



**DEFISIENSI KINERJA
JEMBATAN SUNGAI BEDADUNG JEMBER
TERHADAP PERENCANAAN STANDAR JEMBATAN
DI INDONESIA**

SKRIPSI

Oleh :

Armando Aulia Pribadi

NIM 081910301056

PROGRAM STUDI S1 TEKNIK SIPIL

JURUSAN TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS JEMBER

2015



**DEFISIENSI KINERJA
JEMBATAN SUNGAI BEDADUNG JEMBER
TERHADAP PERENCANAAN STANDAR JEMBATAN
DI INDONESIA**

SKRIPSI

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat
untuk menyelesaikan Program Studi Ilmu Teknik Sipil (S1)
dan mencapai gelar Sarjana Teknik

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK SIPIL
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER**

2015

PERSEMBAHAN

Puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan nikmat dan rahmat-Nya kepada penulis, sehingga karya tulis ini dapat diselesaikan dengan baik. Penulis mempersembahkan karya tulis ini kepada :

1. Allah Subhanallahu wa Ta'ala, Sang Maha, Pelimpah dan Resolut,
2. Nabi Muhammad Shallallahu'alaihi wassalam, Rasul dan pembimbing, representatif akal sehat dan kebajikan,
3. Kedua orang tua yang telah banyak memberikan dukungan, baik berupa moral, material, fisik, dan primordial,
4. Keluarga besar khususnya para tante, paman, sepupu, keponakan, yang telah mengupayakan segalanya agar penulis merasa termotivasi menyelesaikan studi,
5. Iqbal, Anggi, Onik, Ono dan Rian sebagai teman sepenanggungan, berbagi beban bersama dan saling membantu di akhir masa studi yang berkualitas,
6. Ined, Ayik, Bleki, Nyot dan para sahabat lain yang senantiasa membantu sama lain dan menghibur di saat semua terasa tidak mungkin,
7. Teman-teman lain yang sudah membantu baik secara tenaga, materi, do'a maupun dukungan terhadap proses pengerjaan karya ini, terimakasih yang sebanyak-banyaknya, dan
8. Teman-teman Teknik Sipil 2008 - 2012, terimakasih atas kekompakan dan kebersamaannya yang telah mengayomi penulis dalam masa studinya.

MOTTO

“Faith sometimes makes a virtue out of not thinking”

(Tuomas Holopainen)

“Every moment of light and dark is a miracle”

(Walt Whitman)

“Courage is not a man with a gun in his hand. It’s knowing you’re licked before you begin but you begin anyway and you see it through no matter what. You rarely win, but sometimes you do”

(Atticus Finch)

“Pengetahuan takkan bisa mengganti persahabatan”

(Patrick Star)

“Hai orang-orang yang beriman, jadikanlah sabar dan shalatmu Sebagai penolongmu, sesungguhnya Allah beserta orang-orang yang sabar”

*(Terjemahan surat Al-Baqarah : 153)**

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Armando Aulia Pribadi

NIM : 081910301056

Jurusan : Teknik Sipil

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul: "Defisiensi Kinerja Jembatan Sungai Bedadung Jember Terhadap Perencanaan Standar Jembatan di Indonesia" adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika dalam pengutipan substansi disebutkan sumbernya, dan belum pernah diajukan pada institusi mana pun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak mana pun serta bersedia mendapatkan sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, Desember 2015

Yang menyatakan

Armando Aulia Pribadi

NIM 081910301056

TUGAS AKHIR

**DEFISIENSI KINERJA
JEMBATAN SUNGAI BEDADUNG JEMBER
TERHADAP PERENCANAAN STANDAR JEMBATAN
DI INDONESIA**

Oleh :

Armando Aulia Pribadi

NIM 081910301056

Pembimbing :

Dosen Pembimbing Utama : Syamsul Arifin, ST., MT

Dosen Pembimbing Anggota : Dr. Anik Ratnaningsih ST., MT

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “*Defisiensi Kinerja Jembatan Sungai Bedadung Jember Terhadap Perencanaan Standar Jembatan di Indonesia*” (Armando Aulia Pribadi, 081910301056) telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Teknik Universitas Jember pada :

Hari : Rabu

Tanggal : 23 Desember 2015

Tempat : Fakultas Teknik Universitas Jember

Menyetujui

Pembimbing

Pembimbing I,

Pembimbing II,

Syamsul Arifin, ST., MT.
NIP. 19690709 199802 1 001

Penguji

Dr. Anik Ratnaningsih, ST., MT.
NIP. 19700530 199803 2 001

Penguji I,

Penguji II,

Ir. Hernu Suyoso, MT.
NIP. 19551112 198702 1 001

Ahmad Hasanuddin, ST., MT.
NIP. 19710327 199803 1 003

Mengesahkan
Dekan Fakultas Teknik
Universitas Jember

Ir. Widyono Hadi, MT.
NIP 19610414 198902 1 001

RINGKASAN

Defisiensi Kinerja Jembatan Sungai Bedadung Jember Terhadap Perencanaan Standar Jembatan di Indonesia; Armando Aulia Pribadi, 081910301056; 2015: 27 halaman; Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember.

Indonesia adalah negara dengan *landscape* yang variatif, ini dikarenakan iklim yang berupa tropikal, dengan banyak sungai yang panjang dan memisahkan satu territorial dengan yang lain. Karena itulah di Indonesia banyak dijumpai bangunan-bangunan jembatan. Pentingnya peran bangunan jembatan yang baik melatarbelakangi dilakukannya penelitian ini. Jembatan yang akan dianalisa dalam studi ini adalah Gladak Kembar (Jembatan Kembar) yang terletak di Jalan Ahmad Yani, Jember. Jembatan ini mempunyai bentang sepanjang 63 meter dan lebar 16 meter yang terbagi menjadi 2 bentang dengan masing-masing bentang sepanjang 30 meter dan bertipe jembatan komposit.

Defisien sendiri dalam Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI) memiliki arti kurang baik, dan dalam pembahasan ini defisiensi memiliki arti kekurangmampuan struktur. Penentuan defisien dalam penelitian ini didapat dari metode penelitian secara analisa arsip dan survey. Dari kedua metode tersebut, didapat data primer dan sekunder yang berupa lendutan jembatan, foto analisa di lapangan dan data perancangan lama. Data kemudian diolah menggunakan sistem penilaian yang didapat dari tinjauan pustaka terkait.

Inspeksi di lapangan dan perhitungan yang dilakukan memperoleh hasil bahwa jembatan Gladak Kembar masih memenuhi perencanaan standar jembatan di Indonesia. Untuk hal-hal yang ditinjau selama pengamatan, peneliti memberikan saran seperti monitoring dan maintenance pada gelagar memanjang dan slab beton di *upper structure* jembatan, median dan penerangan jalan.

PRAKATA

Alhamdulillah puji syukur kehadiran Allah SWT atas segala rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul *Defisiensi Kinerja Jembatan Sungai Bedadung Jember Terhadap Perencanaan Standar Jembatan di Indonesia*. Tugas Akhir ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat guna menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak, oleh karena itu penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada :

1. Dr. Ir. Entin Hidayah, M U M.. selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil ;
2. Syamsul Arifin, ST., MT selaku Dosen Pembimbing I yang banyak memberikan bantuan dalam pengerjaan Tugas Akhir,
3. Dr. Anik Ratnaningsih, ST., MT. selaku Ketua Program Studi Teknik Strata I Teknik Sipil dan selaku Dosen Pembimbing II yang banyak memberikan konsultasi, motivasi dan bantuan dalam pengerjaan Tugas Akhir;
4. Ir. Hernu Suyoso, MT. selaku Dosen Penguji I;
5. Ahmad Hasanuddin, ST., MT. selaku Dosen Penguji II ;
6. Dwi Nurtanto, ST., MT. selaku Dosen KOMBI yang banyak memberikan kemudahan dan kelancaran dalam pengerjaan Tugas Akhir;
7. Semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian skripsi ini yang tidak mungkin penulis sebutkan satu persatu.

Penulis juga menerima segala kritik dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan skripsi ini. Akhirnya penulis berharap, semoga skripsi ini dapat bermanfaat.

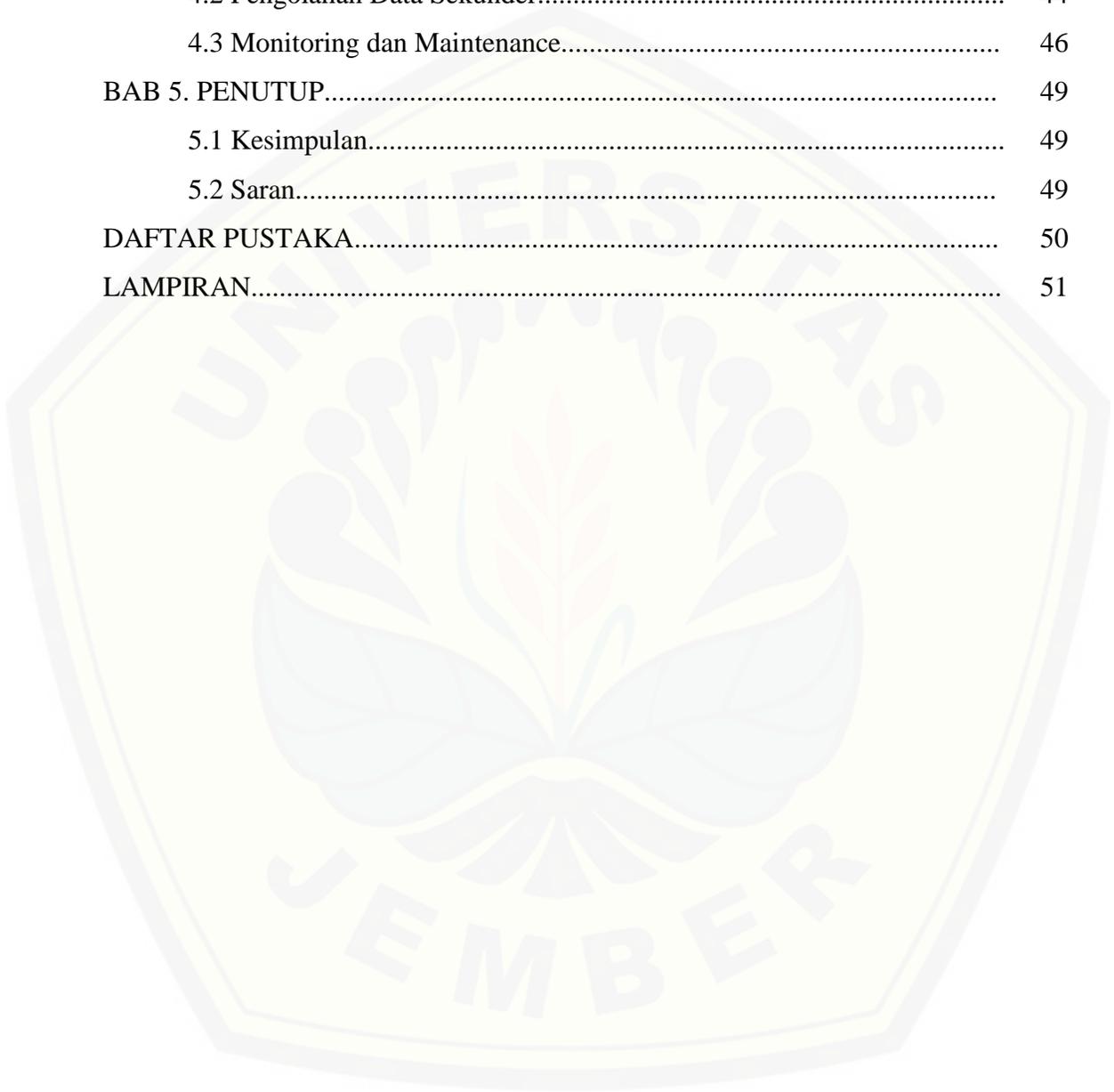
Jember, 25 Desember 2015

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	iii
HALAMAN MOTTO.....	iv
HALAMAN PERNYATAAN.....	v
HALAMAN PENGESAHAN.....	vii
RINGKASAN.....	viii
PRAKATA.....	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
BAB 1. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Batasan Masalah.....	4
1.4 Tujuan.....	4
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Jembatan.....	5
2.2 Kajian Tentang Kebijakan dan Sasaran Perencanaan.....	11
2.3 Kajian Tentang Monitoring dan Inspeksi Jembatan.....	15
BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN.....	23
3.1 Pendekatan Penelitian.....	23
3.2 Sistematika Penelitian.....	24
3.3 Studi Literatur.....	25
3.4 Pengumpulan Data.....	26
3.5 Metode Analisis Data.....	27
3.6 Analisis Defisiensi.....	31

BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	32
4.1 Pengolahan Data Primer.....	32
4.2 Pengolahan Data Sekunder.....	44
4.3 Monitoring dan Maintenance.....	46
BAB 5. PENUTUP.....	49
5.1 Kesimpulan.....	49
5.2 Saran.....	49
DAFTAR PUSTAKA.....	50
LAMPIRAN.....	51



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Lebar median jalan dan lebar jalur tepian.....	10
Tabel 2.2 Tabel penentuan nilai RCI.....	13
Tabel 2.3 Penentuan Kondisi Ruas Jalan dari Nilai RCI.....	14
Tabel 2.4 Penentuan Program Penanganan Jalan Provinsi.....	14
Tabel 2.5 Penentuan Program Penanganan Jalan Kabupaten/Kota.....	15
Tabel 3.1 Tipe strategi dan fokus penelitian yang digunakan dalam penyusunan karya ilmiah.....	23
Tabel 4.1 Hasil analisa lapangan tentang kondisi kelengkapan jembatan.....	42
Tabel 4.2 Analisa kerusakan pada struktur atas jembatan.....	43
Tabel 4.3 Analisa hasil perbandingan data perancangan lama dan penelitian lapangan.....	45

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Lokasi Jembatan Gladak Kembar dilihat melalui citra satelit.....	1
Gambar 1.2 Simpang bersinyal di atas jembatan.....	3
Gambar 2.1 Bagan urutan penerapan SHM.....	21
Gambar 2.2 Fokus penelitian tugas akhir.....	22
Gambar 3.1 Penentuan bagian jembatan.....	25
Gambar 3.2 Gambar perencanaan jembatan 1951 dari PU Bina Marga Jember...	29
Gambar 3.3 Sistematika penelitian dalam pengerjaan Tugas Akhir.....	30
Gambar 4.1 Gladak Kembar pada saat kondisi penuh.....	33
Gambar 4.2 Survey dan penelitian menggunakan Total Station.....	34
Gambar 4.3 Contoh bacaan pada Total Station.....	34
Gambar 4.4 Foto abutmen dan rangka jembatan.....	36
Gambar 4.5 Foto korosi eksternal pada gelagar memanjang.....	37
Gambar 4.6 Foto kebocoran pada gelagar memanjang.....	39
Gambar 4.7 Foto keretakan yang terjadi pada median jalan.....	39
Gambar 4.8 Penerangan jembatan Gladak Kembar.....	41
Gambar 4.9 Foto potongan rangka baja jembatan lama.....	46

BAB I PENDAHULUAN

1.1. LATAR BELAKANG MASALAH

Indonesia adalah negara dengan *landscape* yang variatif, ini dikarenakan iklim yang berupa tropikal, dengan banyak sungai yang panjang dan memisahkan satu territorial dengan yang lain. Karena itulah di Indonesia banyak dijumpai bangunan-bangunan jembatan. Pentingnya peran bangunan jembatan yang baik melatarbelakangi dilakukannya penelitian ini.

Defisien sendiri dalam Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI) memiliki arti *kurang baik*, dan dalam pembahasan ini defisiensi memiliki arti kekurangan kemampuan struktur. Denominator defisiensi dalam studi ini beragam dan lebih lanjut akan dijabarkan pada pembahasan selanjutnya (BAB III – Metodologi Penelitian).

Jembatan yang akan dianalisa dalam studi ini adalah Gladak Kembar (Jembatan Kembar) yang terletak di Jalan Ahmad Yani, Jember. Jembatan ini mempunyai bentang sepanjang 63 meter dan lebar 16 meter yang terbagi menjadi 2 bentang dengan masing-masing bentang sepanjang 30 meter dan bertipe jembatan komposit. Jembatan ini digunakan sebagai jalan penghubung untuk kendaraan yang hendak mengarah ke Jalan Ahmad Yani.



Gambar 1.1 Lokasi Jembatan Gladak Kembar dilihat melalui citra satelit

Pentingnya penelitian dilakukan di jembatan Gladak Kembar adalah karena tingkat kekritisannya. Tingkat kekritisasi ini ditinjau dari banyak aspek. Yang pertama adalah tingkat keperluan jembatan. Gladak Kembar adalah jembatan penting di jalan Trunojoyo yang menghubungkan jalan antar-kota antara Jember dan Mayang, juga kabupaten-kabupaten di daerah selatan, timur dan utara dari Jember pada umumnya. Berdiri selama kurang lebih 60 tahun –sejak awal tahun 1950an, Gladak Kembar yang telah dilalui jutaan kendaraan dinilai cukup memiliki nilai penurunan kualitas layan meskipun sudah mengalami pemugaran pada tahun 1992.

Alasan kedua yaitu adanya simpang bersinyal di atas jembatan. Seperti telah dibahas sebelumnya, simpang bersinyal yang mengakibatkan kendaraan-kendaraan berhenti di atas jembatan hanya untuk satu jalur, telah memberikan efek puntir yang secara konstan akan mempengaruhi struktur jembatan bagian timur (arah jalan Trunojoyo).

Sebelum dibangun sebagai jembatan komposit, jembatan ini dulu terdiri atas 2 bangunan jembatan rangka baja yang terpisah oleh void diantara keduanya. Tidak seperti jembatan pada umumnya, di Gladak Kembar terdapat simpang bersinyal sehingga jembatan ini akan berada pada volume layan kendaraan maksimum setiap lampu lalu lintas memberikan sinyal merah (berhenti). Meningkatnya jumlah kendaraan beroda tiap tahunnya diperkirakan turut mempengaruhi *fatigue* jembatan karena kuat layan jembatan pada awal dibangun tidak sesuai dengan kondisi di lapangan saat ini. Struktur jembatan yang mendekati batas akhir masa layan juga dapat mempengaruhi nilai defisiensi jembatan itu sendiri.



Gambar 1.2 Simpang bersinyal di atas jembatan

Penanganan keselamatan jalan dan jembatan di Indonesia dilakukan oleh 2 (dua) lembaga pemerintah, yaitu Ditjen Bina Marga dan Ditjen Perhubungan Darat. Sebagai pihak penyelenggara dan pengelola, Ditjen Bina Marga mempunyai wewenang dan tanggung jawab dalam merencanakan dan melaksanakan desain dan pembangunan jembatan sesuai standar kelayakan nasional. Ditjen Perhubungan Darat juga berperan serta, meskipun kecil, dalam melaksanakan atau mengatur keseragaman antara petunjuk kapasitas jembatan bagi kendaraan-kendaraan yang melewatinya serta peninjau pengaturan lalu lintas lainnya.

Pada kenyataannya, sering dijumpai tidak adanya rambu pembatasan maksimal kendaraan pada jembatan maupun kelalaian maintenance, yang secara struktural berakibat tidak langsung terhadap defisiensi jembatan itu sendiri -seperti misalnya hilangnya sejumlah struktur pengaman jembatan seperti rangkaian baja penyangga dan baut jembatan. Tentu saja ada banyak pihak yang terlibat di dalam permasalahan ini dan karena frekuensi terjadinya yang sangat sering, hampir tidak memungkinkan bagi pihak pengelola jembatan untuk dapat mengatasinya.

Beberapa upaya penting tersebut harus segera dilakukan demi meminimalisasi tingkat defisiensi struktur dan infrastruktur jembatan agar tidak terjadi kembali kerusakan jembatan yang berujung pada kegagalan struktur jembatan karena kurangnya antisipasi pihak-pihak terkait dalam menjalankan tugasnya.

Dari latar belakang diatas, maka diambil judul : “Defisiensi Kinerja Gladak Kembar terhadap Perencanaan Standar Jembatan di Kabupaten Jember”.

1.2. RUMUSAN MASALAH

Dengan melihat latar belakang di atas, diambil rumusan masalah, yaitu :

- (1) Berapakah tingkat defisiensi kinerja jembatan terhadap perencanaan standar jembatan di Kabupaten Jember?
- (2) Bagaimanakah strategi menangani defisiensi pada struktur bangunan jembatan secara umum dan khususnya Gladak Kembar?

1.3. BATASAN MASALAH

Dalam penyusunan pengevaluasian defisiensi jembatan Gladak Kembar ini, permasalahan dibatasi pada :

- (1) Pengidentifikasian dasar struktur jembatan. Analisa defisiensi ini tidak difokuskan pada sarana dan prasarana transportasi.
- (2) Pengidentifikasian penyebab *overload* layanan pada simpang bersinyal di Jalan Ahmad Yani pada daerah sekitar Gladak Kembar.
- (3) Peninjauan defisiensi Gladak Kembar hanya dilakukan pada struktur atas (*upper structure*) dan tidak melihat struktur bangunan bawah (*sub structure*) dan pembebanan jembatan.
- (4) Aspek risk management dalam penelitian tidak ditinjau.
- (5) Tidak membahas tentang perencanaan ulang jembatan.

1.4. TUJUAN

Tujuan yang dicapai dari studi ini adalah :

- (1) Mengetahui tingkat defisiensi kinerja jembatan terhadap perencanaan standar jembatan .
- (2) Mengetahui strategi menangani defisiensi pada struktur bangunan jembatan secara umum dan khususnya Gladak Kembar.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Jembatan

2.1.1 Pengertian Jembatan

Jembatan adalah suatu konstruksi yang gunanya meneruskan jalan melalui suatu rintangan yang berada lebih rendah. Rintangan ini biasanya jalan lain berupa jalan air atau lalu lintas biasa. Jembatan yang berada diatas jalan lalu lintas biasanya disebut *viaduct*. Jembatan dapat digolongkan sebagai berikut :

1. Jembatan – jembatan tetap.
2. Jembatan – jembatan dapat digerakkan.

Kedua golongan jembatan tersebut dipergunakan untuk lalu lintas kereta api dan lalu lintas biasa (Struyk dan Veen, 1984).

2.1.2 Klasifikasi Jembatan

Jenis jembatan berdasarkan fungsi, lokasi, bahan konstruksi, dan tipe struktur sekarang ini telah mengalami perkembangan pesat sesuai dengan perkembangan jaman dan teknologi, mulai dari konstruksi yang sederhana sampai pada konstruksi yang mutakhir.

- Berdasarkan fungsinya, jembatan dapat dibedakan sebagai berikut :
 1. Jembatan pejalan kaki atau penyeberangan (*pedestrian bridge*)
 2. Jembatan jalan kereta api (*railway bridge*)
 3. Jembatan jalan raya (*highway bridge*)
- Berdasarkan lokasinya, jembatan dapat dibedakan sebagai berikut :
 1. Jembatan diatas sungai, danau, atau laut
 2. Jembatan diatas lembah
 3. Jembatan diatas jalan yang ada (*flyover*)
 4. Jembatan diatas saluran irigasi/drainase (*culvert*)

5. Jembatan di dermaga (*jetty*)

[RSNI T-03-2005]

- Berdasarkan bahan konstruksinya, jembatan dapat dibedakan sebagai berikut :

1. Jembatan kayu (*log bridge*)
2. Jembatan beton (*concrete bridge*)
3. Jembatan beton prategang (*prestressed concrete bridge*)
4. Jembatan baja (*steel bridge*)
5. Jembatan komposit (*composite bridge*)

- Berdasarkan tipe strukturnya, jembatan dapat dibedakan menjadi beberapa macam, antara lain :

1. Jembatan pelat (*slab bridge*)
2. Jembatan pelat berongga (*voided slab bridge*)
3. Jembatan gelagar (*girder bridge*)
4. Jembatan rangka (*truss bridge*)
5. Jembatan pelengkung (*arch bridge*)
6. Jembatan gantung (*suspension bridge*)
7. Jembatan kabel (*cable stayed bridge*)
8. Jembatan kantilever (*cantilever bridge*)

[RSNI T-03-2005]

2.1.3 Pengenalan terhadap Struktur Jembatan

- a. Struktur jembatan terdiri dari bangunan bawah dan bangunan atas. Struktur jembatan antara lain dipakai untuk melintasi aliran air, jalur rel, ataupun jalur yang lain.
- b. Struktur jembatan tidak harus memotong aliran air atau alur lainnya secara tegak lurus, tetapi juga boleh secara serong (*skew*), baik ke arah kanan maupun kiri. Alignment jalan yang baik akan menghasilkan biaya operasi

kendaraan dan waktu perjalanan yang lebih kecil, yang dapat mengimbangi biaya tambahan akan penerapan struktur jembatan yang menyerong (*skew*).

- c. Struktur jembatan tidak harus terletak pada bagian lurus dari alignment horizontal jalan, sehingga dapat berbentuk tikungan.
- d. Struktur jembatan tidak harus mendatar, sehingga struktur jembatan dapat berada pada kelandaian jalan alignment vertikal.
- e. Elevasi jembatan ditentukan oleh bentuk *alignment* memanjang dari geometri jalan dan dari tinggi bebas di atas muka air rencana yang dihitung, serta kebutuhan ruang bebas lalu lintas di bawahnya.
- f. Bangunan atas jembatan dapat dibuat dari berbagai bahan konstruksi seperti kayu, beton bertulang, maupun baja, ataupun secara komposit.
- g. Jenis bangunan atas meliputi konstruksi plat, konstruksi balok + lantai, dan konstruksi rangka baja. Pemilihan bahan konstruksi berdasarkan alasan ekonomi, dan sebisa mungkin harus menggunakan bahan bangunan standar untuk konstruksi bagian atas. Struktur jembatan standar dirinci dalam peraturan nomor RSNI. T-14-2004
- h. Lebar dari jembatan harus disesuaikan dengan lebar alur jalan di ujungnya. Lebar bahu jalan dan trotoar di atas jalan harus disesuaikan dengan kebutuhan. Pada dasarnya arus lalu lintas tak boleh terhambat oleh adanya suatu konstruksi jembatan.
- i. Bangunan bawah terdiri atas pondasi dan abutmen. Bangunan bawah perlu dirancang secara khusus sesuai dengan jenis dan kekuatan tanah dasar.
- j. Pondasi jembatan antara lain dapat berupa pondasi langsung, pondasi sumuran, dan pondasi tiang pancang. Masalah penggerusan pada pondasi jembatan perlu diperhatikan secara khusus.

[Studi Kelayakan Proyek Jalan dan Jembatan, Departemen Pekerjaan Umum]

2.1.4 Bagian Jembatan

❖ Bangunan Atas

- **Gelagar-gelagar utama (rangka utama)**, yang terbentang dari titik tumpu ke titik tumpu lain. Gelagar-gelagar ini terdiri dari batang diagonal, horizontal dan vertical yang membentuk rangka utama dan terletak pada kedua sisi jembatan.
- **Gelagar melintang**, berupa baja profil yang terletak di bawah lantai kendaraan, gunanya sebagai pemikul lantai kendaraan.
- **Lantai kendaraan**, terletak di atas gelagar melintang, biasanya terbuat dari kayu atau pasangan beton bertulang dan seluruh lebar bagiannya digunakan untuk lalu lintas kendaraan.
- **Lantai trotoar**, terletak di pinggir sepanjang lantai kendaraan dan digunakan sebagai tempat pejalan kaki..
- **Pipa sandaran**, terbuat dari baja yang dipasang diantara tiang-tiang sandaran di pinggir sepanjang jembatan atau tepi lantai trotoar dan merupakan pembatas dari kedua sisi samping jembatan.
- **Tiang sandaran**,_terbuat dari beton bertulang atau baja profil dan ada juga yang langsung dipasang pada rangka utama, gunanya untuk menahan pipa sandaran.

❖ Bangunan Bawah

- **Pillar**, berfungsi untuk menyalurkan gaya-gaya vertical dan horizontal dari bangunan atas pada pondasi.
- **Pangkal (abutment)**, pangkal yang menyalurkan gaya vertikal dan horizontal dari bangunan atas pada pondasi dengan fungsi tambahan untuk mengadakan peralihan tumpuan dari timbunan jalan pendekat ke bangunan atas jembatan.

2.1.5 Lendutan Pada Jembatan

Jembatan didesain sedemikian rupa agar lendutan akibat beban hidup ditambah beban impact tidak melebihi $1/800$ panjang bentang. Namun untuk jembatan di daerah perkotaan yang sebagian juga digunakan oleh pejalan kaki, lendutan tidak boleh melebihi $1/1000$ panjang bentang (Xanthakos, 1994).

2.1.6 Median Jalan

- a. Median adalah bagian bangunan jalan yang secara fisik memisahkan dua jalur lalu lintas yang berlawanan arah.
- b. Fungsi median adalah untuk :
 - (1) memisahkan dua aliran lalu lintas yang berlawanan arah;
 - (2) ruang lapak tunggu penyeberang jalan;
 - (3) penempatan fasilitas jalan;
 - (4) tempat prasarana kerja sementara;
 - (5) penghijauan;
 - (6) tempat berhenti darurat (jika cukup luas);
 - (7) cadangan lajur (jika cukup luas); dan
 - (8) mengurangi silau dari sinar lampu kendaraan dari arah yang berlawanan.
- c. Jalan 2 arah dengan 4 lajur atau lebih perlu dilengkapi median.
- d. Median dapat dibedakan atas :
 - (1) Median direndahkan, terdiri atas jalur tepian dan bangunan pemisah jalur yang direndahkan.
 - (2) Median ditinggikan, terdiri atas jalur tepian dan bangunan pemisah jalur yang ditinggikan.
- e. Lebar minimum median terdiri atas jalur tepian selebar 0,25-0,50 meter dan bangunan pemisah jalur.
- f. Perencanaan median yang lebih rinci mengacu pada Standar Perencanaan Geometrik untuk Jalan Perkotaan, Direktorat Jenderal Bina Marga, Maret 1992.

Tabel 2.1 Lebar median jalan dan lebar jalur tepian

Kelas Jalan	Lebar Median Jalan		Lebar jalur tepian minimum (m)
	Minimum	Minimum Khusus)*	
I, II	2,50	1,00 1,00	0,25
III A, IIIB, IIIC	1,50	0,40 (median datar)	0,25

*) digunakan pada jembatan bentang >50 m, terowongan, atau lokasi Damaja terbatas

Sumber : Departemen PU Bina Marga, 1997

[Buku Tata Cara Perencanaan Geometrik Antar Kota No. 038/TBM/1997 -
Departemen PU Bina Marga]

2.1.7 Pengertian Jembatan Komposit

Konstruksi komposit adalah sebuah konstruksi yang bahan-bahannya merupakan perpaduan dari dua jenis material yang berbeda sifat, yang disatukan sedemikian rupa, sehingga bekerja sama dalam memikul beban. Konstruksi seperti ini ditemukan pada struktur jembatan, yaitu gandingan antara pelat lantai dari bahan beton dan gelagar dari bahan baja. Gabungan kedua elemen struktur ini dapat memikul beban lentur (momen) secara bersama-sama. Dalam bentuk lain adalah struktur tiang/kolom dimana lapis luar tiang/kolom digunakan besi hollow dari baja, dan didalamnya diisi dengan material beton.

Konstruksi komposit bisa merupakan perpaduan antara baja dengan beton, kayu dengan beton, dan lain-lain. Konstruksi komposit dibuat sedemikian rupa dengan memanfaatkan keunggulan dari masing-masing bahan, dari kedua jenis bahan yang berbeda tadi, terutama dalam kemampuannya memikul gaya tarik dan gaya tekan. Hal ini pada umumnya dijumpai pada baja dan beton.

Material baja adalah bahan yang kuat terhadap gaya tarik dan kuat juga terhadap gaya tekan, tetapi gaya tekan yang dapat dipikul sangat erat kaitannya dengan kelangsingan profil. Sebaliknya, beton sangat kuat memikul gaya tekan dan sangat lemah terhadap gaya tarik. Pada mulanya balok baja hanya dipakai sebagai penopang pelat lantai, sehingga pada balok baja terjadi lendutan yang besar yang

diakibatkan oleh beban yang besar yang harus dipikul balok baja tersebut. Pelat beton dan gelagar baja mengalami deformasi sendiri sendiri, dengan besar deformasi tergantung dari kekuatan masing-masing bahan (baja dan beton). Pada pertemuan kedua bahan akan terjadi gelincir karena tidak ada penahan.

[Nasution, Th. (2012) *Struktur Baja II*, Departemen Teknik Sipil : FTSP ITM]

2.2 Kajian Tentang Kebijakan dan Sasaran Perencanaan

2.2.1 Perencanaan Pembangunan

Dalam perencanaan dan pembangunannya, sebuah proyek yang digunakan oleh umum tidak seharusnya dibuat tanpa perencanaan yang matang. Dalam kajiannya, menurut PP RI Nomor 27 tahun 1999 diperlukan beberapa acuan penting, diantaranya :

- (1) Kebijakan dan sasaran perencanaan umum dari proyek perlu diformulasikan kembali dengan memperhatikan hasil dari studi pra-kelayakan jembatan.
- (2) Atas dasar kebijakan dan sasaran perencanaan perlu ditetapkan fungsi, juga ketentuan parameter jalan dan jembatan, seperti : kecepatan rencana, tingkat kinerja (*level of performance*) arus lalu lintas dan pembebanan jembatan.
- (3) Dengan adanya ketidakpastian dan resiko yang tinggi, pembangunan dapat dilaksanakan secara bertahap, dengan demikian ada peluang untuk memodifikasi perencanaan desain dan struktur sewaktu-waktu.
- (4) Awal proyek tidak harus dilakukan secepat mungkin, karena penundaan proyek biasanya juga dapat meningkatkan manfaat dari proyek tersebut dalam tingkat kelayakan ekonomi.

2.2.2 Kajian Penentuan Kelayakan Jalan/Jembatan

Undang Undang No. 38 Tahun 2004 tentang Jalan serta Peraturan Pemerintah No. 34 Tahun 2006 tentang Jalan, digunakan sebagai acuan hukum dalam pembagian wewenang antara Pemerintah (Pusat) dengan Pemerintah Kabupaten/Kota.

Pasal 14 Undang Undang No. 38 Tahun 2004 tentang Jalan menyatakan bahwa wewenang Pemerintah dalam penyelenggaraan jalan meliputi penyelenggaraan jalan nasional dan penyelenggaraan jalan secara umum yang mencakup (1) pengaturan secara umum, antara lain penyusunan petunjuk teknis, (2) pembinaan secara umum antara lain pemberian sosialisasi, (3) pembangunan secara umum antara lain kewajiban penyelenggaraan jalan memprioritaskan pemeliharaan jalan.

Petunjuk Teknis Pelaksanaan DAK Subbidang Jalan disusun untuk menunjang pelaksanaan kegiatan pemanfaatan dan pelaksanaan DAK, mulai dari proses perencanaan dan pemrograman, perencanaan teknik, pelaksanaan konstruksi, sampai dengan proses monitoring dan evaluasi.

Langkah-langkah dalam penentuan program penanganan adalah sebagai berikut:

A. Penentuan Program Penanganan Jalan/jembatan Provinsi

1. Ruas-ruas prioritas yang ditangani diambil dari hasil keluaran program IRMS atau dapat menggunakan cara seperti pada butir 2. Menentukan nilai RCI (Road Condition Index) dengan melakukan survey kekasaran permukaan jalan secara visual dengan menggunakan form SKV.01 (terlampir). Penentuan nilai RCI berdasarkan jenis permukaan dan kondisi secara visual dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 2.2 Tabel penentuan nilai RCI

No	Jenis Permukaan	Kondisi Secara Visual	Nilai RCI
1	Jalan tanah dengan drainase yang jelek	Tidak bisa dilalui	0 -2
2	Semua tipe perkerasan yang tidak diperhatikan sejak lama (4- 5 tahun atau lebih)	Rusak berat, banyak lubang dan seluruh daerah perkerasan	2 – 3
3	PM lama, Latasbum lama, batu kerikil	Rusak bergelombang, banyak lubang	3 – 4
4	PM setelah pemakaian 2 tahun, Latasbum lama	Agak rusak, kadang-kadang ada lubang, permukaan tidak rata	4 – 5
5	PM baru, Latasbum baru, Lasbutag setelah pemakaian 2 tahun	Cukup tidak ada atau sedikit sekali lubang, permukaan jalan agak tidak rata	5 – 6
6	Lapis tipis lama dari hotmix, Latasbum baru, Lasbutag baru	Baik	6 - 7
7	Hotmix setelah 2 tahun, Hotmix tipis diatas PM	Sangat baik, umumnya rata	7 - 8
8	Hotmix baru (Lataston, Laston), Peningkatan dengan menggunakan lebih dari 1 lapis	Sangat rata dan teratur	8 - 10

Sumber : Peraturan Menteri PU dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia No.03/PRT/M/2015

2. Penentuan kondisi ruas jalan berdasarkan nilai RCI dan volume lalu lintas berdasarkan matriks berikut:

Tabel 2.3 Penentuan Kondisi Ruas Jalan dari Nilai RCI

RCI	IRI		Lalu Lintas harian Rata-Rata Tahunan (LHRT) (dua lajur dua arah)							
	Dari	Ke	0-50	50-100	100-200	200-300	300-1.000	1.000-3.000	3.000-10.000	>10.000
$7,61 \leq RCI < 10,00$	$0 \leq IRI < 3$	3	B	B	B	B	B	B	B	B
$7,26 \leq RCI < 7,54$	$3 \leq IRI < 3,5$	3,5	B	B	B	B	B	B	B	S
$6,93 \leq RCI < 7,20$	$3,5 \leq IRI < 4$	4	B	B	B	B	B	B	S	S
$5,74 \leq RCI < 6,87$	$4 \leq IRI < 6$	6	B	B	B	B	B	S	S	S
$4,76 \leq RCI < 5,69$	$6 \leq IRI < 8$	8	B	B	B	B	S	S	S	R
$3,94 \leq RCI < 4,71$	$8 \leq IRI < 10$	10	B	B	B	S	S	S	R	R
$3,27 \leq RCI < 3,91$	$10 \leq IRI < 12$	12	B	B	S	S	S	R	R	RB
$2,24 \leq RCI < 3,24$	$12 \leq IRI < 16$	16	B	S	S	S	R	R	RB	RB
$1,54 \leq RCI < 2,22$	$16 \leq IRI < 20$	20	S	R	R	R	R	RB	RB	RB
$0,96 \leq RCI < 1,53$	$20 \leq IRI < 25$	25	R	R	R	R	RB	RB	RB	RB
$RCI < 0,94$	$IRI < 25$	25	RB	RB	RB	RB	RB	RB	RB	RB

Sumber : Peraturan Menteri PU dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia No.03/PRT/M/2015

3. Penentuan program/kegiatan penanganan suatu ruas jalan berdasarkan kondisi pada Tabel berikut ini :

Tabel 2.4 Penentuan Program Penanganan Jalan Provinsi

Kondisi	Program Penanganan
Baik (B)	Pemeliharaan Rutin (PR)
Sedang (S)	Pemeliharaan Berkala (PM))
Rusak (R)	/Rehabilitasi
Rusak Berat (RB)	Peningkatan (PK)
-	Pembangunan

Sumber : Peraturan Menteri PU dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia No.03/PRT/M/2015

B. Penentuan Program Penanganan Jalan/Jembatan Kabupaten/Kota

1. Melakukan survey persentase kerusakan untuk menentukan kondisi ruas jalan.
2. Penentuan program/kegiatan penanganan suatu ruas jalan atas dasar hasil survey persentase kerusakan dengan batasan-batasan seperti Tabel di bawah ini :

Tabel 2.5 Penentuan Program Penanganan Jalan Kabupaten/Kota

Kondisi	Persentase Batasan Kerusakan	Program Penanganan
Baik (B)	<11%	Pemeliharaan Rutin (PR)
Sedang (S)	11% - <16%	Pemeliharaan Berkala
Rusak (S)	16% - <23%	(PM) /Rehabilitasi
Rusak Berat (RB)	>23%	Peningkatan (PK) Pembangunan

Catatan: Kegiatan Rehabilitasi dilakukan apabila terdapat kerusakan yang tidak diperhitungkan dalam desain.

Sumber : Peraturan Menteri PU dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia No.03/PRT/M/2015

2.3 Kajian Tentang Monitoring dan Inspeksi Jembatan

Penentuan akan nilai defisiensi sebuah struktur tidaklah sama pada setiap proyek, karena itu perlu adanya garis tengah yang dijadikan acuan. Pada penelitian ini, studi literatur yang digunakan sebagai acuan berasal dari *Auditor General of Newfoundland and Labrador (Canada)* dan *The Hong Kong Polytechnic University and Hong Kong Highways Department*.

Pemilihan kedua acuan tersebut sebagai studi literatur karena berbagai alasan, diantaranya adalah tingkat studi dan penelitian yang telah ditempuh ketiga lembaga tersebut, kelengkapan data, sumber dan makalah untuk jenis masalah yang ditinjau, juga karena lembaga-lembaga tersebut telah menjadi acuan di negara-negara lain yang lebih maju dan telah melalui kajian pustaka untuk makalah dan jurnal yang diterbitkan. Karena cakupan studi literatur dan dokumen yang luas, maka hanya dicantumkan bagian-bagian yang menyangkut struktur atas jembatan.

2.3.1 Auditor General of Newfoundland and Labrador (Canada)

2.3.1.1 Pengenalan

Jembatan yang menghubungkan jalan antar kota ataupun propinsi bertambah usia dan kondisinya menurun. Situasi ini menekankan pentingnya sistem inspeksi jembatan dan perencanaan untuk rehabilitasi maupun penggantian jembatan untuk kedepannya. Pendanaan proyek di masa mendatang juga termasuk di dalam perkiraan pekerjaan.

Objek-objek pengamatan kami adalah untuk mengidentifikasi umur dan kondisi dari jembatan-jembatan yang berada di dalam propinsi dan turut menentukan apakah Departemen Transportasi sudah meyakinkan bahwa :

- (1) Biaya proyek dan pendanaan sudah dimonitor secara memadai;
- (2) Adanya perencanaan dan tindak lanjut yang memadai dalam hubungannya tentang rehabilitasi dan penggantian jembatan berdasarkan informasi yang dirilis dari inspeksi jembatan yang telah dilakukan;
- (3) Inspeksi jembatan dan perbaikan, rehabilitasi dan penggantian jembatan pada proyek yang berhubungan di-manage secara layak;
- (4) memadainya informasi tentang sistematika jembatan di tempat; dan
- (5) program dikelola sesuai dengan standar legislasi, kebijakan, dan tujuan yang telah ditetapkan sebelumnya.

2.3.1.2 Temuan

A. Usia dan kondisi Jembatan dalam Propinsi

1. Jembatan yang menghubungkan jalan antar kota ataupun propinsi bertambah usia dan kondisinya menurun, sebagai hasilnya, sejumlah besar jembatan yang mendekati usia layannya perlu dipertimbangkan untuk diganti. Lebih dari setengah jembatan propinsi berumur diatas 40 tahun, ini juga merepresentasikan besarnya biaya yang perlu dikeluarkan oleh sebuah propinsi di kemudian hari.

2. Kondisi jembatan propinsi kualitasnya menurun sejak tinjauan terakhir yang dilakukan pada tahun 2003. Sejak 2003, sekitar 93% jembatan yang ada dinilai memiliki kualitas layan yang buruk.
3. Kondisi dari sekitar 400 struktur bangunan saluran air tidak diikutsertakan dalam inspeksi jembatan. Karenanya, informasi yang dibutuhkan untuk menentukan pemakaian saluran air yang lebih besar tidak tercantum dalam sistem manajemen jembatan.

B. Monitoring dan Perencanaan

4. Dinas terkait hanya menyelesaikan 58% dari total 234 jumlah proyek jembatan yang termasuk dalam rencana delapan tahunan 2004-11.
5. Biaya yang sebenarnya dari proyek jembatan sebesar 62% lebih mahal daripada estimasi biaya yang dilakukan pada 2004-11.
6. Dinas terkait mengerjakan proses rehabilitasi kepada 143 jembatan tambahan yang tidak termasuk dalam program sebelumnya.
7. Rencana delapan tahunan 2004-11 tidak mencantumkan rehabilitasi jembatan dan proyek penggantian jembatan dalam urutan prioritas.
8. Sebagian besar pengambilan keputusan terkait dengan rehabilitasi jembatan dan pengantiannya hanya tergantung pada permasalahan keselamatan yang diketahui sebelumnya dan perkiraan penilaian masalah.
9. 126 (82%) dari 154 jembatan yang mempunyai rating buruk tidak tercantum dalam perencanaan 5 tahunan yang sedang berlangsung (2014-18) tentang rehabilitasi dan penggantian jembatan.
10. Biaya penggantian jembatan, 40 tahun atau keatas, bisa mencapai sekitar \$800 juta. Investasi yang dibutuhkan oleh sebuah daerah/propinsi, menjelang setengah tahun masa layan jembatan yang dimaksud bisa mencapai 8x lebih mahal daripada dana perencanaan yang telah ditetapkan.

11. Proyek yang telah direncanakan sebelumnya termasuk perencanaan 5 tahun (2014-18) tidak dirangking berdasarkan prioritas dan dipilih berdasarkan perkiraan.
12. Tidak adanya perencanaan inspeksi resmi atau jadwal yang ditetapkan untuk jembatan dalam propinsi. Juga, dinas terkait belum menetapkan perkiraan layak dalam penentuan performa jembatan.
13. Berdasarkan ulasan kita tentang informasi yang beredar tentang jembatan yang yurisdiksinya berada pada pihak lain tetapi tetap menjadi bagian dari pembangunan sistem transportasi antar propinsi, kami menemukan bahwa dinas terkait tidak mengetahui secara pasti kondisi eksisting yang ada, baik kondisi di lapangan maupun dalam sistematika birokrasinya.

C. Proses Inspeksi Jembatan

14. Frekuensi inspeksi jembatan sebelumnya tidak berdasarkan resiko seperti kebijakan pemerintah yang diterapkan oleh dinas terkait, dan hasilnya, jembatan propinsi yang layak-ulas tidak selalu dipilih untuk dilakukan inspeksi.
15. 2 tahun standar inspeksi minimal jembatan tidak selalu dipenuhi, dan sebagai hasilnya, jembatan propinsi tidak selalu diinspeksi secara maksimal dalam interval tahun-tahun tersebut.
16. Tata pelaksanaan dan standar jembatan yang didokumentasikan tidak dilibatkan sebagai representatif untuk membantu para staff dalam pelaksanaan inspeksi performa jembatan, dan sebagai hasilnya, dinas terkait tidak dapat meyakinkan tindak objektivitas dan konsistensi dalam proses inspeksi juga temuan-temuannya dalam pengerjaannya.

2.3.2 The Hong Kong Polytechnic University and Hong Kong Highways Department

2.3.2.1 Pengenalan

Meningkatnya perhatian tentang data monitoring lapangan yang didapatkan dari sistem *structural health monitoring* (SHM), yaitu sistem yang dicanangkan untuk jembatan jangka panjang sangatlah berguna untuk banyak hal seperti memverifikasi asumsi desain dan parameter jembatan, untuk mengingatkan beban yang tidak normal dan respons jembatan, untuk integritas struktur setelah bencana dan kegunaannya selama keadaan ekstrim, untuk mengingatkan peringatan lebih awal jika terjadi penurunan layanan struktur dan kerusakan dan untuk menginstruksikan konsep baik-buruknya struktur yang ada untuk digunakan di masa mendatang. Pengembangan teknologi SHM di Hong Kong telah berubah selama 15 tahun terakhir sejak pengimplementasian sistem yang terkenal dengan nama “*Wind And Structural Health Monitoring System (WASHMS)*” pada suspensi jembatan Tsing Ma di tahun 1997. Lima buah jembatan yang didukung dengan kabel di Hong Kong seperti jembatan Tsing Ma (suspensi), Kap Shui Mun (kabel-tetap), Ting Kau (kabel-tetap), Western Corridor (kabel-tetap) dan Stonecutters (kabel-tetap), sudah diinstrumentasikan oleh Administrasi Khusus Dinas Jalan Raya Hong Kong (SAR) dengan sistem jangka panjang SHM yang canggih. Sistem SHM ini juga secara periodik berkembang dan terus diperbaharui guna secara efektif melakukan fungsi-fungsi pengenalan dan pengondisian struktural jembatan dan evaluasi layanannya.

Belakangan ini, SHM dan Maintenance Management System (SHM&MMS) telah didesain dan akan diimplementasikan pada 21 jembatan di atas jalan yang menyebrangi laut dengan total panjang 9,283 km di Jalan Antarkota Hong Kong atau Hong Kong Link Road (LHKR) dari Hongkong – Zhuhai – Jembatan Macao yang konstruksinya dimulai sejak pertengahan 2012. Berbeda dari WASHMS yang berfokus pada monitoring dan pembebanan lingkungan juga fitur dan pemeliharaan manajemen jembatan. Sistem ini akan memberi data hasil monitoring dan tindakan berbasis-monitoring berguna secara langsung dan memprioritaskan inspeksi dan

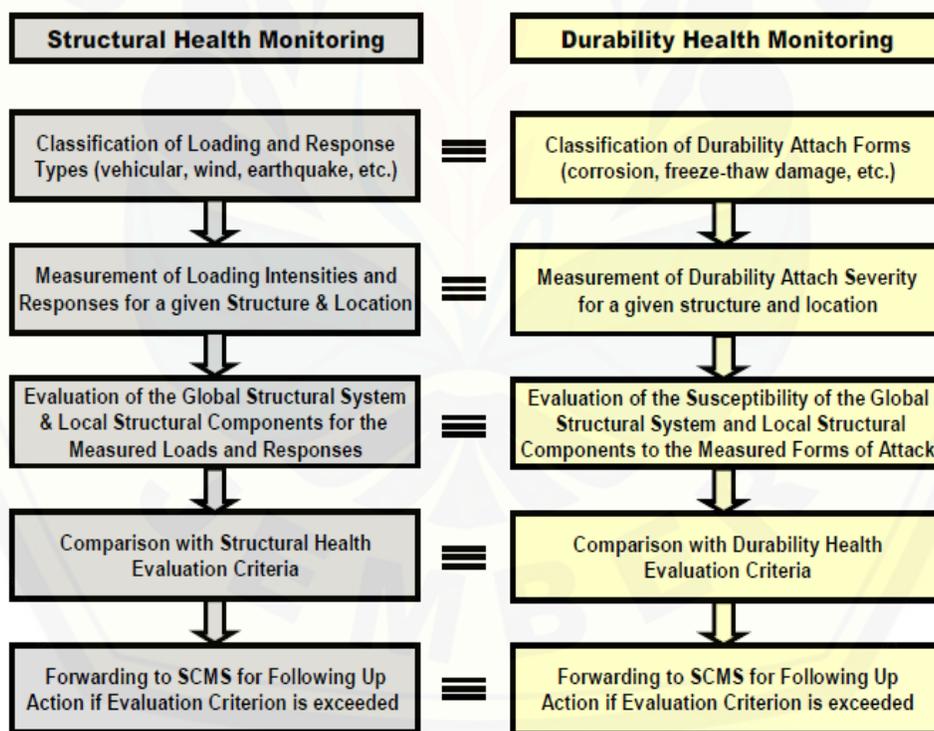
pemeliharaan jembatan nantinya. Sistem ini memberikan lebih banyak titik berat dan upaya dalam pemeliharaan berbasis-kondisi dan siklus-hidup dengan bantuan sistem SHM. Setelah memusyawarahkan hasil WASHMS yang terdapat pada 5 jembatan kabel di Hong Kong, tulisan ini mengenalkan pula fungsi dan fitur untuk 21 jembatan di atas jalan di HKLR dan menggarisbawahi cara pengintegrasian sistem SHM dan pemeliharaan Condition Based Maintenance (CBM).

2.3.2.2 Fungsi SHM & MMS

Sistem SHM&MMS diciptakan untuk memenuhi delapan fungsi utama seperti, (i) inspeksi – inspeksi secara visual dengan peralatan yang sistematis dan pengondisian tingkatan kerusakan struktur berdasarkan rating, (ii) monitoring – dengan sistem instrumentasi lapangan menggunakan pengolahan data yang baik, analisa dan software pembantu, (iii) evaluasi – dengan pengkalibrasian pemodelan elemen lingkungan yang dapat dihitung dan metode analisis yang baik, (iv) rating – dengan pengkodean desain kebutuhan dan rehabilitasi menggunakan program MATLAB, (v) maintenance – dengan strategi pengelolaan, pilihan, susunan prioritas dan sumber-sumber yang tersedia, (vi) inquiry – dengan data pemeriksaan dan sistem pengamanan network, (vii) management – dengan mengelola data dan informasi dengan sistem management gudang dan alat pengolah analitis online, dan (viii) display – dengan sistem penampil *wall*.

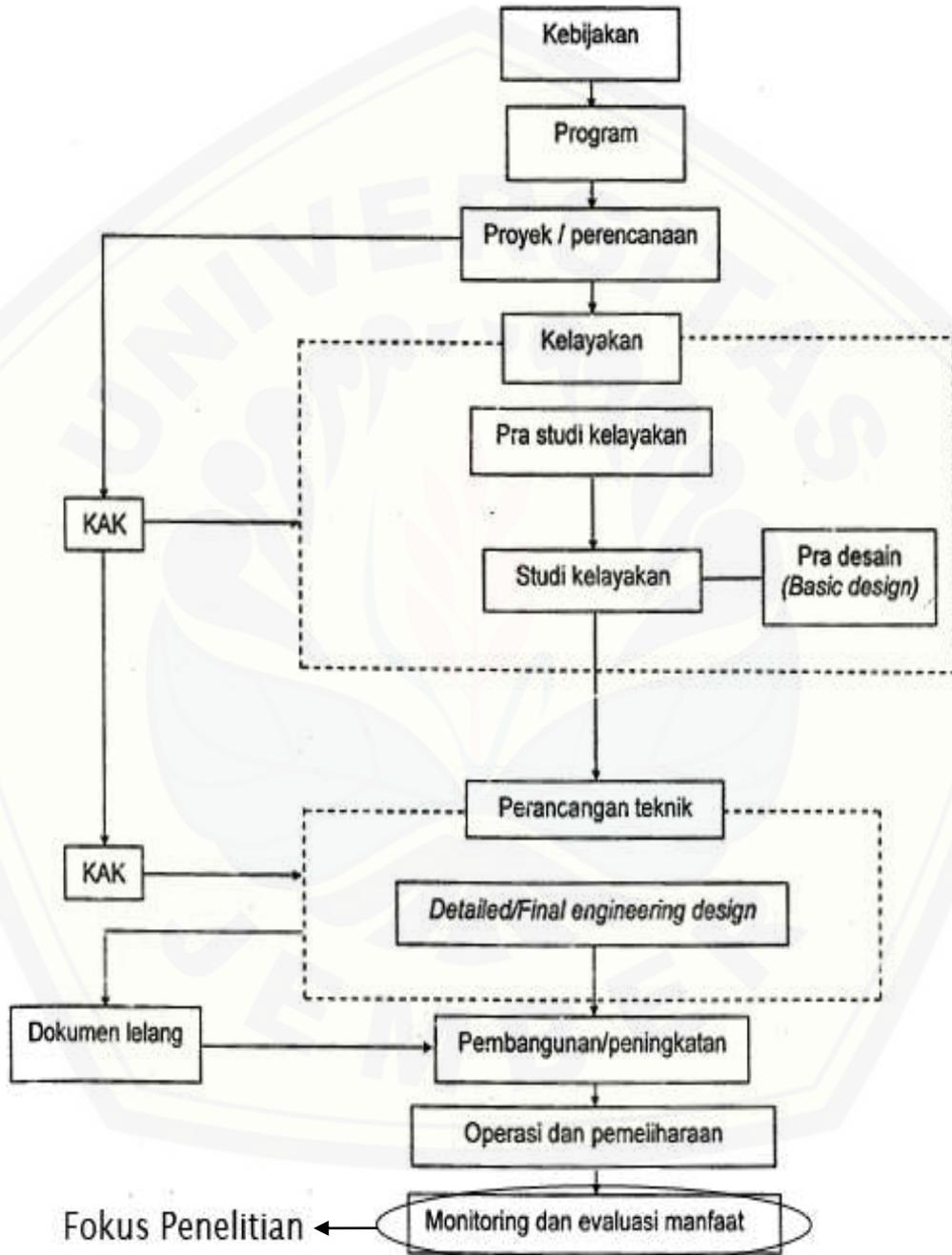
Tingkat efektivitas SHM&MMS dapat dipastikan melalui realisasi beberapa kemampuan sebagai berikut : (i) untuk memonitor performa ketahanan dan kondisi struktural jika mendekati batas masa layanannya, (ii) untuk mengevaluasi struktural dan keamanan kekuatan ketika masa batas layanannya telah usai, (iii) untuk menilai hasil inspeksi, pemantauan dan evaluasi berdasarkan prioritas kriteria inspeksi komponen struktur tersebut, (iv) untuk mengenali dan mengukur jumlah komponen bermasalah seperti cacat dan penyebab kerusakan struktur, (v) untuk menentukan strategi pengelolaan yang disarankan dan mengoptimisasi pengelolaan pilihan yang sesuai, (vi) untuk memprioritaskan komponen struktur yang diperlukan untuk

pengelolaan dan (vii) untuk merencanakan dan penjadwala aktivitas pengelolaan yang bersangkutan. Fitur yang menonjol dalam pengaplikasian SHM&MMS adalah tingkat analisa yang canggih dan alat pengolah data untuk formulasi yang tidak ketinggalan zaman dalam penerapannya terhadap permodelan penurunan kualitas struktur berdasarkan data yang dimonitor secara terus menerus dan fitur dasar yang mampu mampu mengekstraksi data yang bersifat sangat heterogen. Sebagai hasilnya, sistem ini sangat efektif untuk menentukan usia dan tingkat layan jembatan, termasuk tren penurunan kualitas yang disebabkan oleh lingkungan. Sistem ini juga mampu meminimalisir biaya operasional yang sangat besar dan mencegah adanya kesalahan dalam menangani proyek-proyek mana yang harus segera ditangani. Penerapan SHM&MMS pada jembatan dapat dilihat pada Gambar 2.1 berikut ini :



Gambar 2.1 Bagan urutan penerapan SHM

**Kedudukan Fokus Studi dalam
Sistematika Proyek Konstruksi Jalan dan Jembatan**



Gambar 2.2 Fokus penelitian tugas akhir

BAB III
METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Pendekatan Penelitian

Terdapat berbagai metodologi yang relevan untuk bermacam-macam tipe penelitian, seperti misalnya yang tercantum dalam tabel berikut :

Tabel 3.1 Tipe strategi dan fokus penelitian yang digunakan dalam penyusunan karya ilmiah

<i>Strategi</i>	Bentuk Pertanyaan Penelitian	Membutuhkan Pengendalian Terhadap Perilaku yang Diteliti	Memfokuskan pada Kegiatan Masa Sekarang dengan Interval Waktu Tertentu
Eksperimen	Bagaimana, Mengapa	Ya	Ya
Survei	Siapa, Apa, Di mana, Berapa besar	Tidak	Ya
Analisa Arsip	Siapa, Apa, Di mana, Berapa besar	Tidak	Ya/Tidak
Sejarah	Bagaimana, Mengapa	Tidak	Tidak
Studi Kasus	Bagaimana, Mengapa	Tidak	Ya

Sumber : Data diolah

Dalam penelitian ini digunakan metode survei dan analisa arsip dengan alasan ketersediaan data dan efektivitas penelitian. Tingkat defisien dapat diukur dengan berbagai strategi tetapi penggunaan metode analisa arsip dan survei lebih fleksibel dan dapat dirubah setiap saat tergantung pada kondisi eksisting lapangan.

3.2 Sistematika Penelitian

Urutan pengerjaan penelitian ini secara rinci adalah sebagai berikut :

1. Menentukan katagori penentuan kriteria defisiensi terhadap jembatan dengan metode analisa arsip. Jujukan pembelajaran yang dijadikan referensi adalah *Bridge Inspection and Monitoring dari Auditor General of Newfoundland and Labrador* dan *The Hong Kong Polytechnic University and Hong Kong Highways Department* yang dirangkum oleh W. Geary Ph.D, MIM., C.Eng.
2. Dari hasil studi tersebut, kategori penentuan defisiensi yang didapat kemudian diobservasi satu persatu. Untuk mengkatagorikan defisiensi ini, diperlukan data-data yang berupa Data Primer dan Data Sekunder.
3. Untuk mempermudah observasi, jembatan Gladak Kembar dibagi menjadi dua sisi dan bagian, masing-masing yaitu sisi A-sisi B dan bagian kiri-kanan. Kedua sisi ini dipisahkan oleh abutmen yang berada di tengah struktur jembatan. Bagian kiri dan kanan dibedakan berdasar jalur, yaitu jalur menuju Jalan Ahmad Yani dan jalur keluar dari Jalan Ahmad Yani.





Gambar 3.1 Penentuan bagian jembatan

4. Observasi lapangan dilakukan sebagai tahap pengumpulan Data Primer. Dari observasi lapangan didapatkan besar lendutan jembatan dan tingkat kerusakan jembatan melalui foto-foto lapangan.
5. Data Sekunder didapatkan dari Dinas Pekerjaan Umum Jember dan digunakan sebagai acuan untuk menganalisa struktur atas jembatan.
6. Data Primer dan Data Sekunder yang didapat kemudian dijadikan bahan untuk menentukan nilai defisiensi.
7. Dilakukan proses evaluasi dan pemberian saran untuk proses monitoring dan maintenance kedepannya.

3.3 Studi Literatur

Studi literatur digunakan sebagai acuan penetapan kriteria defisiensi dan metode yang digunakan dalam pelaksanaannya. Disimpulkan menurut jurnal yang dirilis oleh *Auditor General of Newfoundland and Labrador* dan *The Hong Kong Polytechnic University and Hong Kong Highways Department* tentang RBI(Risk Bridge Inspection), proses penentuan observasi kelayakan jembatan ditentukan sebagai berikut :

1. Umur dan Kondisi Jembatan
2. Planning dan Monitoring

3. Proses Inspeksi Jembatan
4. Manajemen Informasi

Setelah dilakukan peninjauan umur dan kondisi Gladak Kembar, dilakukan proses monitoring jembatan. Proses monitoring jembatan sendiri menurut ketiga lembaga tersebut ditentukan sebagai berikut :

- a. Perencanaan Jangka Panjang,
- b. Mengukur Performa,
- c. Infrastruktur.

Dari jurnal ilmiah dan makalah yang dirangkum dari lembaga-lembaga tersebut, disimpulkan kriteria-kriteria yang digunakan untuk menentukan nilai defisiensi jembatan. Kriteria tersebut adalah sebagai berikut :

1. Evaluasi umur jembatan,
2. Nilai lendut jembatan,
3. Kerusakan struktur jembatan.

3.4 Pengumpulan Data

Metodologi penelitian memberikan penjelasan tentang kerangka pemikiran, hipotesa pemikiran, pemilihan metode dalam penelitian yang akan dilakukan. Dalam penelitian ini, penulis menggunakan metodologi penelitian dengan cara peninjauan lapangan, dan analisa arsip.

Dalam Pelaksanaannya, proyek jembatan yang akan ditinjau akan dibandingkan dengan desain perencanaannya sebelum kemudian dikenai faktor-faktor yang berpengaruh lainnya terhadap penurunan nilai efisiensi jembatan yang ditinjau. Penulis sebagai peninjau akan menggunakan arsip yang diperoleh dari Ditjen Bina Marga, Universitas Politeknik Hongkong, Departemen Jalan Raya Hong Kong dan *Auditor General of Newfoundland and Labrador*.

3.4.1 Jenis-jenis Data

3.4.1.1 Data Primer

Data primer adalah data yang didapat dari hasil pengamatan secara langsung. Data primer berperan sebagai pertimbangan utama dalam studi untuk menentukan defisiensi struktur jembatan ini. Tipe-tipe data primer yang digunakan adalah tingkat lendutan jembatan saat kondisi jembatan pada keadaan penuh dan foto-foto struktur dan infrastruktur jembatan.

3.4.1.2 Data Sekunder

Data sekunder di studi ini adalah data yang didapatkan tidak secara langsung, data ini berupa data gambar jembatan. Dari gambar jembatan ini didapatkan data lebar, panjang bentang, dan struktur asli jembatan pre-renovasi.

3.5 Metode Analisis Data

3.5.1 Data Primer

Hasil pengamatan secara langsung di lapangan dikategorikan sebagai data primer, dalam tipe data ini, terdapat dua klasifikasi metode yang digunakan dalam penelitian. Yang pertama adalah perhitungan lendutan maksimal jembatan dan yang kedua adalah peninjauan langsung struktur atas menggunakan foto.

Berdasar hasil observasi, jembatan Gladak Kembar dibagi menjadi 2 sisi yang terpisah oleh abutmen di bagian tengah jembatan. Secara bertahap, sisi A jembatan mengalami lendutan yang lebih besar daripada sisi B karena *traffic* lebih padat akibat adanya simpang bersinyal. Sisi inilah yang dijadikan objek penelitian lendutan.

Jembatan didesain sedemikian rupa agar lendutan akibat beban hidup ditambah beban impact tidak melebihi $1/800$ panjang bentang. Namun untuk jembatan di daerah perkotaan yang sebagian juga digunakan oleh pejalan kaki, lendutan tidak boleh melebihi $1/1000$ dari panjang bentang (Xanthakos, 1994). Untuk Gladak Kembar ini, akan digunakan kriteria defleksi = $1/1000$ panjang bentang,

karena jembatan terdapat di daerah perkotaan. Bentang jembatan yang dihitung tidak sebesar 63 meter, tetapi 30 meter. Hal ini dikarenakan tiap sisi jembatan mempunyai panjang 30 meter yang dipisahkan oleh slab beton sepanjang 3 meter di atas abutmen tengah. Dengan demikian, cara yang digunakan untuk pengamatan lendutan pada struktur jembatan adalah : bentang 30 meter : $1/1000 \times 3000\text{cm} = 3,0 \text{ cm}$. Ini berarti lendutan jembatan Gladak Kembar tidak boleh melebihi 3,0 cm.

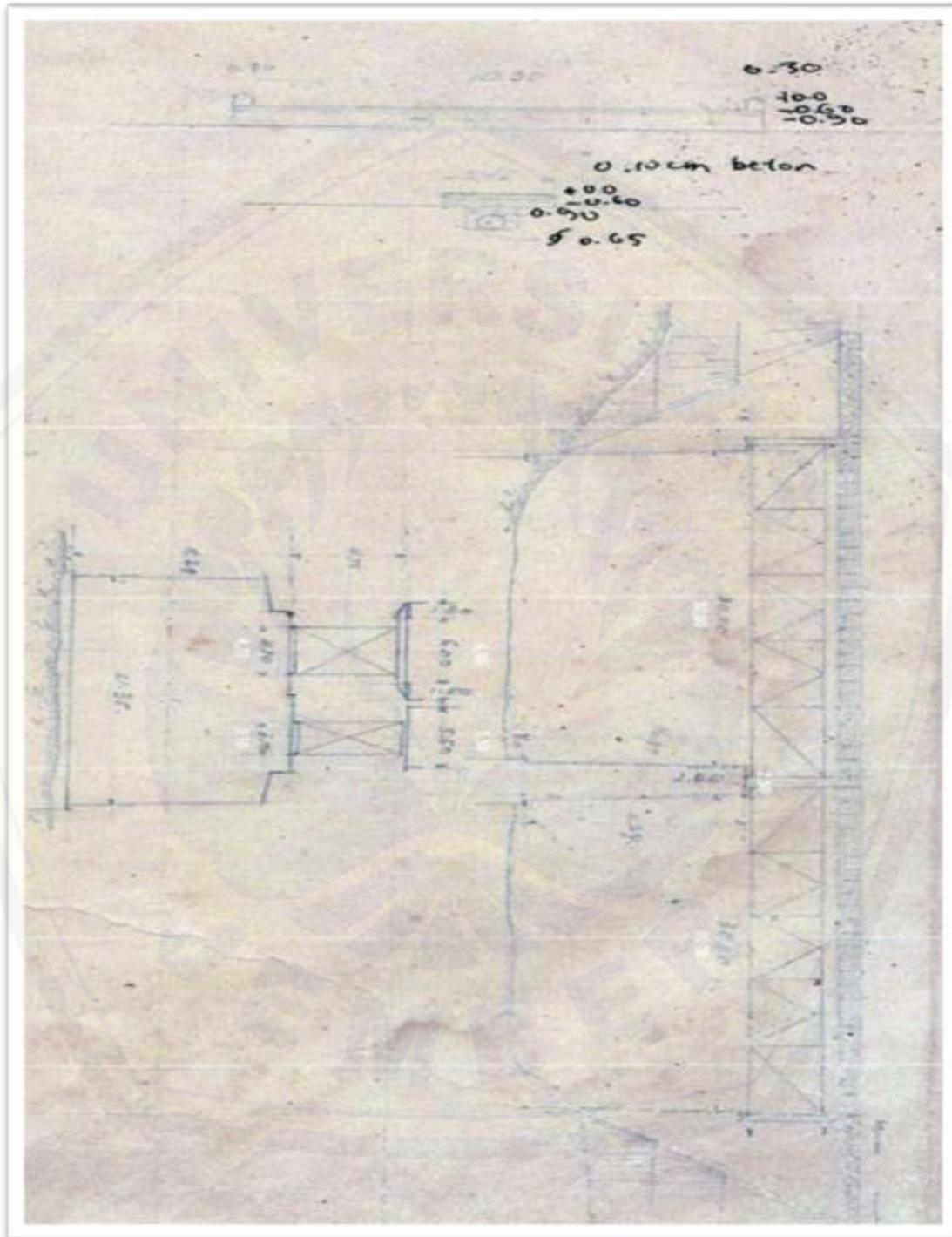
Untuk menentukan jumlah lendutan maksimum jembatan, digunakan metode penghitungan menggunakan Total Station yang dilakukan di titik jembatan yang memiliki beban hidup terbesar akibat lampu lalu lintas, yaitu sisi A. Perhitungan juga dilakukan saat kendaraan yang berada di atas jembatan mencapai jumlah terbanyak, memungkinkan jembatan mencapai beban layan terbesar yang mengakibatkan lendutan berada di titik maksimal.

Berikut pendekatan yang dilakukan guna mencari lendutan maksimum jembatan Gladak Kembar :

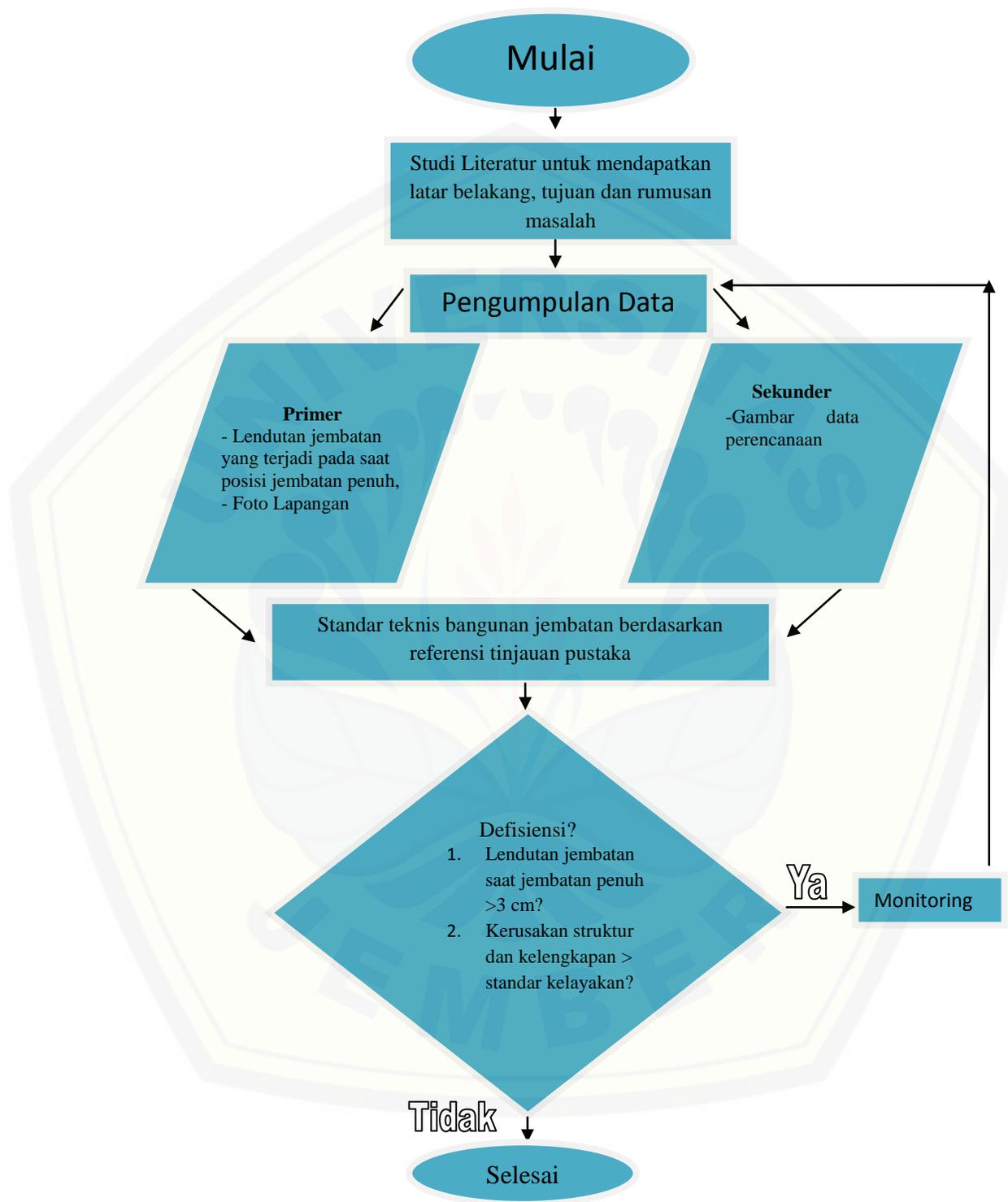
- a. Mencari kondisi jembatan di sisi A saat mencapai kondisi penuh.
- b. Pada saat kondisi jembatan penuh, dilakukan pembacaan penurunan jembatan dengan Total Station.
- c. Data yang didapat dicari jumlah penurunan terbesar yang dialami jembatan.
- d. Dilakukan perhitungan menggunakan AutoCAD untuk mengkonversi derajat penurunan jembatan menjadi satuan centimeter.
- e. Membandingkan hasil perhitungan dengan batas maksimal lendutan.

3.5.2 Data Sekunder

Data yang didapat dari Dinas Pekerjaan Umum Jember. Data ini berupa *blueprint* gambar perencanaan Gladak Kembar yang dibangun pada 1951. Dalam pengerjaan Tugas Akhir ini, data yang dilampirkan sebagai Gambar 3.3 ini digunakan sebagai tolak ukur perbandingan di lapangan yang termasuk di dalam katagori data primer.



Gambar 3.2 Gambar perencanaan jembatan 1951 dari PU Bina Marga Jember



Gambar 3.3 Sistematisa penelitian dalam pengerjaan Tugas Akhir

3.6 Analisis Defisiensi

Data-data yang didapat dari gabungan data primer dan data sekunder, akan dievaluasi untuk menentukan kinerja defisiensi Gladak Kembar. Secara garis besar, cara yang digunakan adalah sebagai berikut :

- a. Memperkirakan umur sisa jembatan dengan menganalisa struktur awal perencanaan jembatan,
- b. Meninjau kelayakan jembatan berdasar besar lendutan jembatan,
- c. Meninjau kerusakan struktur jembatan berdasarkan foto-foto yang didapat di lapangan,
- d. Dari data yang dihimpun, kemudian dibandingkan dengan standar teknis bangunan jembatan berdasarkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 36 Tahun 2006 Tentang Jalan, Peraturan Menteri PU dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia No. 03/PRT/M/2015, Prosedur Operasional Standar Penyampaian DED Perencanaan Teknik Jembatan terbitan Direktorat Jenderal Bina Marga 2009, *Auditor General of Newfoundland and Labrador (Canada)*, *The Hong Kong Polytechnic University and Hong Kong Highways Department*.