

**ANALISIS KERUSAKAN JEMBATAN WAI LUBANG BUAYA PADA RUAS JALAN MORELLA – LIANG KABUPATEN MALUKU TENGAH**

**Welhemus Wiliyanders Telehala<sup>1)</sup>, Godfried Lewakabessy<sup>2)</sup>, Sjafrudin Latar<sup>3)</sup>, Penina Istia<sup>4)</sup>**

<sup>1,2,3,4)</sup>Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Ambon

<sup>1)</sup>telehalaw@gmail.com, <sup>2)</sup>godfriedssy@gmail.com, <sup>3)</sup>sjafrudin.latar07@gmail.com,

<sup>4)</sup>penina.istia@gmail.com,

**ABSTRACT**

The existing bridge in the central Maluku district was constructed as part of road improvement work connecting Morera village and Liang village. The bridge in Morella village is a concrete structure. However, during the operation of the bridge in Molera village, damage occurred such as damage caused by water flow, damage to the sea wall with seepage and piles of garbage, damage to the undercarriage with visible cracks, and damage to the road layer. Damaged or partially missing parts, such as rough surfaces or holes, seepage in foundations or abutments, beams with concrete erosion, wood rot in the membrane area, blockage of floor drains due to missing drain pipes, or damaged supports. If you do this, this damage will cause damage. People feel uncomfortable and anxious when passing by. Because bridge functionality is important, the feasibility of bridge performance must be evaluated considering all aspects of safety and comfort in the use of bridge structures. The method used to investigate the damage to scaffolding was based on BMS, a bridge management system developed by BMS. Adopted from Australia. In order to obtain the condition evaluation of each segment as a hint for extension measures, it is important to first know the bridge evaluation in the bridge management system reference "BMS". The evaluation evaluates the degree of damage from the lowest level (level 5) to the highest level (level 1). Elements or element groups are given weights from 0 to 5 in five categories: structure, damage level (r), damage volume (k), element function (f), and damage (p). As a result of evaluations, it was found that the Wai Lubang Buaya Bridge was built in 2009 and lasted until 2020. Damage was calculated for supports (Rall), Oprit and bridge deck only, with a BCR calculation result of 4.08, with the condition that the bridge was classified as moderate and suggestions for bridge maintenance were included. The design life of the Wai Lubang Buaya Bridge is 11 years, the accessibility restriction is until 2020, and the bridge maintenance cost is Rp. 108,363,000.

**ABSTRAK**

Kondisi jembatan yang ada pada kabupaten Maluku Tengah dibangun sebagai jalan penghubung antara Desa morella – Desa liang dalam peningkatan jalan. Jembatan yang ada pada desa morella menggunakan konstruksi beton, Namun selama pengoprasiaannya jembatan yang ada pada desa morella terdapat kerusakan antara lain kerusakan akibat aliran air, kerusakan pada dinding talud, yang telah mengalami rembesan dan terjadinya tumpukan sampah, kerusakan pada oprit yang telah mengalami retak, lapisan perkerasan yang permukaannya yang kasar dan berlubang, rembesan pada pondasi dan abutmen, gelagar yang betonya telah mengalami keropos, kayu yang telah membusuk pada daerah diafragma, pipa cucuran drainase yang telah hilang serta drainase lantai yang tersumbat serta kerusakan pada tiang sandaran yang telah pecah atau hilang sebagian, kerusakan ini menyebabkan masyarakat merasa tidak nyaman dan khawatir bila melewatinya. Oleh karena pentingnya fungsi jembatan maka diperlukan evaluasi kelayakan terhadap kinerja jembatan dengan mempertimbangkan segala aspek dari keselamatan, keamanan, serta kenyamanan dalam penggunaan struktur jembatan. Teknik yang akan digunakan untuk mensurvei keadaan kerusakan perancah dalam investigasi ini adalah referensi dari Bridge Management System (BMS) yang dianut dari Australia. Untuk mendapatkan estimasi keadaan setiap segmen sebagai saran untuk menangani ekstensi, penting untuk mengetahui terlebih penilaian-penilaian terhadap jembatan pada acuan Bridge Management System (BMS). Evaluasi dilakukan dengan menilai tingkat kerusakan dari level terendah (level 5) hingga yang tertinggi (level 1), Elemen atau grup elemennya diberi bobot dari 0 hingga 5 dengan lima kategori yaitu struktur (s), tingkat kerusakan (r), volume kerusakan (k), fungsi elemen (f), dan kerusakan (p). Setelah dievaluasi ternyata Jembatan Wai Lubang Buaya dibangun pada tahun 2009 dan masih berdiri sampai tahun 2020, kerusakan hanya di hitung pada sandaran (ralling), oprit dan lantai jembatan dengan hasil perhitungan BCR 4,08 dengan kondisi Jembatan Fair (sedang), dengan usulan penanganan pemeliharaan jembatan. Jembatan Wai Lubang Buaya memiliki umur rencana sebelas (11) tahun dengan batas capaian sampai tahun 2020 dengan biaya pemeliharaan jembatan sebesar Rp. 108.363.000.

***Kata kunci:*** Jembatan; Kerusakan; BRC

1. PENDAHULUAN

Kondisi jembatan yang ada pada kabupaten Maluku Tengah dibangun sebagai jalan penghubung antara Desa morella – Desa liang dalam peningkatan jalan. Jembatan yang ada pada desa morella menggunakan konstruksi beton, idealnya jembatan tersebut mampu mendukung lalu lintas yang lewat di atasnya sampai umur rencana yang telah ditetapkan, namun selama pengoprasiaannya jembatan yang ada pada desa morella terdapat kerusakan antara lain kerusakan akibat aliran air, kerusakan pada dinding talud, yang telah mengalami rembesandan terjadinya tumpukan sampah, kerusakan pada oprit yang telah mengalami retak akibat dari sistim drainase yang buruk, lapisan perkerasan yang permukaannya yang kasar dan berlubang, rembesan pada pondasi dan abutmen, gelagar yang betonya telah mengalami keropos, kayu yang telah membusuk pada daerah diafragma, pipa cucuran drainase yang telah hilang serta drainase lantai yang tersumbat serta kerusakan pada tiang sandaran yang telah pecah atau hilang sebagian, kerusakan ini menyebabkan masyarakat merasa tidak nyaman dan khawatir bila melewatinya.

Jembatan merupakan bagian infrastruktur untuk menghubungkan suatu sistem jaringan jalan, harus berfungsi dengan baik karena apabila jembatan mengalami kerusakan akan sangat berpengaruh sekali terhadap sistem jaringan jalan. Jembatan merupakan struktur dimana penempatannya selalu diatas aliran sungai, jaringan rel kereta api, maupun lalu lintas jalan raya.

Selanjutnya, pemeriksaan, survei, dan investigasi tingkat kerusakan Jembatan akan diselesaikan dan memberikan proposal untuk menangani perpanjangan yang sedang diaudit. Perancah memiliki setiap segmen yang menambah pameran ekstensi. Teknik yang akan digunakan untuk mensurvei keadaan kerusakan perancah dalam investigasi ini adalah referensi dari Bridge Management System (BMS) yang dianut dari Australia. Untuk mendapatkan estimasi keadaan setiap segmen sebagai saran untuk menangani ekstensi, penting untuk mengetahui terlebih penilaian-penilaian terhadap jembatan pada acuan Bridge Management System (BMS).

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Pemeriksaan Jembatan

Investigasi jembatan adalah Salah satu bagian utama BMS, itu adalah sesuatu yang sangat penting dalam hubungan antara status perluasan saat ini dan desain apa pun untuk dukungan atau pembaruan dalam waktu yang tidak terlalu lama.

Inspirasi yang mendorong pemeriksaan jembatan ini adalah untuk menjamin bahwa perluasan masih bekerja dengan aman dan bahwa latihan unik diperlukan untuk bantuan dan peningkatan standar. Informasi yang dikumpulkan selama investigasi ekstensi adalah:

- a. Data administrasi jembatan yang meliputi : nama jembatan, cabang dinas, nomor jembatan, tahun pembangunan.
- b. Dimensi jembatan yang meliputi : panjang total dan jumlah bentang.
- c. Jenis konstruksi yang merupakan komponen utama setiap bentang jembatan yang meliputi bangunan atas dan bangunan bawah

Tabel 1. Kode Untuk Komponen bangunan atas dan bawah

A. Tipe Bangunan Atas	B. Bahan	C. Asal Bangunan Bawah	D. Tipe pondasi	E. Kepala Jembatan dan Pilar
B gorong-gorong persegi	K kayu	W Acrowley	CA cakar ayam	
Y gorong-gorong pipa	S pasangan bata			
	M pasangan batu	A Australia (parmanen)	LS langung	Kepala Jembatan
A gorong-gorong pelengkung	G bronjong dan sejenisnya	P Australia (semi parmanen)	TP tang pancang	A cap
T gantung	H pasangan batu kosong	T Australia (sementera)	PB tang bor	B dinding penuh
C sokong gantung	D beton tak bertulang		TU tang ulir	K kepala jembatan khusus
	T beton bertulang	B Holland (tipe baru)		
		D Holland (tipe lama)	SU sunuran	
G gelagar	P beton pretekan		LL lain-lain	Pilar
M gelagar komposit	B baja	I indonesia		
	U lantai baja bergelombang	U callendar		
P plat		Homiltree (UK)		C cap
L balok pelengkung	Y pipa baja berisi beton			P dinding penuh
E pelengkung	J aluminium	J jepang		S satu kolom
	E neoprene / karet			D dua kolom
R rangka	F Teflon	R Austria (parmanen)		T tiga atau lebih kolom
S jembatan sementara	V PVC	S Austria (semi parmanen)		L lain-lain
		N neotegula		
F feri		O tanah biasa lempung atau timbunan		
K lintasan kereta api	A aspal			
W lintasan beah	R kerikal pasir			
U lain-lain	W macadam	L lain-lain		
		X bahan asli		

Sumber: Bina marga, 1993

Tabel 2. Pedoman Pemberian Nilai Kondisi

Nilai 0	Jembatan dalam keadaan baru tanpa kerusakan cukup jelas, elemen jembatan berada dalam kondisi baik.
Nilai 1	Kerusakan sangat sedikit (kerusakan dapat diperbaiki melalui pemeliharaan rutin dan tidak berdampak pada keamanan atau fungsi jembatan. Contoh : karat pada permukaan, papan kayu yang longgar.
Nilai 2	Kerusakan yang memerlukan pemantauan atau pemeliharaan pada masa yang datang. Contoh : pembusukan sedikit pada struktur kayu, penurunan mutu pada elemen pasangan batu, penumpukan sampah atau tanah disekitar perletakan.
Nilai 3	Kerusakan yang membutuhkan perhatian (kerusakan yang mungkin menjadi serius dalam 12 bulan). Contoh : struktur beton yang sedikit retak, rangka kayu yang membusuk, lubang ada lantai kendaraan, rangka baja berkarat.
Nilai 4	Kondisi kritis (kondisi serius yang membutuhkan perhatian segera) Contoh : kegagalan rangka, keretakan atau kerontokan lantai beton, pondasi yang tekukis, kerangka beton yang memiliki tulangan yang terlihat dan berkarat, sandaran pengaman yang tidak ada.
Nilai 5	Elemen runtuh atau tidak berfungsi lagi Contoh : bangunan atas runtuh, timbunan tanah yang hanyut.

Sumber: Direktorat Jederal Bina Marga, 1993

1. Pemeriksaan Detail

Tabel 3. Indeks dan Kode Elemen

Level	Kode Elemen	Keterangan
1	1.000	Jembatan
2	2.200	Aliran sungai
	2.300	Bangunan bawah yang meliputi pondasi, abudment.
	2.400	Struktur rangka, lantai dan permukaannya.
3	3.310	Pondasi
	3.320	Kepala jembatan atau pilar
	3.410	Sistem gelagar
	3.450	Rangka
	3.600	Sambungan lantai
4	4.212	Aliran Air Utama
	4.224	Pasangan Batu Kosong
	4.321	Tiang Pancang
	4.322	Dinding/ Kolom Pilar
	4.323	Dinding Kepala Jembatan
	4.324	Dinding Sayap Penahanan
	4.326	Gempa Bumi Surclip
	4.455	Pelat Gusset
	4.469	
	4.502	Pelat Lantai
5	5.000	untuk menilai elemen kecil secara individual

Sumber: Direktorat Jeneral Bina Marga (1993)

2. Kode Kerusakan

Untuk tujuan mencatat kerusakan diberi suatu kode kerusakan dengan tiga (3) angka, kerusakan biasanya berkaitan dengan material atau dengan elemennya. Contoh kerusakan yang berkaitan dengan material adalah :

- a. Pecahnya pasangan batau (kode 103)
- b. Kerontokan pada beton (kode 201)
- c. Retak (kode 202)
- d. Perlindungan permukaan (kode 301)
- e. Pengaratan dalam baja (kode 302)
- f. Perubahan bentuk (kode 303)
- g. Pipa terlalu pendek (kode 306)
- h. Pembusukan pada kayu (kode 401)
- i. Runtuh (kode 402)

3. Sistem Penilaian Elemen

Sistem pemeriksaan bagian untuk segmen yang dirugikan terdiri dari pembuatan lima (5) pertanyaan tentang kerugian yang ada. Ukuran 1 atau 0 disimpulkan untuk segmen yang memiliki cacat seperti yang ditunjukkan pada tabel di bawah.

Tabel 4. Penentuan Nilai Kondisi

Nilai	Kriteria	Nilai
Struktur (S)	Berbahaya	1
	tidak Berbahaya	0
Kerusakan (R)	dicapai sampai kerusakan parah	1
	dicapai sampai kerusakan ringan	0
Perkembangan (K)	meluas > 50 % atau lebih mempengaruhi kerusakan	1
	tidak meluas < 50 % mempengaruhi kerusakan	0
Fungsi (F)	elemen tidak berfungsi	1
	elemen berfungsi	0
Pengaruh (P)	dipengaruhi elemen lain	1
	tidak dipengaruhi elemen lain	0
Nilai Kondisi (NK)	NK = S + R + K + F + P	0 - 5

Sumber: Direktorat Jeneral Bina Marga, 1993

a. Pembobotan Komponen

Tabel 5. Bobot Komponen Jembatan

No	Komponen	Bobot
1.	Gelagar utama	10
2.	Abutmen	8
3.	Pilar	8
4.	Lantai	8
5.	Dudukan jembatan	6
6.	Tumpuan	6
7.	Dinding sayap	5
8.	Dinding belakang	5
9.	Gelagar sekunder	5
10.	Sambungan	4
11.	Lapis permukaan	4
12.	Trotoar	2
13.	Kurb	1

Sumber: Direktorat Jeneral Bina Marga, 1993

b. Sistem Penilaian Akhir

Sistem Penilaian jembatan secara visual dihasilkan nilai kondisi akhir jembatan, hasil akhir digunakan tiga (3) angka dibelakang koma agar hasilnya lebih teliti.

Tabel 6. Nilai Kondisi Jembatan

BCR	Kondisi Jembatan	Usulan Penanganan
1,000 - 3,000	Buruk	Pergantian
3,001 - 4,999	Sedang	Rehabilitasi
5,000 - 6,000	Baik	Pemeliharaan rutin
6,001 - 7,000	Sangat baik	-

Sumber: Direktorat Jeneral Bina Marga, 1993

2.2. Konsep Perhitungan Biaya

Penentuan *Base Case* capaian umur rencana jembatan dengan nilai kondisi (NK) yang spesifik untuk menentukan *Base Case* maka perlu dilakukan perkiraan kapan jembatan akan dianalisis menjadi rusak berat, kritis, runtuh atau tidak berfungsi. Untuk keperluan analisa suatu jembatan diasumsikan memiliki umur rencana selama (N) tahun dan mengalami kerusakan dari NK = 0 hingga NK = 5 pada akhir umur rencana (UR). Analisa Harga Satuan Pekerjaan (AHSP) Bidang Pekerjaan Umum. No 28/PRT//2016

a. Menghitung Karakter Umur Rencana

$$UR = \frac{(tahun\ survey - tahun\ pembangunan) \times 100}{(100 - a \times (5 - NK) \times 2)} \dots\dots\dots(1)$$

Dengan : a = 4,66  
b = 1,905

b. Hitung lama tahun jembatan tersebut mencapai NK yang diprediksikan

$$Capaian\ umur\ rencana = \frac{(100 - a \times (5 - NK) \times b)}{100} \times UR \dots\dots(2)$$

1. Estimasi Biaya

a. Pesyaratan

Pada tahap awal pengerahan tenaga, sangat penting untuk membuat tindakan yang luar biasa, setiap keputusan yang dibuat dalam siklus fundamental ini akan memengaruhi pertunjukan penugasan yang menyertainya.

b. Harga satuan dasar (HSD) Tenaga Kerja

Nilai unit kerja (HSP) terdiri dari biaya langsung dan biaya berputar. Biaya langsung terdiri dari upah, instrumen dan bahan yang masing-masing harus dievaluasi sebagai essential unit value (HSD) untuk setiap satuan taksiran standar dengan tujuan agar hasil persamaan penyelidikan mencerminkan biaya riil di lapangan, sedangkan biaya bundaran terdiri dari biaya umum dan manfaat. diputuskan sesuai pedoman yang sesuai dan mempertimbangkan biaya pasar terdekat.

c. Kualifikasi Tenaga Kerja

Jenis karya kreasi yang memanfaatkan pekerjaan manusia biasanya diselesaikan oleh orang atau kelompok kerja yang dilengkapi dengan perangkat keras penting yang bergantung pada strategi kerja.

2. Hari Orang Standar (Standard Man Day)

$$\text{upah org perjam} = \frac{\text{upah org perhari}}{7 \text{ jam kerja}} \dots\dots\dots(3)$$

a. Proses Perhitungan Harga Satuan Dasar Alat

Komponen dasar proses harga satuan dasar alat terdiri atas :

- Biaya Pasti adalah biaya pengembalian modal dan bunga setiap tahun, dihitung sebagai berikut:

$$G = (E + F) = \frac{(B-C) \cdot xD}{W} + \frac{\text{ins} \cdot x B}{W} \dots\dots\dots(4)$$

Dengan :

- G : Biaya pasti per jam (Rupiah)
- B : Harga pokok alat setempat (Rupiah)
- C : Nilai sisa alat
- D : Faktor anggaran alat pengembalian modal
- E : Biaya pengembalian modal
- F : biaya asuransi, pajak dan lain-lain per tahun  
: 0,002 x B  
: 0,02 x C
- W: Jumlah jam kerja alat dalam satu tahu  $\frac{V \times Fa \times 60}{1000 \times Ts}$

- Biaya tidak pasti atau biaya operasi

$$1. \text{ Kapasitas produksi / jam (Q)} = \frac{V \times Fa \times 60}{1000 \times Ts} \dots\dots\dots(5)$$

$$2. \text{ Biaya bahan bakar (H)} = (12, -15,00)\% \times \text{HP} \dots\dots(6)$$

$$3. \text{ Biaya minyak pemulas (I)} = (2,5 - 3)\% \times \text{HP} \dots\dots(7)$$

$$4. \text{ Biaya bengkel (j)} = (6,25 - 8,75)\% \times B/W \dots\dots(8)$$

$$5. \text{ Biaya perawatan atau perbaikan (K)} = (12,5 - 17,5) \times B/W \dots\dots\dots(9)$$

$$6. \text{ Upah operator (L) dan pembantu operator (M)} \\ \text{a. L} = 1 \text{ orang/jam} \times U \dots\dots\dots(10)$$

$$\text{b. M} = 1 \text{ orang/jam} \times U2 \dots\dots\dots(11)$$

b. Koefisien alat

- Asphalt Mixing Plant (E01)  
Data sesuai dengan spesifikasi teknis alat
  - Kapasitas alat (CP) = V = 60 Ton/Jam
  - Tenaga penggerak (PW) = 294 HP

$$c. \text{ Kapasitas tangki aspal (CA)} = (30.000 \times 2) \text{ Liter}$$

$$d. \text{ Kapasitas pugmil (MP)} = 1000 \text{ Kg}$$

$$\text{Kapasitas produksi / jam (Q)} = V \times Fa \text{ (Ton)} \dots\dots\dots(12)$$

Dengan:

V : Kapasitas produksi

Fa : Faktor efisiensi alat (tabel 2.6)

- Asphalt Finisher (E02)  
Data sesuai dengan spesifikasi alat
  - Kapasitas hopper (CP) = 10 Ton
  - Tenaga penggerak (PW) = 72,4 HP
  - Kapasitas lebar penghamparan (b) = 3,15 meter
  - Kapasitas tebal penghamparan (t) = 0,25 (maksimum)
  - Kecepatan menghampar (v) = 5,00 m/menit

$$\text{Kapasitas produksi / jam (Q)} = V \times b \times 60 \times Fa \times D1 \text{ (Ton)} \dots\dots\dots(13)$$

Tabel 7. Faktor Efisiensi Alat

Kondisi operasi	Pemeliharaan mesin				
	Baik sekali	Baik	Sedang	Buruk	Buruk sekali
Baik sekali	0.83	0.81	0.76	0.7	0.63
Baik	0.78	0.75	0.71	0.65	0.6
Sedang	0.72	0.69	0.65	0.6	0.54
Buruk	0.63	0.61	0.57	0.52	0.45
Buruk sekali	0.53	0.5	0.47	0.42	0.32

Sumber: Kementerian PU, 2016

3. Concrete Mixer (E06)

Data sesuai dengan spesifikasi teknis alat.

$$\text{Kapasitas mencampur (V)} = \text{CP} = 500 \text{ Liter}$$

Dengan:

Q : Kapasitas produksi (m<sup>3</sup>/jam)

V : Kapasitas mencampur diambil 0,5

Fa. Faktor efisiensi alat (tabel 2.6)

Ts :Waktu siklus, Σ(menit)

T1 : Waktu mengisi diambil 0,50 (menit)

T2 :Waktu mencampur diambil 1,0 (menit)

T3 :Waktu menuang diambil 0,30 (menit)

T4 :Waktu menunggu diambil 0,20 (menit)

4. Dump Truck (E08)

Data sesuai spesifikasi teknis alat. Dump truck

$$\text{CP} = 10 \text{ Ton}$$

$$\text{Kapasitas} \frac{\text{produksi}}{\text{jam}} (Q) = \frac{V \times Fa \times 60}{D \times Ts} \dots\dots\dots(14)$$

Dengan:

Q : kapasitas produksi dump truck (m3/jam)

V : kapasitas bak (ton)

Fa : faktor efisien alat

D : berat isi material (ton)

V1 : kecepatan rata-rata bermuatan (km/jam)

V2 : kecepatan rata-rata kosong (km/jam)

60 : perkalian 1 jam ke menit

$$T_s = \sum_n^n - 1 T_n \text{ (menit)} \dots\dots\dots (15)$$

$$T_1 = \text{waktu muatan} = \frac{V \times 60}{D \times Q_e \times c} \dots\dots\dots (16)$$

$$Q_{ecw} = \text{kapasitas produksi excavator (m}^3/\text{jam)} \dots\dots\dots (17)$$

$$T_2 = \text{waktu tempu isi} = (L/V_1) \times 60 \text{ menit} \dots\dots\dots (18)$$

$$T_3 = \text{waktu tempu kosong} = (L/V_2) \times 60 \text{ (menit)} \dots\dots\dots (19)$$

$$T_4 = \text{waktu lain-lain (menit)}$$

**Tabel 8 Faktor efisiensi alat dump truck**

Kondisi Kerja	Efisiensi Kerja
Baik	0,83
Sedang	0,80
Kurang baik	0,75
Buruk	0,70

Sumber: Kementerian PU, 2016

**Tabel 9. Kecepatan dump truck dan kondisi lapangan**

Kondisi Lapangan	Kondisi Beban	Kecepatan
Datar	Isi	40
	Kosong	60
Menanjak	Isi	20
	Kosong	40
Menurun	Isi	20
	Kosong	40

Sumber: Direktorat Jederal Bina Marga, 1993

**Tabel 10. Faktor Bucket**

Kondisi Operasi	Kondisi Lapangan	Faktor Bucket
Mudah	Tanah biasa, lempung, tanah lembut	1,1 – 1,2
Sedang	Tanah biasa berpasir, Kering	1,0 – 1,1
Agak sulit	Tanah biasa berbatu	1,0 – 0,9
Sulit	Batu pecah hasil	0,9 – 0,8

Sumber: Direktorat Jederal Pekerjaan Umum, 2016

**Tabel 11. Faktor Konversi Galian (Fv)**

Kondisi Galian (Kedalaman galian / kedalaman galian maksimum)	Kondisi Membuang, Menumpahkan			
	Mudah	Normal	Agak Sulit	Sulit
< 40 %	0,7	0,9	1,1	1,4
(40 – 75) %	0,8	1,0	1,3	1,6
> 75 %	0,9	1,1	1,5	1,8

Sumber: Direktorat Jederal Pekerjaan Umum, 2016

### 3. METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1. Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian ini terletak di Desa Morella Kabupaten Maluku Tengah sebagai jalan penghubung antara Desa Morella – Desa Liang. Jembatan ini merupakan salah satu sarana penting masyarakat untuk melakukan berbagai aktifitas barang dan jasa serta sebagai sarana rekreasi.

#### 3.2. Jenis Data

Penelitian untuk menganalisis Jembatan Wai Lubang Buaya pada ruas jalan Morella – Liang termasuk jenis penelitian Kuantitatif karena dalam penelitian ini mengumpulkan data-data yang telah didapatkan, seperti data pemeriksaan inventarisasi jembatan berupa data administrasi Jembatan Wai Lubang Buaya.

#### 3.3. Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data untuk melakukan pemeriksaan jebatan yang berada pada Desa Morela Kabupaten Maluku Tengah yang digunakan sebagai objek penelitian ini yaitu:

##### 1. Data Primer

Bertujuan untuk menghasilkan data-data tidak tertulis yang hanya di dapat dengan pengamatan langsung di lapangan untuk memperoleh kondisi fisik Jembatan Wai Lubang Buaya di lokasi yang meliputi, data dimensi (Panjang, lebar), foto dokumentasi, data survey lalu lintas harian rata-rata (LHR).

##### 2. Data Sekunder

Merupakan kegiatan pencarian data melalui kajian literatur, peta-peta yang dibutuhkan dengan tujuan untuk mendapatkan data dari Dinas Pekerjaan Umum Provinsi Maluku serta Buku Pedoman *Bridge Manajemen System* (BMS)

#### 3.4. Metode Analisa Data

Untuk menunjang Analisa data sangatlah penting dalam melakukan suatu penelitian dengan menggunakan sistematika sebagai berikut:

1. Metode Analisa Data Dengan Menggunakan *Bridge Manajemen System* (BMS) dilakukan dengan melakukan pemeriksaan inventarisasi jembatan dan pemeriksaan detail jembatan untuk kondisi kerusakan jembata di Desa Morella Kabupaten Maluku Tengah.
2. Analisa Data dengan menghitung estimasi biaya kerusakan untuk mengetahui biaya perbaikan jembatan Wai Lubang Buaya dengan menghitung volume, daftar harga bahan, Analisa koefisien, perhitungan biaya kerja peralatan dan rekapitulasi biaya perbaikan jembatan.

### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1. Pemeriksaan Inventarisasi Jembatan

##### 4.1.1. Gambaran Umum

Pemeriksaan Inventarisasi Jembatan Beton dilaksanakan untuk mencatat data administrasi, dimensi, material, dan kondisi setiap struktur utama dan komponen jembatan dalam sistem informasi manajemen jembatan.

Analisis data dan penilaian suatu komponen jembatan Wai Lubang Buaya yang terdapat di Desa Morella Kabupaten Maluku Tengah dilakukan untuk mengetahui kerusakan serta penanganan atau pemeliharaan yang sesuai terhadap kondisi jembatan

tersebut dengan menggunakan program *Bridge Management System* (BMS).

**4.1.2. Pengelompokan Kerusakan Jembatan**

Jembatan yang akan dibahas pada penelitian ini adalah jembatan Wai Lubang Buaya yang berada pada Desa morella Kabupaten Maluku Tengah dengan panjang bentangan 25 meter.

Pemeriksaan kondisi jembatan dengan melakukan survey inventarisasi jembatan untuk menghasilkan komponen kerusakan jembatan yang ditinjau dari segi nilai struktur, kerusakan, perkembangan, fungsi, dan pengaruh.

**4.1.3. Prosedur Pemeriksaan Inventarisasi Jembatan**

- a. Data Administrasi jembatan
  - 1. Nama jembatan : Jembatan Wai Lubang Buaya
  - 2. Lokasijembatan:DesaMorella Liang,Kabupaten Maluku Tengah
  - 3. Hari dan tanggal pemeriksaan : 11 Maret 2020
  - 4. Tahun pembangunan : 2009
- b. Jenis Lintasan Dan Data Geometris
  - 1. Jenis lintasan : Sungai
  - 2. Jumlah bentang : 1 bentang
  - 3. Panjang total : 25 Meter
- c. Data Struktur Utama Jembatan Aliran Sungai Data struktur utama dibagi menjadi:
  - Data struktur bangunan atas
    - a. Nomor jembatan : 60.074.008
    - b. Panjang bentang : 25 Meter
    - c. Lebar lantai kendaraan : 6,35 meter
    - d. Lebar Trotoar : 2 x 0,8 meter
    - e. Tinggi ruang bebas : -
    - f. Struktur bangunan atas

**4.1.4. Pembatasan fungsional**

**Tabel 12. Pembatasan Fungsional**

Batasan muatan gadar (ton)	8 Ton
Batasan lebar jalan (m)	6,35 Cm

Sumber: Penulis, 2021

**4.1.5. Lalu lintas**

Penilaian dari dampak lebar jembatan terhadap arus lalu lintas seperti tertera pada tabel 13.

**Tabel 13. Lalu Lintas**

Dampak Lebar Jembatan terhadap lalu lintas (lingkari yang sesuai dengan kondisi jembatan)

- 1. Longgar – kendaraan bebas melintas di atas jembatan
- 2. Cukup lebar – kendaraan melaju perlahan di atas jembatan
- 3. Sempit –kendaraan harus sering berhenti dan antri

Sumber: Penulis, 2021

**4.2. Pemeriksaan Detail Jembatan**

Dasar dari sistem pemeriksaan detail adalah penilaian kondisi komponen dan elemen menurut tingkat kerusakannya, pemeriksaan detail bertujuan untuk mengevaluasi kondisi jembatan secara menyeluruh dari level terendah (level 5) yaitu elemen kecil secara individual sampai level tertinggi (level 1) yaitu embanan itu sendiri. Dalam melakukan suatu pemeriksaan detail hanya elemen yang mengalami kerusakan saja yang dicatat berdasarkan nilai struktur, kerusakan, perkembangan, fungsi, dan pengaruh.

**4.2.1. Kode elemen yang rusak pada jembatan Wai Lubang Buaya**

Dasar dari sistem pemeriksaan detail adalah penilaian kondisi komponen dan elemen menurut tingkat kerusakannya, pemeriksaan detail bertujuan untuk mengevaluasi kondisi jembatan secara menyeluruh dari level terendah (level 5) yaitu elemen kecil secara individual sampai level tertinggi (level 1) yaitu jembatan itu sendiri. Dalam melakukan suatu pemeriksaan detail hanya elemen yang mengalami kerusakan saja yang dicatat berdasarkan nilai struktur, kerusakan, perkembangan, fungsi, dan pengaruh/

a) Aliran air utama

Sampah yang menumpuk dan terjadinya hambatan aliran sungai (502). Pada aliran air jembatan Wai Lubang Buaya terdapat penumpukan sampah, hal ini menyebabkan kecepatan aliran air menurun, jika hal ini tidak diperhatikan maka dapat menyebabkan pondasi dalam keadaan berbahaya.



Sumber: Penulis, 2021

**Gambar 1 Sampah yang menumpuk dan terjadinya hambatan aliran Sungai**

b) Talud beton (4.223)

Pada jembatan Wai Lubang Buaya kerusakan pada daerah talud diakibatkan oleh adanya rembesan kedalam beton (201) sehingga timbulnya lumut pada dinding talud.



Sumber: Penulis, 2021

Gambar 2 Rembesan beton pada talud jembatan Wai Lubang Buaya.

Tabel 14. Lokasi Elemen yang rusak

Kerusakan Elemen Kode	Uraian	Kerusakan Kode	Uraian	Lokasi A/P/B
4.212	Aliran Air Utama	502	Sampah yang menumpuk	A1
4.223	Talud Beton	201	Rembesan kedalam beton	P1
4.231	Timbunan Oprit	522	Retak	P1
4.233	Lapisan Perkerasan	722	Permukaan kasar dan bergelombang Retak pada lapisan permukaan	B1
4.312	Pondasi	201	Rembesan kedalam beton	A1
		503	Pengikisan	
3.320	Kepala Jembatan	201	Rembesan kedalam beton	A1
4.411	Gelagar	201	Beton keropos	B1
4.507	Pipa Drainase	711	Drainase lantai yang tersumbat	B1
		712	pipa cucuran yang hilang	B1
4.621	Tiang Sandaran	205	Pecah atau hilangnya sebagian dari beton	

Sumber: Penulis, 2021

Tabel 15. Nilai kondisi jembatan wai lubang buaya

No	Nama Komponen	Bobot NYSDOT	Rating	Indeks NYSDOT
1	2	3	4	5
1	Gelagar Utama	10	3	30
2	Abutmen	8	2	16
3	Pondasi	6	8	48
4	Dinding Belakang	5	4	20
5	Lapisan Permukaan	4	6	24
6	Sandaran	1	1	1
	Jumlah	34	24	139
	Total Bobot		34	
	Total Bobot x CR		139	
	Bridge Condition Rating		4,08	
	Kondisi		Fair (Sedang)	
	Usulan		Rehabilita	

Sumber: Penulis, 2021

4.3. Konsep Perhitungan Biaya

Penentuan *Base Case* capaian umur rencana jembatan Wai Lubang Buaya dengan nilai kondisi (NK) yang spesifik untuk menentukan *Base Case* maka perlu dilakukan perkiraan kapan jembatan akan dianalisis menjadi rusak berat, kritis, runtuh atau tidak berfungsi. Untuk keperluan analisa suatu jembatan diasumsikan memiliki umur rencana selama (N) tahun dan mengalami kerusakan dari NK = 0 hingga NK = 5 pada akhir umur rencana (UR).

4.3.1. Menghitung Umur Jembatan Berdasarkan Nilai Kondisi

A. Menghitung Karakter Umur Rencana

Jembatan Wai Lubang Buaya ini dibuat pada tahun 2009 dengan panjang bentangan 25 meter dan lebar 6,35 meter, nilai kondisi jembatan pada tahun survei 2020 telah mencapai NK = 4 yang berarti kondisi jembatan tersebut kritis. Berdasarkan data tersebut dapat dihitung karakter umur jembatan yaitu:

$$UR = \frac{(2020-2009) \times 100}{(100 - a \times (5 - NK))}$$

$$= \frac{(2020-2009) \times 100}{(100 - 4,66 \times (5 - 4))}$$

$$= 11 \text{ Tahun}$$

B. Menghitung Lamanya Jembatan Wai Lubang Buaya Mencapai Nilai Kondisi. Hitung lama tahun jembatan tersebut mencapai NK yang diprediksikan yaitu:

$$NK \text{ Prediksi} = \frac{(100 - a \times (5 - NK)) \times b}{100} \times UR$$

$$= \frac{(100 - 4,66 \times (5 - 4)) \times 1,905}{100} \times 9$$

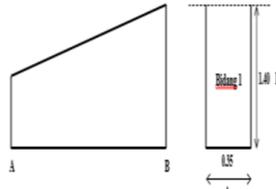
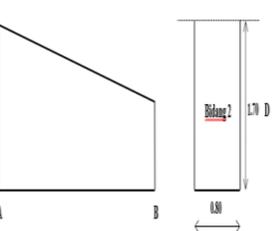
$$= 11 \text{ Tahun}$$

C. Menghitung tahun capaian NK yang diinginkan NK = 4, Maka akan dicapai pada tahun 2009 + 11 = 2020

4.4. Perhitungan Estimasi Biaya Kerusakan

4.4.1. Perhitungan Volume Pekerjaan Jembatan  
Perhitungan Oprit jembatan

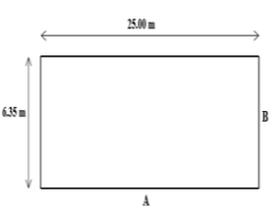
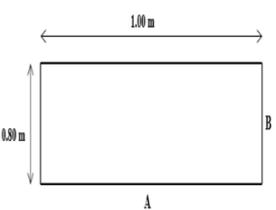
Tabel 16. Perhitungan Oprit Jembatan

No.	Dimensi			Luas m <sup>2</sup>	VOL. (M <sup>3</sup> )	Gambar Sketsa
	A	B	P			
1.	Oprit Jembatan					
	0.35	1.40	10	0.49	2.45	
2.	Oprit Jembatan					
	0.80	1.70	10	1.36	6.80	
<b>Total</b>					<b>9.25</b>	

Sumber: Penulis, 2021

4.4.2. Perhitungan Volume Pekerjaan Jembatan  
Perhitungan Perkerasan Aspal

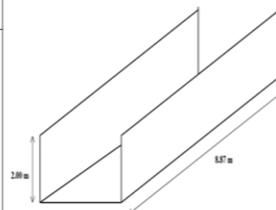
Tabel 17. Perhitungan Perkerasan Aspal

No.	Dimensi			Luas m <sup>2</sup>	VOL. (M <sup>3</sup> )	Gambar Sketsa
	P	L	T			
1.	Lapis Perkerasan Aspa					
	25.00	6.35	0.05	158.75	7.94	
2.	Timbunan Oprit Jembatan					
	1.00	0.80		0.80		
<b>Total</b>				<b>0.80</b>		

Sumber: Penulis, 2021

4.4.3. Perhitungan Volume Timbunan

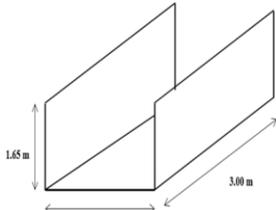
Tabel 18. Volume Timbunan

No.	Dimensi			Luas m <sup>2</sup>	VOL. (M <sup>3</sup> )	Gambar Sketsa
	P	L	T			
1.	Volume Timbunan Fondasi					
	8.87	3.00	2.00		53.22	
<b>Total</b>					<b>63.12</b>	

Sumber: Penulis, 2021

4.4.4. Perhitungan Volume Pekerjaan Gelagar

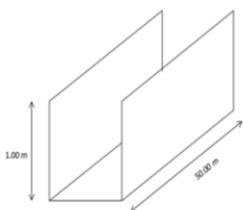
Tabel 19. Volume Pekerjaan Gelagar

No.	Dimensi			Luas m <sup>2</sup>	VOL. (M <sup>3</sup> )	Gambar Sketsa
	P	L	T			
2.	Volume Timbunan Oprit					
	3.00	2.00	1.65		9.90	
<b>Total</b>					<b>63.12</b>	

Sumber: Penulis, 2021

4.4.5. Perhitungan Volume Galian Pada Lereng

Tabel 19. Volume Galian Pada lereng

No.	Dimensi			Luas m <sup>2</sup>	VOL. (M <sup>3</sup> )	Gambar Sketsa
	P	L	T			
2.	Volume Galian Lereng					
	50.00	1.20	1.00		60.00	
<b>Total</b>					<b>120.00</b>	

Sumber: Penulis, 2021

4.4.6. Harga satuan upah

- 1) Pekerja (L1) = Harga satuan x Jam Kerja  
= 15,942,86 x 7  
= RP. 111,600 /hari
- 2) Tukang (L2) = Harga satuan x Jam Kerja  
= 22,314.28 x 7  
= RP. 156,200 /hari
- 3) Kepala tukang (L3) = Harga satuan x Jam Kerja  
= 28.700 x 7

- = RP. 200,900 / hari  
 4) Mandor (L4) = Harga satuan x Jam Kerja  
 = 22,314,28 x 7  
 = RP. 156,200 / hari

**4.5. Rekapitulasi Perkiraan Harga Pekerjaan**

Kegiatan :Rehabilitas Jembatan Wai Lubang Buaya  
 Provinsi :Maluku  
 Kota/Kabupaten : Maluku Tengah (Morella)  
 Bentang : 25 Meter

**Tabel 20. Daftar Kuantitas Dan Harga**

No. Mata Pembayaran	URAIAN PEKERJAAN	Satuan	harga satuan		total harga
			Kuantitas	(Rp.)	
a	b	c	d	e	f=d x e
<b>DIVISI I. UMUM</b>					
1.2	Mobilisasi	LS	1.00	7,850,000.00	7,850,000
1.8 (1)	Manajemen dan Kesehatan Lalulintas	LS	1.00	3,712,500.00	3,712,500
<b>DIVISI 3. PEKERJAAN TANAH DAN GEOSINTETIK</b>					
3.1 (1)	Galian Biasa	M3	63.12	24,200.24	1,527,519
3.2 (2a)	Tumbuhan Pohon dari Sumber Galian	M3	10.00	217,725.41	2,177,254
<b>DIVISI 6. PEKERJAAN ASPAL</b>					
6.1 (1)	Lapis Resap Persekit - Aspal Cair Emulsi	Liter	158.00	20,102.48	3,176,191
6.1 (2a)	Lapis Perakut - Aspal Cair Emulsi	Liter	158.00	23,629.20	3,733,413
6.5 (1)	Laston Lapis Atas Abutmen (AC-WC Asb)	Ton	7.94	1,286,658.43	10,215,909
<b>DIVISI 7. STRUKTUR</b>					
7.9 (1)	Pasangan Batu	M3	9.23	950,953.03	8,796,315
<b>DIVISI 8. REHABILITASI JEMBATAN</b>					
8.2 (4)	Perkuatan Struktur dengan Bahan FRP Jenis Carbon per lapis Daerah	M2	0.8	578,996.13	420,788
<b>DIVISI 9. PEKERJAAN HARIAN</b>					
9.2 (6a)	Patok Kilo/Meter	Buah	2.00	272,300.63	544,601
9.2 (6c)	Patok Damaja	Buah	2.00	237,352.00	474,664
<b>DIVISI 10. PEKERJAAN PEMELIHARAAN</b>					
10.1 (1)	Galian Tanah Pada Saluran Air dan Lerenan Untuk Pemeliharaan	M3	120.00	532,129.17	63,855,500
10.1 (21)	Pembersihan Drainase	M1	25.00	34,598.77	864,969
<b>JUMLAH TOTAL PEKERJAAN REKONSTRUKSI</b>					<b>107,349,623</b>

Sumber: Penulis, 2021

**Tabel 21. Daftar Harga Satuan Upah Pekerja**

No.	URAIAN	KODE	SATUAN	HARGA YG DIGUNAKAN (Rp.)	HARGA SATUAN / HARI (Rp.)
1.	Pekerja	(L01)	Jam	15.942,86	11.600,00
2.	Tukang	(L02)	Jam	22.314,29	156.200,00
3.	M a n d o r	(L03)	Jam	19.285,71	135.000,00
4.	Operator	(L04)	Jam	31.742,86	222.200,00
5.	Pembantu Operator	(L05)	Jam	15.942,86	111.600,00
6.	Sopir / Driver	(L06)	Jam	25.514,29	178.600,00
7.	Pembantu Sopir / Driver	(L07)	Jam	15.942,86	111.600,00
8.	Mekanik	(L08)	Jam	31.742,86	222.200,00
9.	Pembantu Mekanik	(L09)	Jam	15.942,86	111.600,00
10.	Kepala Tukang	(L10)	Jam	28.700,00	200.900,00

Sumber: Penulis, 2021

**Tabel 22. Rekapitulasi Harga Pekerjaan**

REKAPITULASI PERKIRAAN HARGA PEKERJAAN		
Kegiatan	: Rehabilitas Jembatan Wai Lubang Buaya	
Prop / Kab / Kodya	: Provinsi Maluku \ Kabupaten Maluku Tengah (Morella)	
No.	Uraian	Jumlah Harga Pekerjaan (Rupiah)
1	Umum	11.562.500
2	Drainase	
3	Pekerjaan Tanah Dan Geosintetik	3.704.773
4	Pelebaran Preventif	
5	Perkerasan Berbutir Dan Perkerasan Beton Semen	
6	Perkerasan Aspal	17.125.519
7	Struktur	8.796.315
8	Rehabilitasi Jembatan	420.788
9	Pekerjaan Harian Dan Pekerjaan Lain-Lain	1.019.265
10	Pekerjaan Pemeliharaan Kinerja	64.720.469
(A)	Jumlah Harga Pekerjaan ( termasuk Biaya Umum dan Keuntungan )	107.349.629
(B)	Pajak Pertambahan Nilai ( PPN ) = 10% x (A)	10.734.963
(C)	JUMLAH TOTAL HARGA PEKERJAAN = (A) + (B)	118.084.592
(D)	JUMLAH DIBULATKAN	<b>118.085.000</b>
<b>Terbilang : Seratus Delapan Belas Juta Delapan Puluh Lima Ribu Rupiah</b>		

Sumber: Penulis, 2021

Pekerjaan devisi 1 untuk umum sebesar Rp. 11.562.500,00 devisi 3 pekerjaan tanah untuk galian biasa sebesar Rp. 3.704.773,00 devisi 6 pekerjaan aspal sebesar Rp. 17.125.519,00 untuk devisi 7 pekerjaan struktur pasangan batu sebesar Rp. 8.796.315,00 dan untuk devisi 8 pengendalian kondisi dan pekerjaan minor sebesar 420.788,00 devisi 9 dan pemeliharaan harian sebesar Rp. 1.109.265,00 untuk pekerjaan pemeliharaan rutin sebesar Rp. 64.720.469,00 dengan jumlah biaya yang dihitung dari devisi I sampai dengan devisi X

adalah Rp. 107.349.623,00. PPN (10% x Rp.107.349.623,00) = Rp. 10.734.962,30. Total harga pekerjaan = Rp. 107.349.623,00 + Rp. 10.734.962,30 = Rp. 118.085.585,30 dengan dibulatkan menjadi Rp. 118.085.000,00 jadi total biaya untuk merehabilitasi jembatan adalah seratus delapan juta tiga ratus enam puluh tiga rupiah (Rp. Rp. 118.085.000).

## 5. PENUTUP

### 5.1. Kesimpulan

Berdasarkan tujuan dari penulisan ini dan hasil pembahasan maka dapat diambil beberapa kesimpulan yang dapat menjawab masalah kerusakan Jembatan Wai Lubang Buaya Pada Desa Morella – Liang Kabupaten Maluku Tengah Yaitu:

1. Jembatan Wai Lubang Buaya dibangun pada tahun 2009 dan masih berdiri sampai tahun 2020, kerusakan hanya di hitung pada sandaran (ralling), oprit dan lantai jembatan dengan hasil perhitungan BCR 4,08 dengan kondisi Jembatan Fair (sedang), dengan usulan penanganan pemeliharaan jembatan.
2. Jembatan Wai Lubang Buaya memiliki umur rencana sebelas (11) tahun dengan batas capaian sampai tahun 2020 dengan biaya pemeliharaan jembatan sebesar Rp. 118.085.000.

### 5.2. Saran

Dari kesimpulan yang telah dijelaskan maka saran yang diambil yaitu:

1. Kepada pemerintahan terkhususnya Dinas Pekerjaan Umum untuk lebih cepat dalam menangani jembatan Wai Lubang Buaya, sebelum jembatan tersebut runtuh.
2. Air hujan atau genangan air dapat mengurangi umur jembatan, maka sangat disarankan adanya pembuatan system drainase dan system biopori yang baik untuk menghindari genangan air pada jembatan dan daerah oprit. Dan kepada masyarakat untuk lebih meningkatkan kesadaran dan kedisiplinan kebersihan untuk tidak membuang sampah sembarangan sehingga tidak terjadi penumpukan pada daerah oprit dan daerah sungai.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adi.S. Supendi, Eva Budiyanti, Gina Maulidawati, Irwan Susanto, Kristina, Rena Ladera, 2015, Laporan Sistem Manajemen Jembatan Pemeriksaan Inventarisasi Dan Detail Jembatan Cisaranten (Komposit) Dan Batu Jajar (Rangka Baja), Bandung.
- Agus Iqbal Manu.1995:5 Fungsinya menerima/memikul beban-beban yang diberikan bangunan atas dan kemudian menyalurkannya ke pondasi
- Anonim, 2005, Pd. T-21-2005-B, PDF Creadted With pdf Factory Rtrial Version, www.pdfactory.com, Sumedang.

Aroni Ali, 2010. Balok dan Pelat Beton Bertulang. Graha Ilmu, Surakarta.Jurnal Sipil Statik Vol.7 No.7 Juli 2019 (767-776) ISSN: 2337-6732

Direktorat Jenderal Bina Marga, May 1993, Panduan Pemeriksaan Jembatan.

Direktorat Jenderal Bina Marga, Februari 1993, Sistem Manajemen Jembatan.

Ferry Hariman, Harry Cristady H, Andreas Triwiyono, 2007, Evaluasi Dan Program Pemeliharaan Jembatan Dengan Metode Bridge Management System (BMS), Yogyakarta : Jurnal Forum Teknik Sipil No. XVII/3-September 2007.

<https://doi.org/10.24815/jarsp.v2i2.16462> 443 (diunduh Maret 2020),

PENILAIAN KONDISI JEMBATAN MENGGUNAKAN BRIDGE MANAGEMENT SYSTEM (BMS) DAN BRIDGE CONDITION RATING (BCR), Wilhman Harywijayaa, Mochammad Afifuddinb, Muhammad Isya, dkk. Banda Aceh.

<https://jurnal.unsur.ac.id/jmtsi/article/download/202/121> (diunduh 2017), Hasanudin.2017.Metode Penilaian Kondisi Jembatan Beton Prategang. Jurnal Media Teknik dan Sistem Industri

Kementerian Pekerjaan Umum, 2016, Analisa Harga Satuan Pekerjaan (AHSP) Bidang Pekerjaan Umum

Mochammad Qomaruddin, Zuli Rubiatin, Tri Hanafiah Munawaroh, Windiya Lista Putri, Juli 2015, Analisa Kerusakan Jembatan Bongpes Desa Gerdu Kabupaten Jepara, Jawa Tengah : Jurnal Disprotek, Vol 6. N0 2.

Marsuki M, Andreas Triwiyono, Hary Christady, 2009, Penilaian Kondisi Jembatan Dengan Metode NYSDOT, Kendari : Jurnal Forum Teknik Sipil No. XIX/1-Januari 2009.

Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No.28/PRT/M.2016 Tentang Pedoman Analisis Harga Satuan Pekerjaan Bidang Pekerjaan Umum.

Supriyadi dan Muntohar, 2007, Buku Jembatan, Yogyakarta, Beta Offset.