

**PENGEMBANGAN MODEL ESTIMASI KINERJA
WAKTU PROYEK KONSTRUKSI GEDUNG
MENGUNAKAN *ARTIFICIAL NEURAL NETWORK*
DAN *MULTIPLE LINEAR REGRESSION***

TESIS



Oleh:

**Brando Giovany Rasuh
2016831012**

Pembimbing:

Prof. Dr.-Ing.-habil Andreas Wibowo

**PROGRAM MAGISTER TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
BANDUNG
JUNI 2019**

HALAMAN PENGESAHAN

**PENGEMBANGAN MODEL ESTIMASI KINERJA
WAKTU PROYEK KONSTRUKSI GEDUNG
MENGUNAKAN *ARTIFICIAL NEURAL NETWORK*
DAN *MULTIPLE LINEAR REGRESSION***



Oleh:

**Brando Giovany Rasuh
2016831012**

**Disetujui untuk Diajukan Ujian Sidang pada Hari, Tanggal:
Selasa, 11 Juni 2019**

Pembimbing:

Prof. Dr.-Ing.-habil Andreas Wibowo

**PROGRAM MAGISTER TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
BANDUNG
JUNI 2019**

PENGEMBANGAN MODEL ESTIMASI KINERJA WAKTU PROYEK KONSTRUKSI GEDUNG MENGGUNAKAN *ARTIFICIAL NEURAL NETWORK* DAN *MULTIPLE LINEAR REGRESSION*

**Brando Giovany Rasuh (NPM: 2016831012)
Pembimbing: Prof. Dr.-Ing.-habil Andreas Wibowo
Magister Teknik Sipil
Bandung
Juni, 2019**

ABSTRAK

Salah satu ukuran keberhasilan proyek konstruksi adalah tercapainya kinerja waktu yang memuaskan. Terlepas fakta banyaknya studi terkait kinerja waktu yang tersedia pada literatur yang ada, studi-studi tersebut hanya secara khusus berfokus pada identifikasi dan penilaian faktor-faktor penyebab keterlambatan, dan hanya beberapa studi yang berhubungan dengan prediksi kinerja waktu. Oleh karena itu, penelitian ini didedikasikan untuk mengisi kesenjangan tersebut dan sejauh pengetahuan penulis, ini merupakan penelitian pertama, terutama untuk konteks Indonesia, yang mengidentifikasi faktor-faktor kinerja waktu dan menggunakannya untuk mengestimasi kinerja waktu pada penyelesaian proyek konstruksi gedung. Faktor-faktor terpilih diperoleh dari tinjauan literatur dan dikelompokkan menjadi satu set komponen menggunakan analisis faktor. Survey menggunakan kuesioner ditujukan pada responden yang memenuhi syarat dari sektor publik dan swasta. Sebanyak 38 kuesioner yang valid didapatkan dari total 48 kuesioner yang diterima, dengan demikian hal tersebut mewakili 79% tingkat kepuasan atas jawaban responden. Berdasarkan analisis faktor, tiga komponen terekstraksi, i.e., tipe bangunan gedung, komunikasi dan kesiapan kontraktor, dan kinerja kontraktor, di mana model prediksi tersebut dikembangkan. Penelitian ini mengadopsi dua metode: multiple linear regression (MLR) dan artificial neural network (ANN) kemudian membandingkan akurasi prediksi menggunakan mean absolute percentage error (MAPE) dan root mean square error (RMSE). Analisis menunjukkan bahwa model berbasis ANN mengungguli model berbasis MLR dalam hal MAPE dan RMSE, yang kemudian menjadi yang pertama mengusulkan model aplikasi prediksi kinerja waktu untuk proyek yang akan datang.

Kata Kunci: Kinerja Waktu, Model Estimasi, Proyek Konstruksi Gedung, Analisis Faktor, *Artificial Neural Network*, *Multiple Linear Regression*.

DEVELOPMENT OF TIME-PERFORMANCE ESTIMATION MODEL FOR CONSTRUCTION BUILDING PROJECTS USING AN ARTIFICIAL NEURAL NETWORK AND MULTIPLE LINEAR REGRESSION

**Brando Giovany Rasuh (NPM: 2016831012)
Adviser: Prof. Dr.-Ing.-habil Andreas Wibowo
Master's Program in Civil Engineering
Bandung
June, 2019**

ABSTRACT

One of the successful keys in construction projects is satisfactory time performance. Despite the fact that abundant studies have been available in the existing body of literature, these studies typically focused on identification and assesment of factors causing time overruns and only a few studie dealt with the prediction of time performance. Therefore, the present research is dedicated to filling this gap and to the best of the author's knowledge, it is the first attempt, at least within the Indonesia context, that identified time-performance related factors and used them to estimate time performance at project completion for building construction projects. The selected factors were derived from the extensive literature review and grouped into a set of components using factor analysis. A questionnaire survey was administered to qualified respondents from both the public and private sector. A total of 38 valid responses out of 48 responses were received, thereby representing a satisfactory 79% response rate. Based on the factor analysis, three components were extracted, i.e., types of building, contractor communication and readiness, and contractor performance, on which a prediction model was developed. This research adopts two methods: multiple linear regression (MLR) and artificial neural network (ANN) and compares the prediction accuracy using mean absolute percentage error (MAPE) and root mean square error (RMSE). The analysis demonstrates that the ANN-based model outperforms the MLR- based model in terms of MAPE and RMSE and proposes the former for future applications.

Keywords: Time Performance, Model Estimation, Building Construction Projects, Factor Analysis, Artificial Neural Network, Multiple Linear Regression.

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yesus Kristus atas berkat, karunia, dan kasih-Nya sehingga tesis yang berjudul “Pengembangan Model Estimasi Kinerja Waktu Proyek Konstruksi Gedung menggunakan *Artificial Neural Network* dan *Multiple Linear Regression*” dapat terselesaikan dengan baik. Tesis ini disusun sebagai prasyarat menyelesaikan program pendidikan strata 2 (S-2) untuk memperoleh gelar Magister Teknik (MT) di Sekolah Pascasarjana Program Magister Teknik Sipil Universitas Katolik Parahyangan Bandung.

Dalam penyusunan tesis ini banyak pihak yang telah ikut ambil bagian serta membantu dalam proses penyelesaiannya, baik itu dalam bentuk bimbingan, bantuan, maupun semangat. Untuk itu, kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih dan penghargaan sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Prof. Dr. –Ing. –Habil Andreas Wibowo selaku Dosen Pembimbing yang dengan sabar telah banyak memberikan bimbingan dan dukungan dalam penyusunan tesis ini sehingga menjadi karya ilmiah yang terstruktur, logis, dan bertata bahasa yang baik dan benar.
2. Bapak Dr. Ir. Anton Soekiman, M.T., M.Sc, Bapak Dr. Felix Hidayat, S.T., MT., selaku dosen pembahas yang telah banyak memberikan kritik dan saran yang membangun demi terciptanya penyusunan karya ilmiah yang jelas, objektif, dan sistematis.
3. Seluruh dosen atau pengajar di Sekolah Pascasarjana Program Magister Teknik Sipil Universitas Katolik Parahyangan Bandung yang telah

membagikan ilmu dan pengetahuan yang aplikatif di bidang manajemen konstruksi sehingga penulis semakin berwawasan luas dari segi ilmu pengetahuan dibidang tersebut.

4. Orang tua yang telah memberikan dukungan yang besar kepada penulis dari awal penulis menuntut ilmu di Sekolah Pascasarjana ini pada tahun 2016 hingga terselesaikannya penyusunan tesis ini, baik dalam bentuk doa, dukungan moril dan materiil, dan motivasi membangkitkan semangat penulis untuk menyelesaikan studi.
5. Seluruh keluarga besar Rasuh-Kawonal yang telah memberikan dukungan doa.
6. Para responden penelitian ini yang telah meluangkan waktunya untuk membantu penulis memberikan data proyek yang diperlukan.

Penulisan tesis ini disadari masih jauh dari sempurna, untuk itu penulis mengharapkan lebih banyak masukan dan saran membangun yang dapat membuat penulisan tesis ini semakin terpadu dan lebih baik. Semoga tesis ini dapat memberikan manfaat bagi yang berkepentingan.

Bandung, 11 Juni 2019

Brando Giovany Rasuh
2016831012

DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRAK	i
ABSTRACT	ii
PRAKATA	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR LAMPIRAN	xii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Pernyataan Masalah (<i>Problem Statement</i>)	4
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Pembatasan Masalah	5
1.5 Manfaat penelitian	5
1.6 Kebaharuan Penelitian	6
1.7 Sistematika Penulisan	6
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	9
2.1 Kinerja Proyek	9
2.2 Kinerja Waktu Proyek Konstruksi	9
2.2.1 Definisi Keterlambatan	10
2.2.2 Penyebab Keterlambatan	11

2.2.3 Dampak Keterlambatan	15
2.3 Pengukuran Kinerja Waktu Proyek	16
2.4 Faktor-Faktor Kinerja Waktu	16
BAB 3 METODE PENELITIAN	25
3.1 Tahapan Penelitian	25
3.2 Identifikasi Variabel Penelitian	26
3.2.1 Faktor Terkait Karakteristik Proyek	29
3.2.2 Faktor Terkait Pengadaan	29
3.2.3 Faktor Terkait Sumber Pendanaan	30
3.2.4 Prioritas Pemilik Proyek	30
3.2.5 Bentuk Pelaporan Proyek	30
3.2.6 Pengalaman Kontraktor dan Tim Desain	31
3.3 Pengumpulan Data	31
3.4 Analisis Data	33
3.5 Subjek dan Objek Penelitian	45
BAB 4 ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN	47
4.1 Data Proyek	47
4.1.1 Modifikasi Variabel Nominal	47
4.1.2 Statistik Deskriptif Variabel	49
4.2 Analisis Faktor Konfirmatori	52
4.3 Estimasi Model Regresi	58
4.3.1 Uji Beda Data Nominal	62
4.3.2 Pengujian Multikolinearitas	63
4.3.3 Pengujian Heteroskedastisitas	63

4.3.4 Pengujian Normalitas	64
4.3.5 Uji Kelayakan Model	64
4.4 Analisis dengan ANN	65
4.4.1 Neural Interpretation Diagram (NID)	66
4.4.2 Analisis Sensitivitas	67
4.4.3 Model Persamaan ANN	69
4.5 Perbandingan Akurasi Hasil Prediksi MLR dan ANN	70
4.6 Interpretasi Hasil Penelitian	71
4.6.1 Interpretasi Hasil Analisis MLR	71
4.6.2 Interpretasi Hasil Analisis ANN	73
4.7 Faktor-Faktor Kritis Kinerja Waktu	73
4.8 Model Estimasi Kinerja Waktu	76
4.9 Kinerja Akurasi Model	79
4.10 Contoh Aplikasi	80
BAB 5 SIMPULAN DAN SARAN	85
5.1 Simpulan	85
5.2 Saran	86
DAFTAR PUSTAKA	89
LAMPIRAN 1	95
LAMPIRAN 2	105
LAMPIRAN 3	109
LAMPIRAN 4	113

DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

PDB	: Produk Domestik Bruto
BPS	: Badan Pusat Statistik
CCO	: <i>Construction Change Order</i>
ρ	: Signifikasi
H_0	: Hipotesis Nihil
H_a	: Hipotesis Alternatif
VIF	: <i>Variance Inflation Factor</i>
MLR	: Multiple Linear Regression
ANN	: <i>Artificial Neural Network</i>
NID	: <i>Neural Interpretation Diagram</i>
MAPE	: <i>Mean Absolute Percentage Error</i>
RMSE	: <i>Root Mean Square Error</i>
MP	: Manajer Proyek
PPK	: Pejabat Pembuat Komitmen
KMO	: Kaiser-Meyer-Olkin

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
Gambar 3.1 <i>Flow Chart</i> Metodologi Penelitian.....	26
Gambar 3.2 Arsitektur Jaringan Syaraf Tiruan.....	41
Gambar 3.3 <i>Flow Chart</i> Analisis Data	44
Gambar 4.1 Plot Diagram Alur Sebaran Data	64
Gambar 4.2 NID menunjukkan Garis Hubungan Representasi dari Bobot Nilai	67

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
Tabel 2.1 Kompilasi Variabel-Variabel Penelitian Terdahulu	22
Tabel 3.1 Variabel-Variabel Penelitian	27
Tabel 3.2 Kriteria Penilaian Faktor	32
Tabel 3.3 Interpretasi Koefisien Determinasi (Sumber : Sujana, 2001)	39
Tabel 4.1 Kompilasi Data Variabel Nominal	48
Tabel 4.2 Modifikasi Frekuensi Variabel Data Nominal	49
Tabel 4.3 Hasil Statistik Deskriptif Data Nominal	50
Tabel 4.4 Hasil Statistik Deskriptif Data Ordinal dan Skala	50
Tabel 4.5 Component Score Coefficient Matrix Kelompok Karakteristik Proyek	53
Tabel 4.6 Uji KMO dan Bartlett's Kelompok Karakteristik Proyek	53
Tabel 4.7 Component Score Coefficient Matrix Kelompok Karakteristik Klien.	55
Tabel 4.8 Uji KMO dan Bartlett's Kelompok Karakteristik Klien	55
Tabel 4.9 Component Score Coefficient Matrix Karakteristik Kontraktor	56
Tabel 4.10 KMO and Bartlett's Test Karakteristik Kontraktor	56
Tabel 4.11 Component Score Coefficient Matrix Karakteristik Tim Desain	57
Tabel 4.12 KMO and Bartlett's Test Karakteristik Tim Desain	57
Tabel 4.13 KMO and Bartlett's Test Kondisi Eksternal	58
Tabel 4.14 Variabel Makro dan Mikro Terpilih untuk Analisis Lebih Lanjut	58
Tabel 4.15 Hasil Regresi dengan Metode Stepwise	60
Tabel 4.16 Model Summary	60
Tabel 4.17 Group Statistics Variabel Tipe Proyek Bangunan	63
Tabel 4.18 Tabel Bobot Koneksi	68

Tabel 4.19 Hasil Perkalian Nilai dari Input-Hidden dan Hidden-Output.....	68
Tabel 4.20 Hasil Penjumlahan Masing-Masing Neuron Hidden Layer	68
Tabel 4.21 Tingkat Pengaruh Variabel Mikro pada Masing-Masing Komponen	68
Tabel 4.22 Tabel Perbandingan Pengukuran Error	71
Tabel 4.23 Model Estimasi Indeks Waktu dengan Dua Metode	77
Tabel 4.24 Penyelesaian Contoh Aplikasi.....	81
Tabel 2.8 Variabel-Variabel yang Berpengaruh pada Kinerja Waktu (Sumber : Manurung, 2007)	124

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
Lampiran 1 Contoh Kuesioner	97
Lampiran 2 Output SPSS.....	107
Lampiran 3 Perhitungan RMSE dan MAPE.....	111
Lampiran 4 Identifikasi variabel terdahulu berdasarkan penelitian terdahulu ..	115

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sektor konstruksi sebagai salah satu sektor yang memberi sumbangan terbesar pada Produk Domestik Bruto (PDB) perekonomian Indonesia, tidak bisa terelakkan memiliki peran strategis pada pembangunan. Penyerapan tenaga kerja, jangkauan rantai pasok yang luas, pendorong sektor-sektor pendukungnya, bahkan sebagai mobilisator pertumbuhan produk nasional baik barang maupun jasa adalah bentuk kontribusi sektor konstruksi pada pembangunan. Itulah sebabnya sektor konstruksi disebut sebagai penggerak ekonomi atau *engine of growth* dalam perekonomian Indonesia (Badan Pusat Statistik 2016).

Hal tersebut dipertegas oleh Badan Pusat Statistik (BPS) yang menerangkan sektor konstruksi menempati posisi ketiga sepanjang tahun 2018 dengan memberikan kontribusi sebesar 0,61 persen setelah sektor industri pengolahan dalam mendorong pertumbuhan ekonomi Indonesia, yang mana ekonomi Indonesia pada tahun 2018 tumbuh sebesar 5,17 persen dibandingkan tahun 2017 yang hanya mencapai 5,07 persen. Pada pembentukan PDB, sektor konstruksi memberikan kontribusi yang cukup signifikan sebesar 10,36 persen. Hal tersebut menjadikan sektor konstruksi berada di urutan ke-4 setelah sektor industri, pertanian, dan perdagangan.

Dari segi perkembangan badan usaha, sektor konstruksi terus tumbuh dengan semakin maraknya pasar konstruksi akibat meningkatnya ketertarikan pelaku usaha untuk masuk dalam industri konstruksi. Jika merujuk pada data BPS

terkait laju pertumbuhan jumlah perusahaan konstruksi, tren peningkatan terjadi dari tahun 2016 hingga tahun 2017 sebesar 9,09 persen, sedangkan laju pertumbuhan nilai konstruksi yang diselesaikan khususnya konstruksi gedung meningkat sebesar 9,94%.

Hal di atas tentu berdampak pada perilaku pelaku usaha konstruksi yang memicu optimisme untuk bersaing sehingga tercipta kompetisi ketat dalam pasar konstruksi. Kompetisi yang ada mendorong pelaku usaha untuk berlomba membuat terobosan baru mulai dari pemilihan material alternatif pengganti, penggantian metode pelaksanaan konvensional, hingga perbaikan kinerja pelaksanaan yang semuanya berujung pada kinerja proyek yang optimal. Hal ini yang kemudian akan menjadi nilai jual perusahaan konstruksi untuk memenangkan persaingan.

Salah satu indikator kinerja proyek tersebut yang juga merupakan parameter penting dalam penyelenggaraan proyek konstruksi adalah waktu pelaksanaan proyek. Banyak faktor yang dapat mempengaruhi waktu pelaksanaan proyek sehingga tidak sesuai rencana dan mengakibatkan keterlambatan. Menurut Orozco et al. (2011), keterlambatan adalah salah satu masalah yang sering terjadi yang berdampak pada daya saing perusahaan konstruksi. Keterlambatan yang terjadi tentu akan berdampak kerugian bagi pihak kontraktor dan pemilik. Bagi kontraktor, selain dapat menyebabkan pembengkakan biaya proyek akibat bertambahnya waktu pelaksanaan proyek, keterlambatan dapat pula mengakibatkan menurunnya kredibilitas kontraktor untuk waktu yang akan datang (Messah 2013).

Dissanayaka dan Kumaraswamy (1999) mengemukakan faktor-faktor yang mempengaruhi kinerja waktu proyek secara luas dapat dikelompokkan menjadi faktor-faktor pengadaan dan non-pengadaan. Mulholand dan Christian (1999) membagi faktor-faktor risiko keterlambatan ke dalam empat kelompok : desain teknik, pengadaan, konstruksi lapangan, dan manajemen proyek.

Alaghbari et al. (2007) membagi faktor-faktor penyebab keterlambatan ke dalam empat kelompok : tanggung jawab kontraktor, tanggung jawab konsultan, tanggung jawab pemilik/klien, dan faktor eksternal. Sementara itu, Rao (2016) mengklasifikasikan berdasarkan sifat dan cara terjadinya: faktor terkait konsultan, faktor terkait kontraktor, faktor terkait pemilik/klien, faktor terkait desain, faktor terkait proyek, dan faktor eksternal.

Penelitian tentang keterlambatan konstruksi dalam negeri sudah banyak dilakukan e.g., Girsang (2009) yang memilah faktor-faktor keterlambatan menjadi faktor-faktor terkait tenaga kerja, material, peralatan, kontrak, perencanaan proyek, kondisi lapangan, manajemen pemilik, manajemen pelaksana oleh kontraktor, administrasi birokrasi, dan kondisi eksternal. Mulyadi (2011) membagi faktor-faktor keterlambatan menjadi delapan kelompok : daftar kuantitas dan spesifikasi pada dokumen lelang, kemampuan finansial penyedia jasa, kondisi kesiapan lahan, kondisi cuaca, *construction change order* (CCO), kemampuan teknis penyedia jasa, dan dokumen perencanaan.

Meskipun sudah banyak penelitian yang dilakukan terhadap faktor-faktor yang mempengaruhi kinerja waktu pelaksanaan proyek; namun, sejauh pengetahuan Penulis belum ada kajian yang secara spesifik didedikasikan untuk membangun model prediksi kinerja waktu proyek konstruksi secara kuantitatif di

Indonesia. Penelitian ini didedikasikan untuk mengisi kekosongan tersebut dan menjadi penelitian pertama yang mencoba memodelkan prediksi kinerja waktu proyek konstruksi secara kuantitatif.

1.2 Pernyataan Masalah (*Problem Statement*)

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah diuraikan pada sub-bab sebelumnya, pernyataan masalah penelitian ini adalah belum adanya model matematis estimasi kinerja waktu proyek konstruksi secara kuantitatif di Indonesia. Pernyataan masalah tersebut dijabarkan lebih lanjut dalam pertanyaan-pertanyaan penelitian yang akan dijawab melalui penelitian sebagai berikut :

- a. Faktor-faktor kritis apa saja yang secara signifikan mempengaruhi kinerja waktu proyek konstruksi ? (*research question 1, RQ 1*) ?
- b. Bagaimana model matematis estimasi keterlambatan dibangun berdasarkan faktor-faktor kritis yang telah teridentifikasi (RQ 2)?
- c. Bagaimana kinerja akurasi model yang dibangun (RQ 3)?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan utama dari penelitian ini adalah menyusun model estimasi kinerja waktu proyek di Indonesia. Dalam mencapai tujuan tersebut, dirumuskan sub-tujuan dari penelitian sebagai berikut :

- a. Mengidentifikasi dan menganalisis faktor-faktor yang secara signifikan berpengaruh terhadap kinerja waktu proyek konstruksi;
- b. Mengembangkan model matematis keterlambatan menggunakan faktor-faktor kritis yang mempengaruhi kinerja waktu;

- c. Menguji akurasi prediksi dari model matematis yang dikembangkan.

1.4 Pembatasan Masalah

Mengingat terlalu luasnya mengenai bahasan ini, maka berikut batasan dari penelitian ini yaitu:

- a. Faktor yang mempengaruhi kinerja waktu pelaksanaan proyek mengacu pada penelitian yang dilakukan oleh Dissanayaka dan Kumaraswamy (1999) yang diadaptasi untuk disesuaikan dengan konteks Indonesia.
- b. Model yang dibangun hanya berlaku untuk proyek konstruksi bangunan gedung yang memiliki nilai \geq Rp2,5 milyar.

1.5 Manfaat penelitian

- a. Manfaat Akademis

Hasil penelitian diharapkan dapat memperluas, melengkapi dan menambah wawasan ilmu dalam bidang manajemen konstruksi yang dapat dijadikan sebagai media pembelajaran tentang pengaruh relatif faktor-faktor kritis terkait kinerja waktu pelaksanaan proyek konstruksi gedung.

- b. Manfaat Praktis

Hasil penelitian ini diharapkan dapat dijadikan masukan yang berharga bagi pelaku konstruksi untuk mengestimasi kinerja waktu proyek konstruksi yang sedang ditangani dan menentukan langkah-langkah strategis untuk meningkatkan kinerja proyek.

1.6 Kebaharuan Penelitian

Seperti yang telah disebutkan pada latar belakang, penelitian terkait keterlambatan konstruksi dalam negeri sudah banyak dilakukan. Oleh karena itu, berikut penjabaran lebih lanjut terkait kebaharuan penelitian :

- a. Diketahui sejauh ini, belum ada kajian yang spesifik membangun model prediksi kinerja waktu proyek konstruksi secara kuantitatif. Oleh karena itu, penelitian ini dimaksudkan untuk mengisi kekosongan tersebut dan menjadi penelitian pertama yang mencoba memodelkan prediksi kinerja waktu proyek konstruksi secara kuantitatif.
- b. Model prediksi kinerja waktu ini akan memberikan manfaat selain mengetahui estimasi kinerja waktu proyek berjalan, model ini juga akan memberikan gambaran terkait penyebab-penyebab yang dapat berdampak buruk pada kinerja waktu, sehingga memungkinkan untuk dapat dijadikan sebagai pedoman untuk melakukan tindakan preventif.
- c. Pengembangan model prediksi kinerja waktu dengan menggunakan metode ANN dan MLR secara langsung dapat memberikan informasi lebih perihal metode yang memiliki kinerja yang lebih baik.

1.7 Sistematika Penulisan

Sistematika pelaporan penelitian ini adalah sebagai berikut :

BAB 1 PENDAHULUAN

Bab ini menguraikan latar belakang, pernyataan masalah, tujuan penelitian, signifikansi penelitian, batasan penelitian, dan manfaat penelitian.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisi kajian kepustakaan yang relevan dengan kinerja waktu proyek konstruksi. Literatur yang digunakan berasal dari buku teks, jurnal, prosiding seminar atau konferensi, laporan penelitian ilmiah, dan sumber-sumber lainnya yang relevan yang diperoleh baik melalui dalam jaringan (daring) maupun luar jaringan (luring).

BAB 3 METODE PENELITIAN

Bab ini menjelaskan desain penelitian yang meliputi identifikasi variabel penelitian, metode pengumpulan data, dan analisis data untuk memenuhi tujuan penelitian dan menjawab seluruh pertanyaan penelitian yang telah dirumuskan.

BAB 4 ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN

Bab ini menyajikan hasil pengumpulan data, analisis data, pemodelan, dan pembahasan atas model yang diperoleh.

BAB 5 SIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi kesimpulan yang diperoleh atas seluruh hasil analisis data yang telah dilakukan dan saran untuk penelitian berikutnya.

