times \beta 1 \times b + K \times Aps \times (\frac{fpu}{dp}))}$	0.171638283	mm	
3. Mencari tinggi blok tekan ekivalen			
a = ß1 x C	0.143922203	mm	
4. Mencari Tegangan rata-rata tendon			
$Fps = fpu \times (1 - K \times (\frac{C}{dp}))$	619.979102	MPa	
5. Mencari Kapasitas Nominal			
Mn = Aps total x fps x (dp - (a/2)) x 10	23664391582	Nmm	
Mn	21297952424	Nmm	
øMn	21297.95242	kNm	
Mu	17626.8	kNm	HASIL MIDAS
øMn	21297.95	kNm	
karena Mu < øMn	AMAN		

Lampiran 20

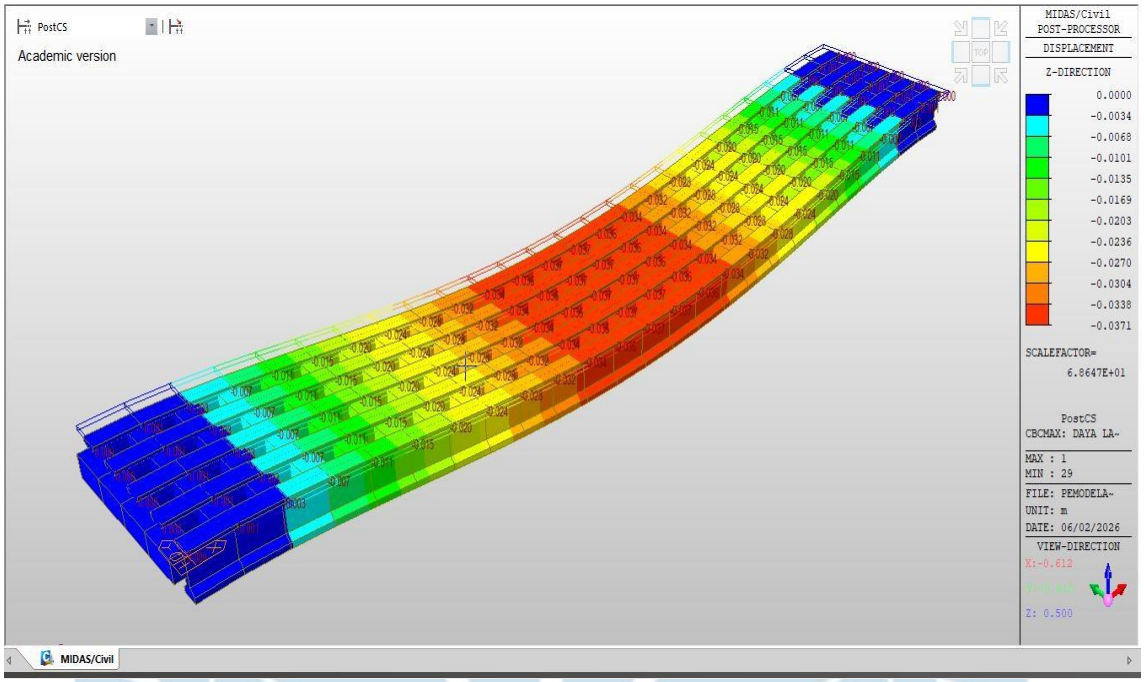
Kapasitas Torsi			
Faktor reduksi ø	0.75		
Tu	28.61	kNm	HASIL MIDAS
luas penampang girder (Acp)	1.575	m2	1575000 mm
Data Grider			
Sisi Bawah Horizontal	0.75	m	750 mm
lebar web	0.3	m	300 mm
Tinggi transisi bawah	0.25	m	250 mm
Tinggi transisi atas	0.85	m	850 mm
Vertikal sisi bawah	0.25	m	250 mm
Sisi atas flange	0.69	m	690 mm
Naik vertikal web	1.28	m	1280 mm
Sisi miring bawah bagian kiri			
Nilai x	225	mm	
Nilai Y	250	mm	
Nilai sisi imiring bawah bagian kiri	**336.34**	**mm**	
Sisi miring atas bagian kiri			
Nilai x	300	mm	
Nilai Y	850	mm	
Nilai sisi miring atas bagian kiri	**901.39**	**mm**	
Keliling penampang (Pcp)	6975.45684	mm	
fc	45	Mpa	
øTn = (ø x SQRT(F'c))/12 x (Acp^2/Pcp)			
øTn	149099001.3	Nmm	
øTn	149.0990013	kNm	
Tu	28.61	kNm	
øTn	149.10	kNm	
karena Tu < øTn	AMAN		

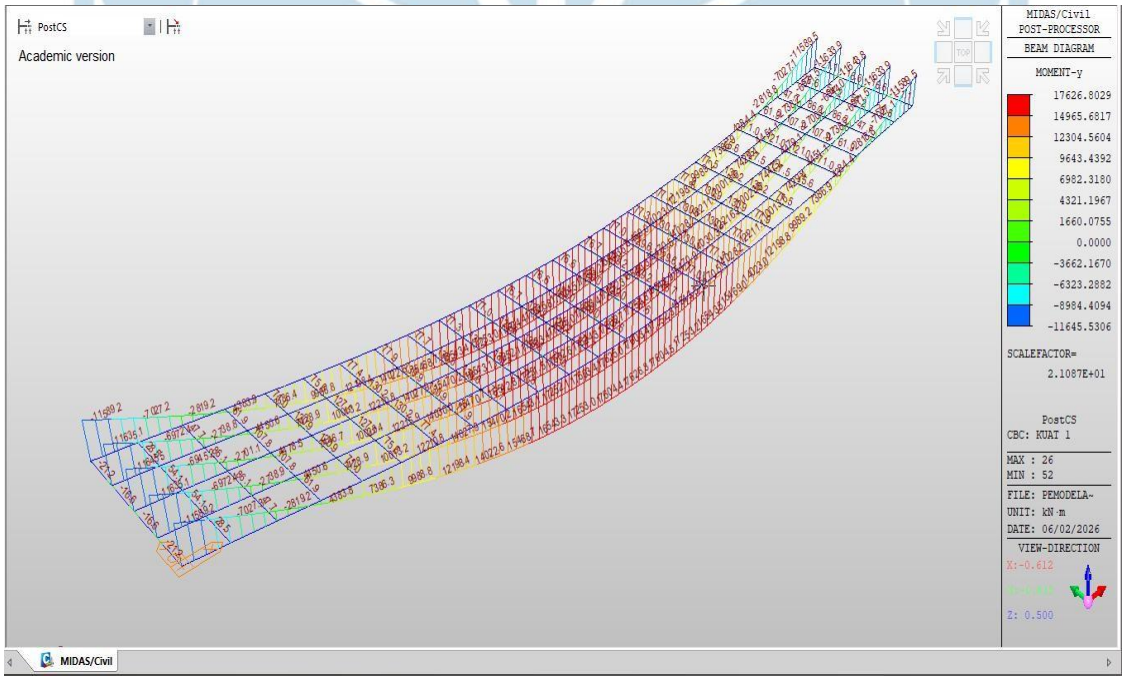
Lampiran 21

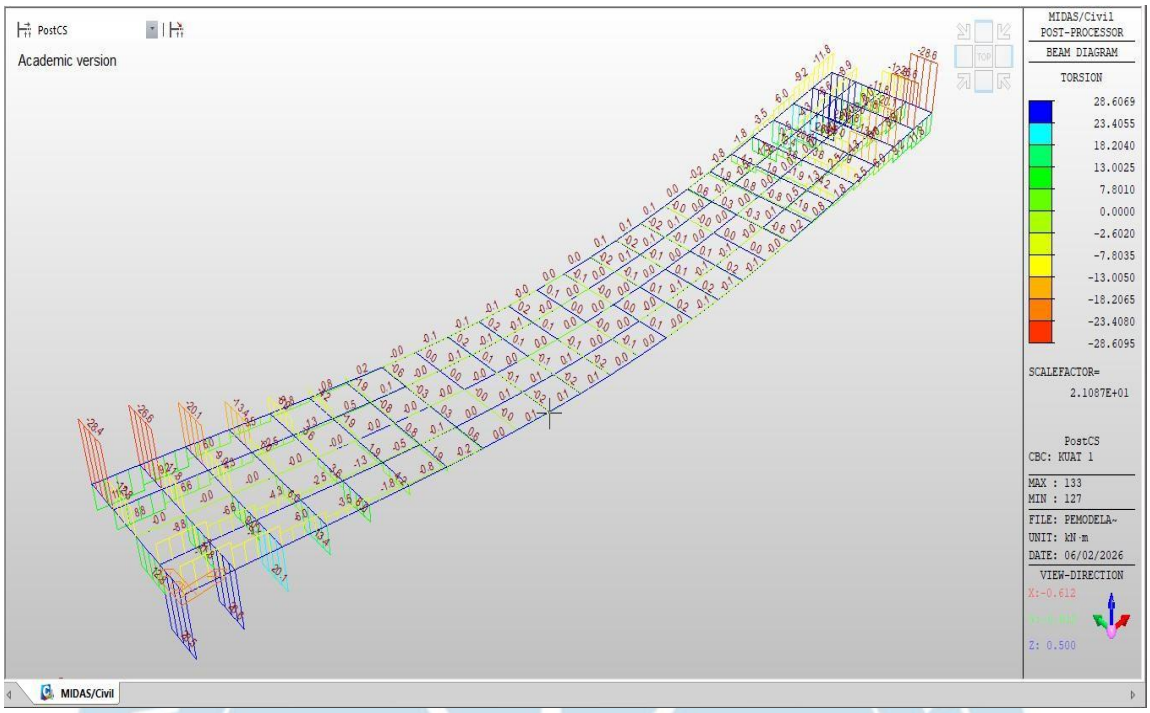
Kapasitas Geser				
Aps (total strand area)	0.8454	m2	845400	mm2
Vu	2365.97	kNm	HASIL MIDAS	
h	2.1	m	2100	mm
s	0.25	m	250	mm
Ymid	0.147	m	147	mm
Yend	1.217	m	1216.957422	mm
Lmid	25	m	25000	mm
fps	520	MPa		
fpu	620	MPa		
dp	2.05	m	2050	mm
d = ((Aps x fps x dp)/(Aps x fps))	2050	mm	2.05	
fy	420	Mpa		
dy = h - a - ymid	1952.86	mm	1.95	m
by (lebar penampang geser)	0.85	m	850	mm
fcg	36	Mpa		
faktor reduksi (ø)	0.75			
1. kekuatan geser prategang				
rtendon = SQRT((Yend-Ymid)^2+Lmid^2)	25022.89	mm	25.0228857	m
2. Kontribusi Gaya Prategang (Vp)				
Gaya Prategang (Pef)	2476.28	kN		
Vp = Pef x (Yend-Ymid)/rtendon	105.88	kN		
3. Menghitung kekuatan geser dari beton				
Mu tumpuan (Mucr)			10.1	kNm
Mu tumpuan (Mucr) terpakai			10.1	
Nu			0	
Eps	195000	Mpa	195	
εs = ((Mu/dy)+0,5 x Nu + (Vu-Vp) - Aps x 0,7 x fpu)/(Eps x Aps)			11.52	
Jika εs<0, maka εs yang digunakan 0			No	
4. Faktor ß1 (asumsi digunakan tulangan minimum)				
ß1 = (4.8 / (1 + 750 x εs)				
ß1			0.000556	
5.Kuat geser beton				
Vc = 0,083 x ß x SQRT(fcg x by x dy)			0.000357	
6. Cek Kapasitas Geser				
0,5 x ø x (Vc + Vp)			39.706492	
Vu < 0,5 x ø x (Vc + Vp)			PERLU TUL GESER	
7. Kebutuhan Tulangan Geser				
Gaya geser yang ditahan : Vsreq = (Vucr/ø) - Vc - Vp			3048.74	
Digunakan diameter tulangan geser (Dv)			13	mm
Jumlah kaki (nv)			2	kaki
Luas tulangan (Av)			265.46	mm2
Jarak tulangan (Sv)			200	mm
Kekuatan geser tulangan (Vs) = (Av x fy x dy (cot ϑ))/Sv			1964012.03	N
			1964.01	kN
Vn2 = Vc + Vs + Vp			4329.98	kN
Vn2 = 0,25 x fcg x by x dy + Vp			14939454.88	N
			14939.45	kN

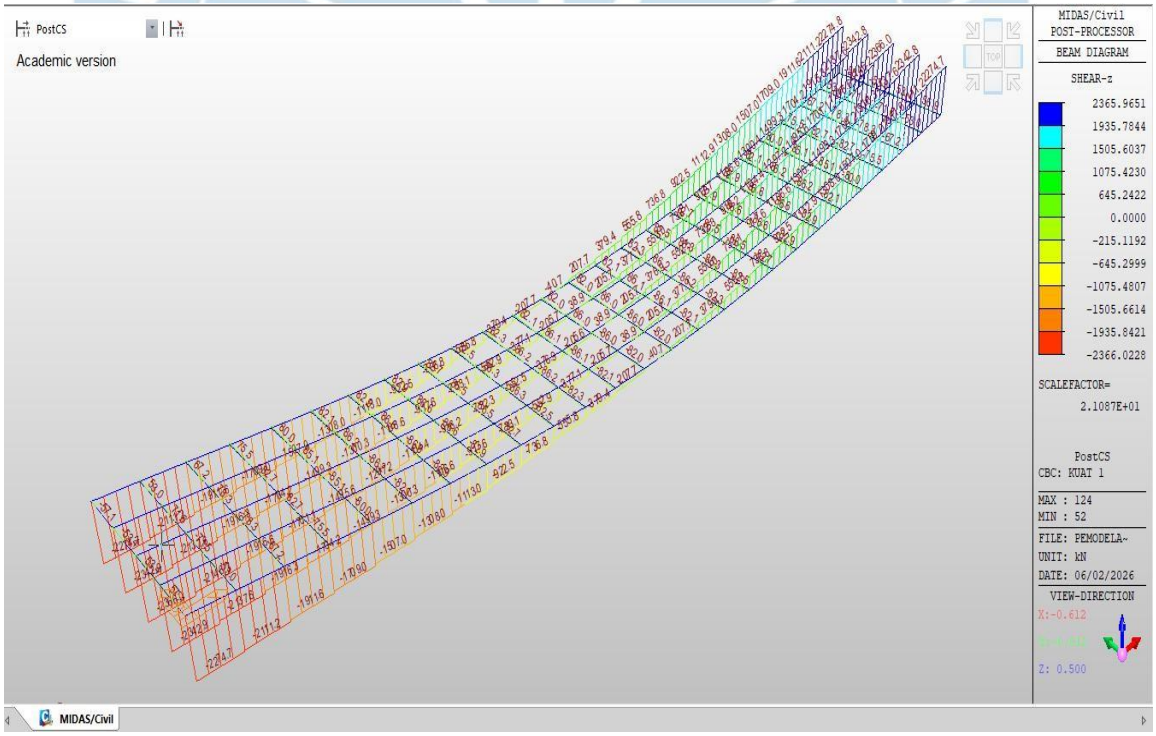
Vn yang digunakan yaitu Vn terkecil	4329.98	kN
8. Cek Kapasitas		
øVn	3247.49	kN
øVn ≥ Vu	AMAN	
9.Cek Spasi Tulangan Geser		
Smax = 0,8 x dy	1562.28	mm
Jika Smax ≥ 600mm maka digunakan Smax = 600 mm	600	mm
Sv ≤ Smax	AMAN	

Lampiran 22

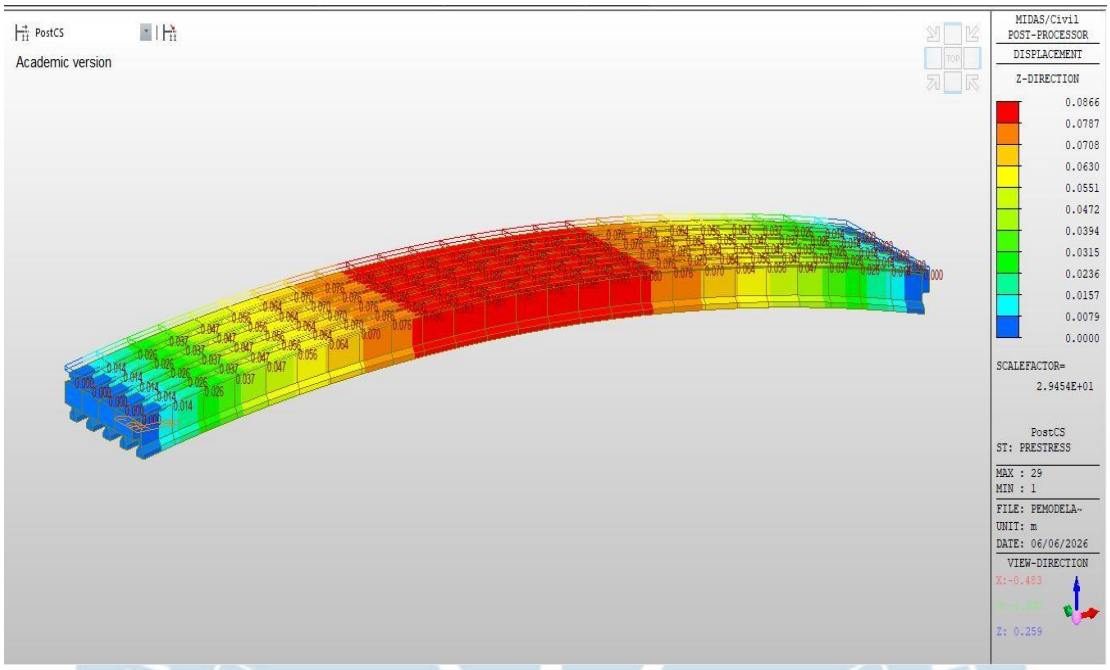

PostCS
Academic version
MIDAS/Civil
POST-PROCESSOR
DISPLACEMENT
Z-DIRECTION
0.0000
-0.0034
-0.0068
-0.0101
-0.0135
-0.0169
-0.0203
-0.0236
-0.0270
-0.0304
-0.0338
-0.0371
SCALEFACTOR=
6.8647E+01
PostCS
CBCMAX: DAYA LA~
MAX : 1
MIN : 29
FILE: PEMODELA~
UNIT: m
DATE: 06/02/2026
VIEW-DIRECTION
X:-0.612
Z: 0.500
MIDAS/Civil

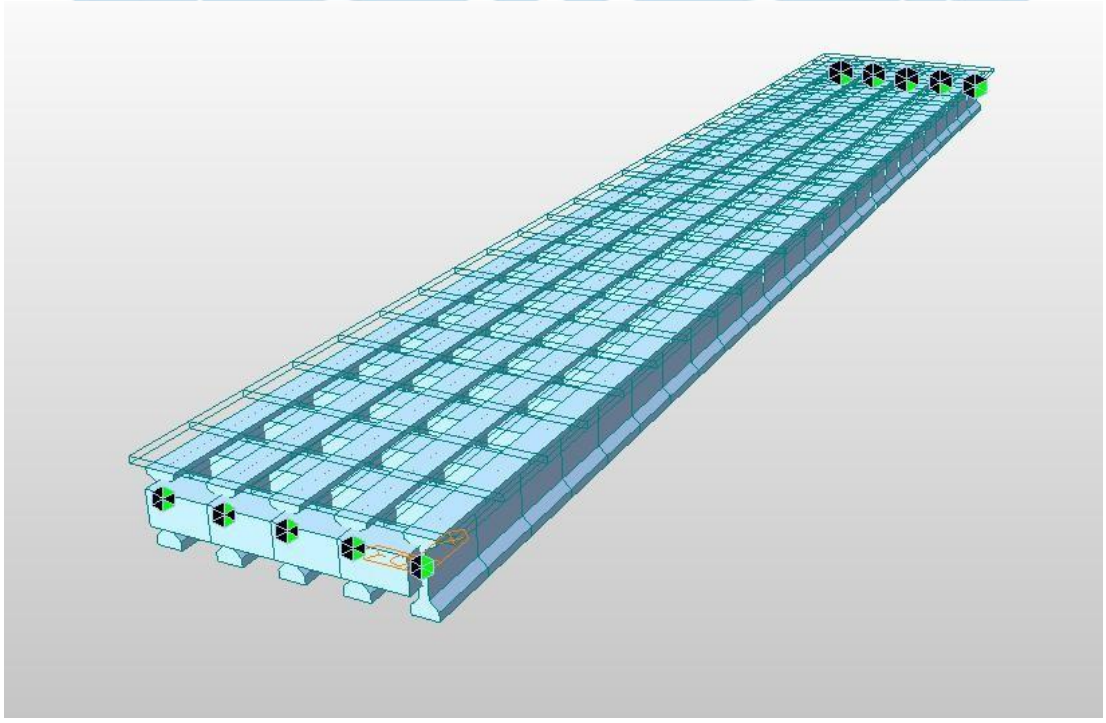

PostCS
Academic version
MIDAS/Civil
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM
MOMENT-y
17626.8029
14965.6817
12304.5604
9643.4392
6982.3180
4321.1967
1660.0755
0.0000
-3662.1670
-6323.2882
-8984.4094
-11645.5306
SCALEFACTOR=
2.1087E+01
PostCS
CBC: KUAT 1
MAX : 26
MIN : 52
FILE: PEMODELA~
UNIT: kN-m
DATE: 06/02/2026
VIEW-DIRECTION
X:-0.612
Z: 0.500
MIDAS/Civil


PostCS
Academic version
MIDAS/Civil
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM
TORSION
28.6069
23.4055
18.2040
13.0025
7.8010
0.0000
-2.6020
-7.8035
-13.0050
-18.2065
-23.4080
-28.6095
SCALEFACTOR=
2.1087E+01
PostCS
CBC: KUAT 1
MAX : 133
MIN : 127
FILE: PEMODELA~
UNIT: kN-m
DATE: 06/02/2026
VIEW-DIRECTION
X:-0.612
Z: 0.500
MIDAS/Civil

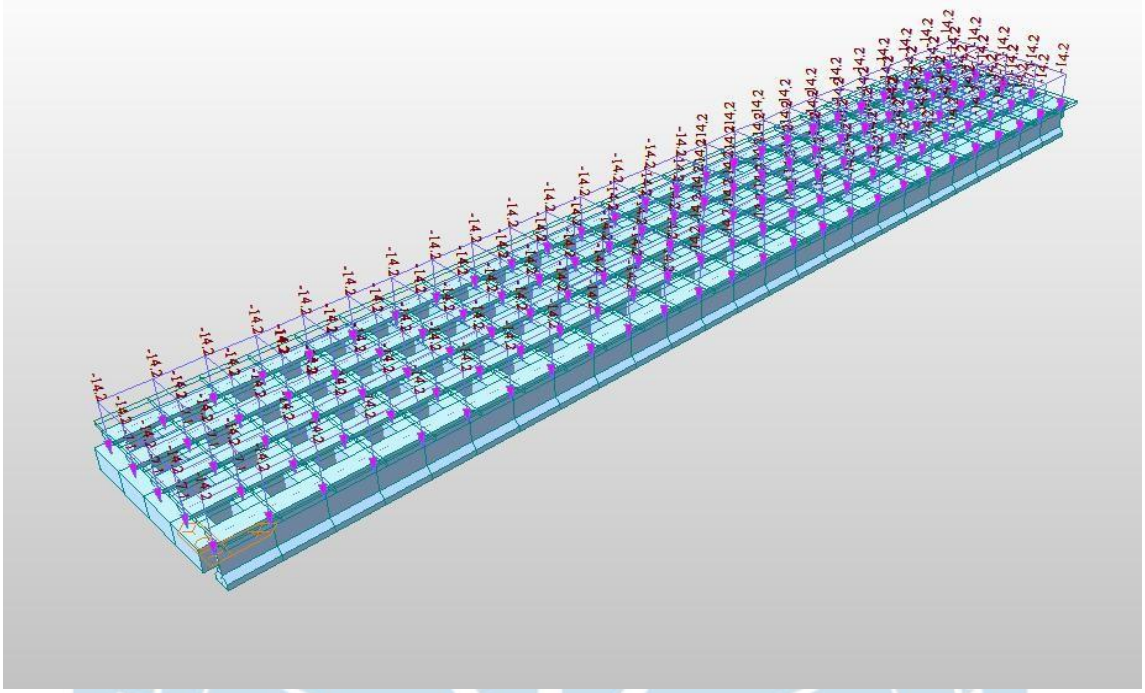

PostCS
Academic version
MIDAS/Civil
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM
SHEAR-z
2365.9651
1935.7844
1505.6037
1075.4230
645.2422
0.0000
-215.1192
-645.2999
-1075.4807
-1505.6614
-1935.8421
-2366.0228
SCALEFACTOR=
2.1087E+01
PostCS
CBC: KUAT 1
MAX : 124
MIN : 52
FILE: PEMODELA~
UNIT: kN
DATE: 06/02/2026
VIEW-DIRECTION
X:-0.612
Z: 0.500
MIDAS/Civil

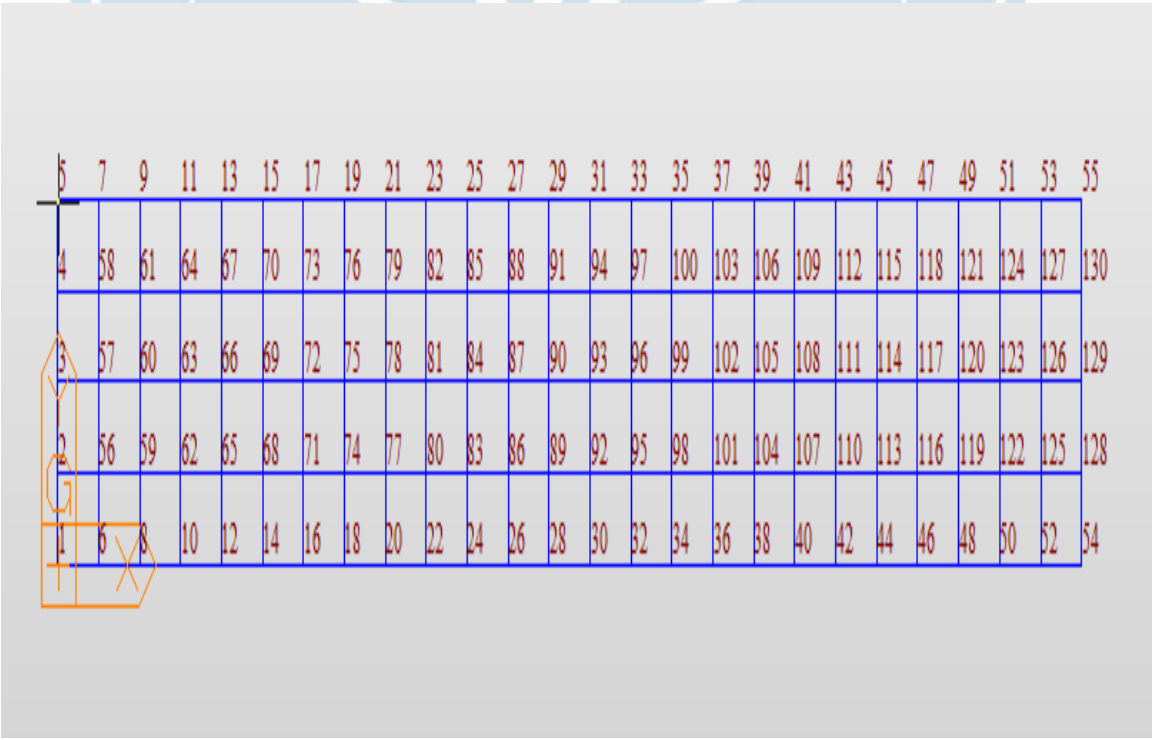
Lampiran 23


PostCS
Academic version
MIDAS/Civil
POST-PROCESSOR
DISPLACEMENT
Z-DIRECTION
0.0866
0.0787
0.0708
0.0630
0.0551
0.0472
0.0394
0.0315
0.0236
0.0157
0.0079
0.0000
SCALEFACTOR=
2.9454E+01
PostCS
ST: PRESTRESS
MAX : 29
MIN : 1
FILE: PEMODELA~
UNIT: m
DATE: 06/06/2026
VIEW-DIRECTION
X:-0.483
Z: 0.259

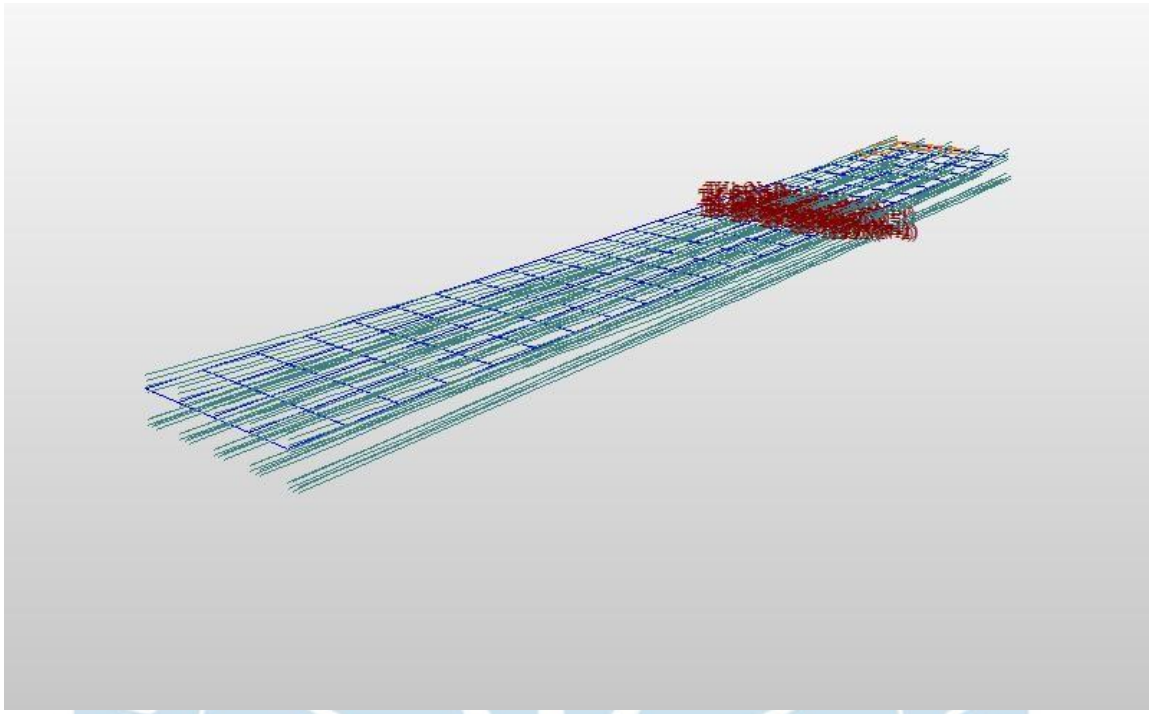


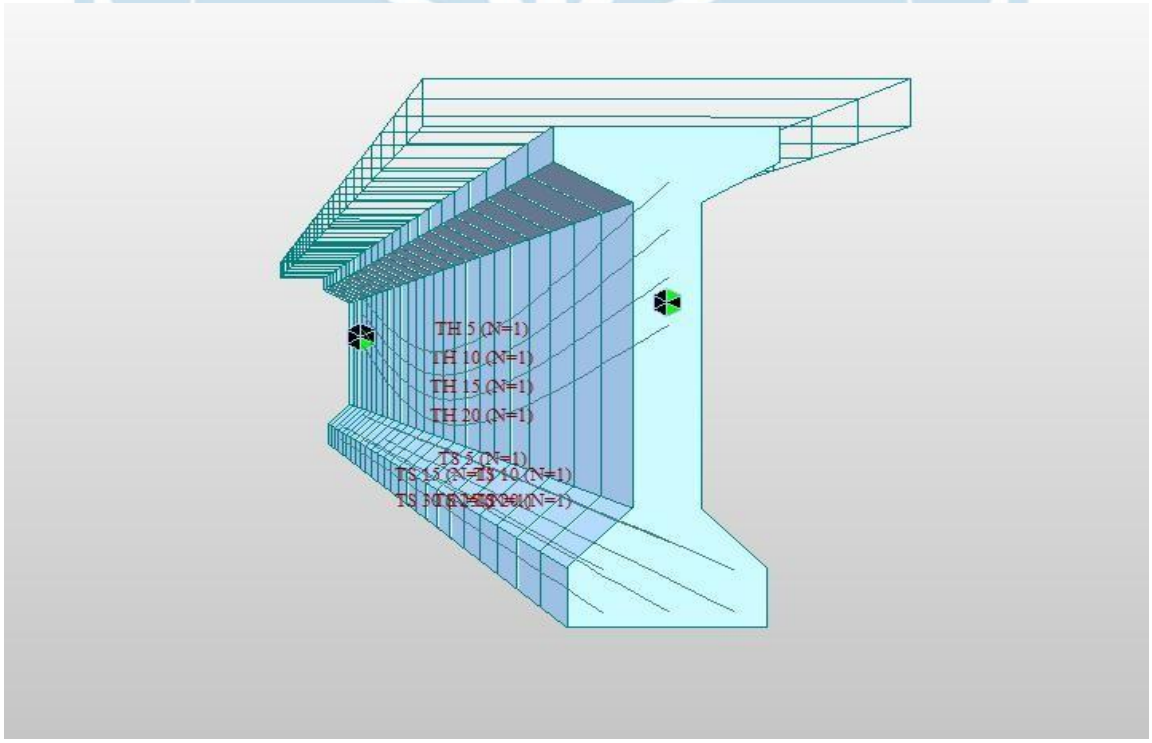
Lampiran 24



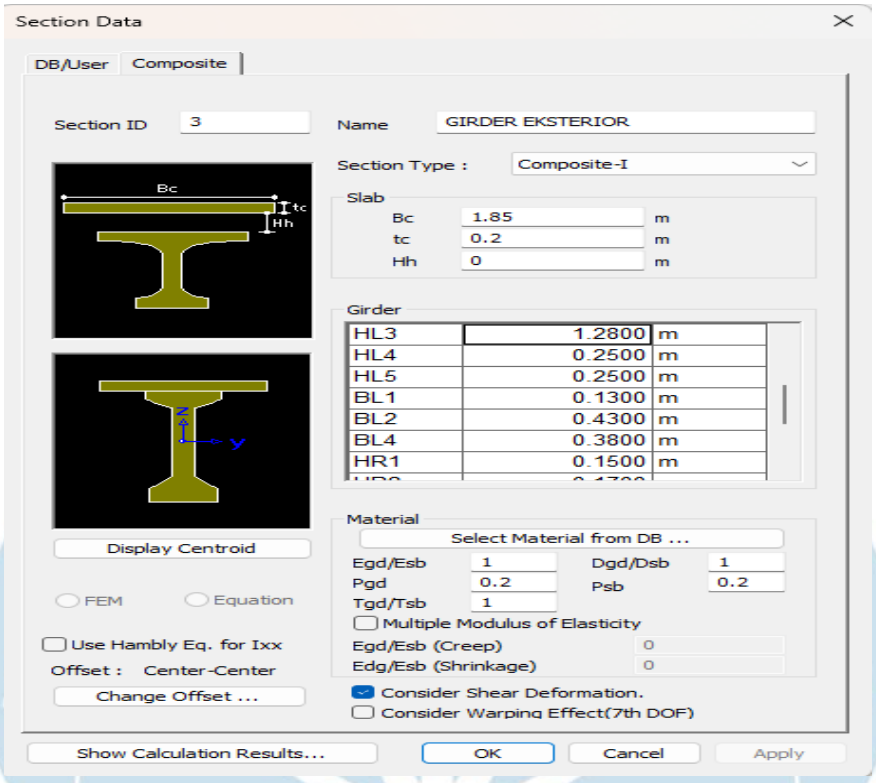

5 7 9 11 13 15 17 19 21 23 25 27 29 31 33 35 37 39 41 43 45 47 49 51 53 55
4 58 61 64 67 70 73 76 79 82 85 88 91 94 97 100 103 106 109 112 115 118 121 124 127 130
3 57 60 63 66 69 72 75 78 81 84 87 90 93 96 99 102 105 108 111 114 117 120 123 126 129
2 56 59 62 65 68 71 74 77 80 83 86 89 92 95 98 101 104 107 110 113 116 119 122 125 128
1 6 8 10 12 14 16 18 20 22 24 26 28 30 32 34 36 38 40 42 44 46 48 50 52 54

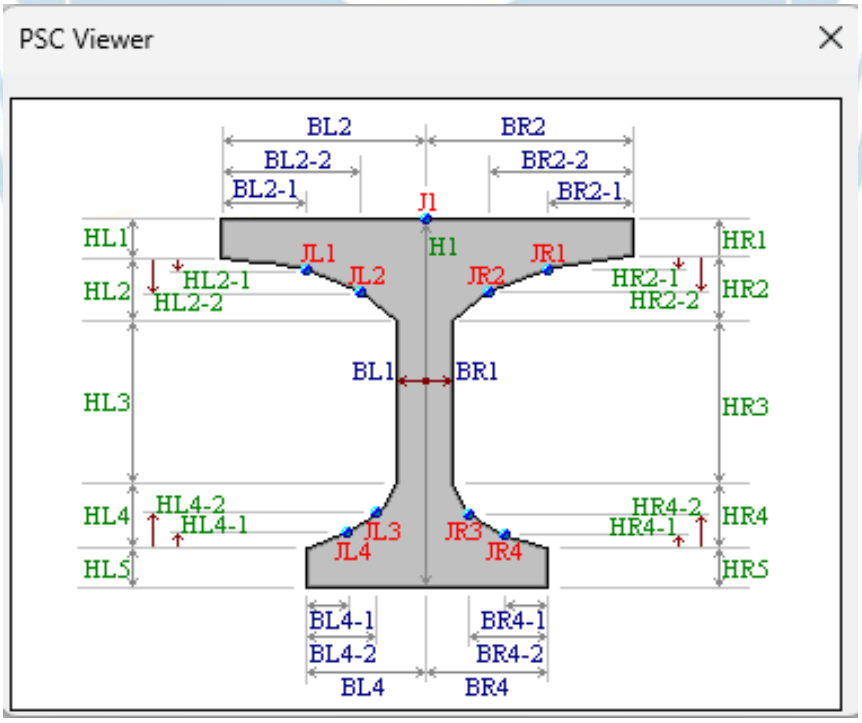
Lampiran 25

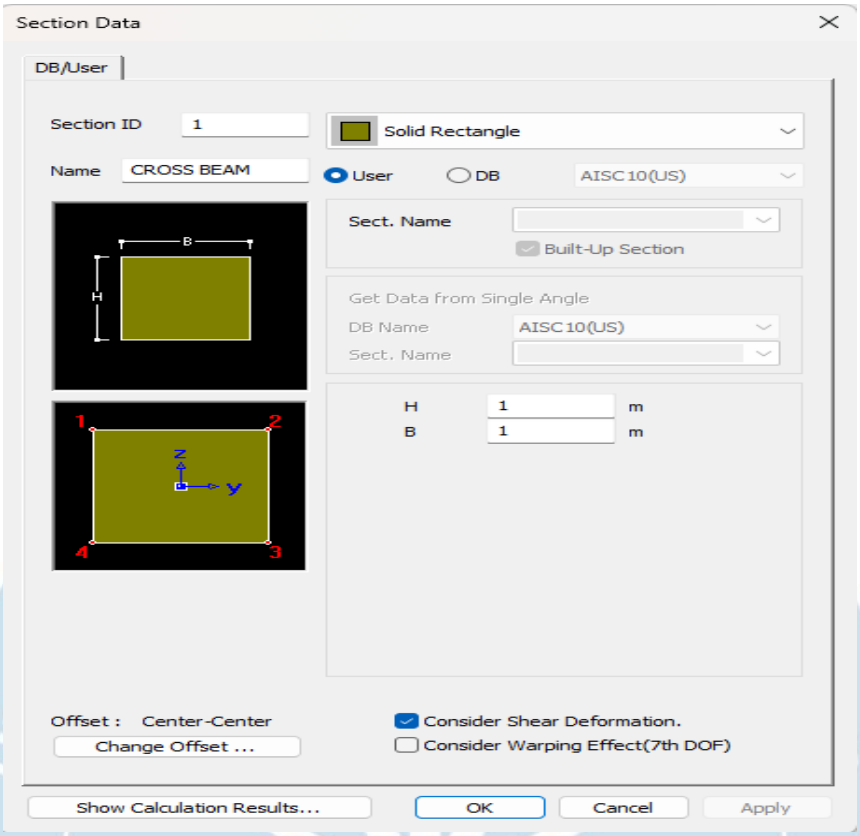




Lampiran 26


Section Data
DB/User
Composite
Section ID
3
Name
GIRDER EKSTERIOR
Section Type :
Composite-I
Slab
Bc
1.85
m
tc
0.2
m
Hh
0
m
Girder
HL3 1.2800 m
HL4 0.2500 m
HL5 0.2500 m
BL1 0.1300 m
BL2 0.4300 m
BL4 0.3800 m
HR1 0.1500 m
Material
Select Material from DB ...
Egd/Esb
1
Dgd/Dsb
1
Pgd
0.2
Psb
0.2
Tgd/Tsb
1
Multiple Modulus of Elasticity
Egd/Esb (Creep)
0
Edg/Esb (Shrinkage)
0
Consider Shear Deformation.
Consider Warping Effect(7th DOF)
Display Centroid
FEM
Equation
Use Hambly Eq. for Ixx
Offset : Center-Center
Change Offset ...
Show Calculation Results...
OK
Cancel
Apply


PSC Viewer
BL2
BR2
BL2-2
BR2-2
BL2-1
BR2-1
J1
HL1
JL1
H1
JR1
HR1
HL2
HL2-1
HL2-2
JL2
JR2
HR2-1
HR2-2
HR2
BL1
BR1
HL3
HR3
HL4
HL4-2
HL4-1
JL3
JR3
HR4-2
HR4-1
HR4
HL5
JL4
JR4
HR5
BL4-1
BR4-1
BL4-2
BR4-2
BL4
BR4

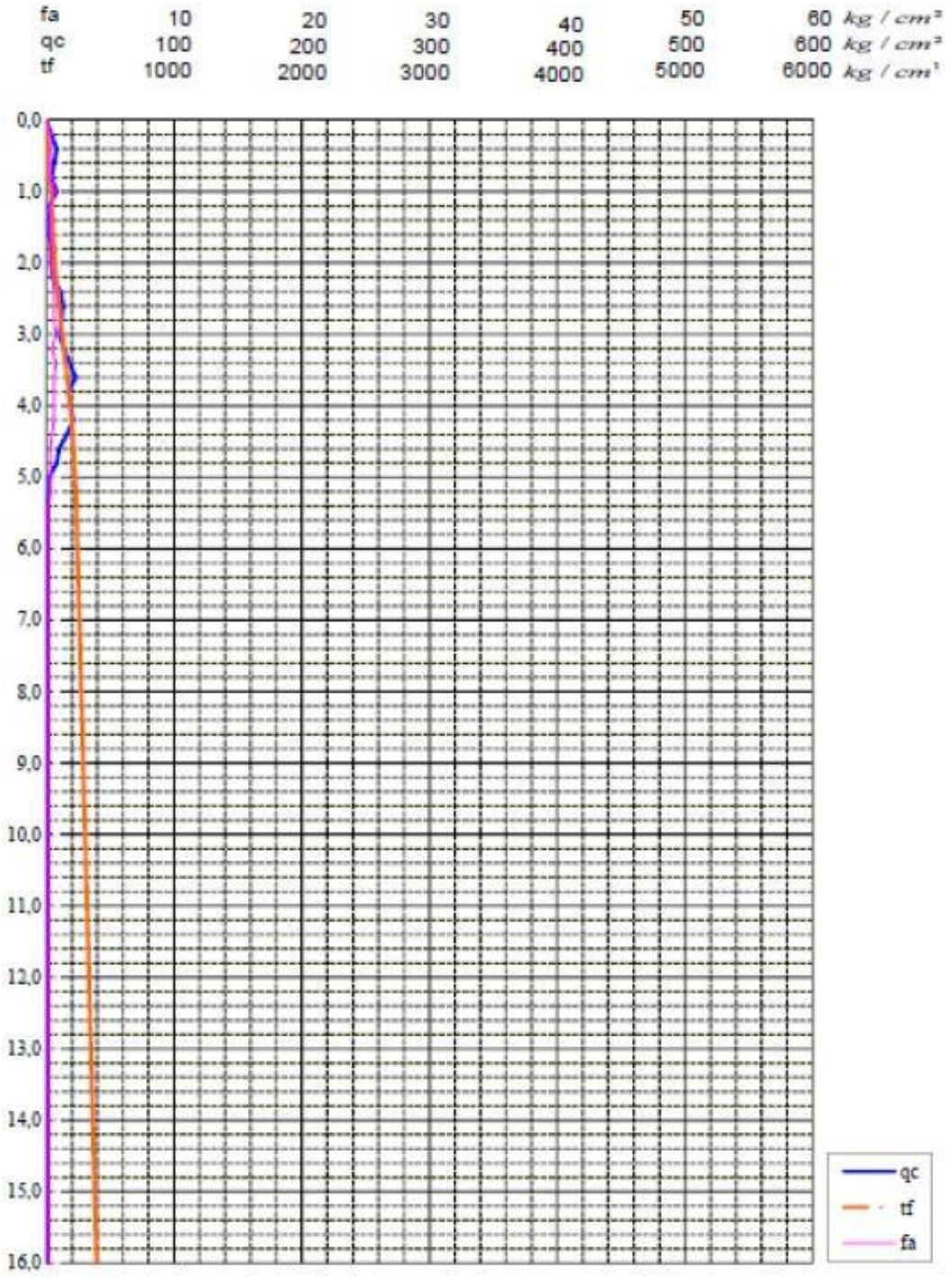

Section Data
DB/User
Section ID
1
Solid Rectangle
Name
CROSS BEAM
User
DB
AISC 10(US)
Sect. Name
Built-Up Section
Get Data from Single Angle
DB Name
AISC 10(US)
Sect. Name
H
1
m
B
1
m
B
H
1
2
3
4
Z
Y
Offset : Center-Center
Change Offset ...
Consider Shear Deformation.
Consider Warping Effect(7th DOF)
Show Calculation Results...
OK
Cancel
Apply

Lampiran 27

Kedalaman meter	C kg/cm²	C + F Kg/cm²	L F Kg/cm²	T F Kg/cm¹	Jumlah T F Kg/cm¹	Kedalaman meter	C kg/cm²	C + F Kg/cm²	L F Kg/cm²	T F Kg/cm¹	Jumlah T F Kg/cm¹
0,00	0	0	0,00	0	0						
0,20	4	6	0,30	6	6	9,20	1	2	0,15	3	291
0,40	8	10	0,30	6	12	9,40	1	2	0,15	3	294
0,60	6	8	0,30	6	18	9,60	1	2	0,15	3	297
0,80	4	6	0,30	6	24	9,80	1	2	0,15	3	300
1,00	8	12	0,60	12	36	10,00	1	2	0,15	3	303
1,20	2	4	0,30	6	42	10,20	1	2	0,15	3	306
1,40	2	4	0,30	6	48	10,40	1	2	0,15	3	309
1,60	2	4	0,30	6	54	10,60	1	2	0,15	3	312
1,80	4	6	0,30	6	60	10,80	1	2	0,15	3	315
2,00	4	6	0,30	6	66	11,00	1	2	0,15	3	318
2,20	5	8	0,45	9	75	11,20	1	2	0,15	3	321
2,40	11	15	0,60	12	87	11,40	1	2	0,15	3	324
2,60	13	17	0,60	12	99	11,60	1	2	0,15	3	327
2,80	12	16	0,60	12	111	11,80	1	2	0,15	3	330
3,00	10	15	0,75	15	126	12,00	1	2	0,15	3	333
3,20	14	17	0,45	9	135	12,20	1	2	0,15	3	336
3,40	18	23	0,75	15	150	12,40	1	2	0,15	3	339
3,60	23	27	0,60	12	162	12,60	1	2	0,15	3	342
3,80	17	21	0,60	12	174	12,80	1	2	0,15	3	345
4,00	19	23	0,60	12	186	13,00	1	2	0,15	3	348
4,20	21	25	0,60	12	198	13,20	1	2	0,15	3	351
4,40	16	19	0,45	9	207	13,40	1	2	0,15	3	354
4,60	10	12	0,30	6	213	13,60	1	2	0,15	3	357
4,80	8	10	0,30	6	219	13,80	1	2	0,15	3	360
5,00	2	4	0,30	6	225	14,00	1	2	0,15	3	363
5,20	2	4	0,30	6	231	14,20	1	2	0,15	3	366
5,40	1	2	0,15	3	234	14,40	1	2	0,15	3	369
5,60	1	2	0,15	3	237	14,60	1	2	0,15	3	372
5,80	1	2	0,15	3	240	14,80	1	2	0,15	3	375
6,00	1	2	0,15	3	243	15,00	1	2	0,15	3	378
6,20	1	2	0,15	3	246	15,20	1	2	0,15	3	381
6,40	1	2	0,15	3	249	15,40	1	2	0,15	3	384
6,60	1	2	0,15	3	252	15,60	1	2	0,15	3	387
6,80	1	2	0,15	3	255	15,80	1	2	0,15	3	390
7,00	1	2	0,15	3	258	16,00	1	2	0,15	3	393
7,20	1	2	0,15	3	261	16,20					
7,40	1	2	0,15	3	264	16,40					
7,60	1	2	0,15	3	267	16,60					
7,80	1	2	0,15	3	270	16,80					
8,00	1	2	0,15	3	273	17,00					
8,20	1	2	0,15	3	276	17,20					
8,40	1	2	0,15	3	279	17,40					
8,60	1	2	0,15	3	282	17,60					
8,80	1	2	0,15	3	285	17,80					
9,00	1	2	0,15	3	288	18,00					

Lampiran 28

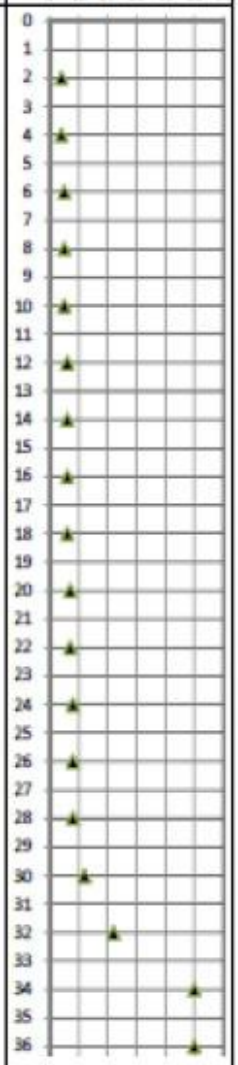
10 TON DUTCH CONE PENETRATION TEST



Lampiran 29

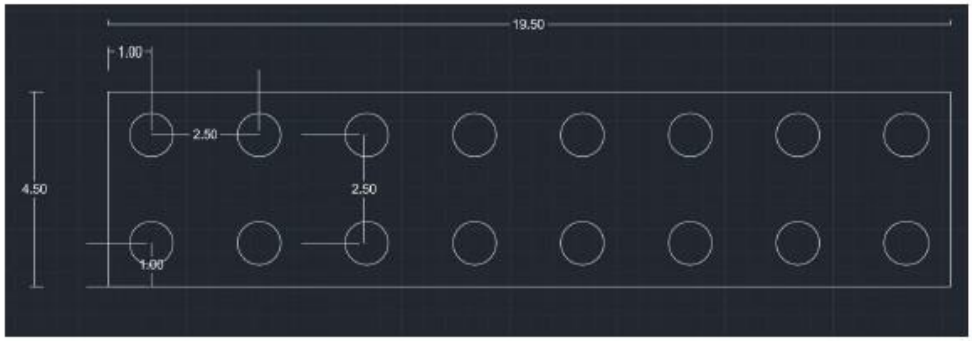
Depth (m)	Graph Log	Material Description (field observations)	Contact Depth (m)	Sample Number	Blow Counts (N Value) N1	N2	N3	Nv	Water Level Elevation (m)
1									
2		Lempung sedikit lanau (coklat, hitam)	5		1	2	2	4	
3									
4					1	2	2	4	
5									-5.00
6		Lempung sedikit lanau (coklat, abu-abu)	6		1	2	3	5	
7									
8					1	2	3	5	
9									
10					2	2	3	5	
11									
12		Lanau lempung (coklat, hitam)	8		2	3	3	6	
13									
14					2	3	3	6	
15				I					
16					2	2	4	6	
17									
18					2	3	3	6	
19									
20		Lanau lempung (coklat, abu-abu)	9	II	2	3	4	7	
21									
22					2	3	4	7	
23									
24					2	3	5	8	
25									
26					2	3	5	8	
27									
28					3	4	4	8	
29		Lempung (coklat, kuning)	5						
30					3	6	6	12	
31									
32					7	10	12	22	
33									
34		Lanau pasir berlempung (kuning kecoklatan)	3		17	23	27	50	
35				III					
36					17	24	26	50	
37		Lanau pasir berlempung (kuning kecoklatan)	4						
38					19	25	27	52	
39									
40					19	25	27	52	
41		Lanau pasir berlempung (putih kekuningan)	6						
42					18	23	27	50	
43									
44					18	23	27	50	
45									
46					17	22	27	49	
47		Lanau pasir berlempung (putih kekuningan)	4						
48					17	23	26	49	
49									
50					17	25	25	50	

SPT Value



Lampiran 30

Pile Cap



Volume	85.5
Berat	2052

Berat Abutmen	3163.68	kN
Momen Jembatan	16250	kN
Berat Pile Cap	2052	kN
Total berat	21465.68	kN

21465.68 > 1726.07

Kebutuhan Jumlah Tiang				
$Np = \frac{V}{Qtiang}$	12.436124	=	16	tiang
Syarat Spasi Tiang				
2,5 D ≤ S ≤ 3D	Jarak antar tiang	2.5	m	
1 D ≤ S ≤ 1.5D	Jarak tiang ke tepi	1	m	

Lampiran 31

Efisiensi Tiang (Eg)				
$E_g = 1 - \frac{\theta(n-1)m + (m-1)n}{90\ mn}$				
	Efisiensi			
m	Jumlah Baris Tiang	=	2	
n	Jumlah Tiang dlm 1 baris	=	8	
d	Diameter Tiang	=	1	m
s	Jarak Pusat ke Pusat Tiang	=	2.5	m
Eg		=	0.7824863	kN
Keamanan Tiang				
			21610.0778	
	P Total		21465.68	
			AMAN	
	SF		3.02018074	

Lampiran 32

Penurunan Elastik (Es)				
1. Penurunan akibat perpendekan tiang (Se1)				
Qwp	90.37148	kN	90371.478	N
Qws	1251.234	kN	1251233.5	N
ȝ (Koreksi Selimut tiang)	0.5			
L (Panjang Tiang)	28.3	m	28300	mm
Ap (Luas ujung tiang)	3.14	m2	314159265	mm2
Ep	31528.56	MPa		
Se1 = (Qwp + ȝQws) x L / (Ap x Ep)	0.002046	mm		
Se1	2.05E-06	m		
2. Penurunan akibat beban ujung (Se2)				
Qwp	28.76613	kN	28766.135	N
Iwp	0.85			
D (Diameter Tiang)	1	m		
Es (Modulus Elastis Tanah)	20000	kN/m2	2	N/mm2
μs (Poisson Ration)	0.49			
Se2 = ((Qwp x D)/ Es) x (1 - μs^2) x Iwp	9.290239	mm		
Se2	0.00929	m		
3. Penurunan akibat beban selimut (Se3)				
Qws	1251.234	kN		
P (keliling selimut)	3.14	m2		
L (Panjang tiang)	28.30	m		
Es (Modulus elastisitas tanah)	11000	kN/m2		
Iws	3.050476			
μs (Poisson Ration)	0.49			
D (Diameter tiang)	1	m		
Se3 = (Qws/P x L) x (D /Es) x (1- μs^2) x Iws	0.002966	m		
Se3	2.965743	mm		
Total Penurunan Elastik (Se)				
Se = Se1 + Se2 + Se3	0.012258	m		
S_{izin} = 10% x D	0.1	m		
	AMAN			

Lampiran 33

Penurunan Elastik Tiang Kelompok		
$S_{g(e)} = \sqrt{\frac{B_g}{D}} s$		
Bg (lebar kelompok tiang)	4.5	m
D (diameter / lebar tiang tunggal)	1	m
s (penurunan elastik tiang tunggal)	0.012258	m
Sg(e)	0.026003	m
	2.60	cm

Total Penurunan 0.038261 m

Lampiran 34

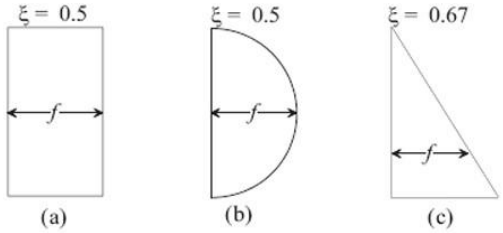
Jenis Tanah	E_s (kN/m^2)
Lempung	
Sangat lunak	300 - 3000
Lunak	2000 - 4000
Sedang	4500 - 9000
Keras	7000 - 20000
Berpasir	30000 - 42500
Pasir	
Berlanau	5000 - 20000
Tidak padat	10000 - 25000
Padat	50000 -100000
Pasir dan kerikil	
Padat	80000 - 200000
Tidak padat	50000 - 140000
Lanau	2000 -20000
Loess	15000 - 60000
Serpih	140000 - 1400000

Tabel 3. 4 Nilai Indeks Kompresi (Cc)

Jenis tanah	Nilai Cc
Gambut	1,00 - 4,50
Lempung plastis	0,15 - 1,00
Lempung kaku	0,06 - 0,15
Lempung setengah kaku	0,03 - 0,06
Pasir lepas	0,025 - 0,05
Pasir padat	0,005 - 0,01

(Sumber : Soedarno dan Purnomo (1993))

Besarnya ζ bergantung pada sifat distribusi tahanan kulit sepanjang batang tiang. Jika distribusi f adalah seragam atau parabola, seperti diperlihatkan pada Gambar 1(a) dan (b), ζ adalah 0.5. Namun untuk distribusi f dalam bentuk segitiga [Gambar 1(c)], nilai ζ sekitar 0.67 (Vesic, 1977).



Lampiran 35

Uji Laboratorium

Jenis uji	Parameter	Satuan	Keadalaman 8 - 8.5	Keadalaman 18 - 18.5
Parameter Fisik	Specific Gravity (Gs)		2.66	2.65
	Dry Density (γd)	kN/m3	15.35	15.73
	Water content (w)	%	57	62
Triaxial	Kohesi (c)	kg/cm2	0.04	0.21
	Sudut geser internal (Ø)		6.31	9.22
Konsolidasi	Koefisien konsolidasi (Cv)	cm2/detik	0.025	0.027
	Indeks kompresi (Cc)		0.4	0.32
	Indeks rekompresi (Cr)		0.05	0.03

γw 9.81 kN/m3

Nilai Angka Pori (e)		
$\gamma d = \frac{G + S.e}{1 + e} . \gamma w$		
nilai S untuk γd	0	
Pada kedalaman 8 - 8.5		
e = ((G x γw)/γd) - 1	0.700	
Pada kedalaman 18 - 18.5		
e = ((G x γw)/γd) - 1	0.653	

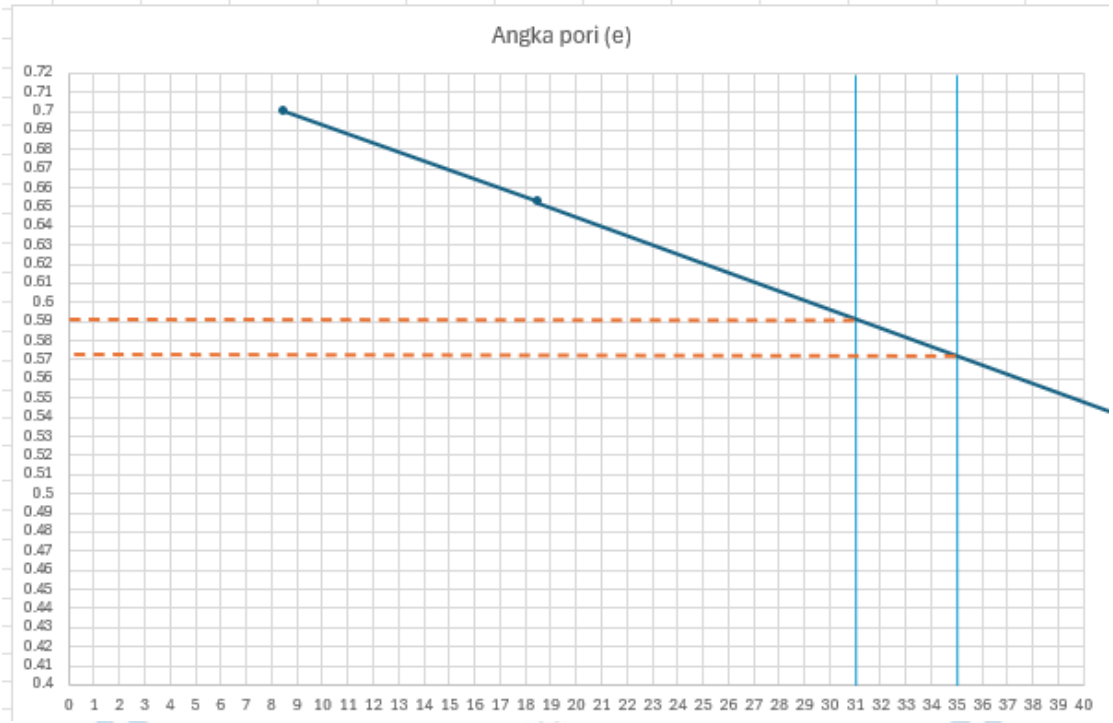
Nilai Berat Volume Tanah Jenuh (γsat)		
$\gamma sat = \frac{G + S.e}{1 + e} . \gamma w$		
Nilai S untuk γsat	1	
Pada kedalaman 8 - 8.5		
γsat	19.39	kN/m3
Pada kedalaman 18 - 18.5		
γsat	19.60	kN/m3

Nilai Berat Jenis Tanah Basah (γb)		
$\gamma b = \frac{G . \gamma w (1 + w)}{1 + e}$		
Pada kedalaman 8 - 8,5		
γb	24.10	kN/m3
Pada kedalaman 18 - 18,5		
γb	25.48	kN/m3

Lampiran 36

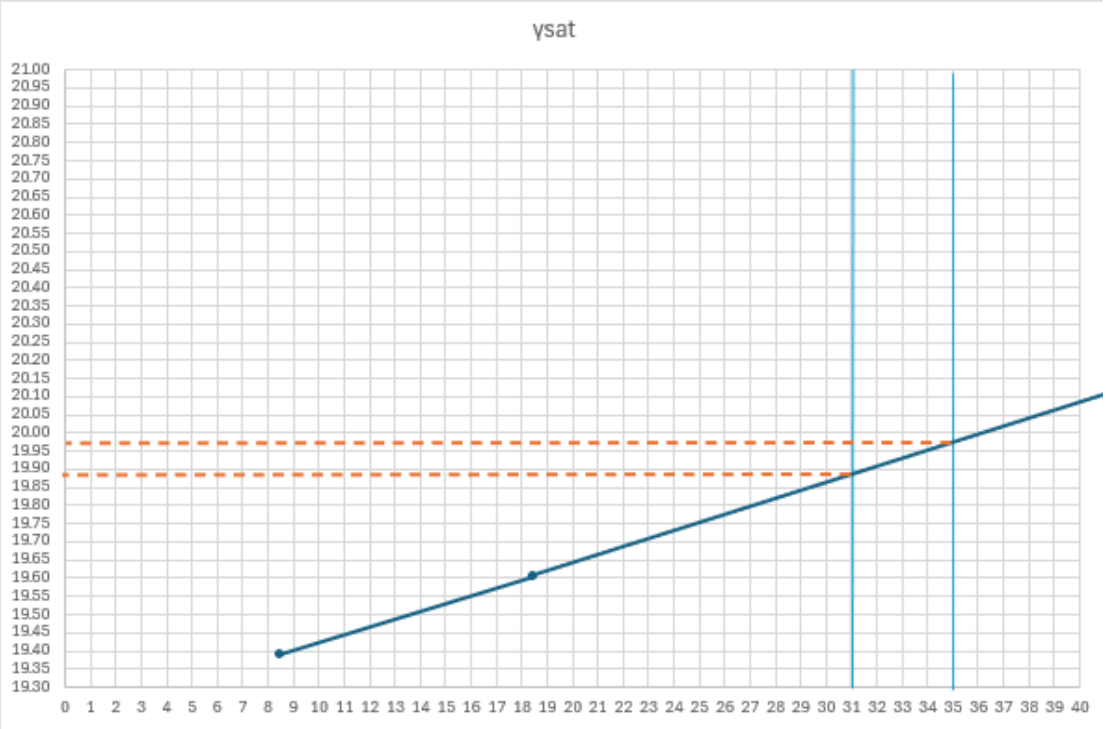
Korelasi antara angka pori dan kedalaman	
Angka pori (e) pada kedalaman 31	0.592
Angka pori (e) pada kedalaman 35	0.572

X	8.5	18.5
Y	0.7	0.65



Lampiran 37

Korelasi antara nilai γsat dan kedalaman	
Angka pori (e) pada kedalaman 31	19.87
Angka pori (e) pada kedalaman 35	19.86

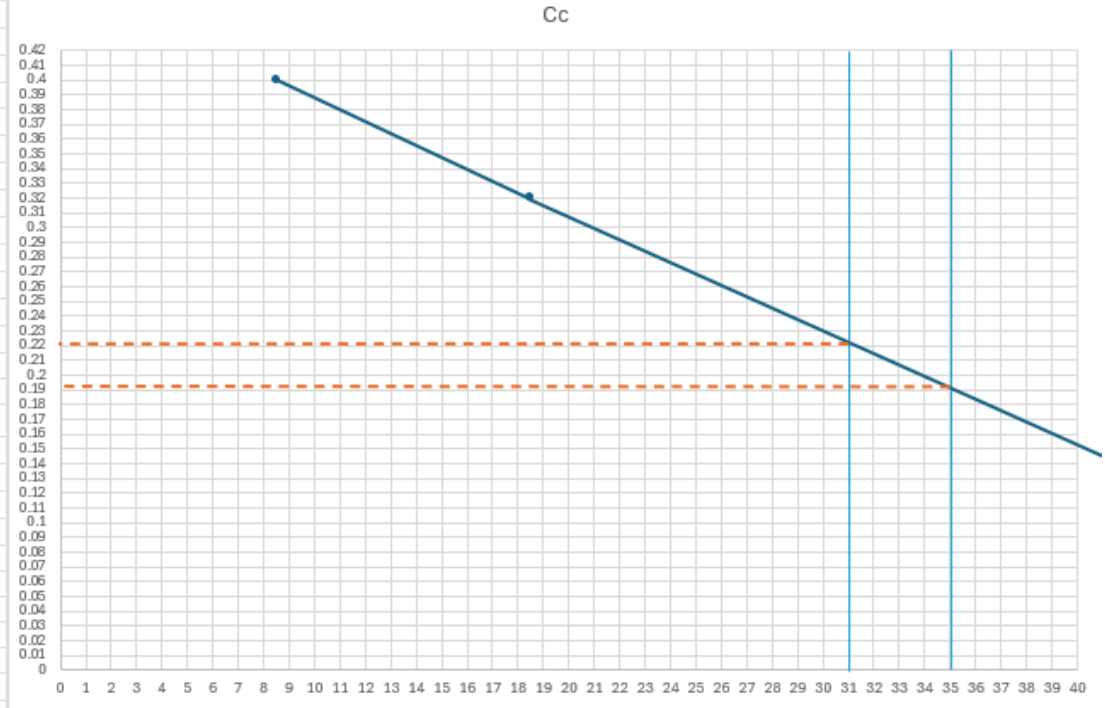


X	8.5	18.5
Y	19.39	19.60

Lampiran 38

Korelasi antara nilai Cc dan kedalaman	
Angka pori (e) pada kedalaman 31	0.193
Angka pori (e) pada kedalaman 35	0.223

X	8.5	18.5
Y	0.4	0.32



Lampiran 39

Data		
P	21465.68	kN
m.a.t	-5	m
Panjang Tiang (L)	28.3	m
2/3L	18.87	m
1/3L	9.43	m
Lg	19.5	m
Bg	4.5	m
γair	9.81	kN/m3

450 cm

Lapis 1	
γb1	18.00 kN/m^2
γsat1	19.87 kN/m^3
e01	0.69997
Cc1	0.4
h1	11 m

Lapis 3	
γsat3	19.87 kN/m^3
e03	0.59200
Cc3	0.193
h3	5 m

Lapis 2	
γsat2	19.60 kN/m^3
e02	19.60415
Cc2	0.32
h2	17 m

Lapis 4	
γsat4	19.86 kN/m^3
e04	0.57200
Cc4	0.0025
h4	4 m

z1	0.5	m
z2	1.5	m
H1	1	m
H2	1	m

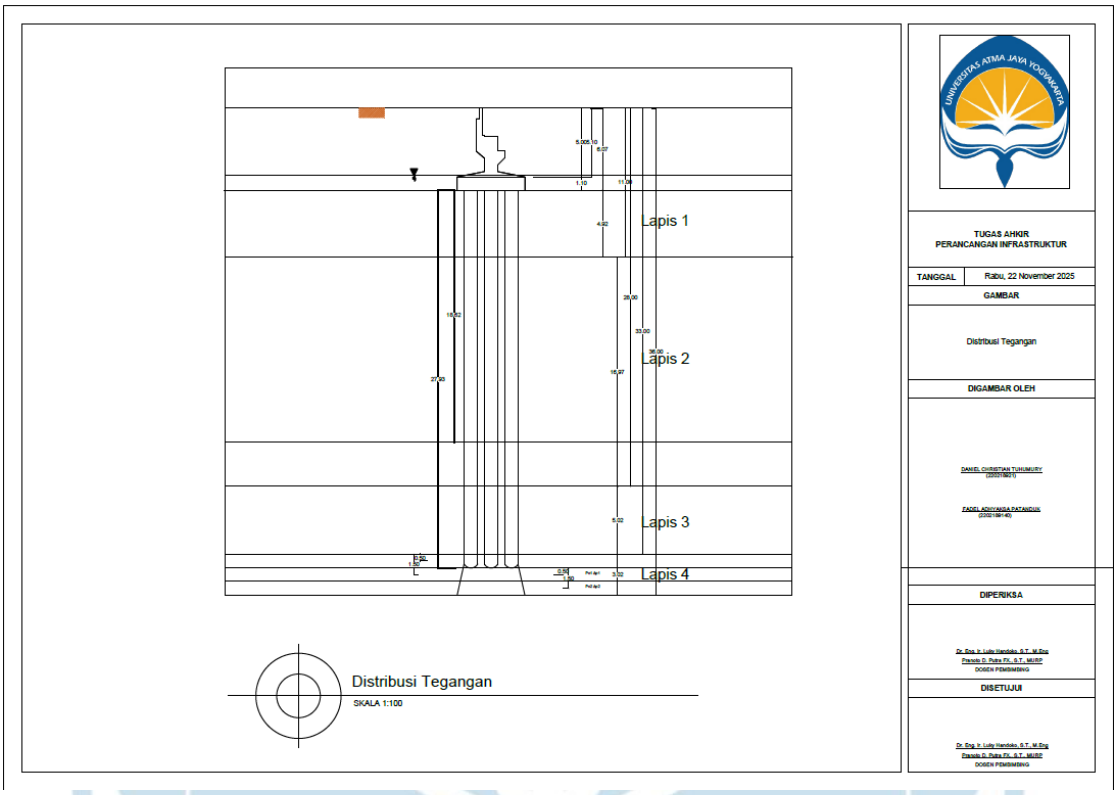
Perhitungan Penurunan Perlapisan

$$\Delta s_1 = \frac{C_{c(1)} H_1}{1 + e_{o(1)}} \log \frac{p_{o(1)} + \Delta p_1}{p_{o(1)}}$$

Δp1 = Qg/(Lg + z1)*(Bg + z1)	214.6568	
po1	372.1856	
Δs1	0.000315	m
	0.314507	mm
Δp2= Qg/(Lg + z2)*(Bg + z2)	170.3625	
po2	382.2356	
Δs2	0.000255	m
	0.254577	mm
Total penurunan lapisan lempung 4	0.569084	mm
	0.056908	cm

Syarat Penurunan		
Penurunan total < 15cm + b/200		
Total Penurunan	0.056908	
15cm + b/200	17.25	
	AMAN	

Lampiran 40


Lapis 1
Lapis 2
Lapis 3
Lapis 4
Distribusi Tegangan
SKALA 1:100
UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA
TUGAS AHKIR
PERANCANGAN INFRASTRUKTUR
TANGGAL
Rabu, 22 November 2025
GAMBAR
Distribusi Tegangan
DIGAMBAR OLEH
DANIEL CHRISTIAN TUKUMURY
FADEL ADHYAKSA PATANDUK
DIPERIKSA
Dr. Ing. Ir. Lutfy Handoko, S.T., M.Eng
Pravida D. Putra Pit., S.T., MURP
DOSEN PEMBIMBING
DISETUJUI
Dr. Ing. Ir. Lutfy Handoko, S.T., M.Eng
Pravida D. Putra Pit., S.T., MURP
DOSEN PEMBIMBING