

**PEMODELAN PENGAMBILAN KEPUTUSAN UNTUK
PRIORITAS PERBAIKAN JEMBATAN
DI INDONESIA**

TESIS



Oleh:

**Antonius Aldy Winoto
8101901035**

Pembimbing: Andreas Franskie Van Roy, S.T., M.T., Ph.D.

**PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
BANDUNG
FEBRUARI 2022**

**PEMODELAN PENGAMBILAN KEPUTUSAN UNTUK
PRIORITAS PERBAIKAN JEMBATAN
DI INDONESIA**

TESIS



Oleh:

**Antonius Aldy Winoto
8101901035**

Pembimbing: Andreas Franskie Van Roy, S.T., M.T., Ph.D.

**PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
BANDUNG
FEBRUARI 2022**

HALAMAN PENGESAHAN

**PEMODELAN PENGAMBILAN KEPUTUSAN UNTUK
PRIORITAS PERBAIKAN JEMBATAN
DI INDONESIA**



**NAMA : ANTONIUS ALDY WINOTO
NPM : 8101901035**

PEMBIMBING: **Andreas Franskie Van Roy, Ph.D.**^{28/2/22}
PENGUJI 1: **Dr. Eng. Mia Wimala, S.T., M.T**⁰¹⁰³⁶²
PENGUJI 2: **Dr. Felix Hidayat, S.T., M.T.**^{1/3/22}

**PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
BANDUNG
FEBRUARI 2022**

LEMBAR PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Antonius Aldy Winoto
Tempat, tanggal lahir : Semarang, 25 September 1998
NPM : 8101901035
Judul Tesis :

PEMODELAN PENGAMBILAN KEPUTUSAN UNTUK PRIORITAS PERBAIKAN JEMBATAN DI INDONESIA

Dengan,

Dosen Pembimbing : Andreas Franskie Van Roy, Ph.D.

SAYA NYATAKAN

Adalah benar-benar karya tulis saya sendiri dan bebas plagiat;

1. Adapun yang tertuang pada bagian dari karya tulis saya ini yang merupakan karya orang lain (baik berupa buku, karya tulis, materi perkuliahan, penelitian mahasiswa lain, atau bentuk lain), telah selayaknya saya kutip, sadur, atau tafsir dan dengan jelas telah melampirkan sumbernya pada daftar lampiran.
2. Bahwa tindakan melanggar hak cipta dan yang disebut dengan plagiat merupakan pelanggaran akademik yang sanksinya dapat berupa peniadaan pengakuan atas karya ilmiah dan kehilangan hak keserjanaan.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan penuh kesadaran dan tanpa paksaan dari pihak manapun.

Pasal 25 Ayat (2) UU No. 20 Tahun 2003: Lulusan perguruan tinggi yang karya ilmiahnya digunakan untuk memperoleh gelar akademik, profesi, atau vokasi terbukti merupakan jiplakan dicabut gelarnya.
Pasal 70: Lulusan yang karya ilmiahnya yang digunakan untuk mendapatkan gelar akademi, profesi, atau vokasi sebagaimana dimaksud dalam Pasal 25 ayat (2) terbukti merupakan jiplakan dipidana dengan pidana penjara paling lama dua tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp 200.000.000.

Bandung, 12 Februari 2022



Antonius Aldy Winoto

PEMODELAN PENGAMBILAN KEPUTUSAN UNTUK PRIORITAS PERBAIKAN JEMBATAN DI INDONESIA

Antonius Aldy Winoto
NPM: 8101901035

Pembimbing: Andreas Franskie Van Roy, Ph.D.

UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
BANDUNG
Februari 2022

ABSTRAK

Pemeliharaan dan perbaikan jembatan adalah hal yang tidak bisa dihindari pada operasional sebuah jembatan dalam upaya menjaga kondisinya agar tetap laik operasi. Indonesia memiliki ratusan ribu jembatan yang masih aktif digunakan. Permasalahan klasik pada pengelolaan infrastruktur, seperti halnya jembatan, adalah dengan jumlah yang banyak umumnya tidak diimbangi dengan anggaran pemeliharaan jembatan yang mencukupi. Untuk itu strategi pelaksanaan pemeliharaan dan perbaikan dengan menyusun prioritas menjadi satu-satunya pendekatan yang logis. Untuk mendapatkan skala prioritas diperlukan sebuah mekanisme penilaian. Penilaian yang digunakan Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (PUPR) khususnya bidang Bina Marga adalah berdasarkan sistem pengelolaan dan pemeliharaan jembatan yaitu *Bridge Management System* (BMS) 1993. Dengan BMS 1993, kondisi jembatan direpresentasikan dengan Nilai Kondisi (NK) jembatan. Pada penelitian ini atas dasar NK eksisting dilakukan prediksi nilai NK ke depan. Model prediksi yang dikembangkan adalah dengan model regresi. Model regresi yang dibuat digabungkan dengan *k-fold cross validation* untuk dapat meningkatkan tingkat akurasi model. Model yang dikembangkan menghasilkan model regresi untuk semua variabel nilai kondisi dengan persentase *error* yang rendah yaitu pada kisaran MAPE = 10% dan RMSE 0,15. Selanjutnya uji signifikansi dengan ANOVA juga dilakukan untuk menguji pengaruh variabel independen terhadap variabel dependen, termasuk pengujian pada *model fit* untuk menunjukkan model yang dihasilkan tidak mengalami *overfitting* dan/atau *underfitting*. Penilaian skala prioritas jembatan dilakukan dengan metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP) dimana digunakan kriteria nilai kondisi jembatan, aspek teknis jembatan, kepadatan lalu lintas jembatan, dan material jembatan. Berdasarkan hasil perhitungan didapatkan model AHP yang konsisten dengan nilai CR = 0,005. Model AHP telah divalidasi dengan metode wawancara narasumber ahli dan hasil perhitungan model kemudian di validasi dengan data aktual pelaksanaan pemeliharaan jembatan dari situs resmi Layanan Pengadaan Secara Elektronik (LPSE).

Kata kunci: *Cross Validation*, Prioritisasi, Pemeliharaan Jembatan, AHP

DECISION MAKING MODEL FOR BRIDGE MAINTENANCE PRIORITIZATION IN INDONESIA

Antonius Aldy Winoto
NPM: 8101901035

Advisor: Andreas Franskie Van Roy, Ph.D.

PARAHYANGAN CATHOLIC UNIVERSITY
DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING
BANDUNG
February 2022

ABSTRACT

Bridge maintenance and repair cannot be avoided in the operation of a bridge in an effort to maintain its operating condition. Indonesia has hundreds of thousands of bridges that are still actively used. The classic problem with managing infrastructure, such as bridges, is that large numbers are generally not matched by an adequate bridge maintenance budget. Therefore, the strategy for implementing maintenance and repairs by setting priorities is the only logical approach. To get a priority scale, an assessment mechanism is needed. The assessment used by the Ministry of Public Works and Public Housing (PUPR), especially in the Bina Marga sector, is based on the bridge management and maintenance system, namely the 1993 Bridge Management System (BMS). With the 1993 BMS, the condition of the bridge is represented by the Bridge Condition Value (NK). In this study, based on the existing Condition Rating, predictions of future Condition Rating values were carried out. The prediction model developed is the regression model. The regression model created is combined with k-fold cross validation to increase the level of model accuracy. The developed model produces a regression model for all condition value variables with a low percentage of error, namely in the range of MAPE = 10% and RMSE 0.15. Furthermore, the significance test with ANOVA was also carried out to test the effect of the independent variable on the dependent variable, including testing on the fit model to show that the resulting model did not experience overfitting and/or underfitting. The assessment of the bridge priority scale is carried out using the Analytical Hierarchy Process (AHP) method where the criteria for bridge condition values, bridge technical aspects, bridge traffic density, and bridge materials are used. Based on the calculation results, the AHP model is consistent with the value of CR = 0.005. The AHP model has been validated by interviewing expert sources and the results of the model calculations are then validated with actual data on the implementation of bridge maintenance from the official website of the Electronic Procurement Service (LPSE).

Key Words: Cross Validation, Prioritization, Bridge Maintenance, AHP

PRAKATA

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yesus Yang Maha Baik atas berkat dan kasih-Nya yang melimpah sehingga karya tulis ilmiah berjudul “Pemodelan Pengambilan Keputusan untuk Prioritas Perbaikan Jembatan di Indonesia” dapat diselesaikan dengan baik. Adapun tujuan dari penulisan tesis ini adalah sebagai salah satu syarat wajib dalam menyelesaikan pendidikan S2.

Dalam proses penyusunan karya tulis ilmiah ini penulis menyadari bahwa tesis ini akan berjalan begitu berat dan melelahkan tanpa adanya dukungan, bimbingan, dan bantuan dari berbagai pihak, oleh karena itu pada kesempatan ini dengan kerendahan hati, penulis ingin menyampaikan ucapan terimakasih serta apresiasi yang tinggi kepada semua pihak yang turut serta dalam penyusunan tesis ini, khususnya:

1. Orang tua penulis, Paulus Herijanto Winoto dan Odilia Wijaya yang tak henti-hentinya memberi dukungan dan semangat yang sungguh sangat berarti bagi penulis dalam menyelesaikan tesis ini. Tesis ini sebagai bentuk persembahan untuk kebaikan hati kalian.
2. Bapak Andreas Franskie Van Roy, Ph.D. selaku dosen pembimbing yang telah banyak berperan dalam memberi masukan, pandangan, ilmu, waktu untuk berdiskusi, pola pikir, gagasan, pengalaman serta dukungan semangat yang berarti dalam perjalanan menyelesaikan penelitian ini.
3. Ibu Dr. Eng. Mia Wimala, S.T., M.T. sudah banyak memberi masukan dan saran untuk menyempurnakan tesis ini serta senantiasa mendukung penulis untuk menyelesaikan tesis ini.
4. Dr. Felix Hidayat, S.T., M.T. yang telah memberikan saran dan masukan untuk penyelesaian serta penyempurnaan tesis ini.
5. Bapak Risma Putra yang telah bersedia menjadi Narasumber Ahli dan membantu banyak hal dalam memberi masukan, penjelasan, dan saran yang membangun.

6. Michelle Indira, S.Ars. yang ikut serta membantu dan memberi dukungan yang tiada hentinya bagi penulis sehingga akhirnya bisa menyelesaikan penelitian ini dengan baik.
7. Kevin Martandi Setianto, S.T., M.T., yang telah memberi dukungan pada penulis dan membantu meringankan beban penulis di kantor selama penulis berkonsentrasi untuk menyelesaikan tesis ini.
8. Januar Jeremy, S.T. yang telah memberikan dukungan dan bantuan dalam penyelesaian tesis ini.
9. Pihak-pihak lain yang telah memberi dukungan dan semangat pada penulis yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa tesis ini masih jauh dari kesempurnaan, oleh karena itu penulis mohon maaf apabila selama proses penyusunan terdapat hal-hal yang tidak berkenan. Penulis juga berharap agar tesis ini dapat berguna bukan hanya bagi penulis, tetapi bagi seluruh pihak yang membacanya.

Bandung, 12 Februari 2022



Antonius Aldy Winoto

DAFTAR ISI

ABSTRAK	
ABSTRACT	
PRAKATA	i
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR GAMBAR	v
DAFTAR TABEL	vii
BAB 1 PENDAHULUAN	1-1
1.1. Latar Belakang	1-1
1.2. Rumusan Masalah	1-4
1.3. Tujuan Penelitian	1-4
1.4. Pembatasan Masalah	1-4
1.5. Manfaat Penelitian	1-5
1.6. Sistematika Penulisan	1-5
BAB 2 STUDI LITERATUR	2-1
1.1. Jembatan	2-1
1.1.1. Pengertian	2-1
1.1.2. Klasifikasi Jembatan	2-1
1.2. <i>Bridge Management System</i> (BMS)	2-8
1.3. Model Regresi	2-17
1.3.1. Model Regresi Berdasarkan Jenis Variabel Input	2-17
1.3.2. Model Regresi Untuk Perkiraan Nilai Kondisi Jembatan	2-19
1.3.3. Ukuran <i>Error</i> Pada Model Regresi	2-22
1.3.4. Model <i>Overfitting</i> dan <i>Underfitting</i>	2-24
1.4. Validasi Silang (<i>Cross Validation</i>)	2-24
1.4.1. Validasi Silang (<i>Cross Validation</i>) Secara Umum	2-24
1.4.2. Jenis <i>Cross Validation</i>	2-25
1.4.3. <i>K-Fold Cross Validation</i>	2-25
1.5. <i>Analytical Hierarchy Process</i> (AHP)	2-26
1.5.1. Jenis AHP	2-27
1.5.2. Penentuan Skala Prioritas dalam Metode AHP	2-27
1.5.3. Konsistensi dalam Metode AHP	2-28
1.5.4. Kelebihan dan Kelemahan Metode AHP	2-29

1.5.5. AHP untuk Penentuan Prioritas Perbaikan Jembatan.....	2-31
BAB 3 METODE PENELITIAN	3-1
3.1. Umum.....	3-1
3.2. Pengumpulan Data	3-2
3.2.1. Data Jembatan	3-2
3.2.2 Model Regresi Nilai Kondisi Jembatan.....	3-3
3.3 Pembuatan Model Regresi dengan <i>Cross Validation</i>	3-3
3.4. Perhitungan Akurasi Model dan Ukuran <i>Error</i>	3-4
3.5. Uji ANOVA	3-4
3.6. Pengujian Model Fit	3-4
3.7. Pemodelan Pengambilan Keputusan	3-4
3.8 Perumusan Hasil Penelitian.....	3-5
3.9 Perumusan Kesimpulan dan Saran	3-5
BAB 4 ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN	4-1
4.1 Model Regresi	4-1
4.1.1 Pemilahan Data untuk <i>Cross Validation</i>	4-1
4.1.2 Skema <i>Cross Validation</i> dan Pemilihan Model Regresi	4-2
4.1.3 Model Regresi Terpilih.....	4-6
4.1.4 Validasi Model Regresi	4-11
4.1.5 Uji ANOVA.....	4-14
4.1.6 Pengecekan <i>Overfitting</i> dan <i>Underfitting</i> Model Regresi	4-16
4.2 Skala Prioritas Perbaikan Jembatan	4-18
4.2.1 Pemilihan Kriteria Perbaikan Jembatan	4-18
4.2.2. Model AHP Skala Prioritas Perbaikan Jembatan	4-24
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	5-1
5.1 Kesimpulan.....	5-1
5.2 Saran.....	5-2
DAFTAR PUSTAKA.....	xiv
LAMPIRAN 1 Model Regresi.....	xvii
LAMPIRAN 2 Validasi Model Regresi	xxxix
LAMPIRAN 3 Data Responden Model AHP.....	xxxvii
LAMPIRAN 4 Transkrip Wawancara.....	xliii

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Korelasi Penurunan Kinerja dan Usia Jembatan (Sudradjat, 2015)	1-1
Gambar 1.2 Dampak Pemeliharaan Pada Usia Jembatan (Pusjatan, 2019)	1-2
Gambar 2.1 Jembatan Gelagar Kayu (Moeljono, 2015)	2-2
Gambar 2.2 Jembatan Pasangan Batu (Moeljono, 2015)	2-2
Gambar 2.3 Jembatan Balok Biasa (Meojono, 2015)	2-4
Gambar 2.4 Jembatan Balok Monolit Beton Bertulang (Moeljono, 2015)	2-5
Gambar 2.5 Jembatan Komposit Baja-Beton (Moeljono, 2015)	2-5
Gambar 2.6 Hirarki AHP oleh Omuspunggu	2-12
Gambar 2.7 Hirarki AHP oleh Saito	2-13
Gambar 2.8 Hirarki AHP oleh Fitriani	2-13
Gambar 2.9 Kurva Regresi Polinomial NK Jembatan Tanpa Pemilahan Data	2-20
Gambar 2.10 Kurva Regresi Polinomial Rata-Rata NK Jembatan Tanpa Pemilahan Data	2-20
Gambar 2.11 Kurva Regresi Polinomial Rata-Rata NK Jembatan Dengan Pemilahan Data	2-21
Gambar 2.12 Grafik Usia vs NK Klasifikasi B Jembatan Tahun 2014	2-22
Gambar 2.13 Underfitted, Robust, dan Overfitted Model	2-24
Gambar 2.14 4-Fold Cross Validation (Wikipedia, 2019)	2-26
Gambar 2.15 Matriks Perbandingan Berpasangan (Saaty, 1977)	2-28
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	3-1
Gambar 3.2 Contoh Data Penelitian (Kementrian PUPR, 2019)	3-2
Gambar 3.3 Contoh Model Regresi (Yonatan, dkk., 2020)	3-3
Gambar 4.1 Model Regresi Polynomial	4-3
Gambar 4.2 Model Regresi Linear	4-3
Gambar 4.3 Model Regresi dengan Pemilahan untuk Perkiraan NK BA	4-6
Gambar 4.4 Model Regresi dengan Pemilahan untuk Perkiraan NK BB	4-7
Gambar 4.5 Model Regresi dengan Pemilahan untuk Perkiraan NK LNT	4-8
Gambar 4.6 Model Regresi dengan Pemilahan untuk Perkiraan NK DAS	4-9
Gambar 4.7 Model Regresi dengan Pemilahan untuk Perkiraan NK JBT	4-10
Gambar 4.8 Model Fit NK BA	4-16

Gambar 4.9 Model Fit NK BB.....	4-17
Gambar 4.10 Model Fit NK LNT	4-17
Gambar 4.11 Model Fit NK DAS	4-17
Gambar 4.12 Model Fit NK JBT	4-18
Gambar 4.13 Penurunan NK Berdasarkan Material (Cavaline et al, 2015).....	4-22
Gambar 4.14 Hirarki Kriteria dan Sub Kriteria	4-23

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penilaian Nilai Kondisi Jembatan (Pusjatan, 2019)	2-9
Tabel 2.2 Interpretasi Nilai Kondisi Jembatan (Pusjatan, 2019).....	2-9
Tabel 2.3 Kriteria Penilaian Prioritas Penanganan Jembatan BMS	2-10
Tabel 2.4 Kriteria Penilaian Prioritas Penanganan Jembatan di Malaysia.....	2-10
Tabel 2.5 Kriteria Penilaian Prioritas Penanganan Jembatan di Belanda	2-10
Tabel 2.6 Kriteria Penilaian Prioritas Penanganan Jembatan di Chile.....	2-11
Tabel 2.7 Kriteria dan Sub Kriteria Berpengaruh oleh Rahmatika	2-11
Tabel 2.8 Kriteria dan Sub Kriteria Berpengaruh oleh Suhatyana.....	2-12
Tabel 2.9 Kriteria dan Sub Kriteria Berpengaruh oleh Yari	2-14
Tabel 2.10 Kriteria dan Sub Kriteria Berpengaruh oleh Echaveguren et al	2-15
Tabel 2.11 Kriteria dan Sub Kriteria Berpengaruh oleh Daous et al.....	2-15
Tabel 2.12 Kriteria dan Sub Kriteria Berpengaruh oleh Andriulo et al	2-16
Tabel 2.13 Kriteria dan Sub Kriteria Berpengaruh oleh Hariman et al.....	2-17
Tabel 2.14 Skala Perbandingan Berpasangan	2-21
Tabel 2.15 Skala Perbandingan Berpasangan	2-22
Tabel 2.16 Interpretasi Nilai MAPE (Lewis, 1982)	2-23
Tabel 2.17 Interpretasi Nilai RMSE.....	2-24
Tabel 2.18 Skala Perbandingan Berpasangan	2-27
Tabel 2.19 Nilai Random Index (RI).....	2-29
Tabel 2.20 Rating AADT Jembatan (Echaveguren, 2010).....	2-32
Tabel 2.21 Rating Panjang Jembatan (Echaveguren, 2010).....	2-32
Tabel 2.22 Rating Usia Jembatan (Echaveguren, 2010)	2-32
Tabel 2.23 Rating Lebar Jembatan (Bina Marga, 2004)	2-32
Tabel 3.1 Interpretasi Kode Variabel Nilai Kondisi (NK) Jembatan	3-2
Tabel 4.1 Pemilahan Data Untuk Cross Validation.....	4-1
Tabel 4.2 Fungsi Random Untuk Pemilahan Dataset.....	4-2
Tabel 4.3 Skema 5-Fold Cross Validation Nilai Kondisi Jembatan.....	4-2
Tabel 4.4 Pemilihan Model Regresi NK BA.....	4-4
Tabel 4.5 Pemilihan Model Regresi NK BB.....	4-4
Tabel 4.6 Pemilihan Model Regresi NK LNT.....	4-4

Tabel 4.7 Pemilihan Model Regresi NK DAS.....	4-4
Tabel 4.8 Pemilihan Model Regresi NK JBT	4-5
Tabel 4.9 Model Terpilih.....	4-5
Tabel 4.10 Ukuran Error Pada Model Regresi NK BA	4-6
Tabel 4.11 Ukuran Error Pada Model Regresi NK BB	4-7
Tabel 4.12 Ukuran Error Pada Model Regresi NK LNT	4-8
Tabel 4.13 Ukuran Error Pada Model Regresi NK DAS.....	4-9
Tabel 4.14 Ukuran Error Pada Model Regresi NK JBT	4-10
Tabel 4.15 Validasi Model Regresi NK BA	4-11
Tabel 4.16 Validasi Model Regresi NK BB	4-11
Tabel 4.17 Validasi Model Regresi NK LNT	4-12
Tabel 4.18 Validasi Model Regresi NK DAS.....	4-12
Tabel 4.19 Validasi Model Regresi NK JBT	4-13
Tabel 4.20 Rekapitulasi Hasil Validasi Model Regresi	4-14
Tabel 4.21 Uji ANOVA NK BA.....	4-15
Tabel 4.22 Uji ANOVA NK BB.....	4-15
Tabel 4.23 Uji ANOVA NK LNT	4-15
Tabel 4.24 Uji ANOVA NK DAS	4-15
Tabel 4.25 Uji ANOVA NK JBT	4-16
Tabel 4.26 Tabel Rangkuman Kriteria dari Studi Literatur	4-20
Tabel 4.27 Matriks Perbandingan Bobot Kriteria.....	4-24
Tabel 4.28 Matriks Bobot Prioritas Kriteria	4-25
Tabel 4.29 Matriks Ternormalisasi Bobot Prioritas Kriteria	4-25
Tabel 4.30 Matriks Ternormalisasi Bobot Prioritas Kriteria	4-26
Tabel 4.31 Data Jembatan Studi Kasus.....	4-27
Tabel 4.32 Tabel Perhitungan Bobot Prioritas Perbaikan Jembatan.....	4-27
Tabel 4.33 Tabel Prioritas Perbaikan Jembatan.....	4-28
Tabel 4.34 Hasil Komparasi Prioritas.....	4-29

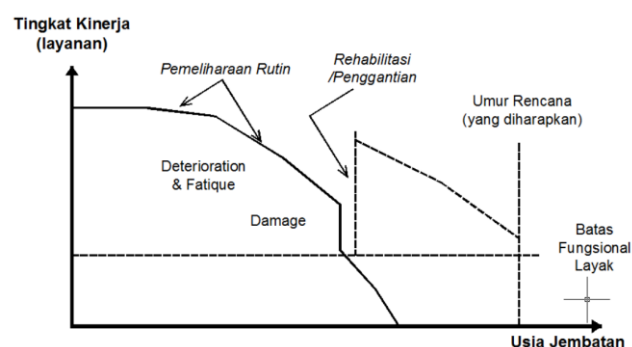
BAB 1

PENDAHULUAN

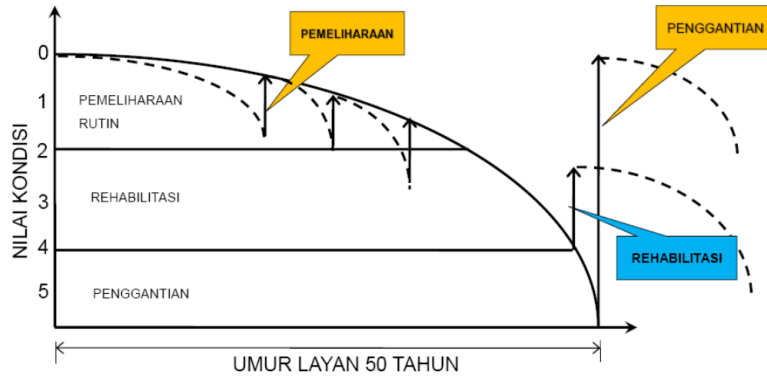
1.1. Latar Belakang

Indonesia memiliki ribuan jembatan yang masih aktif digunakan untuk berbagai macam keperluan transportasi, mulai dari transportasi orang hingga logistik. Dari data yang diperoleh dari Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (PUPR) pada tahun 2019 ada sebanyak 18.649 jembatan yang tersebar di seluruh penjuru Indonesia. Jembatan merupakan infrastruktur yang penting dari suatu sistem jaringan jalan. Jembatan adalah sarana transportasi yang berfungsi untuk lalulintas kendaraan, agar lalu lintas tersebut tidak terputus atau bisa mengurangi terjadinya kemacetan. Dengan demikian jembatan harus selalu dalam keadaan baik dan terpelihara (Sudradjat, 2015).

Penelitian terhadap pemeliharaan dan pengelolaan jembatan telah berlangsung selama beberapa dekade (Austroads, 2002). Melakukan evaluasi alternatif rehabilitasi dan penggantian jembatan adalah salah satu tugas utama di bidang pemrograman perbaikan jalan raya karena jembatan memainkan peran penting secara strategis untuk kesejahteraan seluruh jaringan jalan raya (Saito, 1987). Kebutuhan akan pemeliharaan jembatan akan semakin tinggi seiring dengan bertambahnya usia jembatan. Jika digambarkan kinerja suatu jembatan akan menurun seiring dengan pertambahan waktu selama melayani beban lalu lintas di atasnya (Aktan, 1996). Korelasi antara penurunan kinerja jembatan dan usia jembatan dapat disajikan dalam bentuk grafik sebagai berikut:



Gambar 1.1 Korelasi Penurunan Kinerja dan Usia Jembatan (Sudradjat, 2015)



Gambar 1.2 Dampak Pemeliharaan Pada Usia Jembatan (Pusjatan, 2019)

Dengan adanya keperluan untuk melakukan pemeliharaan dan perbaikan jembatan sebagai akibat dari penurunan kinerja jembatan, maka diperlukan juga standar atau acuan dalam penentuan prioritas perbaikan jembatan di Indonesia. Kondisi keterbatasan anggaran pembiayaan pembangunan juga akhirnya menjadikan skala prioritas menjadi syarat awal penyusunan suatu kegiatan pemeliharaan dan/atau perbaikan jembatan (Minesa et al, 2014). Kerusakan jembatan yang berlangsung semakin lama berbanding lurus dengan jumlah biaya yang harus dikeluarkan untuk memperbaikinya (Fitriani, 2019). Penggunaan bangunan yang tidak didukung dengan pemeliharaan yang tepat merupakan salah satu penyebab kegagalan bangunan tak terkecuali jembatan (Joni, 2017). Selain biaya, kerusakan jembatan yang terlambat ditangani dapat berujung pada kegagalan bangunan jembatan yang berpotensi memakan korban jiwa dan merugikan masyarakat. Tomas Echaveguren et al pada tahun 2010 menyebutkan bahwa, pembangunan jembatan tanpa didampingi dengan pemeliharaan yang tepat sasaran seringkali menjadi penyebab keruntuhan jembatan di Chile. Maka, diperlukanya sebuah instrumen yang akurat untuk membantu mewujudkan keamanan dan kenyamanan penggunaan jembatan bagi masyarakat.

Dalam usaha mendapatkan skala prioritas perbaikan jembatan diperlukan sebuah penilaian yang harus dilakukan. Penilaian yang dilakukan akan berdampak signifikan pada keputusan yang akan diambil terhadap pemeliharaan jembatan (Hasan et al, 2015). Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (PUPR) khususnya bidang Bina Marga menggunakan sistem pengelolaan dan pemeliharaan jembatan yaitu *Bridge Management System* (BMS) 1993 yang menilai jembatan

sebagai objek dalam penentuan kondisinya (Hariman et al, 2007). Proses penilaian yang dilakukan berupa *screening* secara teknis, berdasarkan Nilai Kondisi (NK) jembatan dan secara ekonomi. Hasil dari kedua proses penilaian ini digunakan untuk mendapatkan peringkat program pekerjaan (Ompusunggu, 2009). NK sendiri merupakan gambaran nilai kondisi saat pelaksanaan survei terhadap jembatan. Dalam penyusunan program pekerjaan pemeliharaan ke depan, NK perlu dapat diperkirakan. Untuk itu ada kebutuhan bahwa NK harus dapat diprediksikan. Salah satu model umum melakukan proses prediksi adalah pendekatan regresi yang melakukan prediksi variabel dependen kontinu dari sejumlah variabel independen (Princeton, 2007). Sementara pendekatan regresi sendiri perlu divalidasi bagi pengujian kecocokan model tersebut. *Cross validation* adalah salah satu teknik validasi model regresi yang berguna untuk menilai bagaimana hasil statistik analisis dari model regresi akan menggeneralisasi kumpulan data independen. Teknik ini utamanya digunakan untuk melakukan prediksi dan memperkirakan seberapa akurat model regresi tersebut. (Berrar, 2018).

Sementara itu penetapan program kerja tidak melulu atas NK. Terdapat berbagai aspek lain dari jembatan juga dapat digunakan sebagai pertimbangan untuk melakukan penentuan prioritas perbaikan jembatan seperti aspek teknis (panjang, lebar, usia jembatan, jenis fondasi, dan sebagainya), aspek ekonomi (tingkat pencapaian program, potensi pengembangan wilayah, dan sebagainya), aspek lalu lintas (aksesibilitas, kejenuhan lalu lintas, kepadatan lalu lintas, dan sebagainya), dan berbagai aspek lainnya. Untuk mendukung BMS, dapat digunakan model dan metode untuk pengambilan keputusan untuk menentukan penanganan jembatan secara komprehensif khususnya dalam penentuan urutan skala prioritas penanganan pemeliharaan jembatan (Rakhmatika et al, 2017). Maka, secara garis besar diperlukan suatu metode untuk melakukan pengambilan keputusan guna mewujudkan skala prioritas penanganan pemeliharaan jembatan yang dapat mengakomodasi variabel-variabel yang berpengaruh terhadap pemeliharaan jembatan.

Berdasarkan dari uraian pada paragraf-paragraf sebelumnya, penelitian ini mengangkat topik Pemodelan Pengambilan Keputusan Untuk Prioritas Perbaikan Jembatan Di Indonesia guna mewujudkan model yang dapat mengakomodasi

seluruh variabel yang berpengaruh dan mewujudkan skala prioritas perbaikan jembatan di Indonesia.

1.2. Rumusan Masalah

Masalah yang akan dibahas pada penelitian ini adalah penurunan kinerja jembatan seiring bertambahnya usia dan keterbatasan anggaran untuk melakukan perbaikan menyebabkan diperlukannya skala prioritas penanganan dan pemeliharaan jembatan. Selain dapat membantu pemerintah dalam menentukan alokasi pemeliharaan dan perbaikan jembatan yang lebih akurat, diperlukan skala prioritas pemeliharaan dan perbaikan jembatan yang tepat guna membantu mencegah terjadinya keruntuhan jembatan guna membantu mewujudkan fasilitas transportasi jembatan yang lebih aman bagi masyarakat.

1.3. Tujuan Penelitian

Dari rumusan masalah yang telah diuraikan, maka tujuan pada penelitian ini adalah:

1. Memprediksi Nilai Kondisi (NK) dengan penyusunan model regresi data jembatan di Indonesia yang divalidasi dengan metode *K-Fold Cross Validation*.
2. Pemilihan kriteria-kriteria model pengambilan keputusan yang disesuaikan dengan karakteristik jembatan.
3. Membuat model pengambilan keputusan untuk skala prioritas perbaikan jembatan di Indonesia menggunakan metode *Analitycal Hierarchy Process* (AHP) dengan disertai validasi atas model yang dikembangkan.

1.4. Pembatasan Masalah

Ruang lingkup dan batasan pada penelitian ini adalah:

1. Objek penelitian adalah jembatan yang ada pada data yang diperoleh dari Kementerian PUPR tahun 2019.
2. Variabel penelitian adalah variabel teknis yang termasuk Nilai Kondisi, Kepadatan Lalu Lintas, Usia, dan aspek teknis lainnya. Aspek ekonomi, politik, sosial budaya, dan aspek lain di luar aspek teknis bukan merupakan aspek yang diteliti pada penelitian ini.

1.5. Manfaat Penelitian

Dalam penelitian ini, diharapkan dapat mengembangkan keilmuan terkait dengan prioritas pemeliharaan dan perbaikan jembatan khususnya dari aspek teknis jembatan. Penelitian ini secara langsung dapat berkontribusi untuk membantu pemerintah dalam memperkirakan nilai kondisi jembatan di masa mendatang dan menentukan skala prioritas jembatan untuk dilakukan pemeliharaan atau perbaikan.

Selain itu penelitian ini juga merupakan bentuk perkembangan dari sistem prioritas pemeliharaan dan jembatan dari BMS yang telah digunakan saat ini oleh pemerintah, dengan menambahkan variabel-variabel input dan pembobotan setiap variabel untuk menentukan skala prioritas. Penelitian ini juga diharapkan dapat membantu pemerintah dalam melakukan alokasi anggaran tahunan pemeliharaan dan perbaikan jembatan dengan lebih akurat. Secara tidak langsung penelitian ini diharapkan dapat mengurangi risiko keruntuhan jembatan akibat kesalahan dalam prioritas perbaikan jembatan di Indonesia, guna memberikan fasilitas transportasi jembatan yang lebih aman bagi masyarakat.

1.6. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

BAB 1 PENDAHULUAN

Bab ini berisi tentang uraian latar belakang, inti permasalahan, tujuan penelitian, pembatasan masalah, metode penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisi dasar-dasar teori yang akan digunakan sebagai panduan dalam melakukan penelitian ini, sumber pustaka berasal dari jurnal, karya ilmiah, dan buku.

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menjelaskan metode dan rumusan yang dipakai dalam pengumpulan data, langkah-langkah penelitian, dan pengolahan data untuk mencapai tujuan penelitian.

BAB 4 ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisi tentang proses analisis data dari semua data yang telah dikumpulkan pada tahapan pengumpulan data untuk mendapatkan hasil dari tujuan penelitian.

BAB 5 SIMPULAN DAN SARAN

Bab ini menjelaskan kesimpulan dari hasil penelitian serta saran yang dapat diberikan sesuai dengan hasil dari analisis data.