Indo Green Journal
https://idngreen.com/index.php/green

e-ISSN: 3025 – 4574, p-ISSN: 3025 – 2679
Volume 4 Nomor 3 Tahun 2026
Halaman: 1509 – 1518

RESEARCH ARTICLE

Analisis Struktur Pilar Jembatan Rahabangga pada Proyek Jembatan Rahabangga, Kecamatan Unaaha, Kabupaten Konawe, Sultra

Indra[1], Maudi Wulandari[2]
Universitas Lakidende Unaaha, Indonesia

indra.st010@gmail.com

Kata Kunci:
Pilar Jembatan, Kestabilan Kolom, Kekuatan Kolom

Abstrak

Pada bangunan pilar perlu adanya analisis yang baik mengenai gaya-gaya serta beban yang ditimbulkan oleh struktur atas jembatan sehingga mampu menahan beban tersebut sesuai dengan umur rencana jembatan. Pada beberapa kasus, terdapat jembatan yang rusak bahkan rubuh sebelum umur rencana jembatan yang dikarenakan struktur atas jembatan yang tidak mampu ditahan oleh struktur pilar. Pada beberapa kasus ditemukan hal di atas dikarenakan kekuatan kolom pilar yang berfungsi untuk menahan gaya serta beban baik dari struktur atas jembatan maupun berat sendiri pilar itu tidak mampu untuk menahan beban-beban tersebut. Sehingga hal itu yang kemudian menjadi penyebab keruntuhan jembatan. Beban-beban yang bekerja serta cara menganalisa struktur pilar jembatan mengacu pada peraturan RSNI T-02-2005 (standar pembebanan untuk jembatan), SNI 1725-2016 (pembebanan untuk jembatan), SNI 2833-2016 (perencanaan jembatan terhadap beban gempa), serta RSNI T-12-2004 (perencanaan struktur beton untuk jembatan). Data-data analisis diperoleh dari bahan-bahan referensi seperi buku literasi, dokumen SNI, data-data dari instansi terkait, dan referensi lain yang berkaitan dengan topik yang akan dibahas. Dari hasil analisis, didapatkan bahwa pilar jembatan rahabangga dapat dikatakan stabil. Hal berasal dari hasil perhitungan yang dimana angka kelangsingan kolom pilar tidak lebih kecil daripada 22, sehingga dianggap pengaruh *buckling* dapat diabaikan. Serta didapatkan momen akibat pengaruh P-Delta lebih kecil daripada seperempat dari momen ultimit kolom pilar, sehingga pengaruh P-Delta juga dapat diabaikan. Serta untuk kekuatan pilar jembatan didapatkan kombinasi pembebanan yang bekerja pada kolom pilar mampu untuk ditahan oleh struktur kolom pilar. Hal ini diperlihatkan pada gambar diagram interaksi yang dimana kombinasi pembebanan terbesar yang digunakan masih berada dalam kurva kuat rencana atau kurva ϕMn-ϕPn.

Keyword:
Bridge Pillar, Column Stability, Column Strength

Abstract

In the pillar building, it is necessary to have a good analysis of the forces and loads caused by the superstructure of the bridge so that it is able to withstand these loads in accordance with the design age of the bridge. In some cases, there are bridges that are damaged and even collapse before the design age of the bridge due to the superstructure of the bridge that cannot be supported by the pier structure. In some cases it was found that the above was due to the strength of the pillar columns which functioned to withstand the forces and loads from both the superstructure of the bridge and the pillars' own weight unable to withstand these loads. So that later became the cause of the collapse of the bridge. The working loads and how to analyze the structure of the bridge pillars refer to the regulations of RSNI T-02-2005 (loading standards for bridges), SNI 1725-2016 (loading for bridges), SNI 2833-2016 (bridge planning against earthquake loads), and RSNI T-12-2004 (planning of concrete structures for bridges). The analytical data were obtained from reference materials such as literacy books, SNI documents, data from relevant agencies, and other references related to the topics to be discussed. From the results of the analysis, it was found that the pillars of the Rahabangga bridge can be said to be stable. This comes from the results of calculations where the slenderness of the pillar column is not less than 22, so it is considered that the effect of buckling can be ignored. And the moment due to the P-Delta effect is smaller than a quarter of the ultimate moment of the pillar column, so that the P-Delta effect can also be ignored. As well as for the strength of the bridge pillars, it is found that the combination of loads acting on the pillar columns is able to be resisted by the pillar column structure. This is shown in the interaction diagram where the largest loading combination used is still in the design strength curve or Mn-ϕPn curve.

Information Production:
© 2026 *by the authors of this article. This work is licensed under an Attribution-ShareAlike 4.0 International (CC BY-SA 4.0)*

PENDAHULUAN

Pertumbuhan penduduk serta ekonomi pada masyarakat mengharuskan tersedianya prasarana transportasi yang memadai. Untuk memenuhi tujuan tersebut, maka prasarana transportasi terutama untuk transportasi darat harus tersedia dengan baik. Terlebih pada daerah-daerah yang terpisah oleh kondisi topografi alami seperti salah satu contohnya adalah sungai dan kondisi topografi buatan seperti jalan kereta api, maka perlu diadakan prasarana yang mampu memberikan kemudahan bagi masyarakat agar tetap mampu menjalankan

e-ISSN: 3025 – 4574
p-ISSN: 3025 – 2679

kegiatan sehari-hari. Maka jembatan merupakan infrastruktur yang tepat untuk kemudian dijadikan alasan dalam menyelesaikan masalah di atas.

Secara umum, jembatan merupakan bangunan yang menghubungkan dua bagian jalan yang terputus oleh rintangan seperti sungai, lembah, drainase, danau, jalan raya, jalan kereta api, dan sebagainya. Pada konstruksi jembatan terbagi atas dua struktur yaitu struktur atas jembatan, dan struktur bawah jembatan. Pada struktur bawah jembatan terdiri dari *abutment*, pilar (*pier*), dan pondasi.

Pilar jembatan merupakan salah satu struktur bawah jembatan yang berada di tengah dan berfungsi untuk menopang dan menyalurkan beban dari struktur atas jembatan menuju ke pondasi. Pilar terutama dibangun pada jembatan yang memiliki bentang Panjang. Pada bangunan pilar perlu adanya analisis yang baik mengenai gaya-gaya serta beban yang ditimbulkan oleh struktur atas jembatan sehingga mampu menahan beban tersebut sesuai dengan umur rencana jembatan. Pada beberapa kasus, terdapat jembatan yang rusak bahkan rubuh sebelum umur rencana jembatan yang dikarenakan struktur atas jembatan yang tidak mampu ditahan oleh struktur pilar. Pada beberapa kasus ditemukan hal di atas dikarenakan kekuatan kolom pilar yang berfungsi untuk menahan gaya serta beban baik dari struktur atas jembatan maupun berat sendiri pilar itu tidak mampu untuk menahan beban-beban tersebut. Sehingga hal itu yang kemudian menjadi penyebab keruntuhan jembatan.

METODE PENELITIAN

Tahap Persiapan

Tahap persiapan merupakan rangkaian kegiatan yang dilakukan sebelum memulai proses penelitian mulai dari proses pengumpulan serta pengolahan data. Pada tahap persiapan terlebih dahulu disusun beberapa hal penting yang harus dilakukan dengan tujuan untuk mengefektifkan waktu sehingga pekerjaan penelitian dapat dilakukan sesuai dengan rencana.

Pada tahap persiapan meliputi kegiatan-kegiatan sebagai berikut: 1) Studi pustaka serta mencari literatur terhadap materi yang sesuai dengan garis besar dari objek yang akan dilakukan penelitian; 2) Menentukan kebutuhan data yang dibutuhkan; 3) Mendata instansi-instansi yang dapat menjadi sumber data; 4) Survey lokasi penelitian untuk mendapatkan gambaran umum dari objek yang akan dilakukan penelitian

Persiapan-persiapan yang ada di atas harus dilakukan dengan cermat agar dapat dilakukan proses pengumpulan data yang lebih optimal.

Tahapan Penulisan Tugas Akhir

Pada proses penulisan tugas akhir ada beberapa tahapan yang dilakukan yakni tahapan persiapan, proses pengumpulan data yang berkaitan dengan pembahasan dari objek yang dijadikan penelitian, proses analisa data-data yang dibutuhkan, analisa data yang menjadi alternatif dalam mengolah data nantinya, proses pengolahan data, hingga proses perhitungan beban-beban yang bekerja pada struktur pilar. Untuk dapat dilakukan proses pengolahan data yang sesuai dengan objek penelitian, maka dibutuhkan data-data yang sesuai sehingga dapat dilakukan pengolahan data yang efektif serta efisien baik terhadap waktu pengerjaan, hingga proses pekerjaan. Bagan alir penulisan tugas akhir dapat dilihat pada gambar 1.

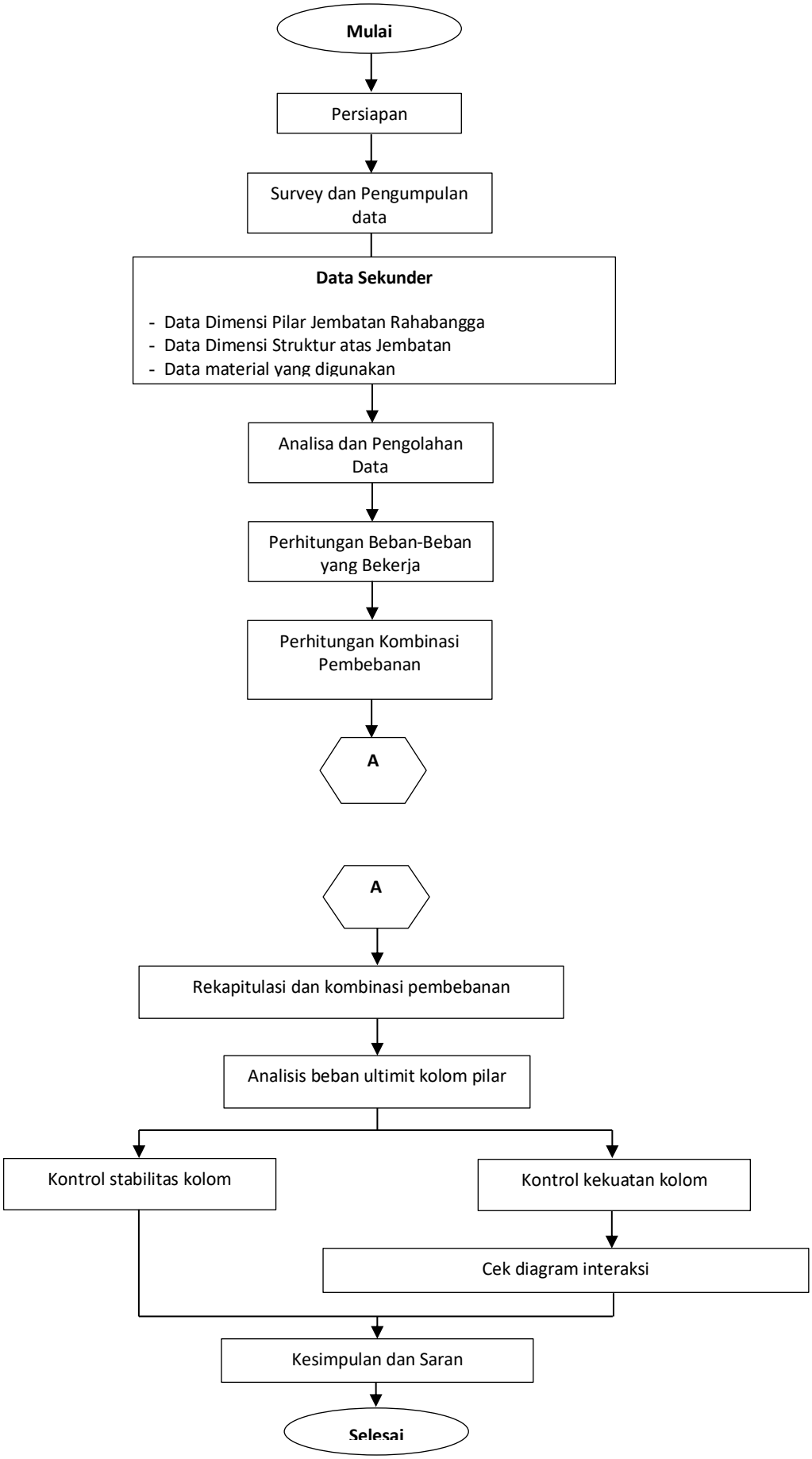
Dalam penulisan tugas akhir ini, penulis melakukan penelitian dengan menganalisa struktur pilar jembatan dari struktur jembatan yang telah selesai pengerjaannya. Tinjuan pustaka diambil dari literatur-literatur yang berkaitan dengan tugas akhir dalam hal ini berkaitan dengan metode serta proses analisis struktur pilar jembatan. Beban-beban yang bekerja serta cara menganalisa struktur pilar jembatan mengacu pada peraturan RSNI T-02-2005 (standar pembebanan untuk jembatan), SNI 1725-2016 (pembebanan untuk jembatan), SNI 2833-2016 (perencanaan jembatan terhadap beban gempa), serta RSNI T-12-2004 (perencanaan struktur beton untuk jembatan). Data-data analisis diperoleh dari bahan-bahan referensi seperi buku literasi, dokumen SNI, data-data dari instansi terkait, dan referensi lain yang berkaitan dengan topik yang akan dibahas, serta dengan melakukan survey langsung di lapangan.

Pengumpulan Data

Pengumpulan data merupakan kegiatan utama sebelum melakukan proses olah data agar dapat menyelesaikan masalah secara ilmiah. Dalam pengumpulan data, intstansi terkait memiliki peranan penting sebagai pendukung dalam memperoleh data-data yang diperlukan.

Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam mengumpulkan data yaitu: 1) Jenis data; 2) Tempat memperoleh data; 3) Jumlah data yang perlu dikumpulkan agar diperoleh data yang memadai.

e-ISSN: 3025 – 4574
p-ISSN: 3025 – 2679



e-ISSN: 3025 – 4574
p-ISSN: 3025 – 2679

Dalam penelitian ini, data yang digunakan oleh peneliti adalah data sekunder. Data-data sekunder yang dibutuhkan sebagai bahan referensi dalam menyelesaikan rumusan masalah pada skripsi ini adalah data-data terkait struktur jembatan yang berlokasi di Kel. Rahabangga, Kec. Unaaha, Kab. Konawe, Sulawesi Tenggara. Yang antara lain: 1) Data dimensi jembatan; 2) Data material yang digunakan; 3) Data dimensi pilar jembatan

Objek dan Lokasi Penelitian

Dalam penelitian ini, objek yang akan dijadikan sebagai tempat dalam melakukan penelitian adalah pilar jembatan yang berlokasi di Kel. Rahabangga, Kec. Unaaha, Kab. Konawe, SULTRA. Dalam Gambar 1 dan Gambar 2 dapat diihat secara visual mengenai lokasi objek penelitian yang dimaksud.



Gambar 1 Lokasi Penelitian



Gambar 2 Objek Penelitian (Pilar Jembatan Rahabangga)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data Struktur Atas

Dimensi Struktur Atas

Data dimensi struktur atas jembatan diambil dari instansi terkait yang mengerjakan pekerjaan Jembatan Rahabangga. Sehingga didapatkan data dimensi yang dapat dilihat pada tabel 4. di bawah.

Tabel 4. Data dimensi struktur atas

URAIAN DIMENSI	NOTASI	DIMENSI	SATUAN
Panjang total bentang jembatan	Lt	180	m
Lebar jalan (jalur lalu-lintas)	b1	7	m
Lebar trotoar (pejalan kaki)	b2	1	m
Lebar total jembatan	b	9	m
Tebal slab lantai jembatan	ts	0,3	m
Tebal lapisan aspal + overlay	ta	0,05	m
Tebal trotoar	tt	0,3	m
Tebal genangan air hujan	th	0,05	m

e-ISSN: 3025 – 4574
p-ISSN: 3025 – 2679

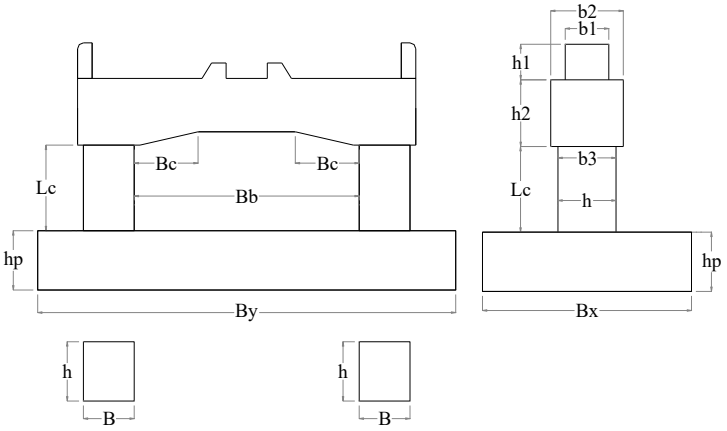
Tinggi girder prategang	hb	0,45	m
Tinggi bidang samping jembatan	ha	2,683	m
Jarak antara balok prategang	s	1,1	m
Panjang 1 bentang jembatan	L	60	m
Specific Gravity		kN/m3	
Berat beton bertulang	W_c =	25	
Berat beton tidak bertulang (beton rabat)	W'_c =	24	
Berat aspal	W_a =	22	
Berat jenis air	W_w =	9,8	

Data Beton
Mutu beton pelat lantai dan trotoar:
Mutu beton beton f_c' = 30 Mpa
Modulus elastisitas beton $4700\sqrt{f_c}$ = 25752,9602 Mpa
Berat jenis: W = 2400 kg/m^3

Data Pilar Jembatan
Data beton
Kuat tekan beton f_c = 30 Mpa
Modulus elastisitas beton $4700\sqrt{f_c}$ = 25752,9602 Mpa
Berat jenis: W = 2400 kg/m^3
Dengan ketebalan selimut beton antara lain:
Pile cap = 100 mm
Pier coloumn = 70 mm
Pier head = 50 mm

Data baja tulangan
Spesifikasi baja tulangan yang digunakan pada pilar jembatan Rahabangga adalah sebagai berikut.
Mutu baja tulangan = BJTD-40 (U-39)
Tegangan leleh minimum Fy = 400 Mpa
Kekuatan tarik minimum Fu = 570 MPa
Berat jenis W = 3850 kg/m^3

Dimensi Pilar
Data dimensi pilar jembatan diambil dari instansi terkait yang mengerjakan pekerjaan Jembatan Rahabangga. Sehingga didapatkan data dimensi yang dapat dilihat pada tabel 2, tabel 3 dan tabel 4 di bawah.



Gambar 4. Notasi dimensi pilar
Tabel 2. Dimensi headstock

HEADSTOCK NOTASI	(m)	NOTASI	(m)
b1	1,5	h1	1,2
b2	2,5	h2	2,25
b3	2		
B_a	11,65	a	3,45

e-ISSN: 3025 – 4574
p-ISSN: 3025 – 2679

Tabel 1. Dimensi pier call (Column)

PIER WALL (COLUMN)			
NOTASI	(m)	NOTASI	(m)
B	1,75	B_c	2
h	2	L_c	2,9
B_b	7,75		

Tabel 2 Dimensi pilecap

PILE-CAP			
NOTASI	(m)	NOTASI	(m)
h_p	2	B_x	7,2
		B_y	14,4

Pembebanan

Berat Mati Sendiri (PMS)

PMS Struktur Atas

Gelagar menggunakan profil baja

WF 520 x 180 x 8 x 10 (untuk gelagar tengah)

A = 0,008 m^2

> WF 250 x 150 x 8 x 8 (untuk gelagar samping)

A = 0,004 m^2

Diafragma menggunakan baja profil WF 950 x 280 x 12 x 25

A = 0,02 m^2

Tabel 4**.** Berat mati sendiri struktur atas

No Beban	Parameter Volume				Berat	Satuan	Berat
	b (m)	t (m)	L (m)	n			(kN)
1 Slab	9	0,8	60	1	25	kN/m3	10800
2 Trotoar	1	0,3	60	2	24	kN/m3	864
3 Gelagar samping, A =		0,004	60	2	76,93	kN/m3	36,9264
4 Gelagar tengah, A =		0,008	60	7	76,93	kN/m3	258,4848
4 Diafragma, A =		0,02	9,58	12	76,93	kN/m3	176,8775

Total berat sendiri struktur atas, PMS = 12136,29 kN

Letak titik berat struktur atas terhadap fondasi,

Za = ht + Lc + a + ha/2 = 4,169 m

PMS Struktur Bawah

Tabel.3 Berat Headstock

No	Parameter		Berat		Jumlah	Berat (kN)	Lengan	Terhadap	Mom stat (kNm)
	b (m)	h (m)	A	L (m)			y	(m)	
1	2,15	2,25	4,838	2,5	2	604,6875	h2/2	1,125	680,273
2	2	4,05	4,05	2,5	2	506,25	h2/2	1,125	569,531
3	3,35	1,8	6,03	2,5	1	376,875	h2/2	1,125	423,984
4	1,33	0,52	0,346	2,5	2	43,225	h1/2	0,6	25,935

Berat headstock, Wh = 1531,04 kN

Momen pada headstok, Mh =1699,72

Letak titik berat terhadap alas, yh = Mh/Wh = 1 m

Letak titik berat terhadap dasar fondasi, zh = yh + Lc + ht = 6 m

Tabel 7. Berat Pier Wall (Column)

NO	Parameter Berat Bagian				Jumlah	BERAT (kN)	Lengan	Mom.stat
	b (m)	h (m)	L (m)	Shape			y (m)	(kNm)
1	1,75	2	2,888	1	2	505,4	1,444	729,7976
Berat Pier Wall, W_c =						505,4	M_c =	729,7976

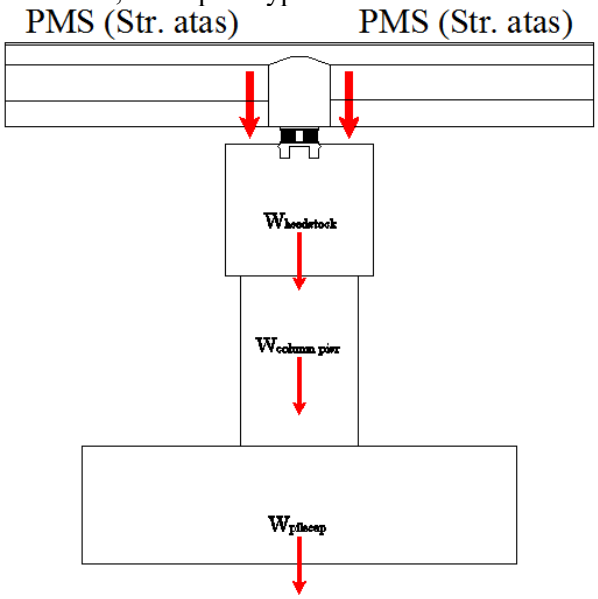
e-ISSN: 3025 – 4574
p-ISSN: 3025 – 2679

Letak titik berat terhadap alas, yc = Mc / Wc = 1,444m
Letak titik berat terhadap dasar fondasi, zc = yc + ht = 1,444 m
Luas penampang 1 Pier Wall, A = B * h = 3,5 m^2
Lebar ekivalen 1 Pier Wall, Be = A / h = 1,75 m
Innersia (I) I = 1/12 * Be * h^3 =1,1667 m^4
Jari-jari girasi pilar, r = sqrt(I/A) = 0,58

Tabel 4 Berat Pilecap

No	Parameter		Berat		Jumlah	Berat (kN)	Lengan	Terhadap	Mom stat (kNm)
	b (m)	h (m)	A	L (m)			y	(m)	
1	9,87	1,95	49,623	2	2	962,33	h2/2	1	962,33
2	7,2	10,5	75,6	2	1	3780,00	h2/2	1	3780

Berat pilecap, Wp = 4742,3 kN
Momen pada headstok, Mp = 4742,3 kN/m
Letak titik berat terhadap alas, yp = Mp / Wp = 1 m
Letak titik berat terhadap dasar fondasi, zp = yp = 1 m



Gambar 1 Beban Mati Sendiri (PMS)

Tabel 5 Rekap berat sendiri struktur bawah (Pier)

No	Jenis Konstruksi	Berat (kN)
1	Headstock (Pier Head) $W_{h=}$	1531
2	Pier Wall (Column) $W_{C=}$	505,4
3	Pilecap W_p	4742,3

Total berat sendiri struktur bawah, P_{MS} = 6778,7625 kN

Tabel 6. Beban akibat berat sendiri

No	Berat Sendiri	PMS (kN)
1	Struktur Atas	12136,2887
2	Struktur Bawah	6778,7625

Beban berat sendiri pada fondasi.
PMS = 18915,0512 kN
Beban berat sendiri pada Pier Wall.
PMS = Berat pada Fondasi - Wp = 14172,7262 kN

Pembahasan

Dimensi dan Karakteristik Struktur Atas Jembatan

Berdasarkan hasil pengumpulan data dari instansi terkait, Jembatan Rahabangga memiliki panjang total bentang sebesar 180 m dengan panjang setiap bentang sebesar 60 m. Konfigurasi tersebut menunjukkan bahwa struktur jembatan terdiri atas beberapa bentang dengan panjang yang relatif besar, sehingga diperlukan sistem

e-ISSN: 3025 – 4574
p-ISSN: 3025 – 2679

struktur yang mampu menyalurkan beban dari lantai jembatan menuju struktur bawah secara aman dan efisien. Lebar total jembatan sebesar 9 m terdiri atas lebar jalur lalu lintas 7 m dan lebar trotoar sebesar 1 m pada masing-masing sisi. Dimensi tersebut menunjukkan bahwa struktur atas direncanakan untuk memenuhi kebutuhan pelayanan lalu lintas kendaraan sekaligus menyediakan ruang bagi pejalan kaki.

Pelat lantai jembatan memiliki ketebalan 0,30 m, sedangkan lapisan aspal dan overlay memiliki ketebalan 0,05 m. Ketebalan pelat lantai tersebut berperan penting dalam memberikan kekakuan pada lantai jembatan serta mendistribusikan beban kendaraan menuju elemen gelagar. Sementara itu, lapisan aspal tidak hanya berfungsi sebagai lapisan permukaan lalu lintas, tetapi juga menjadi salah satu komponen beban mati yang harus diperhitungkan dalam analisis struktur. Tebal trotoar sebesar 0,30 m juga memberikan kontribusi terhadap berat total struktur atas.

Struktur atas menggunakan gelagar prategang dengan tinggi 0,45 m dan jarak antarbalok sebesar 1,10 m. Penggunaan gelagar prategang pada bentang 60 m menunjukkan adanya kebutuhan terhadap elemen struktur yang memiliki kemampuan menahan lentur dan geser dengan tingkat kekakuan yang memadai. Jarak antarbalok yang relatif teratur memungkinkan distribusi beban lantai jembatan kepada gelagar berlangsung secara lebih merata. Dengan demikian, konfigurasi dimensi struktur atas memiliki pengaruh langsung terhadap besarnya beban yang diteruskan ke struktur bawah dan selanjutnya ke fondasi.

Mutu beton yang digunakan pada pelat lantai dan trotoar adalah fc’ = 30 MPa dengan modulus elastisitas sebesar 25.752,96 MPa. Mutu beton tersebut menunjukkan bahwa material struktur atas memiliki kapasitas tekan yang cukup untuk digunakan pada elemen struktur jembatan yang menerima beban permanen maupun beban lalu lintas. Berat jenis beton sebesar 2.400 kg/m³ atau sekitar 24 kN/m³ juga menjadi parameter penting dalam menentukan berat sendiri struktur. Dalam perhitungan beban mati, berat jenis material harus diperhitungkan secara konsisten karena berat sendiri merupakan salah satu komponen pembebanan yang selalu bekerja pada struktur selama masa layan.

Karakteristik Struktur Bawah Jembatan

Struktur bawah Jembatan Rahabangga terdiri atas headstock atau pier head, pier wall atau column, dan pile cap. Berdasarkan data dimensi, headstock memiliki dimensi utama yang cukup besar dengan lebar maksimum sekitar 11,65 m. Sementara itu, pier wall memiliki dimensi penampang yang menunjukkan adanya elemen vertikal yang berfungsi meneruskan beban dari headstock menuju fondasi. Pile cap memiliki dimensi sekitar 7,2 m × 14,4 m dengan ketebalan 2 m. Dimensi tersebut menunjukkan bahwa pile cap direncanakan sebagai elemen pengikat sekaligus pendistribusi beban dari pier menuju kelompok tiang fondasi.

Mutu beton pada struktur bawah juga sebesar fc’ = 30 MPa dengan modulus elastisitas 25.752,96 MPa. Keseragaman mutu beton antara struktur atas dan struktur bawah memberikan keuntungan dari sisi konsistensi karakteristik material, khususnya dalam analisis kapasitas dan deformasi struktur. Selain itu, selimut beton yang digunakan berbeda sesuai dengan elemen struktur, yaitu 100 mm pada pile cap, 70 mm pada pier column, dan 50 mm pada pier head. Perbedaan tersebut menunjukkan bahwa perlindungan terhadap tulangan disesuaikan dengan kondisi dan fungsi masing-masing elemen struktur.

Tulangan yang digunakan memiliki mutu BJTD-40 (U-39) dengan tegangan leleh minimum sebesar 400 MPa dan kuat tarik minimum sebesar 570 MPa. Penggunaan baja tulangan dengan kuat leleh tersebut memberikan kapasitas yang memadai dalam menahan gaya tarik akibat lentur dan gaya internal lainnya. Oleh karena itu, kombinasi beton dengan fc’ = 30 MPa dan baja tulangan dengan Fy = 400 MPa menjadi dasar penting dalam evaluasi kapasitas struktur bawah jembatan.

Analisis Beban Mati Sendiri Struktur Atas

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa berat mati sendiri struktur atas Jembatan Rahabangga mencapai 12.136,29 kN. Komponen terbesar berasal dari slab dengan berat sebesar 10.800 kN, sedangkan trotoar memberikan kontribusi sebesar 864 kN. Gelagar samping, gelagar tengah, dan diafragma masing-masing memberikan kontribusi sebesar 36,93 kN, 258,48 kN, dan 176,88 kN.

Dominasi berat slab terhadap total beban mati struktur atas menunjukkan bahwa dimensi dan ketebalan pelat lantai memiliki pengaruh yang sangat besar terhadap berat struktur. Dengan lebar jembatan 9 m, ketebalan pelat yang cukup besar, dan panjang bentang 60 m, volume beton pelat menjadi signifikan sehingga menghasilkan kontribusi beban yang lebih besar dibandingkan komponen baja gelagar. Kondisi tersebut perlu menjadi perhatian dalam analisis struktur karena semakin besar berat sendiri, semakin besar pula gaya yang harus diteruskan oleh gelagar, pier, pile cap, dan fondasi.

Selain slab, trotoar juga memberikan kontribusi yang cukup signifikan terhadap berat struktur atas. Hal ini menunjukkan bahwa elemen non-lalu lintas seperti trotoar tetap perlu diperhitungkan sebagai bagian dari beban mati karena beratnya secara langsung diteruskan ke struktur utama. Sementara itu, kontribusi gelagar

e-ISSN: 3025 – 4574
p-ISSN: 3025 – 2679

dan diafragma relatif lebih kecil dibandingkan beton slab, tetapi tetap penting karena elemen tersebut merupakan bagian utama dari sistem pemikul beban struktur atas.

Secara keseluruhan, hasil tersebut menunjukkan bahwa distribusi beban mati struktur atas didominasi oleh komponen beton. Kondisi ini sejalan dengan karakteristik jembatan beton yang memiliki berat sendiri relatif besar dibandingkan dengan struktur yang menggunakan material dengan berat jenis lebih rendah. Oleh karena itu, pengendalian dimensi elemen beton dan pemilihan sistem struktur menjadi salah satu aspek penting dalam upaya memperoleh struktur yang aman sekaligus efisien.

Beban Mati Struktur Bawah

Berdasarkan hasil perhitungan, berat headstock sebesar 1.531,04 kN, berat pier wall sebesar 505,40 kN, dan berat pile cap sebesar 4.742,30 kN. Dengan demikian, total berat sendiri struktur bawah diperoleh sebesar 6.778,76 kN. Pile cap memberikan kontribusi terbesar terhadap berat struktur bawah. Kondisi tersebut terutama dipengaruhi oleh dimensi pile cap yang relatif besar, yaitu panjang sekitar 14,4 m, lebar 7,2 m, dan ketebalan 2 m. Dimensi tersebut diperlukan untuk mendistribusikan gaya yang diterima dari pier menuju kelompok fondasi secara lebih merata. Namun, semakin besar volume pile cap, semakin besar pula berat sendiri yang harus dipikul oleh sistem fondasi.

Headstock juga memberikan kontribusi yang cukup besar terhadap berat struktur bawah. Hal ini disebabkan oleh dimensinya yang relatif besar serta fungsinya sebagai elemen penghubung antara struktur atas dan pier. Headstock menerima beban dari gelagar kemudian meneruskannya ke pier wall. Oleh karena itu, berat sendiri headstock harus dimasukkan dalam analisis agar gaya aksial yang diterima pier dan fondasi dapat dihitung secara realistis.

Pier wall memiliki berat sebesar 505,40 kN. Meskipun nilainya lebih kecil dibandingkan headstock dan pile cap, pier wall memiliki fungsi struktural yang sangat penting karena menjadi elemen vertikal utama yang meneruskan beban dari headstock menuju pile cap dan fondasi. Dengan demikian, evaluasi pier tidak hanya didasarkan pada beratnya sendiri, tetapi juga pada kapasitasnya dalam menahan beban aksial, momen, gaya geser, dan kombinasi pembebanan lainnya.

Total Beban Mati Struktur Jembatan

Hasil rekapitulasi menunjukkan bahwa berat sendiri struktur atas sebesar 12.136,29 kN dan struktur bawah sebesar 6.778,76 kN. Dengan demikian, total beban akibat berat sendiri yang bekerja pada sistem struktur diperoleh sebesar 18.915,05 kN. Besarnya kontribusi struktur atas terhadap total berat sendiri menunjukkan bahwa sebagian besar beban permanen berasal dari elemen-elemen yang berada di atas pier, terutama slab dan trotoar. Struktur atas memberikan kontribusi sekitar 64% terhadap total berat sendiri, sedangkan struktur bawah memberikan kontribusi sekitar 36%. Perbandingan tersebut memperlihatkan bahwa beban yang berasal dari struktur atas merupakan komponen dominan yang harus diteruskan melalui sistem pier hingga ke fondasi.

Secara struktural, kondisi tersebut menunjukkan pentingnya perencanaan hubungan antara struktur atas dan struktur bawah. Beban mati dari struktur atas tidak hanya memengaruhi kapasitas gelagar, tetapi juga meningkatkan gaya aksial pada pier dan beban yang harus diterima pile cap serta fondasi. Oleh karena itu, analisis struktur jembatan harus dilakukan sebagai suatu sistem yang saling terhubung, sehingga perubahan pada dimensi atau berat salah satu komponen dapat memengaruhi respons struktur secara keseluruhan.

Distribusi Beban dan Implikasi terhadap Fondasi

Berdasarkan hasil perhitungan, beban berat sendiri yang diteruskan ke fondasi mencapai 18.915,05 kN. Sementara itu, beban yang diperhitungkan pada pier wall setelah dikurangi berat pile cap sebesar 14.172,73 kN. Nilai tersebut menunjukkan bahwa pier menerima beban yang cukup besar dari struktur atas dan headstock sebelum diteruskan ke sistem fondasi.

Besarnya beban vertikal tersebut menjadi parameter penting dalam evaluasi kapasitas fondasi. Fondasi harus mampu menahan beban aksial tanpa mengalami daya dukung yang berlebihan maupun penurunan yang dapat mengganggu kinerja struktur atas. Selain beban vertikal, pada kondisi aktual jembatan masih terdapat beban lain yang perlu dipertimbangkan, seperti beban lalu lintas, gaya rem, gaya angin, gaya gempa, beban temperatur, serta pengaruh hidrodinamika apabila jembatan berada di atas aliran sungai. Dengan demikian, nilai berat sendiri yang diperoleh dalam penelitian ini merupakan salah satu komponen dasar dalam menentukan kombinasi pembebanan untuk analisis struktur secara keseluruhan.

Hasil penelitian juga memperlihatkan bahwa penentuan titik berat masing-masing komponen menjadi penting dalam analisis stabilitas struktur. Titik berat struktur atas terhadap fondasi diperoleh sebesar 4,169 m, sedangkan titik berat headstock terhadap dasar fondasi sekitar 6 m. Informasi tersebut dapat digunakan untuk

e-ISSN: 3025 – 4574
p-ISSN: 3025 – 2679

menentukan lengan momen akibat beban vertikal dan selanjutnya mengevaluasi distribusi tekanan serta stabilitas pada sistem pier dan fondasi. Dengan kata lain, analisis tidak hanya mempertimbangkan besarnya beban, tetapi juga lokasi bekerja beban terhadap dasar struktur.

Implikasi Hasil terhadap Kinerja Struktur Jembatan

Secara keseluruhan, hasil analisis dimensi dan beban mati menunjukkan bahwa Jembatan Rahabangga memiliki sistem struktur yang terdiri atas elemen dengan dimensi cukup besar dan material beton dengan mutu fc' = 30 MPa. Besarnya berat sendiri yang dihasilkan terutama dipengaruhi oleh volume slab, pile cap, headstock, serta elemen beton lainnya. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa efisiensi dimensi menjadi aspek penting dalam perencanaan karena peningkatan dimensi elemen secara langsung akan meningkatkan berat sendiri dan pada akhirnya meningkatkan tuntutan terhadap pier serta fondasi.

Dari perspektif kinerja struktur, sistem pembebanan yang diperoleh menunjukkan adanya jalur transfer beban yang jelas, yaitu beban dari lantai dan gelagar diteruskan ke headstock, kemudian ke pier wall, pile cap, dan selanjutnya ke fondasi. Jalur transfer beban tersebut harus memiliki kapasitas yang memadai pada setiap elemen agar tidak terjadi kegagalan lokal maupun kegagalan sistem. Oleh sebab itu, hasil perhitungan berat sendiri dalam penelitian ini dapat dijadikan dasar untuk tahapan analisis selanjutnya, khususnya dalam menentukan gaya dalam, kapasitas penampang, stabilitas pier, serta daya dukung fondasi.

Dengan demikian, hasil penelitian menegaskan bahwa dimensi geometrik, karakteristik material, dan berat sendiri merupakan parameter yang saling berkaitan dalam menentukan respons struktur Jembatan Rahabangga. Struktur atas memberikan kontribusi beban permanen terbesar, sedangkan struktur bawah berfungsi menerima dan meneruskan beban tersebut ke fondasi. Keseimbangan antara kapasitas setiap elemen dengan beban yang diterima menjadi faktor utama untuk memastikan keamanan, kekuatan, dan keberlanjutan pelayanan jembatan.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian ini didapatkan Kesimpulan, dari hasil analisis stabilitas kolom pilar akibat pengaruh tekuk kolom (Buckling) dan pergeseran beban aksial pada ekesentrisitas tertentu atau pengaruh daripada efek P-Delta, dapat disimpulkan bahwa kolom pilar jembatan Rahabangga dapat menahan atau stabil ketika menghadapi pengaruh buckling dan efek P-Delta. Kondisi ini didapatkan dari hasil perhitungan yang dimana angka kelangsingan kolom pilar tidak lebih kecil daripada 22, sehingga dianggap pengaruh buckling dapat diabaikan. Serta didapatkan momen akibat pengaruh P-Delta lebih kecil daripada seperempat dari momen ultimit kolom pilar, sehingga pengaruh P-Delta juga dapat diabaikan. Dari hasil perhitungan tulangan serta diagram interaksi, didapatkan kombinasi pembebanan yang bekerja pada kolom pilar mampu untuk ditahan oleh struktur kolom pilar. Hal ini diperlihatkan pada gambar diagram interaksi yang dimana kombinasi pembebanan terbesar yang digunakan masih berada dalam kurva kuat rencana atau kurva ϕMn-ϕPn.

DAFTAR PUSTAKA

Amarudin, A., & Kholiq, A. (2021, August). Perancangan Pilar Portal Struktur Jembatan Cikeruh Ruas Jalan Cicalung-Sp. Sindang pt. Delima Djaya Intiland. In *Seminar Teknologi Majalengka (STIMA)* (Vol. 5, pp. 237-244).

Anisa Fadilah, R. (2017). Analisis Struktur Bawah Jembatan 4 Kota Baru Parahyangan. *ISSN : 2302-7312 Vol. 15 No. 1 2017*.

Ayu, D. G. (2021). *Analisis Pilar Beton Bertulang Dengan Pembebanan Gempa Berdasarkan Peta Gempa SNI 1726-2019 Dan Peta Gempa Indonesia 2017 Dengan SAP 2000* (Doctoral dissertation, Universitas Gadjah Mada).

Ariyanto, A. (2009). *Analisis Bentuk Pilar Jembatan Terhadap Potensi Gerusan Lokal (Model Pilar Berpenampang Bujur Sangkar, Bulat dan Jajaran Genjang)*. *Jurnal APTEK*, *1*(1), 40-49.

Badan Standarisasi Nasional. (2004). RSNI-T-12-2004. *Perencanaan Struktur Beton Untuk Jembatan*.

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

Badan Standarisasi Nasional. (2016). SNI 1725:2016. *Pembebanan Jembatan*.

Badan Standarisasi Nasional. (2016). SNI 2833:2016. *Perencanaan Jembatan Terhadap Beban Gempa*.

Hidayat, M. T. (2021). *Perancangan Jembatan Kiringan Dengan Gelagar Baja Berdasarkan Sni 1725-2016 Dan SNI 2833-2016*.

Ramawan, I. K. (2015). *Kinerja Struktur Pier Jembatan Dengan Dan Tanpa Memperhitungkan Interaksi Tanah Dan Struktur*.