

Kajian tingkat kerusakan

by Heni Fitriani

Submission date: 16-Jan-2023 12:05PM (UTC+0700)

Submission ID: 1993406308

File name: Fitriani-Unggulan_Kompetitif_2017_Kajian_tingkat_kerusakan.pdf (929.1K)

Word count: 9144

Character count: 50101

Bidang Penelitian: Rekayasa/Keteknikan

**LAPORAN AKHIR
PENELITIAN UNGGULAN KOMPETITIF
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

**KAJIAN TINGKAT KERUSAKAN DAN PENANGANAN
JEMBATAN RANGKA BAJA DI SUMATRA SELATAN
(Studi Kasus: Jembatan Rangka Baja pada Ruas Jalan Lintas
Penghubung Sumatra Selatan)**



Dibiayai dari DIPA No. SP DIPA 042.01.2.400953/2017 Tanggal 7 Desember 2016 Daftar Isian Pelaksanaan Anggaran Universitas Sriwijaya sesuai dengan Surat Perjanjian Pelaksanaan Pekerjaan Penelitian Unggulan Kompetitif Universitas Sriwijaya No. 988/UN9.3.1/PP/2017 Tanggal 21 Juli 2017

TIM PENGUSUL :

Ketua :

**Heni Fitriani, ST,MT, Ph.D
NIDN. 0006057901**

Anggota :

**Dr. Ir. Gunawan Tanzil, M.Eng. NIDN. 0031015603
Ir. Yakni Idris, MSCE NIDN. 0011125802**

**UNIVERSITAS SRIWIJAYA
Desember, 2017**

B. Halaman Pengesahan

1. Judul Penelitian : **Kajian Tingkat Kerusakan dan Penanganan Jembatan Rangka Baja di Sumatra Selatan**
(Studi Kasus: Jembatan Rangka Baja pada Ruas Jalan Lintas Penghubung Sumatra Selatan)
2. Bidang Penelitian : Bidang Rekayasa/Keteknikan
3. Ketua Peneliti:
- a Nama Lengkap : Heni Fitriani, ST,MT, Ph.D
- b Jenis Kelamin : Perempuan
- c NIP : 197905062001122001
- d Pangkat dan Golongan : Penata/IIIc
- e Jabatan Struktural : Ketua Unit Akreditasi, Publikasi dan Sistem Informasi FT Unsri
- f Jabatan Fungsional : Lektor
- g Perguruan Tinggi : Universitas Sriwijaya
- h Fakultas/Jurusan : Teknik/Teknik Sipil
- i Alamat kantor : Jl. Raya Prabumulih KM 32 Inderalaya
- j Telp/Fax : 0711580139
- k Alamat Rumah : Jl. Putri Kembang Dadar No.14B/3835 RT 52 RW 16
- l Telp/Hp : 081367077796
4. Jangka Waktu Penelitian : 1 tahun
5. Biaya tahun pertama : -
6. Jumlah yang diajukan : Rp 75.000.000

Mengetahui,
Dekan Fakultas Teknik UNSRI

Inderalaya, November 2017
Ketua Peneliti,

Prof. Ir. Subriyer Nasir, MS., Ph.D
NIP 196009091987031004

Heni Fitriani, ST,MT, Ph.D
NIP 197905062001122001

Menyetujui,
Ketua Lembaga Penelitian dan Pengabdian
Masyarakat UNSRI

Prof. Drs. Tatang Suhery, M.A., Ph.D
NIP. 195904121984031002

C. Sistematika Penelitian

I. Identitas Penelitian

1. Judul Penelitian : Kajian Tingkat Kerusakan dan Penanganan Jembatan Rangka Baja di Sumatera Selatan (Studi Kasus: Jembatan Rangka Baja pada Ruas Jalan Lintas Penghubung Sumatera Selatan)

2. Ketua Peneliti

a. Nama Lengkap : Heni Fitriani, ST, MT, Ph.D

b. Bidang Keahlian : Manajemen Rekayasa Konstruksi

3. Anggota Peneliti

No	Nama dan Gelar	Keahlian	Institusi	Curahan waktu (jam/minggu)
1.	Dr. Gunawan Tanzil, M.Eng	Stuktur	FT-Unsri	4
2.	Ir. Yakni Idris, MSCE	Manajemen Infrastruktur	FT-Unsri	4
3.	M. Ade Surya Pratama	Manajemen Infrastruktur	FT Unsri (Mahasiswa S2)	4
4.	Rizky Nanda	Manajemen Konstruksi	FT Unsri (Mahasiswa S1)	4

4. Isu Strategis : Penelitian ini memfokuskan pada evaluasi tingkat kerusakan dan penanganan jembatan-jembatan rangka baja di Provinsi Sumatera Selatan. Penelitian terkait dengan pembangunan infrastruktur yang mendukung perekonomian namun tetap memperhatikan keberlangsungan lingkungan.

5. Topik Penelitian : Infrastruktur dan Lingkungan

6. Objek Penelitian : Jembatan Rangka Baja pada Ruas Jalan Lintas Penghubung Sumatera Selatan

7. Lokasi Penelitian : Palembang, Sumatera Selatan

8. Hasil yang ditargetkan : Jurnal Internasional terakreditasi, proceeding internasional dan buku ajar

9. Institusi lain yang terlibat: Satuan kerja Non Vertikal Tertentu Perencanaan dan Pengawasan Jalan Nasional (SNVT P2JN) Provinsi Sumatera Selatan

10. Sumber biaya lain : -

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL		
HALAMAN PENGESAHAN	ii	
SISTEMATIKA PENELITIAN	iii	
DAFTAR ISI	iv	
ABSTRAK	v	
BAB I	PENDAHULUAN	1
	1.1. Latar Belakang	1
	1.2. Perumusan Masalah	2
	1.3. Tujuan Penelitian	2
BAB II	STUDI PUSTAKA	3
	2.1. <i>State of the art</i> dalam Kinerja Jembatan	3
	2.2. Prasarana Jembatan Rangka Baja	4
	2.3. Tinjauan Penelitian Terdahulu	7
BAB III	PETA JALAN PENELITIAN	8
BAB IV	MANFAAT PENELITIAN	9
	4.1. Manfaat Penelitian	9
	4.2. Luaran Penelitian	9
BAB V	METODOLOGI PENELITIAN	10
	5.1. Objek Penelitian	10
	5.2. Metode Pengumpulan Data	11
BAB VI	HASIL DAN PEMBAHASAN	15
	6.1. Kondisi Umum dan Penanganan Jembatan Rangka Baja	15
	6.2. Pelaksanaan Survey Lapangan	18
	6.3. Pengolahan Data AHP	22
DAFTAR PUSTAKA		34

ABSTRAK

Dalam memenuhi kebutuhan sistem transportasi darat, jembatan berfungsi sebagai prasarana untuk pergerakan arus lalu lintas yang keberadaannya memiliki peranan penting dalam menunjang laju pertumbuhan ekonomi, sosial, dan budaya. Kerusakan elemen-elemen pada bangunan atas berpotensi mengakibatkan suatu kegagalan struktur jembatan. Dalam pemeriksaan detail dengan menggunakan metode Sistem Manajemen Jembatan didapatkan berbagai macam jenis dan tingkat kondisi kerusakan elemen-elemen pada jembatan rangka. Studi kasus dilakukan pada jembatan rangka baja di ruas jalan lintas penghubung II Provinsi Sumatera Selatan. Kerusakan yang terus menerus dibiarkan saja tanpa adanya penanganan lebih lanjut akan mengakibatkan penurunan kinerja struktural maupun fungsionalnya dan berdampak buruk terhadap berkurangnya masa layan suatu jembatan, bahkan kerusakan juga akan berdampak langsung pada semakin meningkatnya biaya penanganan sedangkan kemampuan pendanaan oleh Pemerintah lebih kecil dibandingkan dengan anggaran biaya penanganan jembatan yang dibutuhkan. Dengan adanya permasalahan tersebut, maka penelitian ini penting dilakukan untuk mengetahui apakah keputusan penanganan yang telah dilaksanakan sudah tepat serta dapat memperbaiki pengalokasian kebutuhan anggaran biaya penanganan seperti untuk tindakan preventif di masa mendatang. Pendekatan dengan analisis AHP digunakan untuk mengusulkan berbagai alternatif lain dengan melakukan pengalokasian anggaran yang efisien dari berbagai pola penanganan pada elemen-elemen bangunan atas jembatan rangka baja.

Kata kunci: elemen-elemen jembatan, kerusakan, penanganan, anggaran

BAB I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Dalam memenuhi kebutuhan sistem transportasi darat, jembatan berfungsi sebagai prasarana untuk pergerakan arus lalu lintas yang keberadaannya memiliki peranan penting dalam menunjang laju pertumbuhan ekonomi, sosial, budaya, meningkatkan kesejahteraan masyarakat serta keseimbangan dan pemerataan pembangunan antar daerah dalam mendukung kegiatan pelayanan publik. Jika terjadinya penurunan tingkat pelayanan akibat dari elemen jembatan tidak berfungsi dengan baik (*functional failure*) bahkan sampai mengalami kegagalan struktur (*structure failure*), maka akan mengganggu sistem transportasi dan membawa dampak negatif bagi perekonomian. Mengingat peranannya yang penting maka perlu pengelolaan yang tepat sehingga elemen-elemen pada struktur jembatan dapat terus memberikan kenyamanan dan keamanan bagi pengguna jalan dalam melayani perpindahan kendaraan sepanjang tahun.

Secara hirarki bangunan atas pada struktur jembatan didesain memiliki umur rencana dengan waktu operasional selama 50 tahun akan tetapi sebelum mencapai umur rencana yang ditetapkan, elemen-elemen pada struktur jembatan telah mengalami penurunan kinerja struktural maupun fungsionalnya. Kerusakan bangunan atas berpotensi mengakibatkan suatu kegagalan struktur jembatan. Tingginya tingkat kerusakan elemen jembatan dari waktu ke waktu akan berdampak langsung pada semakin meningkatnya kebutuhan terhadap penanganan sedangkan kemampuan pendanaan (*constrained budget available*) oleh Pemerintah lebih kecil dibandingkan dengan dana penanganan jembatan yang dibutuhkan. Apabila kerusakan terus menerus dibiarkan saja tanpa adanya penanganan yang lebih lanjut maka akan mengakibatkan kerusakan-kerusakan lainnya dan berdampak buruk terhadap berkurangnya masa layan suatu jembatan. Mengingat munculnya kerusakan lebih banyak terjadi pada bangunan atas, maka penelitian ini difokuskan pada kebutuhan penanganan elemen-elemen yang terdapat pada bangunan atas jembatan.

Beberapa penelitian terdahulu yang melakukan kajian mengenai kebutuhan penanganan jembatan dengan pendekatan yang berbeda antara lain penelitian yang dilakukan oleh Setunge dkk (2015) untuk meningkatkan kinerja serta mengetahui kebutuhan penanganan pada elemen-elemen yang memberikan prediksi yang andal dari kerusakan elemen jembatan di masa depan sehingga mengoptimalkan kegiatan Sistem Manajemen Jembatan. Selanjutnya Miyamoto dkk (2009) sistem pengawasan jembatan harus memungkinkan tidak hanya mengevaluasi kinerja jembatan, tetapi juga saran dan strategi rehabilitasi dengan memperhitungkan keterbatasan anggaran yang

tersedia untuk konstruksi/pemeliharaan jembatan. Keberhasilan dalam upaya penanganan jembatan sangat tergantung pada akurasi dan efisiensi dari teknik yang digunakan (Frangopol, dkk 1997; Ayaho dkk, 2000). Fitriani (2006) menganalisis tentang kelayakan investasi dan pendanaan proyek jalan tol sebagai salah satu infrastruktur yang menyatu dengan jembatan.

Tantangan terbesar kedepannya akan semakin meningkatnya kebutuhan anggaran biaya penanganan jembatan seiring dengan bertambahnya jumlah jembatan yang mengalami kerusakan, pertumbuhan volume lalu lintas, peningkatan pembebanan jembatan, peningkatan kelas jalan dan juga akibat adanya penundaan penanganan pada jembatan. Sehingga penelitian ini penting dilakukan karena ruang lingkup penanganan yang akan dilakukan tidak lagi fokus terhadap struktur jembatan saja melainkan berorientasi untuk memperbaiki pengalokasian biaya dan kebutuhan penanganan pada elemen-elemen bangunan atas jembatan di masa mendatang.

1.2. Perumusan Masalah

Dari penjelasan latar belakang di atas maka diperoleh beberapa permasalahan mengenai perencanaan kebutuhan program penanganan jembatan rangka baja, diantaranya:

- (1) Menganalisis tingkat kerusakan elemen-elemen jembatan rangka baja terutama pada bangunan atas jembatan
- (2) Menganalisis perbandingan tingkat kinerja antar elemen pada bangunan atas jembatan, sehingga dapat memberikan kontribusi dalam ketahanan kondisi dan sisa masa layan
- (3) Menganalisis prioritas penanganan elemen-elemen jembatan rangka baja terutama pada bangunan atas jembatan

1.3. Tujuan Penelitian

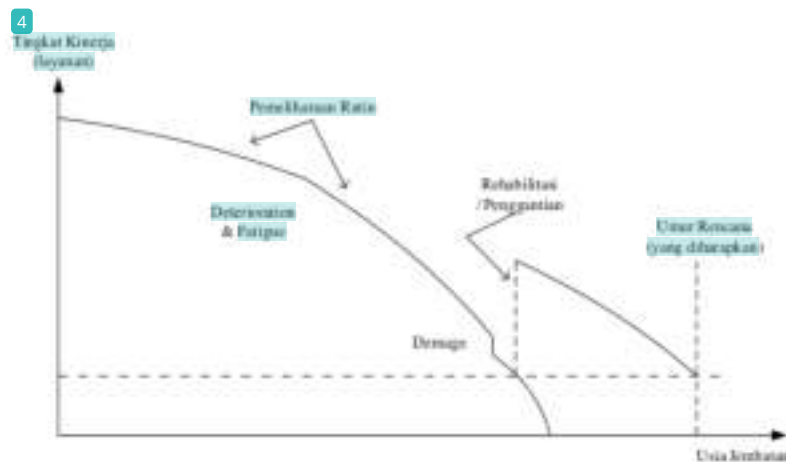
Berdasarkan latar belakang dan rumusan masalah di atas maka tujuan penelitian ini adalah untuk:

- (1) Menganalisis tingkat kerusakan elemen-elemen jembatan rangka baja terutama pada bangunan atas jembatan
- (2) Menganalisis perbandingan tingkat kinerja antar elemen pada bangunan atas jembatan, sehingga dapat memberikan kontribusi dalam ketahanan kondisi dan sisa masa layan
- (3) Menganalisis prioritas penanganan elemen-elemen jembatan rangka baja terutama pada bangunan atas jembatan

BAB II. STUDI PUSTAKA

2.1. State of The Art dalam Kinerja Jembatan

Kinerja jembatan adalah kemampuan dari struktur jembatan dalam melayani pergerakan arus lalu lintas yang terjadi pada suatu ruas jalan. Sistem Manajemen Jembatan yang baik perlu dilakukan agar kinerja struktur jembatan dapat terus memberikan kenyamanan dan keamanan selama masa layanannya bagi kendaraan dalam berlalu lintas. Penurunan kinerja yang terjadi di setiap struktur jembatan sangat tergantung pada beberapa faktor diantaranya: desain asli, spesifikasi (tipe jembatan, material, geometri dan kapasitas pembebanan), kualitas awal bahan dan material saat dibangun, volume lalu lintas, berbagai kondisi iklim, kualitas udara, sifat-sifat tanah, korosi dan proses kerusakan lainnya.



Gambar 2.1. Penurunan kinerja jembatan selama masa layanan

(Sumber: Aktan, 1996)

Pada gambar di atas menerangkan bahwa jembatan yang baru selesai dibangun tingkat kinerjanya akan berada pada tingkat maksimum, selang beberapa waktu kemudian akan terjadi penurunan kinerjanya. Kinerja jembatan sangat dipengaruhi oleh kondisi dimana sebelum terjadinya penurunan kinerja jembatan, akan diawali dengan proses penurunan kondisi elemen-elemen jembatan yang telah mengalami berbagai tingkat kerusakan dari waktu ke waktu. Mekanisme penurunan kondisi elemen-elemen jembatan ditandai dengan adanya kerusakan

ringan hingga kerusakan berat yang dapat menyebabkan kegagalan fungsional (*functional failures*) atau bahkan kegagalan struktural (*structural failures*). Menurut Hudson (1997), penurunan kondisi dapat diakibatkan antara lain:

- a. Terbatasnya dana investasi, sehingga infrastruktur yang dihasilkan kualitasnya dibatasi dengan anggaran yang ada.
- b. Kurang baiknya sistem pemeliharaan yang mengoperasikan infrastruktur tersebut.
- c. Tidak adanya persiapan dan pemeliharaan untuk masa mendatang.
- d. Kurang tanggapnya pengelola untuk segera memperbaiki pada saat terjadinya kerusakan sehingga saat diperbaiki kerusakan sudah sangat parah sehingga memerlukan biaya besar.
- e. Tidak adanya kesadaran pemerintah bahwa kurangnya infrastruktur yang dibangun berarti kurang pula pelayanan yang diberikan oleh pemerintah berarti pula tidak terpenuhinya hak masyarakat.
- f. Adanya kecenderungan dari pemerintah pusat maupun daerah untuk menunda kegiatan pemeliharaan, mengakibatkan akumulasi kerusakan menjadi semakin parah.

1.2 Prasarana Jembatan Rangka Baja

Jembatan rangka (*truss bridge*) adalah suatu tipe struktur jembatan dengan mengkombinasikan elemen-elemen sesuai dengan kriteria-kriteria desain dan aspek-aspek teknis yang mengikat sehingga menjadi satu kesatuan sistem. Jembatan rangka dibuat dari struktur rangka yang biasanya terbuat dari bahan baja dan dibuat dengan menyambung beberapa batang yang dihubungkan dengan pelat buhul, paku keling baut atau las dengan membentuk pola-pola segitiga sehingga pengertian dari jembatan rangka baja adalah struktur jembatan yang terdiri dari rangkaian batang-batang rangka baja yang dihubungkan satu dengan yang lain (Asiyanto, 2005).

1.2.1 Struktur Jembatan Rangka Baja

Struktur jembatan adalah kesatuan di antara elemen-elemen konstruksi yang dirancang dari bahan-bahan konstruksi yang bertujuan serta mempunyai fungsi menerima beban-beban di atasnya baik berupa beban primer, sekunder dan khusus untuk diteruskan hingga ke tanah dasar.

Struktur jembatan rangka baja terdiri dari 3 bagian utama yaitu:

- a. Struktur bangunan atas (*Superstructure*)

Bangunan atas terdiri dari elemen-elemen yang berada pada bagian atas suatu jembatan yang menampung beban-beban yang bekerja (beban hidup dan mati) kemudian menyalurkannya

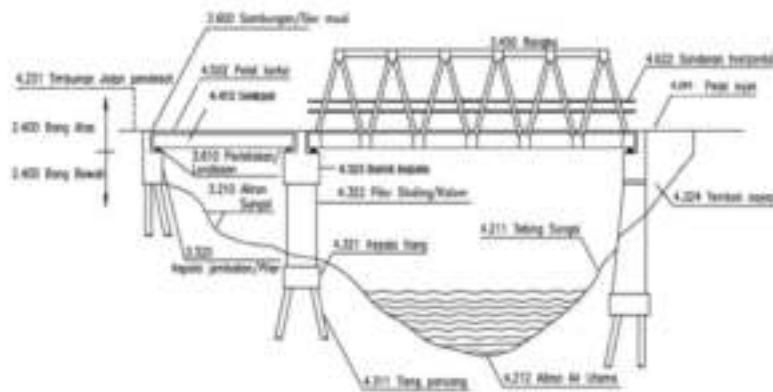
kepada bagian bawah bangunan jembatan. Bangunan atas memiliki elemen yang lebih banyak dibandingkan dengan elemen bangunan bawah jembatan meliputi semua elemen dari struktur jembatan di atas pilar maupun abutmen. Bangunan atas jembatan rangka baja meliputi rangka, sistem lantai, siar muai (*expansion joint*), landasan/ perletakan, sandaran dan perlengkapan.

b. Struktur bangunan bawah (*Substructure*)

Bangunan bawah terdiri dari elemen-elemen yang menerima dan memikul beban-beban yang diberikan dari bangunan atas jembatan untuk disalurkan ke dalam tanah dasar. Bangunan bawah ini meliputi kepala jembatan/ abutmen, pilar dan fondasi.

c. Daerah aliran dan timbunan

Daerah aliran mempunyai pola aliran air tertentu, jika pola aliran air berubah atau bergeser kesamping maka akan mempengaruhi bangunan bawah, bangunan pengaman dan tanah timbunan pada suatu jembatan. Daerah aliran dan timbunan terdiri dari aliran sungai, bangunan pengaman dan tanah timbunan.

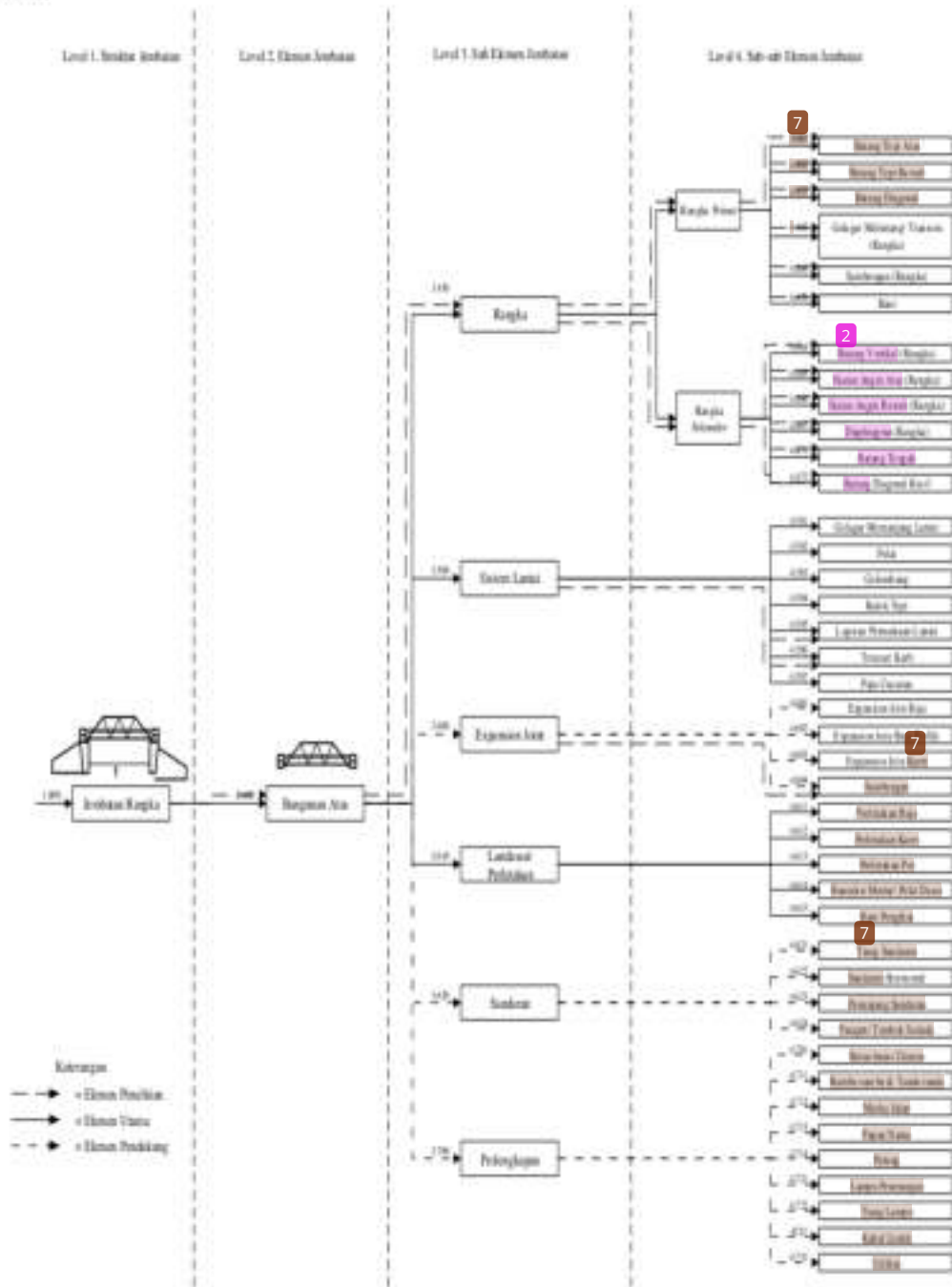


Gambar 2.2. Struktur jembatan rangka baja

1.2.2 Hirarki Bangunan Atas Jembatan Rangka Baja

Hirarki jembatan adalah tingkatan dari beberapa bagian pada suatu sistem jembatan. Hirarki ini dibagi menjadi 5 level (tingkatan). Level tertinggi adalah level 1, yaitu jembatan itu sendiri secara keseluruhan dan level yang paling terendah adalah level 5 yaitu individual elemen/ bagian-bagian kecil yang membentuk jembatan. Secara umum hirarki jembatan dibagi menjadi 3 bagian utama yaitu bangunan atas, bangunan bawah dan aliran sungai. Pada Gambar 3 di bawah ini

merupakan hirarki bangunan atas jembatan rangka baja dengan elemen-elemennya yang terdiri dari:



Gambar 2.3. Hirarki bangunan atas jembatan rangka baja

2.3 Tinjauan Penelitian Terdahulu

Hasil pada beberapa penelitian mengenai kebutuhan penanganan jembatan dengan berbagai parameter dan teknik analisis menunjukkan kecenderungan untuk mengintegrasikan data pemeriksaan sebagai informasi jangka panjang yang menjamin untuk optimasinya kinerja jembatan yang realistis di masa mendatang.

Tabel 2.1. Tinjauan penelitian terdahulu

No	Peneliti	Hasil Penelitian	Variabel Penelitian	
			Objek	Metode
1.	Liu Chunlu dkk., 1997.	Dalam penelitiannya menggunakan lantai jembatan sebagai contoh, prosedur pencarian dan teknik optimalisasi jangka panjang dari biaya pemeliharaan pada tingkat sistem jaringan jembatan yang disajikan menggunakan <i>genetic algorithm</i> .	Komponen Jembatan: - Lantai	<i>Genetic Algorithm</i>
2.	Ginting D.T.R., 2001.	Penelitian ini mengkaji efisiensi relatif pemeliharaan jembatan BMS Bina Marga dan mengupayakan penentuan pola pengalokasian biaya pemeliharaan jembatan yang terbaik, dengan menggunakan metode <i>Data Envelopment Analysis (DEA)</i> .	Struktur Jembatan	<i>Data Envelopment Analysis (DEA)</i>
3.	Allen C. Estes dan M. Frangopol, 2001	Penelitian ini mengusulkan kerangka kerja probabilistik untuk mengoptimalkan waktu dan jenis perawatan selama masa manfaat yang diharapkan dari deteriorasi struktur. Analisis pohon keputusan digunakan untuk mengembangkan rencana perawatan yang optimal selama umur rencana yang diperbarui ketika inspeksi terjadi dan lebih banyak data yang tersedia.	Komponen Jembatan Beton: - Lantai	Decision Tree
4.	Hariman F. dkk., 2007	Dengan aplikasi penilaian kondisi jembatan BMS (<i>Bridge Management System</i>) dapat ditentukan rekomendasi penanganan indikatif dan membuat urutan skala prioritas berdasarkan biaya penanganan jembatan melalui evaluasi ekonomi.	Struktur Jembatan	Bridge Management System (BMS); Skrining Teknis dan Evaluasi Ekonomi
5.	Taniwaki K. dkk., 2009.	Hasil pengembangan menggunakan model probabilitas transisi dan teknik pengoptimalan 2 tahap. Pertama meminimasi biaya penanganan jembatan, selanjutnya memenuhi alokasi anggaran tahunan yang tersedia.	Komponen Jembatan: - Lantai	Model Rantai Markov; Probabilitas transisi dan Simple Sensitivity Analyses
6.	Puo Goran, dkk., 2013	Model kerusakan bangunan atas tiga jembatan beton didirikan berdasarkan database inspeksi jembatan yang ada, yaitu berdasarkan inspeksi yang dilakukan 2000-2012, dalam rangka untuk menentukan salah satu dari model ini adalah yang paling tepat untuk perencanaan pemeliharaan.	Bangunan Atas	Model Rantai Markov; Probabilitas transisi

BAB III. PETA JALAN PENELITIAN

Penelitian yang dikembangkan mengacu pada Rencana Induk Penelitian (RIP) Universitas Sriwijaya 2013-2018 di bidang rekayasa dan keteknikan namun tetap memperhatikan keberlangsungan lingkungan. Penelitian ini dilakukan di bidang teknologi pengembangan infrastruktur sebagai bagian dari penataan dan evaluasi infrastruktur yang ada dalam menunjang pembangunan ekonomi daerah khususnya Sumatra Selatan. Selain itu, penelitian ini juga dikembangkan berdasarkan road map penelitian jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya dimana untuk penelitian selanjutnya adalah menuju *Smart and Green Construction*.



Gambar 3.1. Diagram Kedudukan Penelitian terhadap RIP UNSRI

BAB IV. MANFAAT PENELITIAN

4.1 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang bisa diperoleh dari penelitian ialah:

1. Evaluasi kondisi dan penilaian kinerja jembatan sebagai salah satu infrastruktur yang menunjang pembangunan dan percepatan ekonomi bangsa.
2. Memberikan solusi alternatif penanganan jembatan khususnya kepada Satuan kerja Non Vertikal Tertentu Perencanaan dan Pengawasan Jalan Nasional (SNVT P2JN) Provinsi Sumatera Selatan dalam mempersiapkan langkah mengenai arah kebijakan program penanganan yang tepat untuk kebutuhan penanganan elemen jembatan rangka baja di waktu yang akan datang agar lebih optimal dan efisien.

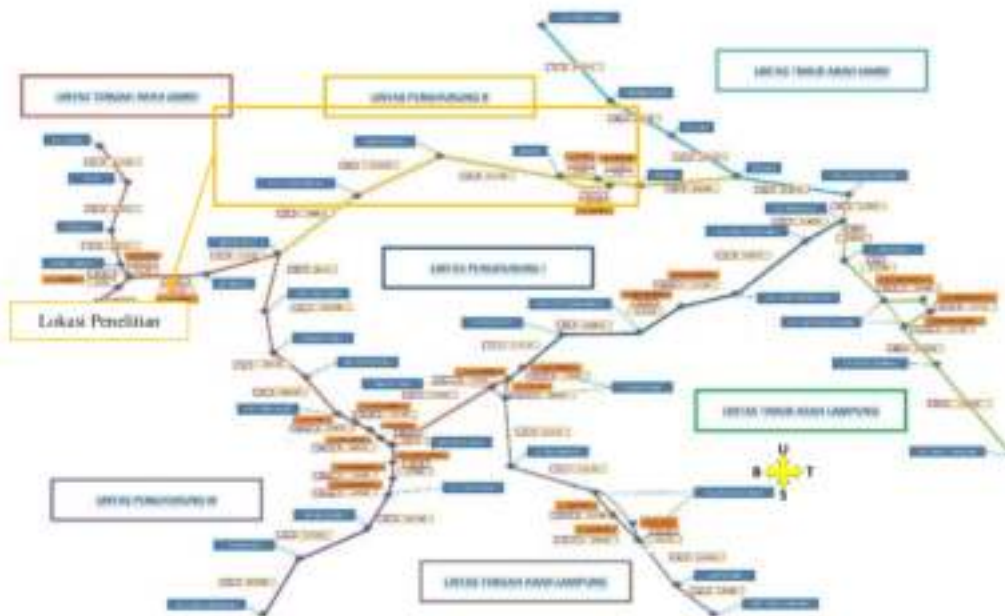
4.2 Luaran Kegiatan

Adapun luaran (*output*) yang diharapkan akan dihasilkan dari penelitian ini adalah publikasi ilmiah di jurnal internasional terakreditasi, proceeding terindeks scopus, dan buku ajar dibidang IPTEKS yang diterbitkan oleh penerbit dan beredar secara nasional dan dipergunakan sebagai bahan ajar.

BAB V. METODOLOGI PENELITIAN

5.1 Objek Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada jalan lintas penghubung II, mengingat jalan tersebut bagian dari sistem jaringan jalan strategis nasional yang memiliki konsentrasi pergerakan lalu lintas cukup tinggi pada ruas-ruas jalannya maka sangat penting untuk menjaga kinerja jembatan yang ada di dalam jalan tersebut selama masa layanannya. Jalan lintas penghubung II menghubungkan wilayah selatan Pulau Sumatera ke wilayah utara Pulau Sumatera yang terhubung dari Provinsi Sumatera Selatan, Bengkulu hingga Jambi yang melayani pergerakan antar provinsi atau lalu lintas jarak jauh. Jalan lintas penghubung II terdiri dari ruas jalan Betung-Batas Kota Sekayu-Mangun Jaya-Batas Kab. Musi Rawas-Muara Beliti, memiliki panjang jalan 124,9 km. Berikut lokasi yang akan dijadikan objek penelitian dapat dilihat pada peta jaringan jembatan Gambar 5.



Gambar 5.1. Peta jaringan jembatan dalam ruas jalan nasional di Provinsi Sumatera Selatan
(Sumber: SNVT P2JN Prov. Sumsel)

Dalam penelitian ini menggunakan data inventarisasi jembatan milik SNVT P2JN Provinsi Sumatera Selatan. Pada jalan lintas penghubung II memiliki 9 jembatan rangka baja yang akan

dikaji sebagai objek penelitian. Jembatan rangka baja tersebut terdiri dari beberapa tipe diantaranya: 2 buah jembatan Rangka Baja *Callender Hamilton* (RBU) dan 7 buah jembatan Rangka Baja Australia (RBA). Keseluruhan jembatan rangka baja yang menjadi objek penelitian ini dirangkum pada Tabel 5.1 di bawah ini.

Tabel 5.1. Objek Penelitian Jembatan

No	Nama Jembatan	Lokasi		Bangunan Atas	Tahun Pembangunan	Panjang (m)
		Dari	KM			
1	Baruga	PLG	172.6	RBU	1985	227
2	Ketapang	PLG	274.65	RBA	1999	16
3	Kelingi	PLG	262	RBA	1990	100
4	Sekambil	PLG	261.5	RBA	2000	40.2
5	Penyambungan	PLG	256.25	RBA	2000	45.5
6	Petudung	PLG	252.5	RBA	1999	40
7	Arau Besar	PLG	248.2	RBA	1999	40
8	Batu	PLG	245.1	RBA	1999	40
9	Musi Lakitan	PLG	297.5	RBU	1985	120

(Sumber: SNVT P2JN Prov. Sumsel)

5.2 Metode Pengumpulan Data

Untuk melakukan perencanaan suatu program penanganan diperlukan sejumlah data yang diperoleh baik itu melalui studi pustaka, wawancara, survei lapangan, kuisioner maupun dokumentasi. Data tersebut berfungsi sebagai *input* (data masukan) pada tahap analisis selanjutnya. Berdasarkan sumber pengambilannya data-data yang diperlukan dalam penelitian ini mencakup data primer dan data sekunder, untuk data primer yang dibutuhkan yaitu:

5.2.1 Data Primer

Data primer adalah data yang diperoleh langsung pada saat penelitian dilakukan, dalam hal ini melalui survei lapangan dan kuisioner. Data primer yang digunakan sebagai berikut:

a) Survei lapangan

Survei lapangan merupakan teknik untuk memperoleh data yang ada pada saat penelitian dilakukan. Tujuan survei lapangan adalah untuk memperoleh sejumlah data yang benar mengenai kondisi dari elemen-elemen jembatan, sejauh mana tingkat kerusakan yang terjadi, memeriksa apakah penanganan yang pernah dilaksanakan sudah baik/tidak. Hal ini menjelaskan survei lapangan merupakan hal yang penting untuk mendapatkan data yang diperlukan dalam perencanaan program penanganan.

Survei lapangan dilakukan terhadap semua kerusakan yang terjadi pada bangunan atas ke sembilan jembatan rangka baja yang ada pada ruas jalan lintas penghubung II.

Adapun elemen-elemen jembatan yang diperiksa hanya berupa elemen pada bangunan atas yang terdiri dari: rangka, sistem lantai, siar muai (*expansion joint*), landasan/perletakan, sandaran dan perlengkapan.

Peralatan yang dipersiapkan dalam melakukan survey lapangan:

- Formulir pemeriksaan
- Peralatan tulis
- Meteran 1 – 5 meter dan 1 – 100 meter
- Kamera digital
- Teropong dan Lup
- Senter
- Palu
- GPS

Tanda pengaman kerja, terdiri dari:

- Kerucut (*traffic cone*) lalu lintas
- Rompi kerja
- Papan/ rambu peringatan
- Pita kuning
- Bendera

5.2.2 Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang diperoleh dari berbagai sumber yang ada seperti: instansi terkait, perpustakaan dan penelitian terdahulu, yang dibutuhkan sebagai pelengkap dalam melakukan analisis data penelitian. Data sekunder dalam kajian ini adalah:

a) Dokumentasi

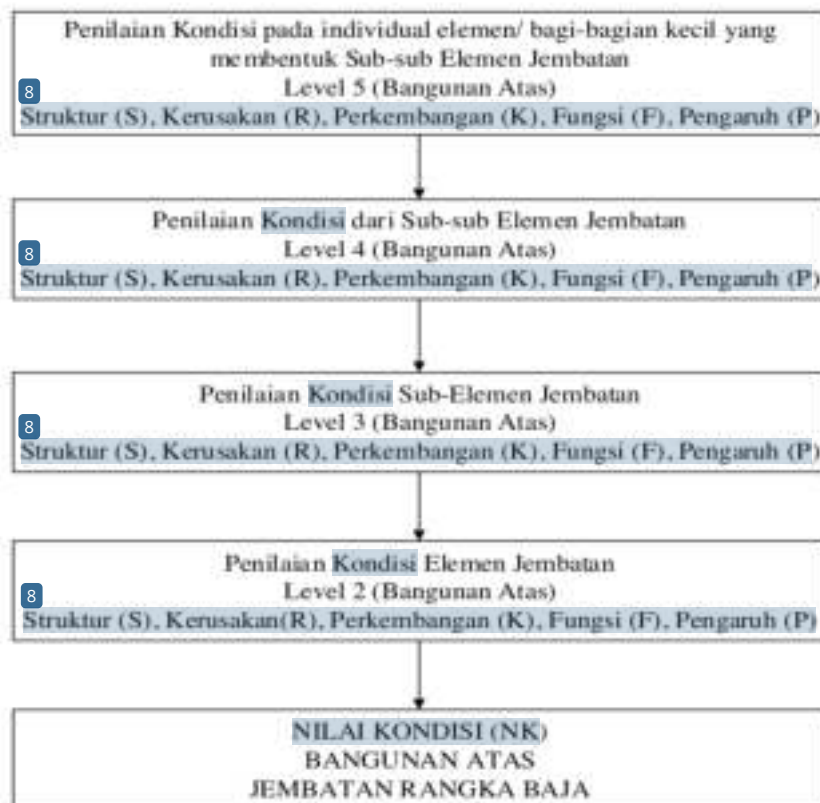
Yaitu proses mengumpulkan data-data pendukung dalam melakukan penelitian. Data-data pendukung seperti data-data teknis dari Satuan kerja Non Vertikal Tertentu Perencanaan dan Pengawasan Jalan Nasional (SNVT P2JN) Provinsi Sumatera Selatan, seperti:

- Peta sistem jaringan jalan nasional
- Data inventarisir jembatan
- Data-data teknis jembatan
- Data geometri dan volume lalu lintas harian rata-rata jembatan
- Data riwayat penanganan jembatan
- Standar Operasional dan Prosedur (SOP) penanganan jembatan
- dan data lainnya.

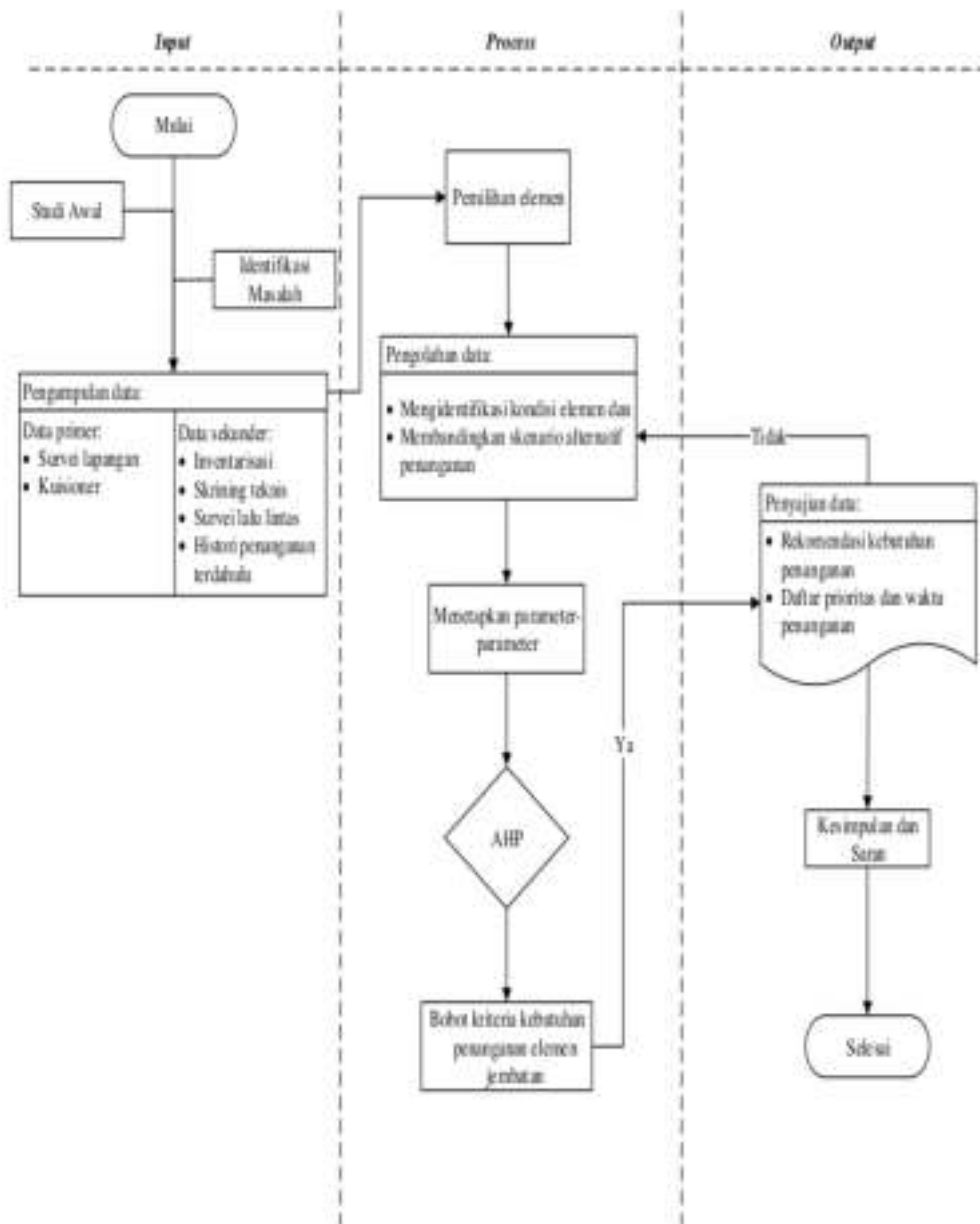
Secara umum untuk lebih memahami proses penelitian yang akan dilakukan, maka tahapan penelitian didesain sedemikian rupa dengan mengikuti diagram alir (*flowchart*). Untuk itu diagram alir penelitian yang harus dilakukan sebagai berikut:

5.3 Analisis Data

Analisis data dilakukan dengan penentuan parameter-parameter penilaian kerusakan elemen-elemen jembatan dan kemudian dilakukan pembobotan dengan menggunakan *Analytical Hierarchy Process (AHP)*. Dengan AHP akan didapatkan bobot dan tingkat kerusakan elemen-elemen jembatan sehingga bisa dilakukan kajian tindakan penanganan yang tepat dan strategis. Analisa Rantai Markov juga dilakukan untuk menentukan optimasi tindakan penanganan jembatan rangka baja sehingga nanti dapat diusulkan besaran biaya penanganan.



Gambar 5.2. Tahap penilaian kondisi elemen jembatan



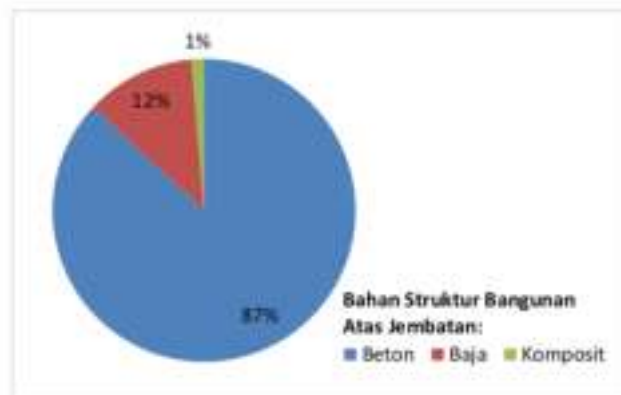
Gambar 5.3. Diagram alir penelitian

BAB VI. HASIL DAN PEMBAHASAN

6.1 Kondisi Umum dan Penanganan Jembatan Rangka Baja

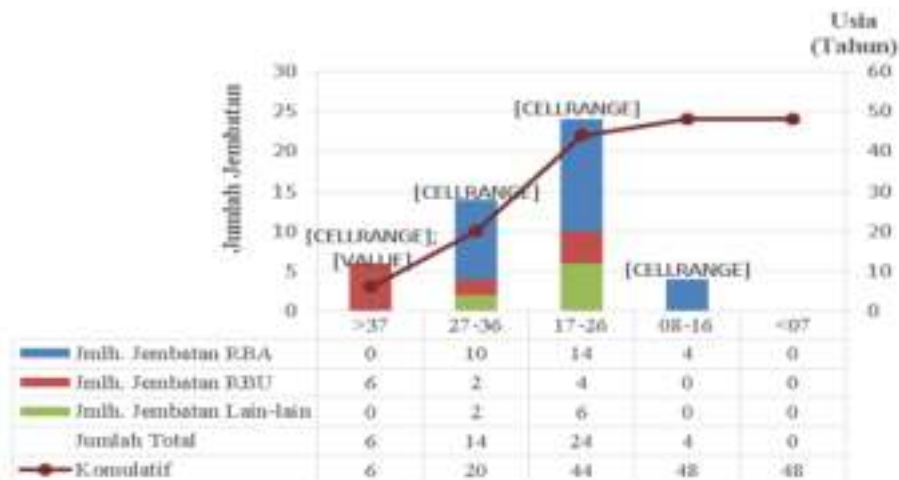
Untuk mengetahui kondisi umum jembatan-jembatan yang ada di ruas jalan nasional Provinsi Sumatera Selatan, telah dilakukan upaya pengumpulan database jembatan mulai dari pemeriksaan hingga penanganan jembatan dari instansi penyelenggara jembatan dalam hal ini bagian dari tanggung jawab oleh Balai Besar Pelaksanaan Jalan Nasional V (BBPJN V). Jembatan-jembatan di ruas jalan nasional Provinsi Sumatera Selatan terbagi dalam 9 jaringan jalan yaitu: metropolitan Sumsel, lintas timur arah Jambi, lintas timur arah Lampung, lintas tengah arah Jambi, lintas tengah arah Lampung dan lintas penghubung, sedangkan jalan lintas penghubung (*feeder road*) dibagi lagi menjadi: lintas penghubung I, II, III dan IV.

Berbagai macam bentuk jembatan yang telah dibangun sejak tahun 1920 – 2017 dalam jalan nasional Provinsi Sumatera Selatan. Sejak awal era pembangunan jembatan penggunaan bahan struktur diklasifikasikan berdasarkan tipe bangunan atas jembatan seperti penggunaan bahan baja, beton ataupun komposit. Dari sekian banyak prasarana jembatan yang telah dibangun, komposisi penggunaan bahan beton pada struktur bangunan atas jembatan menempati urutan paling terbanyak sebesar 87%, penggunaan bahan baja pada struktur bangunan atas jembatan menempati urutan selanjutnya sebesar 12% sedangkan bahan komposit menempati urutan paling sedikit sebesar 1%. Adapun komposisi bahan struktur pada bangunan atas jembatan tersebut terlihat pada Gambar 6.1 berikut ini.



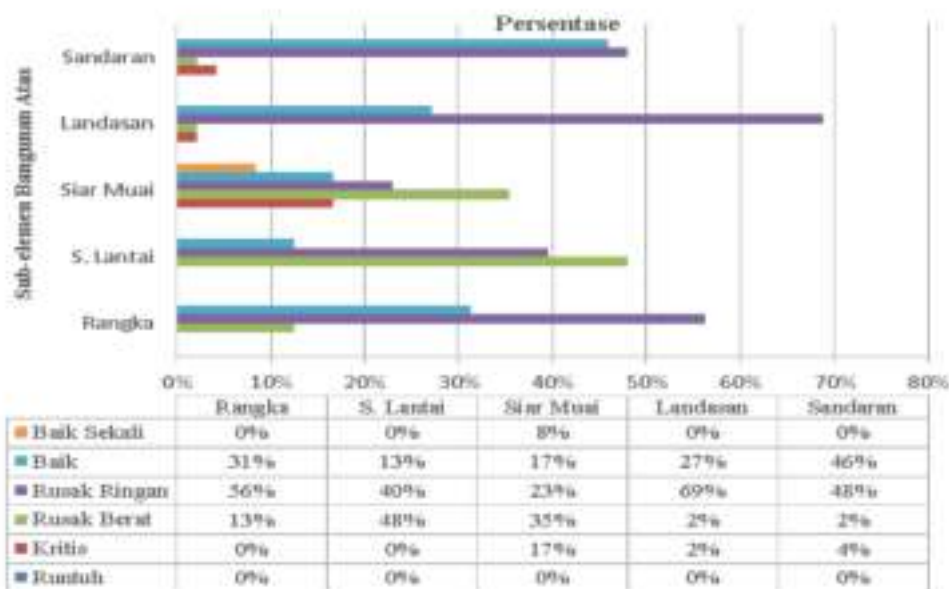
Gambar 6.1. Komposisi bahan struktur bangunan atas jembatan

Penggunaan baja sebagai bahan utama struktur bangunan atas jembatan telah mulai dibangun sejak awal abad ke-20, sejak saat itu kreativitas dari perencana dalam merencanakan desain jembatan telah menghasilkan tipe-tipe jembatan rangka baja. Adapun keberadaan jembatan rangka baja sebagai salah satu jenis jembatan yang telah lama dibangun di ruas jalan nasional Provinsi Sumatera Selatan, berdasarkan klasifikasi usia jembatan rangka baja di ruas jalan nasional Provinsi Sumatera Selatan terlihat pada Gambar 6.2 berikut ini.



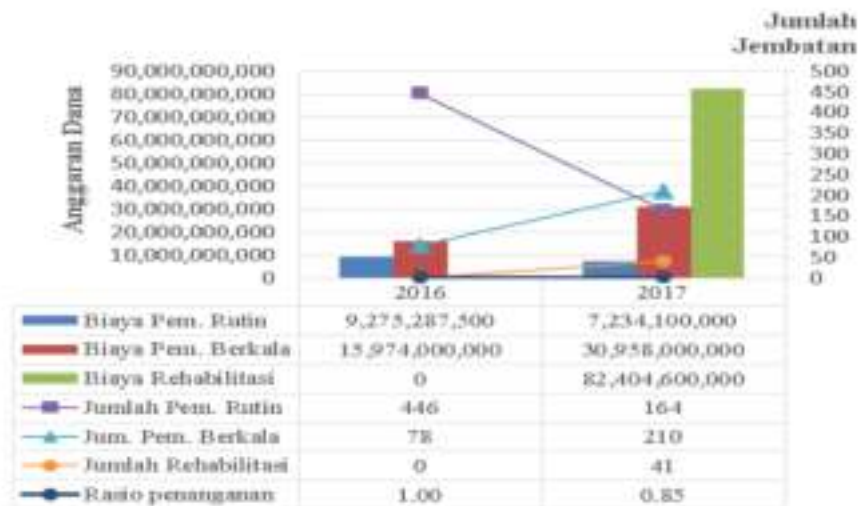
Gambar 6.2. Klasifikasi usia jembatan rangka baja

Bila diklasifikasikan dalam kelompok usianya maka jembatan rangka baja yang ada di ruas jalan nasional Provinsi Sumatera Selatan memiliki usia yang beragam terdiri dari: 12,5% yang berusia > 37 tahun, 29,17% yang berusia 27-36 tahun, 50% yang berusia 17-26 tahun dan 8,33% yang berusia < 16 tahun. Pada struktur jembatan rangka baja umumnya didesain memiliki umur rencana tertentu, misalnya pada bangunan atas direncanakan memiliki masa operasional minimum selama 50 tahun akan tetapi sebelum mencapai umur rencana yang ditetapkan, elemen-elemen pada bangunan atas jembatan telah mengalami penurunan kinerja struktural maupun fungsionalnya. Data yang diperoleh dari hasil survei BMS jembatan yang dilakukan oleh inspektur dari satker P2JN-PSS selaku unit kerja yang bertanggung jawab untuk perencanaan dan pengawasan jembatan di ruas jalan nasional Provinsi Sumatera Selatan menunjukkan kondisi pada bangunan atas jembatan rangka baja (status tahun 2017) yang ditunjukkan pada Gambar 6.3 berikut:



Gambar 6.3. Persentase kondisi bangunan atas jembatan rangka baja

Menurut data survei BMS yang dikeluarkan Satker P2JN-PSS tahun 2017, dari kondisi elemen-elemen untuk bangunan atas jembatan rangka baja saat ini terdapat sekitar 76% masih dalam kondisi mantap (NK=0-2) dengan rincian: 29% dengan kondisi tanpa kerusakan, 47% dengan kerusakan ringan yang masih dapat ditangani dengan pemeliharaan rutin atau berkala atau penanganannya masih dapat ditunda. Selain itu juga terdapat 24% bangunan atas jembatan rangka baja dengan kondisi tidak mantap (NK=3-5) yaitu: sebesar 19% kondisi rusak berat yang membutuhkan penanganan berupa rehabilitasi dan 5% dengan kerusakan yang berbahaya yang membutuhkan penggantian. Beberapa elemen pada bangunan atas jembatan rangka baja menunjukkan banyak terdapat kerusakan yang berarti struktur jembatan rangka baja tersebut belum mendapatkan penanganan yang layak. Dengan adanya kondisi ini sudah selayaknya struktur jembatan mendapatkan penanganan yang baik agar mampu memenuhi masa layan yang telah direncanakan.



Gambar 6.4. Pembiayaan penanganan jembatan di ruas jalan nasional

Pada Gambar 6.4 di atas, ketersediaan dana penanganan jembatan tahun 2016 dalam ruas jalan nasional jauh lebih sedikit dibandingkan tahun 2017 yaitu sebesar Rp. 25.249.287.500,-. Hal ini disebabkan karena adanya pengalihan dana penanganan untuk pembangunan 9 jembatan baru dan duplikasi. Sehingga hanya cukup dilakukan pemeliharaan rutin atau berkala pada 524 jembatan yang ada, tanpa adanya rehabilitasi jembatan. Dari jumlah tersebut proporsi untuk dana penanganan jembatan rangka baja sebesar Rp. 5.311.350.000,-. Pada tahun ini terdapat 44 jembatan rangka baja yang memperoleh pemeliharaan rutin dan 10 jembatan memperoleh pemeliharaan berkala. Sedangkan untuk tahun 2017, ketersediaan dana penanganan jembatan dalam ruas jalan nasional meningkat tajam yaitu sebesar Rp.120.596.747.000,- akibat dari minimnya ketersediaan dana penanganan yang dianggarkan pada tahun 2016 sehingga memperburuk kondisi jembatan ditahun berikutnya dan membuat penanganan jembatan yang lebih mahal. Dana penanganan jembatan hanya cukup untuk menangani 429 jembatan dari total 488 jembatan. Dari jumlah tersebut proporsi untuk dana penanganan jembatan rangka baja sebesar Rp. 56.952.494.000,- dengan jembatan rangka baja yang memperoleh pemeliharaan

6.2 Pelaksanaan Survei Lapangan

Survei lapangan bertujuan untuk mencatat secara sistematis dan spesifik terhadap karakteristik kerusakan dari setiap struktur jembatan. Data yang didapat dari survei lapangan ini akan

digunakan untuk merencanakan suatu program penanganan jembatan. Survei ini dilaksanakan dengan meninjau langsung 9 (sembilan) jembatan rangka baja sebagai lokasi studi kasus yaitu ruas jalan lintas penghubung II. Tim survei terdiri dari seorang inspektur dan dua orang asisten inspektur. Inspektur akan bertugas memverifikasi kerusakan yang terjadi pada bangunan atas sesuai hirarki jembatan rangka baja dan mencatat pada formulir ketika survei berlangsung.

6.2.1 Verifikasi Data Survei BMS

Survei BMS dilakukan untuk memastikan kondisi keseluruhan struktur jembatan berada dalam keadaan yang layak operasional. Untuk mendapatkan data yang akurat, dibutuhkan keseragaman penilaian serta kesamaan dasar dalam menetapkan kondisi jembatan yang ada. Hal ini untuk menghindari kesalahan dalam pencatatan maupun penilaian yang digunakan dalam skrining jembatan karena masih terlalu kaku dan memberikan kesan subjektif. Tabel 6.1 merupakan hasil rekapitulasi perbandingan nilai kondisi (NK) pada bangunan atas jembatan rangka baja di jalan lintas penghubung II Provinsi Sumatera Selatan.

Tabel 6.1. Perbandingan NK BMS vs NK Validasi

No	Nama Jembatan	NK BMS						NK Validasi						Koreksi
		Rk	Sl	SM	L/P	Sd	B.A	Rk	Sl	SM	L/P	Sd	B.A	
1.	Bunga	1	1	2	3	1	2	1	2	2	2	1	2	Sama
2.	Ketapang	1	2	0	1	1	2	2	1	3	2	1	2	Sama
3.	Air Kelingi	1	4	3	4	0	3	1	4	3	4	1	4	Beda
4.	Sekambil	1	1	3	3	3	2	1	1	3	2	3	2	Sama
5.	Penjambangan	1	1	3	2	1	2	1	1	3	2	1	2	Sama
6.	Petudang	1	1	2	2	1	2	1	1	2	2	1	2	Sama
7.	Arau Besar	1	1	2	2	1	2	1	1	2	2	1	2	Sama
8.	Air Batu	1	1	2	2	1	2	1	1	2	2	1	2	Sama
9.	Musi Lakitan	3	3	0	0	3	3	3	3	1	1	1	3	Sama

(Sumber: Satker P2IN-PSS dan data primer, 2017)

Dari hasil rekapitulasi perbandingan nilai kondisi (NK) elemen-elemen bangunan atas pada struktur jembatan rangka baja dengan survei BMS dan survei lapangan sebagai pembandingan maka diperoleh nilai kondisi yang hampir sama. Hal ini menandakan survei BMS yang dilakukan tidak memberikan kesan subjektif yang berlebihan sehingga data tersebut dapat dipertanggungjawabkan karena sesuai dengan kondisi sebenarnya.

6.2.2 Daftar Kerusakan

Untuk mengetahui daftar kerusakan bangunan atas jembatan rangka baja pada jalan lintas penghubung II sampai dengan tahun 2017, maka dapat dilihat jenis, tingkat dan besaran kerusakan yang terjadi seperti yang terdapat pada Tabel 6.2, dengan hasil sebagai berikut:

Tabel 6.2. Daftar kerusakan bangunan atas

No	Nama Jembatan	Tgl. Inspeksi	Kerusakan pada Sub-elemen	Jenis Kerusakan	Volume				
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)				
1.	Baruga	15/06/17	3.450 Rangka	301	Penurunan mutu cat galvanis	227 m			
				302	6 Perosi pada elemen baja	227 m			
			3.500 Sistem lantai	711	Pipa cucuran dan drainase lantai yang tersumbat	61 bh			
				722	Permukaan yang kasar/ berlubang dan retak pada lapisan permukaan	45 m ²			
			3.600 Siat muai	803	Bagian yang longgar/ lepasnya ikatan	18 m ²			
				3.620 Sandaran	301	Penurunan mutu cat galvanis	14,26 m ²		
			305		Komponen yang rusak/ hilang	908 m			
			2.	Ketapang	15/06/17	3.450 Rangka	301	Penurunan mutu cat galvanis	16 m
							732	Labang/ retak/ kasar pada trottoar	0,02 m ²
						3.500 Sistem lantai	802	Kerusakan akibat terisinya sambungan	12 m ²
3.600 Siat muai	605	Landasan yang cacat (pecah sobek atau retak)					4 bh		
	3.610 Perletakan	301				Penurunan mutu cat galvanis	1,01 m ²		
305		Komponen yang rusak/ hilang				64 m			
3.	Air Kelingsi	15/06/17	3.450 Rangka	301	Penurunan mutu cat galvanis	100 m			
				302	6 Perosi pada elemen baja	100 m			
			3.500 Sistem lantai	711	Pipa cucuran dan drainase lantai yang tersumbat	40 bh			
				722	Permukaan yang kasar/ berlubang dan retak pada lapisan permukaan	800 m ²			
			3.600 Siat muai	732	Labang/ retak/ kasar pada trottoar	0,396 m ²			
				803	Bagian yang longgar/ lepasnya ikatan	240 m			
			3.620 Sandaran	301	Penurunan mutu cat galvanis	6,28 m ²			
				4.	Sekambili	15/06/17	3.450 Rangka	301	Penurunan mutu cat galvanis
722	Permukaan yang kasar/ berlubang dan retak pada lapisan permukaan	0,36 m ²							
3.500 Sistem lantai	802	Kerusakan akibat terisinya sambungan	7,2 m ²						
	3.600 Siat muai	301	Penurunan mutu cat galvanis				2,52 m ²		
303		Perubahan bentuk pada komponen	4 m						

5. Penyambungan	15/06/17	3.450	Rangka	301	Penurunan mutu cat galvanis	45,5	m ¹
		3.500	Sistem lantai	723	Lapisan permukaan yang bergelombang	1,8	m ²
		3.600	Siar muat	802	Kerusakan akibat terisinya sambungan	12	m ²
		3.620	Sandaran	301	Penurunan mutu cat galvanis	2,86	m ²
6. Pendang	15/06/17	3.450	Rangka	301	Penurunan mutu cat galvanis	40	m ¹
				502	Sampah menumpuk menghambat aliran	40	kg
		3.500	Sistem lantai	723	Lapisan permukaan yang bergelombang	1,4	m ²
		3.600	Siar muat	802	Kerusakan akibat terisinya sambungan	12	m ²
		3.620	Sandaran	301	Penurunan mutu cat galvanis	2,51	m ²
7. Arau Besar	15/06/17	3.450	Rangka	301	Penurunan mutu cat galvanis	40	m ¹
		3.500	Sistem lantai	711	Pipa cucuran dan drainase lantai yang tersumbat	11	bb
		3.600	Siar muat	801	Kerusakan sambungan lantai yang tidak sama tinggi	6	m ²
				802	Kerusakan akibat terisinya sambungan	6	m ²
		3.620	Sandaran	301	Penurunan mutu cat galvanis	2,51	m ²
8. Air Batu	15/06/17	3.450	Rangka	301	Penurunan mutu cat galvanis	40	m ¹
		3.500	Sistem lantai	721	Permukaan yang licin	0,9	m ²
		3.600	Siar muat	803	Bagian yang longgar/ lepasnya ikatan	6	m ²
		3.620	Sandaran	301	Penurunan mutu cat galvanis	2,51	m ²
				303	Perubahan bentuk pada komponen	4	m ¹
9. Masi Lakin	15/06/17	3.450	Rangka	301	Penurunan mutu cat galvanis	120	m ¹
				302	Korosi pada elemen baja	120	m ¹
		3.500	Sistem lantai	721	Permukaan yang licin	10	m ²
				722	Permukaan yang kasar/ berlobang dan retak pada lapisan permukaan	24	m ²
				723	Lapisan permukaan yang bergelombang	48	m ²
				732	Labang/ retak/ kasar pada trottoar	1,5	m ²
		3.600	Siar muat	802	Kerusakan akibat terisinya sambungan	10	m ²
				803	Bagian yang longgar/ lepasnya ikatan	12	m ²
		3.620	Sandaran	301	Penurunan mutu cat galvanis	7,54	m ²

6.3 Pengolahan Data AHP

6.3.1 Penyusunan Hirarki dan Pembobotan

Dalam metode AHP diawali dengan penyebaran kuisioner kepada beberapa responden, dalam hal ini terhadap 17 responden yang dipilih secara *purposive* yaitu pemilihan responden berdasarkan beberapa pertimbangan tertentu. Pertimbangan yang dimaksud ialah responden yang terkait dengan program penanganan jembatan. Untuk memperoleh pendapat atau keterangan dari para ahli yang berkaitan dengan kriteria – kriteria yang perlu dipertimbangkan dalam prioritas penanganan, maka dilakukan pengisian kuisioner yang dilakukan oleh masing – masing responden. Hal ini dilakukan untuk menyatukan pendapat tiap-tiap responden yang terpilih. Selanjutnya hasil dari sebaran kuisioner akan diuraikan pada sub-bab berikut, serta dianalisis dengan metode AHP sehingga diperoleh bobot dari masing-masing kriteria dan subkriteria yang nantinya diperlukan dalam menyusun kriteria yang berpengaruh untuk menjawab permasalahan yang lebih rumit dan kompleks mengenai keperluan akan suatu program penanganan.

a) Struktur hirarki untuk penentuan skala prioritas penanganan bangunan atas jembatan rangka baja

Dari hasil identifikasi kriteria kepada responden terdiri dari 3 (tiga) level, secara keseluruhan hierarki untuk penentuan skala prioritas penanganan dapat diperlihatkan pada Gambar 6.5 berikut:



Gambar 6.5. Kode kriteria dan subkriteria

Dari hasil wawancara/ interview terhadap responden dengan cara melakukan kuisioner dalam menentukan tingkat kepentingan terhadap kriteria, diperoleh jawaban berdasarkan skala penilaian yang diberikan pada lembar kuisioner.

2
Tabel 6.3. Rekapitulasi jawaban responden terhadap kriteria

Kode responden	Persepsi responden									
	A:B	A:C	A:D	A:E	B:C	B:D	B:E	C:D	C:E	D:E
R1	3	3	2	3	2	3	2	7	2	7
R2	2	4	4	5	5	2	3	5	3	2
R3	2	7	3	5	2	5	7	7	2	2
R4	3	7	3	5	2	3	3	7	2	2
R5	3	3	1	1	1	5	3	2	3	1
R6	2	3	3	3	2	3	2	3	3	1
R7	5	5	5	5	5	5	5	2	5	5
R8	5	5	5	3	2	3	3	5	2	5
R9	5	5	7	1	3	1	1	1	7	1
R10	3	5	3	5	3	3	2	5	1	3
R11	3	4	3	6	3	3	4	7	7	1
R12	6	7	5	2	2	5	5	3	3	2
R13	5	5	1	1	3	1	1	1	7	1
R14	5	5	1	5	2	1	3	7	5	1
R15	5	5	7	1	3	1	1	1	7	1
R16	3	7	5	1	1	5	1	7	3	2
R17	5	7	1	5	3	3	3	1	1	3

Keterangan:

- R : Responden *expert* (dari responden 1 s/d 17)
- A:B : Pertimbangan kriteria Kerusakan terhadap Teknis.
- A:C : Pertimbangan kriteria Kerusakan terhadap Lalu lintas.
- A:D : Pertimbangan kriteria Kerusakan terhadap Finansial.
- A:E : Pertimbangan kriteria Kerusakan terhadap Sumber daya.
- B:C : Pertimbangan kriteria Teknis terhadap Lalu lintas.
- B:D : Pertimbangan kriteria Teknis terhadap Finansial.
- B:E : Pertimbangan kriteria Teknis terhadap Sumber daya.
- C:D : Pertimbangan kriteria Lalu lintas terhadap Finansial.
- C:E : Pertimbangan kriteria Lalu lintas terhadap Sumber daya.
- D:E : Pertimbangan kriteria Finansial terhadap Sumber daya.

Jawaban dari 17 responden berdasarkan skala penilaian yang diberikan pada lembar kuisioner terhadap subkriteria kerusakan seperti yang diperlihatkan pada Tabel 6.4.

Tabel 6.4. Rekapitulasi jawaban responden terhadap subkriteria kerusakan

Kode responden	Persepsi responden			Kode responden	Persepsi responden		
	a1:a2	a1:a3	a2:a3		a1:a2	a1:a3	a2:a3
R1	3	5	5	R10	1	3	5
R2	3	7	5	R11	2	5	7
R3	1	5	5	R12	1	5	7
R4	2	3	7	R13	1	5	5
R5	1	5	3	R14	2	2	6
R6	3	3	5	R15	1	5	3
R7	5	5	5	R16	1	3	7
R8	2	5	7	R17	1	3	3
R9	1	5	5				

Keterangan:

R : Responden *expert* (dari responden 1 s/d 17)

a1:a2 : Pertimbangan tingkat kepentingan pada subkriteria Jenis kerusakan terhadap Frekuensi kerusakan.

a1:a3 : Pertimbangan tingkat kepentingan pada subkriteria Jenis kerusakan terhadap Kuantitas kerusakan.

a2:a3 : Pertimbangan tingkat kepentingan pada subkriteria Frekuensi kerusakan terhadap Kuantitas kerusakan.

Untuk setiap subkriteria dianalisa dan seterusnya didapat hasil rekapitulasi sebagai berikut.

Tabel 6.5. Skala perbandingan antarkriteria

Kode responden	Persepsi responden									
	A:B	A:C	A:D	A:E	B:C	B:D	B:E	C:D	C:E	D:E
R1	0,333	3,000	0,500	0,333	0,500	3,000	0,500	0,143	2,000	7,000
R2	2,000	4,000	0,250	5,000	5,000	2,000	3,000	0,200	3,000	0,500
R3	2,000	7,000	0,333	0,200	0,500	0,200	7,000	0,143	0,500	0,500
R4	3,000	7,000	0,333	5,000	0,500	3,000	0,333	0,143	0,500	0,500
R5	0,333	0,333	1,000	1,000	1,000	5,000	3,000	2,000	3,000	1,000
R6	0,500	3,000	0,333	3,000	0,500	3,000	0,500	0,333	0,333	1,000
R7	0,200	0,200	5,000	5,000	0,200	0,200	0,200	2,000	0,200	5,000
R8	0,200	5,000	0,200	3,000	0,500	0,333	0,333	0,200	2,000	5,000
R9	0,200	0,200	0,143	1,000	3,000	1,000	1,000	1,000	0,143	1,000
R10	0,333	5,000	3,000	5,000	0,333	0,333	0,500	0,200	1,000	3,000
R11	0,333	4,000	0,333	6,000	3,000	3,000	0,250	0,143	7,000	1,000
R12	0,167	7,000	0,200	0,500	0,500	5,000	0,200	0,333	3,000	0,500
R13	0,200	0,200	1,000	1,000	0,333	1,000	1,000	1,000	0,143	1,000
R14	0,200	5,000	1,000	5,000	2,000	1,000	0,333	0,143	0,200	1,000
R15	0,200	0,200	0,143	1,000	3,000	1,000	1,000	1,000	0,143	1,000
R16	3,000	7,000	0,200	1,000	1,000	5,000	1,000	0,143	3,000	0,500
R17	0,200	0,143	1,000	0,200	0,333	0,333	0,333	1,000	1,000	0,333
ΣR	13,400	58,276	14,989	43,233	22,200	34,400	20,483	10,124	27,362	29,833
R/17	0,79	3,43	0,88	2,54	1,31	2,02	1,20	0,60	1,60	1,75

Keterangan:

ΣR = Jumlah komulatif skala perbandingan penilaian.

R/17 = Rata-rata perbandingan penilaian dengan membagi R terhadap 17 responden.

Pada matriks diagonal AA=BB=CC=DD=EE=1, karena melakukan perbandingan dengan faktor diri sendiri. Kemudian besaran matriks masing-masing adalah :

Tabel 6.6. Matriks awal antarkriteria

Kriteria	A	B	C	D	E
A	1,00	0,79	3,43	0,88	2,54
B	1,27	1,00	1,31	2,02	1,20
C	0,29	0,77	1,00	0,60	1,60
D	1,14	0,49	1,68	1,00	1,75
E	0,39	0,83	0,63	0,57	1,00
Σ	4,09	3,88	8,04	5,07	8,10

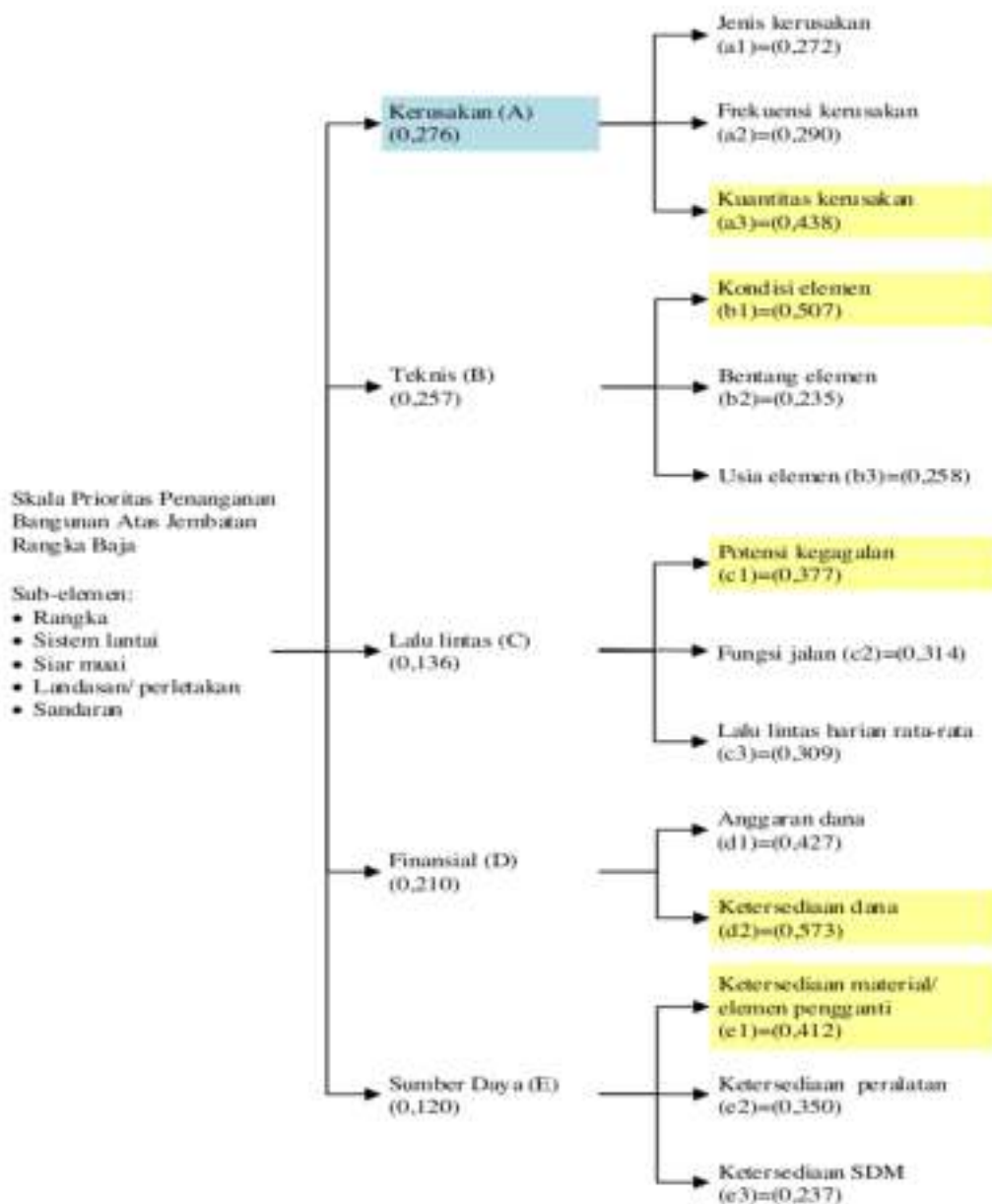
Tabel 6.7. Nilai eigen vektor antar kriteria

Kriteria	A	B	C	D	E	Jumlah	Wi	E-Vektor
A	5,00	6,75	10,96	6,85	13,06	42,61	2,12	0,276
B	5,69	5,00	11,11	6,63	11,27	39,71	2,09	0,257
C	2,86	3,38	5,00	3,91	5,91	21,05	1,84	0,136
D	4,08	4,63	9,00	5,00	9,68	32,38	2,00	0,210
E	2,67	2,73	4,64	3,54	5,00	18,58	1,79	0,120
Σ	20,30	22,49	40,70	25,92	44,91	154,32	9,84	1,000

Tabel 6.8. Bobot antar kriteria

Kriteria	Bobot
Kerusakan (A)	0,276
Teknis (B)	0,257
Lalu lintas (C)	0,136
Finansial (D)	0,210
Sumber Daya (E)	0,120
Jumlah	1,000

Dari Tabel 6.8 tersebut di atas, dapat dilihat bahwa penilaian responden terhadap beberapa kriteria menunjukkan bahwa kriteria kerusakan memiliki pengaruh tingkat kepentingan yaitu dengan bobot 0,276 (27,6%) kemudian disusul dengan kriteria teknis dengan bobot 0,257 (25,7%), kriteria finansial dengan bobot 0,210 (21,0%), kriteria lalu lintas 0,136 (13,6%) dan terakhir kriteria sumber daya 0,120 (12,0%). Penilaian responden terhadap beberapa subkriteria menunjukkan bahwa ketersediaan material pengganti memiliki pengaruh yang paling penting yaitu dengan bobot 0,412 (41,2%), kemudian disusul dengan ketersediaan peralatan 0,350 (35,0%) dan terakhir ketersediaan SDM 0,237 (23,7%). Selanjutnya perolehan bobot dengan metode AHP sebagaimana diuraikan pada sub-bab tersebut diatas, diaplikasikan pada penentuan skala prioritas penanganan bangunan atas jembatan rangka baja dengan menggunakan kriteria kerusakan, teknis, lalu lintas, finansial dan sumber daya.

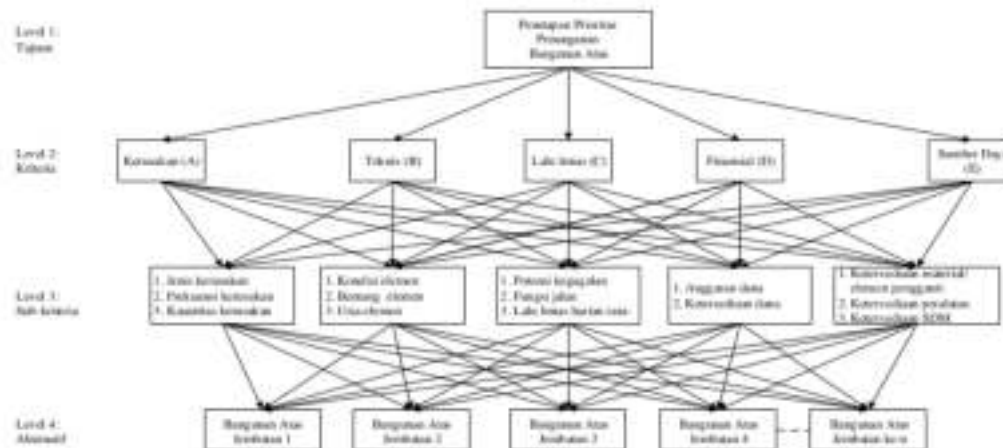


Gambar 6.6. Bobot hirarki skala prioritas penanganan bangunan atas

Hasil pendapat para *expert* ini menyajikan sebuah pendekatan untuk mengetahui kemampuan kriteria dan subkriteria diuji menggunakan analisis multivariat yaitu *Analytic Hierarchy Process* dengan pengolahan data-data secara manual menggunakan Microsoft Excel dengan hasil sebagai berikut:

Tabel 6.9. Rekapitulasi bobot kriteria dan subkriteria

Elemen	Kriteria	Bobot	Subkriteria	Bobot	Bobot Total
Bangunan Atas	Kerusakan	0,276	Jenis kerusakan	0,272	7,50%
			Frekuensi kerusakan	0,290	8,01%
			Kuantitas kerusakan	0,438	12,10%
	Teknis	0,257	Kondisi elemen	0,507	13,04%
			Bentang elemen	0,235	6,05%
			Usia elemen	0,258	6,64%
	Lalu lintas	0,136	Potensi kegagalan	0,377	5,15%
			Fungsi jalan	0,314	4,28%
			Lalu lintas harian rata-rata	0,309	4,21%
Finansial	0,210	Anggaran dana	0,427	8,97%	
		Ketersediaan dana	0,573	12,01%	
Sumber daya	0,120	Ketersediaan material pengganti	0,412	4,96%	
		Ketersediaan peralatan	0,350	4,22%	
		Ketersediaan SDM	0,237	2,86%	



Gambar 6.7. Susunan hirarki skala prioritas penanganan bangunan atas

Kriteria Kerusakan

Terjadinya kerusakan menunjukkan suatu permasalahan kompleks yang pasti terjadi pada seluruh jembatan. Identifikasi kerusakan yang dilakukan berupa mengidentifikasi material serta elemen yang mengalami berbagai kerusakan, untuk merekam sejauh mana tingkat kerusakan (jenis,

frekuensi dan kuantitas kerusakan), distribusi kerusakan yang dicatat pada formulir standar pemeriksaan.

Tabel 6.10. Bobot alternatif sub-subkriteria jenis kerusakan

No	Nama Jembatan	Kategori Jenis Kerusakan	Bobot Alternatif
1	Baruga	Kerusakan material	1
2	Ketapang	Kerusakan material dan elemen	1
3	Air Kelingi	Kerusakan material	0,774
4	Sekambil	Kerusakan material dan elemen	1
5	Penyambungan	Kerusakan material	0,774
6	Petudang	Kerusakan material	0,774
7	Aran Besar	Kerusakan material	0,774
8	Air Batu	Kerusakan material dan elemen	1
9	Musi Lakitan	Kerusakan material dan elemen	1

Skala Prioritas Penanganan Bangunan Atas

Tahapan selanjutnya dalam penentuan prioritas penanganan dengan memberikan skala nilai (skoring) dari masing-masing bangunan atas. Pemberian skala nilai untuk memudahkan dalam prioritas penanganan. Data-data mengenai bobot kriteria, subkriteria dan bobot alternatif yang digunakan untuk perhitungan prioritas penanganan elemen bangunan atas dengan sistem persamaan matematis menurut Brodjonegoro (1991) adalah:

$$Y = A (a_1 \times \text{bobot } a_1 + \dots + a_3 \times \text{bobot } a_3 + \dots + E (e_1 \times \text{bobot } e_1 + \dots + e_3 \times \text{bobot } e_3)$$

Dimana :

Y = Skala prioritas

A, ... E = Bobot kriteria level 2 (berdasarkan analisis responden)

a₁, ..., e₃ = Bobot subkriteria level 3 (berdasarkan analisis responden)

bobot a₁, ..., e₃ = Bobot alternatif level 3 (berdasarkan analisis data sekunder)

Jembatan Baruga

$$\begin{aligned} Y &= 0,276 (0,272 \times 1 + 0,290 \times 1 + 0,438 \times 1) + 0,257 (0,507 \times 0,170 + 0,235 \times 0,535 + \\ &\quad 0,258 \times 1) + 0,136 (0,377 \times 0,633 + 0,314 \times 0,241 + 0,309 \times 0,354) + 0,210 \\ &\quad (0,427 \times 0,189 + 0,573 \times 0) + 0,120 (0,412 \times 1 + 0,350 \times 1 + 0,237 \times 1) \\ &= 0,276 + 0,121 + 0,058 + 0,017 + 0,120 \\ &= 0,592 \end{aligned}$$

Jembatan Ketapang

$$\begin{aligned} Y &= 0,276 (0,272 \times 1 + 0,290 \times 1 + 0,438 \times 1) + 0,257 (0,507 \times 0,170 + 0,235 \times 0,465 + \\ & 0,258 \times 0,56) + 0,136 (0,377 \times 0,633 + 0,314 \times 0,241 + 0,309 \times 0,354) + 0,210 \\ & (0,427 \times 0,013 + 0,573 \times 1) + 0,120 (0,412 \times 1 + 0,350 \times 1 + 0,237 \times 1) \\ &= 0,276 + 0,087 + 0,058 + 0,121 + 0,120 \\ &= 0,662 \end{aligned}$$

Jembatan Air Kelingi

$$\begin{aligned} Y &= 0,276 (0,272 \times 0,774 + 0,290 \times 1 + 0,438 \times 1) + 0,257 (0,507 \times 0,830 + 0,235 \times 0,535 + \\ & 0,258 \times 0,84) + 0,136 (0,377 \times 1 + 0,314 \times 0,241 + 0,309 \times 0,354) + 0,210 (0,427 \times 0,833 \\ & + 0,573 \times 1) + 0,120 (0,412 \times 1 + 0,350 \times 1 + 0,237 \times 1) \\ &= 0,259 + 0,196 + 0,076 + 0,195 + 0,120 \\ &= 0,846 \end{aligned}$$

Jembatan Sekambil

$$\begin{aligned} Y &= 0,276 (0,272 \times 1 + 0,290 \times 1 + 0,438 \times 1) + 0,257 (0,507 \times 0,170 + 0,235 \times 0,465 + \\ & 0,258 \times 0,53) + 0,136 (0,377 \times 0,633 + 0,314 \times 0,241 + 0,309 \times 0,354) + 0,210 \\ & (0,427 \times 0,033 + 0,573 \times 0) + 0,120 (0,412 \times 1 + 0,350 \times 1 + 0,237 \times 1) \\ &= 0,276 + 0,085 + 0,058 + 0,003 + 0,120 \\ &= 0,662 \end{aligned}$$

Jembatan Penyambungan

$$\begin{aligned} Y &= 0,276 (0,272 \times 0,774 + 0,290 \times 1 + 0,438 \times 1) + 0,257 (0,507 \times 0,170 + 0,235 \times 0,465 + \\ & 0,258 \times 0,53) + 0,136 (0,377 \times 0,633 + 0,314 \times 0,241 + 0,309 \times 0,354) + 0,210 \\ & (0,427 \times 0,034 + 0,573 \times 1) + 0,120 (0,412 \times 1 + 0,350 \times 1 + 0,237 \times 1) \\ &= 0,259 + 0,085 + 0,058 + 0,123 + 0,120 \\ &= 0,645 \end{aligned}$$

Jembatan Petudung

$$\begin{aligned} Y &= 0,276 (0,272 \times 0,774 + 0,290 \times 0 + 0,438 \times 1) + 0,257 (0,507 \times 0,170 + 0,235 \times 0,465 + \\ & 0,258 \times 0,56) + 0,136 (0,377 \times 0,633 + 0,314 \times 0,241 + 0,309 \times 0,354) + 0,210 \\ & (0,427 \times 0,033 + 0,573 \times 1) + 0,120 (0,412 \times 1 + 0,350 \times 1 + 0,237 \times 1) \\ &= 0,179 + 0,087 + 0,058 + 0,123 + 0,120 \\ &= 0,567 \end{aligned}$$

Jembatan Arau Besar

$$\begin{aligned} Y &= 0,276 (0,272 \times 0,774 + 0,290 \times 1 + 0,438 \times 1) + 0,257 (0,507 \times 0,170 + 0,235 \times 0,465 + \\ &\quad 0,258 \times 0,56) + 0,136 (0,377 \times 0,633 + 0,314 \times 0,241 + 0,309 \times 0,354) + 0,210 \\ &\quad (0,427 \times 0,033 + 0,573 \times 1) + 0,120 (0,412 \times 1 + 0,350 \times 1 + 0,237 \times 1) \\ &= 0,259 + 0,087 + 0,058 + 0,123 + 0,120 \\ &= 0,647 \end{aligned}$$

Jembatan Air Batu

$$\begin{aligned} Y &= 0,276 (0,272 \times 1 + 0,290 \times 1 + 0,438 \times 1) + 0,257 (0,507 \times 0,170 + 0,235 \times 0,465 + \\ &\quad 0,258 \times 0,56) + 0,136 (0,377 \times 0,633 + 0,314 \times 0,241 + 0,309 \times 0,354) + 0,210 \\ &\quad (0,427 \times 0,033 + 0,573 \times 0) + 0,120 (0,412 \times 1 + 0,350 \times 1 + 0,237 \times 1) \\ &= 0,276 + 0,087 + 0,058 + 0,003 + 0,120 \\ &= 0,544 \end{aligned}$$

Jembatan Musi Lakitan

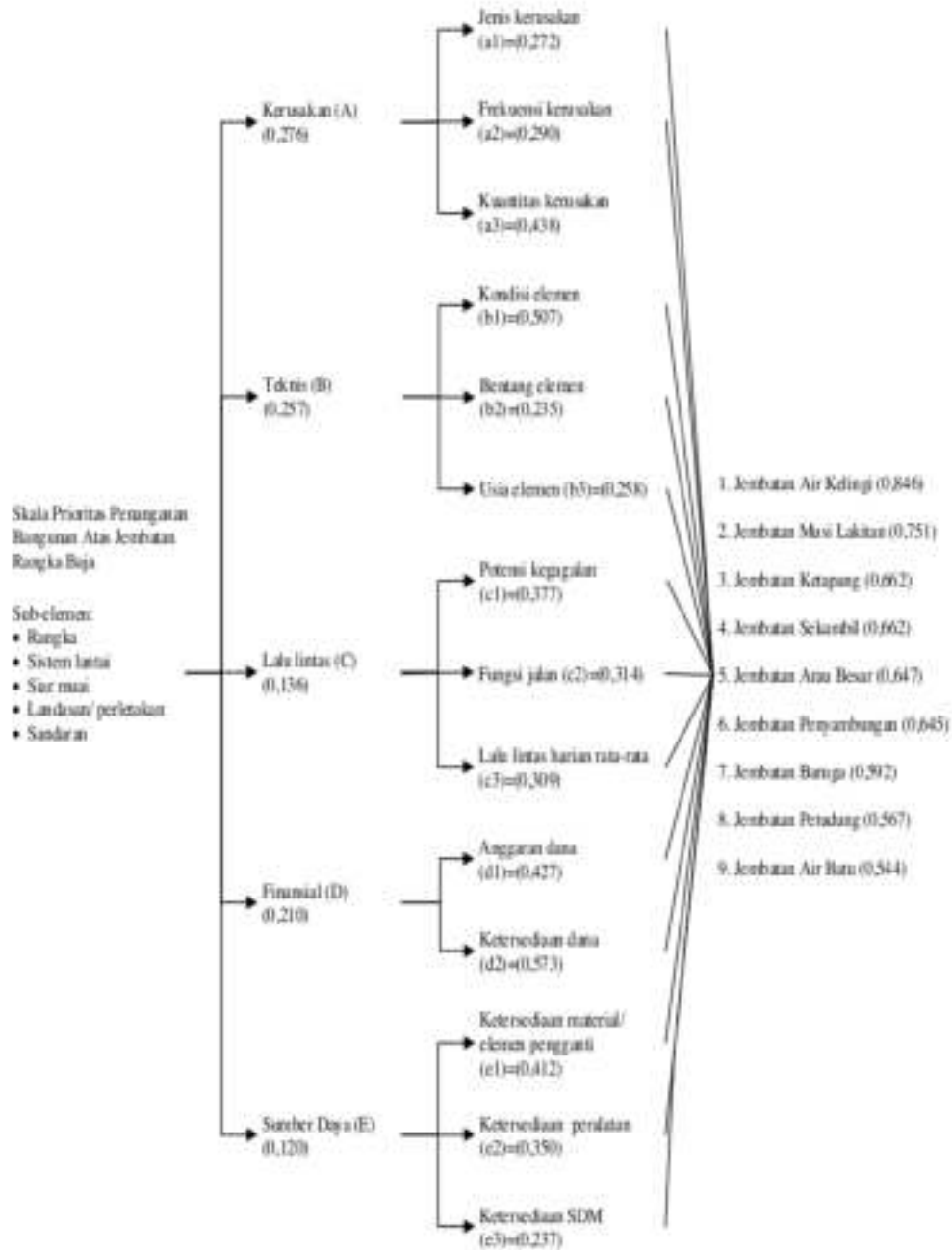
$$\begin{aligned} Y &= 0,276 (0,272 \times 1 + 0,290 \times 1 + 0,438 \times 1) + 0,257 (0,507 \times 0,830 + 0,235 \times 0,535 + \\ &\quad 0,258 \times 1) + 0,136 (0,377 \times 0,633 + 0,314 \times 0,241 + 0,309 \times 0,354) + 0,210 (0,427 \times 1 + \\ &\quad 0,573 \times 0) + 0,120 (0,412 \times 1 + 0,350 \times 1 + 0,237 \times 1) \\ &= 0,276 + 0,207 + 0,058 + 0,090 + 0,120 \\ &= 0,751 \end{aligned}$$

Level I (Tujuan)

Level II (Kriteria)

Level III (Sub-kriteria)

Level IV (Alternatif)



Gambar 6.8. Skala prioritas penanganan hasil AHP

Dari hasil analisis dengan AHP menggunakan bobot kriteria dan subkriteria terlihat skala prioritas penanganan dari 9 jembatan rangka baja di jalan lintas penghubung II dilakukan berdasarkan urutan penilaian prioritas yang tertinggi hingga terendah yang diusulkan yaitu: jembatan Air Kelingi dengan skor 0,846 menempati prioritas pertama, sedangkan jembatan Musi Lakitan menempati urutan kedua dengan skor 0,751, jembatan Ketapang menempati urutan ketiga dengan skor 0,662, jembatan Sekambil menempati urutan ke-empat dengan skor 0,662, jembatan Arau Besar menempati urutan kelima dengan skor 0,647, jembatan Penyambungan menempati urutan ke-enam dengan skor 0,645, jembatan Baruga menempati urutan ke-tujuh dengan skor 0,592, jembatan Petudung menempati urutan kedelapan dengan skor 0,567 dan jembatan Air Batu menempati urutan kesembilan/ terakhir dengan skor 0,544.

DAFTAR PUSTAKA

- Aktan, A.E., D.N Farney, et al. 1996. *Condition Assessment for Bridge Management*. Journal of Infrastructure System. ASCE 3 (3): p.108-117.
- Allen C. Estes dan M. Frangopol, 19/20. *Maximum Expected Cost-Oriented Optimal Maintenance planning for Deteriorating Structures: Application to Concrete Bridge Decks*.
- Asiyanto, 2005. *Metode Konstruksi Jembatan Rangka Baja*. Universitas Indonesia-Press. Jakarta.
- Ayaho Miyamoto, Kei Kawamura, Hideaki Nakamura. 2000. *Bridge Management System and Maintenance Optimization for Existing Bridges*. Computer-Aided Civil and Infrastructure Engineering, Volume 15, Issue 1, pp 45-55.
- Direktorat Jenderal Bina Marga Kementerian Pekerjaan Umum Republik Indonesia, 2014. *Laporan Survei Detail BMS, SNVT P2JN Propinsi Sumatera Selatan*, Palembang. Tidak diterbitkan.
- Fitriani, H. 2006. Kajian Penerapan Model NPV-at-Risk sebagai Alat untuk Melakukan Evaluasi Investasi pada Proyek Infrastruktur Jalan Tol. Jurnal Infrastruktur dan Lingkungan Binaan, ITB, Vol 2 No.1.
- Frangopol, Dan M.; Estes, Allen C. 1997. *Lifetime Bridge Maintenance Strategies Based on System Reliability*. Structural Engineering International, Volume 7, Number 3, 1, pp. 193-198(6).
- Ginting, D.T.R., 2001. *Kajian Efisiensi Pemeliharaan Jembatan pada BMS Bina Marga dan Upaya Penentuan Pola Pengalokasian Biaya Pemeliharaan (Studi Kasus: Jembatan Jalan Raya di Jawa Barat)*. Tesis. Institut Teknologi Bandung. Bandung.
- Hariman, F. et al., 2007. *Evaluasi Dan Program Pemeliharaan Jembatan Dengan Metode Bridge Management System (BMS) (Studi Kasus: Empat Jembatan Propinsi D.J. Yogyakarta)*. Forum Teknik Sipil XVII: p.581-593.
- Hudson, dkk., 1997, *Infrastructure Management*. McGraw-Hill, New York.
- Liu Chunlu dkk., 1997. *Maintenance Strategy Optimization of Bridge Decks Using Genetic Algorithm*. Journal of Transportation Engineering, 123 (2): p.91-99.
- Miyamoto A. dkk., 2009. *Development of a Bridge Management System for Existing Bridges*.
Departement of Computer and System Eng. Yamaguchi University, Japan.
- Puž Goran dkk., 2013. *Bridge Condition Forecasting for Maintenance Optimisation*. Gradevinar 65 (12): p.1079-1088.
- Setunge, S. dan Hasan, Md. S., 2015. *Concrete Bridge Deterioration Prediction using Markov Chain Approach*. ICSECM, Sri Lanka.

Kajian tingkat kerusakan

ORIGINALITY REPORT

9%

SIMILARITY INDEX

10%

INTERNET SOURCES

1%

PUBLICATIONS

%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	id.scribd.com Internet Source	2%
2	123dok.com Internet Source	1%
3	docplayer.info Internet Source	1%
4	media.neliti.com Internet Source	1%
5	www.kimia.ft.unsri.ac.id Internet Source	1%
6	nspkjembatan.pu.go.id Internet Source	1%
7	adoc.pub Internet Source	1%
8	pt.scribd.com Internet Source	1%

Exclude quotes On

Exclude bibliography On

Exclude matches < 1%