

TUGAS AKHIR

ANALISIS ESTIMASI BIAYA PROYEK PENINGKATAN JALAN DENGAN METODE *COST SIGNIFICANT MODEL* PADA JALAN KECAMATAN TANJUNG MORAWA

*Diajukan Untuk Memenuhi Syarat-Syarat Memperoleh
Gelar Sarjana Teknik Sipil Pada Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*

Disusun Oleh:

**ADE RAHMAN A. SIREGAR
1807210030**



UMSU
Unggul | Cerdas | Terpercaya

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2025**

LEMBAR ASISTENSI PERSETUJUAN

Tugas akhir ini diajukan oleh:

Nama : ADE RAHMAN A.SIREGAR
NPM : 1807210030
Program Studi : Teknik Sipil
Judul Skripsi : “Analisis Estimasi Biaya Proyek Peningkatan Jalan Dengan Metode *Cost Significant Model* Pada Jalan Kecamatan Tanjung Morawa”
Bidang Ilmu : Transportasi

Telah berhasil dipertahankan dihadapan Tim Penguji dan di terima sebagai salah satu syarat yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 12 Juli 2025 Disetujui
Untuk Disampaikan Kepada
Panitia Ujian:
Dosen Pembimbing



Wiwin Nurzanah S.T, M.T

LEMBAR PENGESAHAN

Tugas akhir ini diajukan oleh:

Nama : ADE RAHMAN A.SIREGAR

NPM : 1807210030

Program Studi : Teknik Sipil

Judul Skripsi : “Analisis Estimasi Biaya Proyek Peningkatan Jalan Dengan Metode *Cost Significant Model* Pada Jalan Kecamatan Tanjung Morawa”

Bidang Ilmu : Transportasi

Telah berhasil dipertahankan dihadapan Tim Penguji dan di terima sebagai salah satu syarat yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 12 Juli 2025

Mengetahui dan Menyetujui:
Dosen Pembimbing



Wiwin Nurzanah S.T, M.T

Dosen Pembanding I



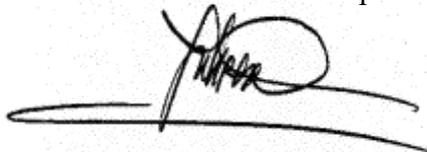
Dr. Fahrizal Zulkarnain S.T, M.Sc

Dosen Pembanding II



Irma Dewi S.T, M.T.,

Ketua Prodi Teknik Sipil



Assoc. Prof. Dr. Fahrizal Zulkarnain

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan dibawah ini

Nama Lengkap : DE RAHMAN A.SIREGAR

Tempat, Tanggal Lahir : Sibolga, 2 April 2000

NPM : 1807210030

Fakultas : Teknik

Program Studi : Teknik Sipil

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa Laporan Tugas Akhir saya yang berjudul: “Analisis Estimasi Biaya Proyek Peningkatan Jalan Dengan Metode *Cost Significant Model* Pada Jalan Kecamatan Tanjung Morawa”. Bukan merupakan plagiarisme, pencurian hasil karya milik orang lain, hasil kerja orang lain untuk kepentingan saya karena/hubungan material dan nonmaterial serta segala kemungkinan lain, yang pada hakekatnya merupakan karya tulis Tugas Akhir saya secara orisinal dan otentik.

Bila kemudian hari diduga kuat ada ketidak sesuaian antara fakta dengan kenyataan ini, saya bersedia diproses oleh Tim Fakultas yang dibentuk untuk melakukan verifikasi, dengan sanksi terberat berupa pembatalan kelulusan atau kesarjana saya.

Demikian Surat Pernyataan ini saya buat dengan keadaan sadar dan tidak dalam tekanan ataupun paksaan dari pihak manapun demi menegakkan integritas Akademik Diprogram Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 12 Juli 2025

Saya yang menyatakan dibawah ini

A 10,000 Indonesian postage stamp (METERAN TEMPEL) with a signature over it. The stamp features the Garuda Pancasila emblem and the number 10000. The signature is in black ink and appears to be 'Ade Rahman A. Siregar'.

Ade Rahman A.Siregar

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, taufik, dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi ini yang berjudul "Analisis Estimasi Biaya Proyek Peningkatan Jalan dengan Metode Cost Significant Model pada Jalan Kecamatan Tanjung Morawa" sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari bantuan, bimbingan, dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Ibu Wiwin Nurzanah S.T, M.T Selaku Dosen Pembimbing yang telah banyak meluangkan waktu, pikiran dan arahan memberikan bimbingan dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Dr. Fahrizal Zulkarnain S.T, M.Sc Selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara sekaligus Dosen Pembimbing I yang telah banyak membantu dan memberi saran demi kelancaran proses penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Ibu Irma Dewi S.T, M.T., Selaku Dosen Pembimbing II yang telah banyak membantu dan memberi saran demi kelancaran proses penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
4. Ibu Rizki Efrida, ST, M.T., Selaku Sekretaris Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
5. Bapak Munawar Alfansury Siregar, S.T, M.T, selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
6. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan ilmu ketekniksipilan kepada penulis.

7. Bapak/Ibu Staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
8. Dinas PUPR Kabupaten Deli Serdang atas ketersediaan data yang sangat membantu dalam penelitian ini.
9. Terimakasih yang sedalam-dalamnya penulis sampaikan kepada Ibunda tercinta Dra.Hj.Samlah Lubis yang dengan sabar dan penuh kasih telah membesarkan, mendampingi, dan mendoakan penulis tanpa lelah, Terima kasih atas pengorbanan dan dukungan Ibu yang tiada henti, baik secara moril maupun materil, hingga penulis dapat menyelesaikan pendidikan ini.
Kepada Ayahanda tercinta Alm.Drs.H.Baganding Siregar, terima kasih atas segala cinta, didikan, dan kerja kerasmu dalam membiayai dan membimbing langkah awal perjalanan akademik penulis. Meskipun Ayah telah tiada, doa dan semangatmu terus hidup dalam hati penulis. Semoga setiap ilmu dan kebaikan yang lahir dari skripsi ini menjadi pahala jariyah untukmu di sisi-Nya.
10. Terima kasih kepada kakak dan Abang tercinta Fitri Siregar,Ahmad Fadhly Siregar,Dan Adha Ridhayani Siregar yang selalu menjadi sumber semangat, tempat berbagi keluh kesah, dan pendukung setia dalam penulisan skripsi ini.
11. Rekan-rekan seperjuangan Teknik Sipil terutama, kelas A1 Pagi beserta seluruh mahasiswa/i Teknik Sipil stambuk 2018 yang tidak mungkin namanya disebut satu persatu.

Medan, 12 Juli 2025



Ade Rahman A. Siregar

ABSTRAK

ANALISIS ESTIMASI BIAYA PROYEK PENINGKATAN JALAN DENGAN METODE *COST SIGNIFICANT MODEL* PADA JALAN KECAMATAN TANJUNG MORAWA (STUDI KASUS)

Ade Rahman A. Siregar

1807210030

Wiwin Nurzanah S.T, M.T

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis estimasi biaya proyek peningkatan jalan di Kecamatan Tanjung Morawa menggunakan metode Cost Significant Model (CSM). Dalam proyek infrastruktur, estimasi biaya yang akurat sangat diperlukan untuk menghindari pembengkakan anggaran dan keterlambatan penyelesaian proyek. CSM dipilih karena mampu menyederhanakan proses estimasi dengan fokus pada item-item pekerjaan yang paling signifikan mempengaruhi total biaya proyek. Data yang digunakan merupakan data sekunder berupa Rencana Anggaran Biaya (RAB) dari Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang (PUPR) Kabupaten Deli Serdang. Metode analisis yang digunakan adalah regresi linier berganda dengan pengujian asumsi klasik meliputi uji normalitas, multikolinearitas, heteroskedastisitas, dan autokorelasi untuk memastikan validitas dan reliabilitas model. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pekerjaan perkerasan aspal, perkerasan berbutir, dan pekerjaan tanah merupakan item paling signifikan yang secara kolektif berkontribusi lebih dari 80% terhadap total biaya proyek. Model estimasi biaya yang dihasilkan memiliki tingkat akurasi dengan nilai Mean Absolute Percentage Error (MAPE) sebesar 6,28%, berada dalam rentang akurasi sangat baik (di bawah 10%). Dengan hasil ini, metode CSM dinilai efektif diterapkan dalam tahap awal perencanaan proyek peningkatan jalan, sehingga dapat menjadi alat bantu dalam penyusunan estimasi biaya secara cepat, efisien, dan terpercaya.

Kata kunci : Estimasi Biaya, Peningkatan Jalan, Cost Significant Model, Regresi Linier, Akurasi Model

ABSTRACT

ANALYSIS OF ROAD IMPROVEMENT PROJECT COST ESTIMATION USING THE COST SIGNIFICANT MODEL METHOD ON ROADS IN TANJUNG MORAWA DISTRICT (CASE STUDY)

Ade Rahman A. Siregar
1807210030
Wiwin Nurzanah S.T, M.T

This research aims to analyze the cost estimation of road improvement projects in Tanjung Morawa District using the Cost Significant Model (CSM) method. In infrastructure projects, accurate cost estimation is crucial to prevent budget overruns and project delays. CSM is selected due to its ability to simplify the estimation process by focusing on work items that significantly influence the total project cost. The data used in this study are secondary data obtained from the Budget Plan (RAB) provided by the Department of Public Works and Spatial Planning (PUPR) of Deli Serdang Regency. The analysis method employed is multiple linear regression along with classical assumption tests, including normality, multicollinearity, heteroscedasticity, and autocorrelation tests to ensure the model's validity and reliability. The results show that asphalt pavement, granular pavement, and earthworks are the most significant cost items, collectively contributing more than 80% to the total project cost. The cost estimation model achieves an accuracy level with a Mean Absolute Percentage Error (MAPE) of 6.28%, falling within the highly accurate category (below 10%). These findings indicate that the CSM method is effective for use in the early planning stages of road improvement projects, serving as a rapid, efficient, and reliable cost estimation tool.

Keywords: Cost Significant Model, Cost Estimation, Road Improvement, Multiple Linear Regression, Estimation Accuracy.

DAFTAR ISI

LEMBAR ASISTENSI PERSETUJUAN	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	iii
KATA PENGANTAR	iv
ABSTRAK	vi
<i>ABSTRACT</i>	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR NOTASI	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Ruang Lingkup Penelitian	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	4
1.6 Sistematika Penulisan	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Pengertian Poyek	6
2.2 Jalan	9
2.2.1 Bagian Jalan	9
2.2.2 Pengelompokan Jalan	10
2.3 Peningkatan Jalan	11
2.4 Estimasi Biaya	12
2.5 Metode-metode Estimasi Biaya	13
2.6 Analisis Data	14
2.6.1 Pengaruh <i>Time value</i>	15
2.6.2 <i>Cost significant</i> Item	16
2.6.3 Uji Asumsi Klasik	17
2.6.4 Uji t dan Uji F	20

2.6.5 Uji Koefisien Determinasi (R^2)	21
2.6.6 Analisis Regresi Linier Berganda	21
2.6.7 <i>Cost significant Model</i>	22
2.6.8 Akurasi Estimasi <i>Cost significant Model</i>	24
BAB 3 METODE PENELITIAN	26
3.1 Bagan Alir Penelitian	26
3.2 Tempat Penelitian	27
3.3 Pendekatan Penelitian	31
3.4 Metode Pengumpulan Data	31
3.5 Jenis dan Sumber Data	32
3.6 Data Proyek Penelitian	32
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	35
4.1 Identifikasi Variabel	35
4.2 Perhitungan <i>Time Value</i>	35
4.3 Perhitungan <i>Cost significant Item</i>	37
4.4 Uji Asumsi Klasik	38
4.4.1 Uji Normalitas	38
4.4.2 Uji Multikolinieritas	39
4.4.3 Uji Autokorelasi	40
4.4.4 Uji Heteroskedastisitas	41
4.5 Uji t dan Uji F	42
4.6 Uji Koefisien Determinasi	44
4.7 Analisis Regresi Linier Berganda	45
4.8 <i>Cost significant Model</i>	45
4.9 Pembahasan	53
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	55
5.1 Kesimpulan	55
5.2 Saran	56

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Pengambilan Keputusan Uji Run Test	19
Tabel 2. 2 Variabel Bebas Pada Penelitian	22
Tabel 2. 3 Klasifikasi Estimasi Biaya	25
Tabel 3. 1 Ruas Jalan Sedap Malam, Jalan Pendidikan, Jalan SMA Negeri 2 Desa Limau Manis	32
Tabel 3. 2 Ruas Jalan Rasmi, Jalan Harapan, Jalan Taman Sari Permai Desa Bangun Sari Baru / Bangun Sari	32
Tabel 3. 3 Ruas Jalan Sp. Sinalko – Komplek Pemda	33
Tabel 3. 4 Ruas Jalan Sp. Penara – Sei Merah	33
Tabel 3. 5 Ruas Jalan Sei Aek Pancur Ds Sei Merah	33
Tabel 3. 6 Ruas Jalan Lorong Kenanga Dusun V Bangun Sari	33
Tabel 3. 7 Ruas Jalan Taman Sari Permai, Jalan lapangan	34
Tabel 3. 8 Ruas Jalan Sp. Bangun Rejo – Kebun Limau Mungkur	34
Tabel 3. 9 Ruas Jalan Lapangan Kec. Tanjung Morawa	34
Tabel 4. 1 Tingkat Inflasi Tahunan	35
Tabel 4. 2 Proyeksi Time Value	36
Tabel 4. 3 Deskripsi Persentase X terhadap Y	37
Tabel 4. 4 Persentase Kumulatif Item Pekerjaan	38
Tabel 4. 5 Hasil Uji Normalitas	39
Tabel 4. 6 Hasil Uji Multikolinieritas	39
Tabel 4. 7 Hasil Uji Autokorelasi	40
Tabel 4. 8 Hasil Uji Heteroskedastisitas	41
Tabel 4. 9 Hasil Uji t	42
Tabel 4. 10 Hasil Uji F	43
Tabel 4. 11 Hasil Uji Koefisien Determinasi	44
Tabel 4. 12 Regresi Linier Berganda	45
Tabel 4. 13 Hasil Perhitungan Cost Model Factor (CMF)	47
Tabel 4. 14 Estimasi dan Tingkat Akurasi Model	49
Tabel 4. 15 Klasifikasi Estimasi Biaya	52

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3. 1	Bagan Alir Penelitian	26
Gambar 3. 2	Jalan Sedap Malam, Jalan Pendidikan, Jalan SMA Negeri 2 Desa Limau Manis (Google Maps)	27
Gambar 3. 3	Jalan Rasmi, Jalan Harapan, Jalan Taman Sari Permai Desa Bangun Sari Baru / Bangun Sari (Google Maps)	27
Gambar 3. 4	Jalan Sp. Sinalko – Komplek Pemda	28
Gambar 3. 5	Jalan Sp. Penara – Sei Merah (Google Maps)	28
Gambar 3. 6	Jalan Sei Aek Pancur Ds Sei Merah (Google Maps)	29
Gambar 3. 7	Jalan Lorong Kenanga Dusun V Bangun Sari (Google Maps)	29
Gambar 3. 8	Jalan Taman Sari Permai (Google Maps)	30
Gambar 3. 9	Ruas Jalan Sp. Bangun Rejo – Kebun Limau Mungkur	30
Gambar 3. 10	Jalan Lapangan Kec. Tanjung Morawa (Google Maps)	31

DAFTAR NOTASI

Y	= Total Biaya Proyek (dalam satuan rupiah)
X ₁	= Biaya Divisi Umum
X ₂	= Biaya Divisi Pekerjaan Tanah
X ₃	= Biaya Divisi Perkerasan Berbutir
X ₄	= Biaya Divisi Perkerasan Aspal
α	= Konstanta dalam model regresi linier berganda
β_1	= Koefisien regresi untuk variabel X ₁
β_2	= Koefisien regresi untuk variabel X ₂
β_3	= Koefisien regresi untuk variabel X ₃
β_4	= Koefisien regresi untuk variabel X ₄
R ²	= Koefisien Determinasi, menunjukkan seberapa besar variabel independen memengaruhi variabel dependen
CMF	= Cost Model Factor, perbandingan antara nilai model dan nilai aktual proyek
FV	= Future Value, nilai masa depan setelah penyesuaian inflasi
PV	= Present Value, nilai sekarang (harga dasar tahun proyek)
i	= Tingkat inflasi (dalam bentuk desimal)
n	= Selisih tahun proyeksi terhadap tahun dasar
ε	= Residual atau galat (error) dalam model regresi

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Jalan merupakan prasarana transportasi darat yang paling umum digunakan sebagai akses pergerakan orang dan barang, dengan dibangunnya infrastruktur jalan dapat mempermudah aksesibilitas berbagai jenis kendaraan transportasi darat dari suatu kawasan pusat kegiatan menuju pada daerah lainya. Perkembangan dan peningkatan jalan merupakan hal yang paling efektif untuk memajukan hubungan dibidang transportasi darat. Di Kecamatan Tanjung Morawa, jalan berfungsi sebagai sarana vital untuk menghubungkan daerah-daerah dan memfasilitasi mobilitas barang dan manusia. Dengan adanya peningkatan kualitas jalan, diharapkan dapat meningkatkan konektivitas antar wilayah, yang pada gilirannya akan berdampak pada perekonomian dan kesejahteraan masyarakat.

Panjang suatu jalan memperlihatkan karakteristik dan ukuran fisik dari suatu proyek peningkatan jalan yang dalam kepraktisannya informasi ini bisa tersedia dengan mudah pada tahap awal perencanaan proyek. Seiring dengan kebutuhan akan efisiensi, perlu dikembangkanya teknik suatu model estimasi biaya yang sederhana. Dalam proyek peningkatan jalan, estimasi biaya merupakan faktor krusial yang memengaruhi kelangsungan dan keberhasilan proyek. “Kesalahan dalam estimasi dapat menyebabkan overbudget, keterlambatan proyek, atau bahkan penghentian proyek” Eman et al (2019). Oleh karena itu, metode estimasi biaya yang akurat menjadi kebutuhan utama untuk menghindari kerugian dan memastikan proyek dapat diselesaikan sesuai anggaran.

Estimasi biaya merupakan unsur penting dalam pengelolaan biaya proyek secara keseluruhan. Hal yang terpenting dalam model estimasi biaya pada tahap awal perencanaan proyek adalah harus cepat, tepat, akurat, dan mudah dalam penggunaannya. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah Metode *Cost significant Model* yaitu salah satu pendekatan dalam estimasi biaya yang menekankan pada elemen-elemen biaya yang signifikan dalam proyek, biasanya

menggunakan data proyek penawaran lalu yang sejenis dengan mengandalkan harga suatu pekerjaan yang paling signifikan di dalam biaya total suatu proyek.

Metode ini bertujuan untuk menyederhanakan proses estimasi dengan berfokus pada faktor-faktor yang memiliki pengaruh terbesar terhadap total biaya proyek. Penerapan metode ini dalam proyek peningkatan jalan di Tanjung Morawa diharapkan dapat memberikan estimasi yang lebih efisien dan akurat. Dalam megestimasi biaya awal proyek peningkatan jalan menggunakan cara yang sering digunakan yaitu dengan estimasi parameter panjang jalan.

Dalam kenyataannya, banyak proyek peningkatan jalan menghadapi kendala dalam hal perhitungan biaya yang tepat. Faktor-faktor seperti perubahan harga material, kondisi geografis seperti medan yang berbukit atau bergunung akan mempengaruhi biaya konstruksi karena memerlukan lebih banyak material dan teknik khusus, jenis tanah yang stabil lebih mudah dan murah untuk dibangun, sedangkan tanah yang labil atau berair bisa memerlukan fondasi yang lebih kuat dan mahal, serta cuaca ekstrem seperti hujan lebat atau suhu tinggi dapat mempengaruhi waktu dan metode konstruksi, yang pada gilirannya mempengaruhi biaya, dan ketidakpastian lainnya sering kali menyebabkan perbedaan antara estimasi awal dan realisasi biaya. Oleh karena itu, diperlukan penelitian yang lebih mendalam mengenai metode estimasi yang efektif, termasuk aplikasi metode *Cost significant Model*, untuk memberikan solusi yang lebih baik dalam manajemen biaya proyek.

Cost significant Model menurut Astana (2019) “Metode Cost Significant Model dapat digunakan untuk memperkirakan biaya total konstruksi pada tahap awal, dengan pendekatan data historis dan regresi, terutama bila spesifikasi teknis belum lengkap.” Cost Significant Model mengandalkan pada penemuan yang terdokumentasi dengan baik mengenai data dan informasi proyek terdahulu yang sejenis. Untuk menghasilkan model, maka dilakukan pengumpulan data Rencana Anggaran Biaya (RAB) sebagai data primer, adapun seperti diketahui bahwa untuk pembangunan suatu model maka metode yang paling sering dipakai adalah metode *Cost significant Model* dengan persamaan regresi linier berganda.

“Keakuratan metode Cost Significant Model sangat dipengaruhi oleh kualitas data historis proyek terdahulu. Namun metode ini tetap unggul untuk estimasi cepat

pada tahap awal perencanaan proyek” Bakar, M. (2020). Metode tersebut diharapkan dapat memberi jawaban terhadap tuntutan akan tersedianya estimasi biaya awal proyek peningkatan jalan di Kecamatan Tanjung Morawa.

1.2 Rumusan Masalah

Dalam penyusunan tugas akhir ini, terdapat uraian dari latar belakang diatas maka yang menjadi permasalahan dalam penulisan tersebut:

1. Bagaimana konsep estimasi biaya dengan metode *Cost significant Model* pada proyek peningkatan jalan ?
2. Bagaimana tingkat keakuratan *Cost significant Model* terhadap biaya aktual proyek?

1.3 Ruang Lingkup Penelitian

Untuk mendapatkan suatu saran yang lebih terarah dan jelas, analisis estimasi biaya proyek peningkatan jalan Kecamatan Tanjung Morawa, dibatasi sebagai berikut:

1. Data yang digunakan berupa data sekunder, yaitu rencana anggaran biaya (RAB) dari proyek yang ditinjau.
2. Penelitian ini menggunakan metode *Cost significant Model* sebagai estimasi biaya total.
3. Data-data yang diperlukan dalam penelitian ini diperoleh dari Dinas Bina Marga dan Dinas PUPR Kabupaten Deli Serdang.

1.4 Tujuan Penelitian

Untuk menjawab rumusan masalah penelitian di atas, maka penelitian ini mempunyai tujuan sebagai berikut:

1. Mengetahui tentang estimasi biaya *Cost significant Model* pada proyek peningkatan jalan beserta model estimasinya.
2. Mengetahui berapa tingkat Keakuratan Estimasi *Cost significant Model* terhadap biaya aktual proyek.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari studi yang dilaksanakan antara lain :

1. Bagi Peneliti

Penelitian ini dapat menambah wawasan dan mempertajam kemampuan untuk menganalisa bagi peneliti, sehingga dapat menjadi bekal untuk tujuan dalam dunia kerja nantinya.

2. Bagi Pihak Pembaca

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan pengetahuan bagi pihak pembaca dalam penyusunan perencanaan dan permodelan estimasi biaya proyek.

3. Bagi Pihak Lainnya

Penelitian ini diharapkan dapat menambah ilmu dan menjadi bahan acuan dan pertimbangan model estimasi yang cukup akurat yang dapat diterapkan dalam menyusun proyek yang serupa.

1.6 Sistematika Penulisan

Dalam penulisan tugas akhir ini saya melakukan penyusunan tahap penyelesaian dengan sumber data yang saling berhubung. Untuk mencapai tujuan penelitian ini di lakukan beberapa tahap yang di anggap perlu. Metode dan prosedur pelaksanaannya disusun secara sistematika dalam lima bab yaitu:

BAB 1: PENDAHULUAN

Dalam bab ini di bahas latar belakang, rumus masalah, ruang lingkup penelitian, tujuan, manfaat dan sistematika penulisan.

BAB 2: TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini membahas mengenai dasar teori dan metode yang digunakan dalam penyelesaian masalah-masalah yang ada.

BAB 3: METODE PENELITIAN

Bab ini berisi tentang metode penelitian, hasil survei, metode survei, metode pengumpulan data dan alat alat yang digunakan.

BAB 4: ANALISA DATA

Bab ini berisi tentang data perhitungan dan analisa yang dilakukan.

BAB 5: KESIMPULAN DAN SARAN

Dalam bab ini berisi tentang kesimpulan dari hasil penelitian yang dilakukan sehubungan dengan kapasitas jalan, mobilisasi dan demobilisasi pembangunan apartemen, kemudian memberikan rekomendasi berupa saran.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Proyek

Proyek adalah gabungan dari sumber-sumber daya seperti manusia, material, peralatan dan modal/biaya yang dihimpun dalam suatu wadah organisasi sementara untuk mencapai sasaran dan tujuan (Husen, 2019). Adam (Haming dan Nurnajamuddin) mendefinisikan bahwa proyek adalah sebuah rencana yang disisipkan dengan sebaiknya untuk menangani pembuatan suatu produk baru atau suatu bisnis baru sebuah perusahaan. “Proyek merupakan suatu kegiatan yang terdiri dari gabungan sumber daya seperti manusia, material, peralatan, dan biaya yang direncanakan dalam suatu organisasi sementara untuk mencapai tujuan tertentu” (Husen, A., 2019).

Jenis-jenis Proyek Konstruksi Proyek konstruksi dapat di bedakan menjadi dua jenis kelompok bangunan, yaitu (Ervianto, 2019) :

1. Bangunan gedung : rumah, kantor, pabrik dan lain-lain. Ciri-ciri kelompok bangunan ini adalah :
 - a. Proyek konstruksi menghasilkan tempat orang bekerja atau tinggal.
 - b. Pekerjaan dilaksanakan pada lokasi yang relatif sempit dan kondisi pondasi pada umumnya sudah diketahui.
 - c. Manajemen dibutuhkan, terutama untuk progressing pekerjaan.
2. Bangunan sipil : jalan, jembatan, bendungan, dan infrastruktur lainnya. Ciri-ciri dari kelompok bangunan ini adalah :
 - a. Proyek konstruksi dilaksanakan untuk mengendalikan alam agar berguna bagi kepentingan manusia.
 - b. Pekerjaan dilaksanakan pada lokasi yang luas atau panjang dan kondisi pondasi sangat berbeda satu sama lain dalam suatu proyek.
 - c. Manajemen dibutuhkan untuk memecahkan permasalahan.

Hughes dan Cotterell (2002) proyek diasumsikan sebagai sesuatu yang besar untuk ditentukan bagaimana cara untuk menyelesaikan suatu pekerjaan. Proyek

diklasifikasikan oleh Huges dan Cotterell (2002) dalam beberapa karakteristik, diantaranya yaitu:

1. Pekerjaan yang tidak rutin dilibatkan
2. Diperlukan perencanaan
3. Objektif yang spesifik dapat dilihat atau produk yang spesifik dapat dibuat
4. Pekerjaan diselesaikan oleh beberapa orang
5. Pekerjaan diselesaikan dalam beberapa fase
6. Sumber daya yang dapat digunakan dalam proyek dibatasi
7. Proyek itu besar dan kompleks

Schwalbe yang diterjemahkan oleh Dimiyati & Nurjaman (2019:2) menjelaskan bahwa proyek yang berada di jalan kecamatan tanjung morawa adalah usaha yang bersifat sementara untuk menghasilkan produk atau layanan yang unik. Pada umumnya, proyek melibatkan beberapa orang yang saling berhubungan aktivitasnya dan sponsor utama proyek biasanya tertarik dalam penggunaan sumber daya yang efektif untuk menyelesaikan proyek secara efisien dan tepat waktu. Agar proyek berhasil, manajer proyek harus mempertimbangkan hal berikut. Pertama, ruang lingkup pekerjaan yang akan dilakukan sebagai bagian dari proyek tersebut, serta produk dan layanan atau hasil yang diinginkan oleh pelanggan (sponsor) yang dapat dihasilkan dalam suatu proyek. Kedua, waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan suatu proyek. Ketiga, biaya yang dibutuhkan untuk menyelesaikan suatu proyek. Siklus hidup proyek merupakan suatu metode yang digunakan untuk menggambarkan sebuah proyek direncanakan, dikontrol, dan diawasi sejak proyek disepakati untuk dikerjakan hingga tujuan akhir proyek tercapai. Menurut Dimiyati & Nurjaman (2019), terdapat tahapan kegiatan utama yang dilakukan dalam siklus hidup proyek yaitu:

1. Tahap Inisiasi

Tahap inisiasi proyek merupakan tahap awal kegiatan proyek sejak sebuah proyek disepakati untuk dikerjakan. Pada tahap ini, permasalahan yang ingin diselesaikan akan diidentifikasi. Beberapa pilihan solusi untuk menyelesaikan permasalahan juga didefinisikan. Sebuah studi kelayakan dapat dilakukan untuk memilih sebuah solusi yang memiliki kemungkinan terbesar untuk

direkomendasikan sebagai solusi terbaik dalam menyelesaikan permasalahan. Ketika sebuah solusi telah ditetapkan, maka seorang manajer proyek akan ditunjuk sehingga tim proyek dapat dibentuk.

2. Tahap Perencanaan

Ketika ruang lingkup proyek telah ditetapkan dan tim proyek terbentuk, maka aktivitas proyek mulai memasuki tahap perencanaan. Pada tahap ini, dokumen perencanaan akan disusun secara terperinci sebagai panduan bagi tim proyek selama kegiatan proyek berlangsung. Adapun aktivitas yang akan dilakukan pada tahap ini adalah membuat dokumentasi *project plan*, *resource plan*, *financial plan*, *risk plan*, *acceptance plan*, *communication plan*, *procurement plan*, *contract supplier* dan *perform phare review*.

3. Tahap Eksekusi (Pelaksanaan Proyek)

Dengan definisi proyek yang jelas dan terperinci, maka aktivitas proyek siap untuk memasuki tahap eksekusi atau pelaksanaan proyek. Pada tahap ini, *deliverables* atau tujuan proyek secara fisik akan dibangun. Seluruh aktivitas yang terdapat dalam dokumentasi *project plan* akan dieksekusi. Sementara kegiatan pengembangan berlangsung, beberapa proses manajemen perlu dilakukan guna memantau dan mengontrol penyelesaian *deliverables* sebagai hasil akhir proyek.

4. Tahap Penutupan

Tahap ini merupakan akhir dari aktivitas proyek. Pada tahap ini, hasil akhir proyek (*deliverables project*) beserta dokumentasinya diserahkan kepada pelanggan, kontak dengan *supplier* diakhiri, tim proyek dibubarkan dan memberikan laporan kepada semua *stakeholder* yang menyatakan bahwa kegiatan proyek telah selesai dilaksanakan. Langkah akhir yang perlu dilakukan pada tahap ini yaitu melakukan *post implementation review* untuk mengetahui tingkat keberhasilan proyek dan mencatat setiap pelajaran yang diperoleh selama kegiatan proyek berlangsung sebagai pelajaran untuk proyek-proyek dimasa yang akan datang.

5. Organisasi Proyek

Tahap ini merupakan tahapan sebuah proyek sebelum kemudian ditutup (penyelesaian). Meskipun demikian, tidak semua proyek akan melalui setiap

tahap, artinya proyek dapat dihentikan sebelum mencapai penyelesaian. Beberapa proyek tidak mengikuti perencanaan terstruktur atau proses pemantauan. Beberapa proyek akan melalui langkah 2, 3, dan 4 beberapa kali.

2.2 Jalan

Jalan adalah prasarana transportasi darat yang meliputi segala bagian jalan, termasuk bangunan pelengkap dan perlengkapannya yang diperuntukkan bagi lalu lintas yang berada pada permukaan tanah, di atas permukaan tanah, di bawah permukaan tanah/air, serta di atas permukaan air, kecuali jalan kereta api, jalan lori, dan jalan kabel (Permen PU No. 13, 2011).

Sedangkan secara substansial pada Undang Undang No. 38/2004 tentang jalan, diamatkan tentang ketegasan penyelenggaraan jalan sebagai upaya untuk mencapai kinerja jalan yang handal. Sebagai jalan yang kuat dan daya tahan lama, aman, nyaman, berkelanjutan, efektif dan efisien dengan kinerja jalan yang berkualitas dari sisi konstruksi, struktur perkerasan, keamanan dan kenyamanan bagi masyarakat pengguna jalan. Fungsi dan Manfaat jalan dapat dipertahankan terhadap gangguan yang mungkin timbul, dapat mewujudkan peran penyelenggara jalan secara optimal dalam pemberian layanan kepada masyarakat, mewujudkan pelayanan jalan yang andal dan prima serta berpihak pada kepentingan masyarakat, mewujudkan sistem jaringan jalan yang berdaya guna dan berhasil guna untuk mendukung terselenggaranya sistem transportasi yang terpadu.

2.2.1 Bagian Jalan

Berikut bagian jalan berdasarkan Undang Undang No. 38/2004:

- a. Ruang manfaat jalan meliputi badan jalan, saluran tepi jalan dan ambang pengamanannya.
- b. Ruang milik jalan terdiri dari ruang manfaat jalan dan sejalur tanah tertentu di luar ruang manfaat jalan. Ruang milik jalan merupakan ruang sepanjang jalan dibatasi oleh lebar, kedalaman dan tinggi tertentu.

- c. Ruang Pengawasan Jalan merupakan ruang tertentu di luar tertentu di luar ruang milik jalan yang penggunaannya ada di bawah pengawasan penyelenggara jalan. Ruang pengawasan jalan diperuntukkan bagi pandangan bebas pengemudi dan pengamanan konstruksi jalan serta pengamanan fungsi jalan.

Pengaturan penyelenggaraan jalan bertujuan untuk:

- a. Mewujudkan ketertiban dan kepastian hukum dalam penyelenggaraan jalan.
- b. Mewujudkan peran masyarakat dalam penyelenggaraan jalan.
- c. Mewujudkan peran penyelenggara jalan secara optimal dalam pemberian layanan kepada masyarakat.
- d. Mewujudkan pelayanan jalan yang andal dan prima serta berpihak pada kepentingan masyarakat.
- e. Mewujudkan sistem jaringan jalan yang berdaya guna dan berhasil guna untuk mendukung terselenggaranya system transportasi yang terpadu.
- f. Mewujudkan pengusahaan jalan tol yang transparan dan terbuka

2.2.2 Pengelompokan Jalan

Sesuai peruntukkannya, jalan dibagi menjadi dua, yaitu jalan umum dan jalan khusus. Jalan umum adalah jalan yang diperuntukkan bagi lalu lintas umum. Berdasarkan Pasal 9 Undang Undang Nomor 38 Tahun 2004 tentang Jalan, pengelompokan jalan umum menurut statusnya adalah :

1. Jalan Nasional, merupakan jalan arteri dan jalan kolektor dalam sistem jaringan jalan primer yang menghubungkan antar ibu kota Provinsi dan jalan strategis nasional, serta jalan tol.
2. Jalan Provinsi, merupakan jalan kolektor dalam sistem jaringan jalan primer yang menghubungkan ibu kota Provinsi dengan ibu kota Kabupaten/Kota, atau antar ibu kota Kabupaten/Kota, dan jalan strategis Provinsi.
3. Jalan Kabupaten, merupakan jalan lokal dalam sistem jaringan jalan primer yang menghubungkan ibu kota kabupaten dengan ibu kota kecamatan, antar ibu kota kecamatan, ibu kota kabupaten dengan pusat kegiatan lokal, antar pusat kegiatan lokal, serta jalan umum dalam sistem jaringan jalan sekunder dalam wilayah kabupaten, dan jalan strategis kabupaten.

4. Jalan Kota, merupakan jalan umum dalam sistem jaringan jalan sekunder yang menghubungkan antar pusat pelayanan dalam kota, menghubungkan pusat pelayanan dengan persil, menghubungkan antar persil, serta menghubungkan antar pusat permukiman yang berada di dalam kota.
5. Jalan Desa, merupakan jalan umum yang menghubungkan kawasan dan antar permukiman di dalam desa, serta jalan lingkungan. Sedangkan jalan khusus adalah jalan yang dibangun oleh instansi badan usaha, perseorangan atau kelompok masyarakat untuk kepentingan sendiri.

Berdasarkan Undang Undang No.22/2009 tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan, pengelompokan jalan sesuai kelasnya sebagai berikut :

1. Jalan kelas I, yaitu jalan arteri dan kolektor yang dapat dilalui kendaraan bermotor dengan ukuran lebar tidak melebihi 2.500 mm, ukuran panjang tidak melebihi 18.000 mm, ukuran paling tinggi 4.200 mm, dan muatan sumbu terberat 10 ton.
2. Jalan kelas II, yaitu jalan arteri, kolektor, lokal, dan lingkungan yang dapat dilalui kendaraan bermotor dengan ukuran lebar tidak melebihi 2.500 mm, ukuran panjang tidak melebihi 12.000 mm, ukuran paling tinggi 4.200 mm, dan muatan sumbu terberat 8 ton.
3. Jalan kelas III, yaitu jalan arteri, kolektor, lokal dan lingkungan yang dapat dilalui kendaraan bermotor dengan ukuran lebar tidak melebihi 9.000 mm, ukuran paling tinggi 3.500 mm, dan muatan sumbu terberat 8 ton. Jalan kelas khusus, yaitu jalan arteri yang dapat dilalui kendaraan bermotor dengan ukuran lebar melebihi 2.500 mm, ukuran panjang melebihi 18.000 mm, ukuran paling tinggi 4.200 mm, dan muatan sumbu terberat lebih dari 10 ton.

2.3 Peningkatan Jalan

Peningkatan jalan adalah suatu kegiatan untuk memperbaiki kondisi jalan yang kemampuannya tidak mantap atau kritis, sampai suatu kondisi pelayanan yang mantap sesuai dengan umur rencana yang ditetapkan. Kegiatan ini merupakan kegiatan penanganan jalan yang dapat meningkatkan kemampuan strukturalnya sesuai dengan umur rencana jalan tersebut.

Maksud peningkatan adalah penanganan jalan guna memperbaiki pelayanan jalan yang berupa peningkatan struktural dan atau geometriknya agar mencapai tingkat pelayanan yang direncanakan.

Berdasarkan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia nomor 03/PRT/M/2015 tentang Penggunaan Dana Alokasi Khusus Bidang Infrastruktur halaman 27-28 menyebutkan bahwa “Peningkatan Jalan (PJ) adalah kegiatan penanganan untuk dapat meningkatkan kemampuan ruas-ruas jalan dalam kondisi tidak mantap atau kritis agar ruas jalan tersebut dalam kondisi mantap sesuai dengan umur rencana.”

2.4 Estimasi Biaya

Estimasi biaya adalah salah satu tahapan awal dalam suatu proyek yang berfungsi untuk memperkirakan total biaya pembangunan, yang dimana hasil suatu estimasi (peramalan) bergantung pada data lampau dan pengalaman estimator dalam mengestimasi suatu proyek.

Ada pula beberapa pendapat para ahli tentang estimasi biaya, sebagai berikut :

Kegiatan estimasi adalah salah satu tahapan penting dalam proses konstruksi dalam menjawab pertanyaan “berapa besar *vee* yang harus disediakan untuk sebuah proyek konstruksi” , (Ervianto, 2002)

Menurut Iman Soeharto (1997), estimasi biaya proyek memegang peranan penting dalam penyelenggaraan proyek. Pada tahap awal dipergunakan untuk mengetahui berapa besar biaya yang dibutuhkan untuk membangun suatu proyek (Eman et al., 2019). Perkiraan Beberapa metode estimasi biaya menurut Imam Soeharto (2021) adalah metode parameter, memakai daftar indeks harga dan informasi proyek terdahulu, metode menganalisis unsur-unsurnya, metode faktor, *quantity take-off*, metode harga satuan, serta memakai data dan informasi proyek yang bersangkutan.

Seiring dengan laju kemajuan pelaksanaan proyek, tataran kecermatan dan ketelitian estimasi yang diperlukan sudah tentu akan semakin meningkat pula, sehingga menurut Istimawan D (2021) biasanya suatu proyek dimulai dengan kebutuhan semacam estimasi yang kurang terperinci dan selanjutnya dapat

dikelompokan dalam urutannya, yaitu estimasi pendahuluan, estimasi terperinci, dan estimasi definitif.

2.5 Metode-metode Estimasi Biaya

Untuk melakukan estimasi biaya terdapat beberapa cara atau metode, sesuai dengan informasi yang tersedia atau tahapan konstruksi. Menurut Michael D. Dell'Isola, metode estimasi biaya dapat dibagi menjadi empat kategori utama. Penjelasan akan masing-masing metode yaitu sebagai berikut:

1. Metode Harga Unit Satuan

Metode harga unit satuan dapat juga dikategorikan menjadi pembagian empat kategori utama:

a. Metode Akomodasi.

Metode ini pada dasarnya merupakan metode dengan perhitungan kalkulasi dari biaya yang diperlukan dalam membangun suatu fasilitas berdasarkan major measure dari fasilitas tersebut. Seperti contohnya, estimasi biaya untuk sebuah tempat parkir. Perhitungan tersebut dapat didasarkan pada unit price luas parkir bagi tiap unit mobil yang kemudian dikalikan dengan kapasitas unit mobil yang tersedia pada tempat parkir tersebut.

b. Metode Meter Kubik.

Metode ini tidak biasa digunakan pada sistem estimasi biaya, kecuali untuk konstruksi yang identik dengan volume, seperti misalnya gudang penyimpanan. Berdasarkan sifat dari pengukurannya, metode meter kubik akan bersifat sensitif terhadap volume dari konstruksi dan varian yang mempengaruhinya. Negara-negara Eropa seperti Jerman sangat sering menggunakan metode ini sebagai perhitungan biaya konstruksi. Metode ini dapat juga efektif, namun cenderung rancu saat digunakan pada konstruksi umum.

c. Metode Meter Persegi.

Metode biaya per meter persegi merupakan metode yang paling sering digunakan di Amerika. Metode ini sangat sering digunakan baik pada proyek pemerintah maupun swasta. Meskipun efektif, metode meter persegi sangat

bergantung pada bagaimana pengukuran bagi biaya per meter persegi tersebut dibuat pertama kalinya. Misalnya, unit biaya per meter persegi pada gedung kantor secara net dan secara gross sebenarnya memiliki perbedaan sekitar 30 atau 40%.

d. Metode Area Fungsional.

Metode area fungsional adalah metode estimasi biaya berdasarkan luas area dengan fungsi tertentu. Area fungsional ditentukan sesuai dengan ruang dengan masing-masing kegunaannya pada suatu bangunan; misalnya, pada sekolah, area fungsionalnya antara lain ruang kelas, kafetaria, gymnasium, dan lain-lain. Kelebihan metode ini dari metode meter persegi ialah variasinya terletak pada ruang sehingga estimasi dapat lebih sesuai.

2. Metode *Cost-Modelling* dan Parametrik

Metode ini mengutilisasi model yang telah terdeterminasi dari proyek sebelumnya dan menggunakannya untuk memprediksi biaya proyek yang akan dibangun. Pendekatan ini biasanya diaplikasikan pada proyek yang berulang dengan tipe yang serupa atau mirip lalu mereplikasi analisa teoritis dan expectation-nya pada proyek yang diinginkan. Pada prosesnya fasilitas statistik dapat dimanfaatkan sebagai alat prediksi dan asesmen cost terutama pada sistem konstruksi yang rumit, seperti piping atau proses komponen. Namun pendekatan ini memiliki aplikasi yang paling sedikit di dunia konstruksi.

3. Metode Survey Kuantitas

Metode survey kuantitas biasanya digunakan saat detail desain secara terinci tersedia dan estimator diharuskan untuk menghitung cost keseluruhan proyek atau paling tidak komponen utamanya. Pricing dapat terdiri dari unit price seluruh bangunan, atau juga termasuk labor, material dan alat. Tingkatan dari detail estimasi ialah individual unit pada tiap pekerjaan, agar dapat diketahui.

2.6 Analisis Data

Analisis data adalah proses sistematis untuk menguraikan, menginterpretasikan, dan mengolah data agar dapat diambil kesimpulan yang berharga. Ini adalah langkah kritis dalam mengubah data mentah menjadi

informasi yang berguna. Proses analisis data melibatkan beberapa tahap, termasuk pengumpulan data, penyusunan data, pengolahan data, pengujian hipotesis, dan pembuatan laporan hasil.

Beberapa tahapan analisis data yang dilakukan yaitu :

- Pengaruh *Time value*
- *Cost significant* Item
- Uji Asumsi Classic
- Model Regresi Berganda
- Penguji CMF (Cost Model Factor)
- *Cost significant* Model
- Akurasi Model

2.6.1 Pengaruh *Time value*

Harga pekerjaan pada tahun pelaksanaan disesuaikan dengan harga pada tahun yang diproyeksikan dengan memperhitungkan pengaruh berkurangnya nilai uang atau faktor inflasi. Data inflasi yang digunakan adalah data inflasi umum yang didapat dari BPS (Badan Pusat Statistik). Dalam estimasi biaya proyek, nilai waktu uang (*time value of money*) mengacu pada prinsip bahwa nilai uang saat ini lebih besar dibandingkan nilai yang sama di masa depan, karena adanya peluang bunga atau return dari investasi. Dalam estimasi biaya, hal ini sangat penting ketika menghitung biaya jangka panjang atau proyek yang berlangsung lebih dari satu tahun.

Pengaruh *time value* pada *Cost significant Model* (CSM) adalah metode yang mengestimasi biaya berdasarkan elemen-elemen biaya yang paling signifikan dalam suatu proyek, biasanya melalui persentase dari total biaya. *Time value* akan mempengaruhi estimasi ini karena:

1. Perubahan nilai uang mempengaruhi nilai komponen utama proyek yang memiliki kontribusi besar terhadap total biaya.
2. Inflasi atau deflasi juga harus diperhitungkan dalam biaya proyek jangka panjang, terutama jika harga bahan baku atau tenaga kerja diperkirakan meningkat seiring waktu.

3. Jika ada pembayaran yang ditunda, maka nilai waktu uang akan mempengaruhi diskon atau penyesuaian biaya tersebut di masa depan.

Dalam model CSM yang mempertimbangkan *time value*, sering kali digunakan *discount factor* untuk menghitung biaya masa depan dalam nilai sekarang. Selain itu, proyeksi inflasi atau perubahan harga komponen penting proyek dapat dimasukkan dalam estimasi biaya untuk menyesuaikan nilai sebenarnya. Proyek dengan durasi panjang, seperti konstruksi bangunan atau infrastruktur, sangat dipengaruhi oleh *time value*. Metode CSM dalam konteks ini dapat menggunakan Discounted Cash Flow (DCF) untuk menilai arus kas masa depan dalam konteks nilai sekarang. Penyesuaian ini membantu menghindari over- atau underestimation biaya.

Secara keseluruhan, *time value* dalam konteks metode *Cost significant Model* memastikan bahwa estimasi biaya yang dihasilkan lebih realistis dan sesuai dengan kondisi ekonomi yang berlaku, terutama untuk proyek-proyek dengan jangka waktu panjang dan perubahan biaya yang dinamis.

Rumus Perhitungan *Time Value* :

$$FV = PV \times (1+i)^n \quad (2.1)$$

2.6.2 *Cost significant Item*

Cost significant item adalah suatu konsep yang mengacu pada elemen-elemen atau komponen biaya dalam suatu proyek atau sistem yang dianggap memiliki dampak signifikan terhadap total biaya keseluruhan. Elemen-elemen ini harus diberikan perhatian khusus karena memiliki potensi untuk memengaruhi efisiensi dan kelayakan ekonomi dari proyek tersebut. Dalam konteks manajemen proyek atau akuntansi, identifikasi *cost significant* item sangat penting untuk pengendalian biaya yang lebih efektif.

Menurut Blocher, Stout, Juras, dan Cokins (2022) dalam buku mereka "Cost Management: A Strategic Emphasis" menyatakan bahwa *cost significant* item merupakan bagian dari pengelompokan biaya yang membutuhkan pengendalian yang lebih cermat karena ketidakpastian atau variabilitasnya yang tinggi dapat

menyebabkan perubahan signifikan pada anggaran. Sedangkan Horngren et al. (2021) dalam "Cost Accounting: A Managerial Emphasis" menekankan bahwa *cost significant* item adalah biaya yang, jika diabaikan atau salah perhitungan, dapat mengakibatkan kerugian besar bagi organisasi, sehingga membutuhkan perhatian dalam perencanaan dan kontrol anggaran.

Ketentuan dalam penentuan *Cost significant* items adalah biaya item-item terbesar yang jumlah persentasenya sama atau lebih besar dari 80% jumlah biaya total proyek. Pada tahapan sebelumnya telah dilakukan peringkat persentase biaya komponen item pekerjaan. Selanjutnya jumlahkan persentase biaya komponen item pekerjaan dari posisi yang pertama hingga seterusnya, sampai diperoleh jumlah sama atau lebih dari 80% jumlah biaya total proyek. Drury (2020) menjelaskan bahwa item biaya yang signifikan biasanya memiliki kontribusi besar terhadap total biaya proyek atau produksi, sehingga perubahan kecil pada item ini dapat berdampak besar pada profitabilitas atau kelayakan proyek.

2.6.3 Uji Asumsi Klasik

Uji asumsi klasik digunakan untuk mengetahui ada tidaknya normalitas residual, multikolinieritas, autokorelasi, dan heteroskedastisitas pada model regresi. Jika dalam model regresi linier data residual terdistribusi normal, tidak terjadi multikolinieritas, autokorelasi dan heteroskedastisitas, maka model regresi linier dapat dikatakan baik. Untuk mendapatkan model regresi dengan estimasi yang tidak bias dan pengujian yang andal atau pengujian terpercaya, asumsi klasik harus dipenuhi. Apabila ada satu syarat yang tidak terpenuhi, maka hasil analisis regresi tidak dapat dikatakan bersifat BLUE (*Best, Linier, Unbiased, Estimator*). Rochmat Aldy Purnomo, (2017)

a. Uji Normalitas

Uji normalitas untuk menguji apakah nilai residual yang telah distandarisasi pada model regresi berdistribusi normal atau tidak. Cara untuk melihat normalitas residual dalam penelitian ini dengan menggunakan uji *Kolmogorov-Smirnov*. Data dianggap normal jika nilai signifikansi yang dihasilkan lebih dari 0.05. Hipotesis yang dibentuk:

H_0 : residual terdistribusi secara normal

H_1 : residual tidak terdistribusi secara normal

Penetapan keputusan dalam uji normalitas:

- 1) Jika nilai signifikansi < 0.05 artinya residual tidak berdistribusi normal atau H_1 diterima.
- 2) Jika nilai signifikansi > 0.05 artinya residual berdistribusi normal atau H_0 diterima.

b. Uji Multikolinieritas

Dalam model regresi diasumsikan tidak memuat hubungan dependensi linier antarvariabel independen. Jika terjadi hubungan dependensi linier yang kuat antara variabel independen maka dinamakan terjadi problem multikolinieritas. Untuk mengetahui adanya multikolinieritas antar variabel independen yaitu dengan menggunakan *Variance Inflation Factor* (VIF). Tidak terjadi multikolinieritas apabila variabel independen dengan nilai VIF yang dihasilkan < 10 . Hipotesis yang dibentuk:

H_0 : tidak terdapat multikolinieritas

H_1 : terdapat multikolinieritas

Penetapan keputusan dalam uji multikolinieritas dengan VIF:

- 1) Jika nilai VIF < 10 maka H_0 diterima, artinya tidak terdapat multikolinieritas.
- 2) Jika nilai VIF > 10 maka H_1 diterima, artinya terdapat multikolinieritas.

c. Uji Autokorelasi

Uji autokorelasi merupakan salah satu bagian dari uji asumsi klasik dalam regresi linier berganda. Tujuan dari uji ini adalah untuk mengetahui apakah terdapat hubungan (korelasi) antara nilai residual saat ini dengan nilai residual pada observasi sebelumnya. Autokorelasi yang terjadi dalam model regresi akan melanggar asumsi bahwa residual bersifat acak (random), yang dapat mengganggu validitas model regresi, terutama pada data time series atau data urutan.

Pada umumnya, pengujian autokorelasi dilakukan dengan menggunakan Durbin-Watson Test (DW Test). Namun, metode ini memiliki keterbatasan, terutama ketika digunakan pada jumlah sampel yang kecil (kurang dari 15). Dalam penelitian ini, jumlah sampel yang digunakan hanya 9 data observasi, sehingga penggunaan uji Durbin-Watson dianggap kurang tepat. Oleh karena itu, pengujian

autokorelasi dilakukan menggunakan Run Test, yang lebih sesuai untuk data berjumlah kecil dan tidak memerlukan asumsi distribusi normal.

Run Test menguji keberadaan pola atau keteraturan dalam residual model regresi. Jika hasil Run Test menunjukkan bahwa residual bersifat acak (tidak berpola), maka dapat disimpulkan bahwa model regresi tidak mengandung autokorelasi.

Kriteria pengambilan keputusan pada Run Test adalah sebagai berikut:

- Jika nilai signifikansi (Sig. 2-tailed) > 0.05 → tidak terdapat autokorelasi (residual acak).
- Jika nilai signifikansi (Sig. 2-tailed) < 0.05 → terdapat autokorelasi (residual berpola).

Tabel 2.1 Pengambilan Keputusan Uji Run Test (Adaptasi dari Ghozali (2018) dan Sugiyono (2019))

Jenis Uji	Tujuan Pengujian	Metode	Kriteria Pengambilan Keputusan	Sumber Referensi
Uji Autokorelasi	Mengetahui apakah residual memiliki pola tertentu (tidak acak), yang melanggar asumsi regresi	Run Test	- Sig. (2-tailed) > 0,05 (tidak ada autokorelasi) - Sig. (2-tailed) < 0,05 (terdapat autokorelasi)	Ghozali (2018) Sugiyono (2019)

d. Uji Heteroskedastisitas

Uji ini bertujuan untuk menganalisis terjadinya heterokedastisias, yaitu adanya ketidaksamaan variansi dari residual untuk semua pengamatan pada model regresi. Uji untuk asumsi ini dilakukan dengan melihat apakah sisaan mempunyai hubungan yang berpola dengan variabel independen. Uji yang biasanya digunakan untuk mendeteksi heteroskedastisitas pada hasil estimasi menggunakan yaitu uji White, uji Breusch Pagan, uji Harvey, uji Glejser, dan ARCH (M. Firdaus, 2019). Uji yang digunakan yaitu uji Glejser. Hipotesis yang ditetapkan :

H_0 : tidak terjadi gejala heteroskedastisitas

H_1 : terjadi gejala heteroskedastisitas

Keputusan yang diperoleh :

- 1) Jika nilai signifikansi yang dihasilkan < 0.05 artinya terdapat masalah heteroskedastisitas pada model regresi atau H_1 diterima.
- 2) Jika nilai signifikansi yang dihasilkan > 0.05 artinya tidak terdapat masalah heteroskedastisitas pada model regresi H_0 diterima.

2.6.4 Uji t dan Uji F

a. Uji t (Parsial)

Uji t (parsial) atau dapat disebut juga sebagai pengujian parameter secara individual, merupakan pengujian yang dilakukan untuk melihat ada tidaknya pengaruh masing-masing variable independen terhadap variabel dependen dengan pengambilan keputusan berdasarkan perbandingan nilai t-hitung dengan t-tabel, dan perbandingan signifikansi dengan tingkat signifikansi (α) sebesar 0.05. Hipotesis yang digunakan:

H_0 : secara parsial variabel independen tidak berpengaruh signifikan terhadap variabel dependen.

H_1 : secara parsial variabel independen berpengaruh signifikan terhadap variabel dependen.

Kriteria pengambilan keputusan:

a) Dengan perbandingan antara t-hitung dan t-tabel

- 1) Jika nilai t-hitung $<$ t-tabel maka keputusannya adalah H_0 diterima.
- 2) Jika nilai t-hitung $>$ t-tabel maka keputusannya adalah H_1 diterima.

b) Dengan nilai signifikansi dimana nilai signifikansi (α) 5% = 0.05

- 1) Jika nilai signifikansi < 0.05 maka keputusannya adalah H_1 diterima.
- 2) Jika nilai signifikansi > 0.05 maka keputusannya adalah H_0 diterima.

b. Uji F (Simultan)

Uji F (simultan) adalah uji yang dilakukan untuk mengetahui apakah semua variabel independen secara bersama-sama berpengaruh atau tidak terhadap variabel dependen dengan pengambilan keputusan berdasarkan perbandingan nilai F-hitung

dengan F-tabel, dan perbandingan nilai signifikansi dengan tingkat signifikansi (α) sebesar 0.05. Hipotesis yang digunakan:

H₀: secara bersama-sama variabel independen tidak berpengaruh signifikan terhadap variabel dependen.

H₁: secara bersama-sama variabel independen berpengaruh signifikan terhadap variabel dependen.

Kriteria pengambilan keputusan:

a) Dengan perbandingan antara F-hitung dan F-tabel

1) Jika nilai F-hitung < F-tabel maka keputusannya adalah H₀ diterima.

2) Jika nilai F-hitung > F-tabel maka keputusannya adalah H₁ diterima.

b) Dengan nilai signifikansi dimana nilai signifikansi (α) 5%=0.05

1) Jika nilai signifikansi F-statistik > 0.05 maka keputusannya adalah H₀ diterima.

2) Jika nilai signifikansi F-statistik < 0.05 maka keputusannya adalah H₁ diterima.

2.6.5 Uji Koefisien Determinasi (R²)

Koefisien determinasi digunakan untuk mengukur seberapa besar variabel Y (dependen) yang dapat diterangkan oleh variabel X (independen). Nilai determinasi adalah di antara 0 (nol) sampai 1 (satu). Nilai R² yang kecil berarti bahwa kemampuan variabel-variabel independen dalam menjelaskan variabel dependen sangat terbatas. Nilai yang mendekati 1 berarti variabel-variabel independen memberikan hampir semua informasi yang dibutuhkan untuk memprediksi variabel dependen (Imam Ghazali, 2018). Koefisien determinasi R² digunakan untuk mengukur seberapa jauh kemampuan model dalam menerangkan variasi variabel terikat.

2.6.6 Analisis Regresi Linier Berganda

Regresi linier berganda merupakan hubungan linier antara variabel terikat (dependen) dengan variabel bebas (independen), dimana variabel terikat dengan simbol Y diterangkan oleh lebih dari satu variabel bebas dengan simbol (X) (Yusuf

Wibisono, 2018). Umumnya regresi linier berganda digunakan untuk membuktikan kebenaran dari hipotesis penelitian. Persamaan matematis regresi linier berganda :

$$Y = a + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \beta_4 X_4 + \dots + \beta_n X_n \quad (2.2)$$

Keterangan :

Y : Total Biaya Proyek

α : Konstanta

β : Koefisien regresi

Variabel Penelitian

Penelitian ini melibatkan satu variable terikat (Y) dan empat variabel bebas (X) dengan perincian sebagai berikut :

Variabel terikat (Y) : Jumlah biaya total/biaya riil pekerjaan

Variabel terikat (X) : terdiri 4 variabel yaitu :

Tabel 2.2 Variabel Bebas Pada Penelitian

No	Variabel	Deskripsi
1	X1	Divisi Umum
2	X2	Divisi Pekerjaan Tanah
3	X3	Divisi Perkerasan Berbutir
4	X4	Divisi Perkerasan Aspal

2.6.7 Cost significant Model

Cost significant Model salah satu model peramalan biaya total konstruksi berdasarkan data penawaran yang lalu, yang lebih mengandalkan pada harga paling signifikan di dalam mempengaruhi biaya total proyek sebagai dasar peramalan (estimasi), yang diterjemahkan ke dalam perumusan regresi berganda (Pancoro & Oetomo, 2020).

Menurut Poh dan Homer (1995), *Cost significant Model* adalah dengan mengandalkan ada penemuan yang terdokumentasi dengan baik bahwa 80% dari nilai total biaya proyek termuat didalamnya 20% item-item pekerjaan yang paling mahal dan berpengaruh signifikan. Untuk proyek yang memiliki ciri-ciri yang

sejenis, item-item *cost significant* adalah sama. *Cost significant* items dapat dikumpulkan dengan menggunakan teknik yang bervariasi ke dalam nomor yang sama dari item-item pekerjaan *cost significant*, yang dapat mempresentasikan proporsi yang tepat dari total biaya anggaran yang biasanya mendekati 80%. *Cost significant items* diidentifikasi sebagai item-item terbesar yang jumlah persentasenya sama atau lebih besar dari 80% total biaya proyek.

Menurut (Astana, 2019), metode “*Cost significant Model*” yang digunakan dengan mendasarkan pada analisa data proyek yang lalu, mempunyai langkah-langkah sebagai berikut :

1. Tidak mengikutsertakan item pekerjaan yang terkadang jumlahnya cukup besar namun tidak setiap pekerjaan ada. Item-item tersebut sering merupakan variabel biaya tinggi dan tergantung sekali pada karakteristik lapangan dan persyaratan pelanggan, sehingga akan menghambat keakuratan pengembangan model.
2. Mengelompokkan item-item pekerjaan dimana penggabungan item pekerjaan bisa dilaksanakan apabila pekerjaan tersebut mempunyai satuan ukuran yang sama, harga satuannya tidak berbeda secara signifikan, atau bisa menggambarkan operasi kerja lapangan.
3. Menghitung pengaruh *time value* terhadap harga-harga item pekerjaan. Harga pekerjaan pada tahun pelaksanaan disesuaikan dengan harga pada tahun yang diproyeksikan dengan memperhitungkan faktor inflasi.
4. Mencari *cost-significant items*, yang diidentifikasi sebagai item-item terbesaryang jumlah persentasenya sama atau lebih besar dari 80% total biaya proyek.
5. Membuat model biaya dari *Cost significant items* yang telah ditentukan.
6. Mencari rata-rata *Cost Model Factor* (CMF) . CMF didapatkan dengan cara membagi nilai proyek yang didapatkan dari model dengan nilai aktual proyek.

$$CMF = \frac{Y'}{Y} \quad (2.3)$$

7. Menghitung estimasi biaya proyek dari *Cost significant Model*, dengan cara membagi nilai proyek yang diprediksi dari model dengan rata-rata CMF.

$$Y'CSM = \frac{(Y')}{CMF} \quad (2.4)$$

8. Menghitung akurasi model dalam bentuk prosentase dari selisih antara harga yang diprediksi dengan harga sebenarnya dibagi dengan harga sebenarnya.

Kelebihan dari metode “*Cost significant Model*” adalah dapat memprediksi biaya proyek dengan mudah, cepat, dan cukup akurat, walaupun belum tersedianya uraian dan spesifikasi pekerjaan. Metode ini dapat digunakan pada tahap-tahap awal proyek seperti pada saat penyusunan konsep, studi kelayakan, dan perencanaan pendahuluan. Sedangkan kelemahannya adalah proyek yang ditinjau harus sama, dibutuhkan data historis proyek yang terdahulu dan akurasi model sangat dipengaruhi oleh baik tidaknya data yang dikumpulkan (Bakar, 2020).

2.6.8 Akurasi Estimasi *Cost significant Model*

Cost Model Factor diperoleh dari membandingkan selisih antara estimasi biaya yang dihasilkan model regresi dan biaya aktual suatu proyek. Untuk mencari biaya estimasi model regresi yaitu dengan cara memasukan *cost significant item* kedalam model yang diperoleh. Pengujian model bisa dilakukan dengan membagi biaya estimasi model dengan *Cost Model Factor* (CMF) (Poh dan Horner, 1995). Tingkat akurasi dapat dihitung dengan membagi hasil selisih dari Total Biaya Permodelan CSM (Y'_{CSM}) dengan Total Biaya Aktual (Y) kemudian dibagi dengan Total Biaya Aktual (Y) dikali 100%, sesuai dengan rumus berikut:

$$Akurasi = \frac{(Y'_{CSM} - Y)}{Y} \times 100\% \quad (2.5)$$

Dalam hal estimasi biaya, pengendalian biaya, dan ekonomi teknik, AACE International (Association for the Advancement of Cost Engineering) mendefinisikan rekayasa biaya sebagai rekayasa yang menggunakan pengalaman dan pertimbangan teknik, dan ACCE mematuhi sejumlah prinsip ilmiah. Estimasi biaya dan pengendalian biaya adalah dua subbidang utama rekayasa biaya. Dalam perencanaan proyek konstruksi dan pelaksanaan proyek, estimasi memainkan peran penting. Pada tabel berikut, AACE membagi estimasi biaya menjadi 5 kategori berdasarkan tingkat akurasinya.

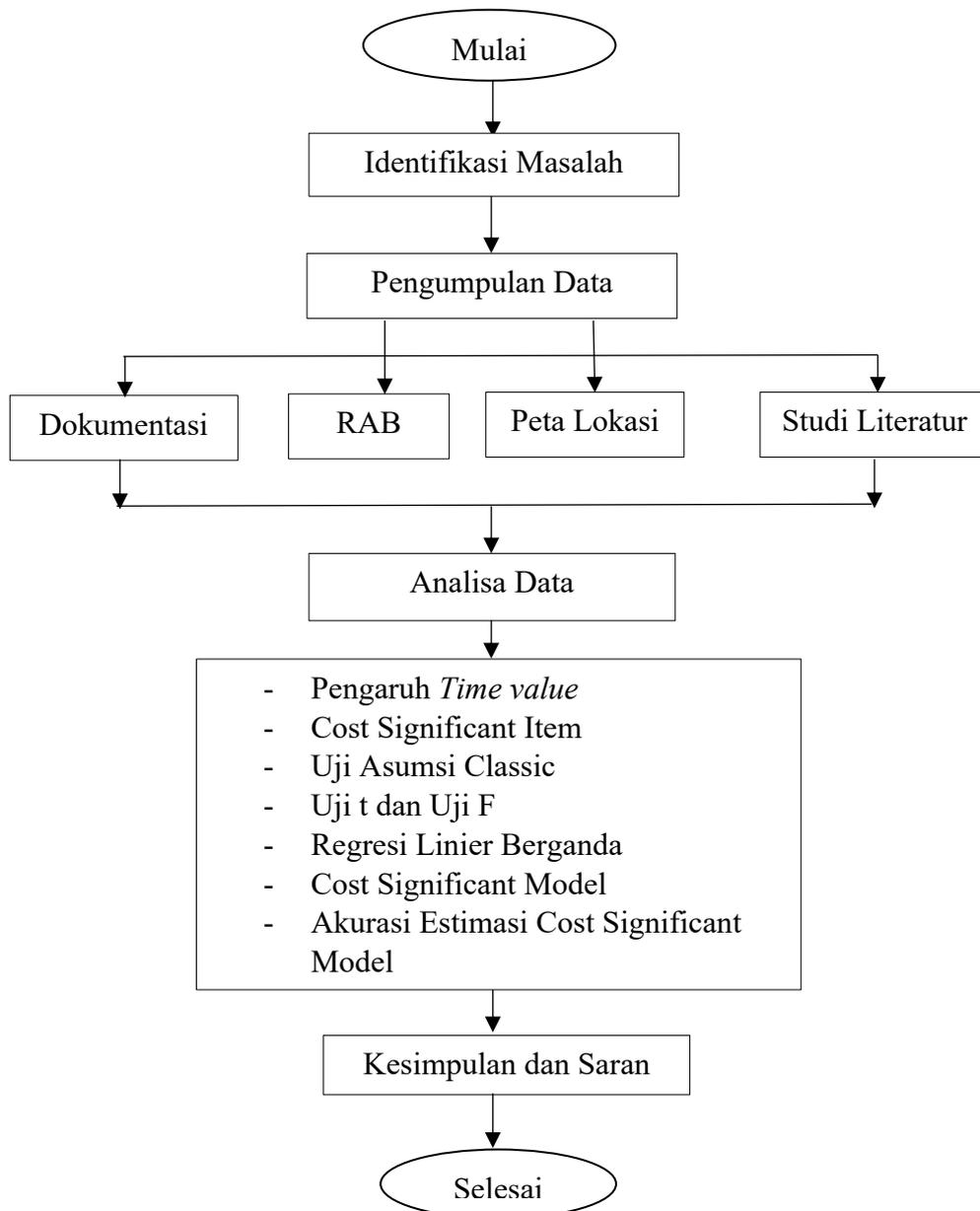
Tabel 2.3 Klasifikasi Estimasi Biaya (AACE Internasional)

<i>Estimation Class</i>	<i>End Usage (Typical purpose of estimate)</i>	<i>Methodology (Typical estimating method)</i>	<i>Expected Accuracy Range (Typical low & high range)</i>
<i>Class 5</i>	<i>Concept Screening</i>	<i>Capacity Factored Parametric Model Judgement or Analogy</i>	<i>Low: -20% to -50% High: 30% to 100%</i>
<i>Class 4</i>	<i>Study of Feasibility</i>	<i>Equipment Factored or Parametric Model</i>	<i>Low: -15% to -30% High: 20% to 50%</i>
<i>Class 3</i>	<i>Budged Authorization or Control</i>	<i>Semi-Detailed Unit Cost with Assembly Level Line Items</i>	<i>Low: -10% to -20% High: 10% to 30%</i>
<i>Class 2</i>	<i>Control or Bid/Tender</i>	<i>Detailed Unit Cost with Forced Detailed Take-Off</i>	<i>Low: -5% to -15% High: 5% to 20%</i>
<i>Class 1</i>	<i>Check Estimate or Bid/Tender</i>	<i>Detailed Unit Cost with Detailed Take-Off</i>	<i>Low: -3% to 10% High: 3% to 15%</i>

BAB 3
METODE PENELITIAN

3.1 Bagan Alir Penelitian

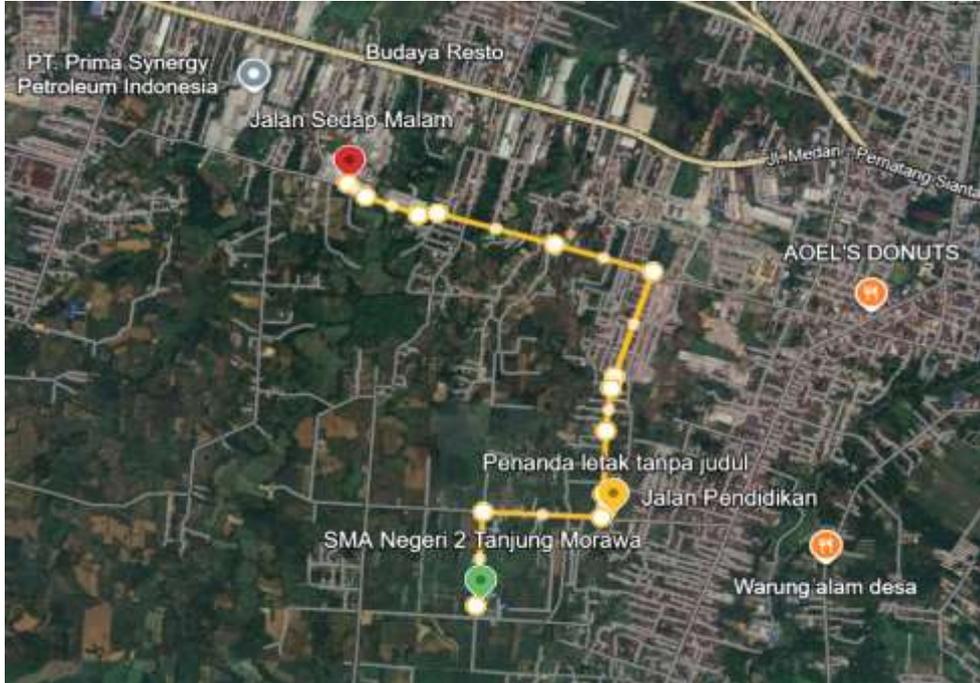
Berdasarkan diagram alir penelitian digunakan sebagai dasar pelaksanaan penelitian sebagai berikut. Diagram alir penelitian dapat dilihat pada gambar 3.1



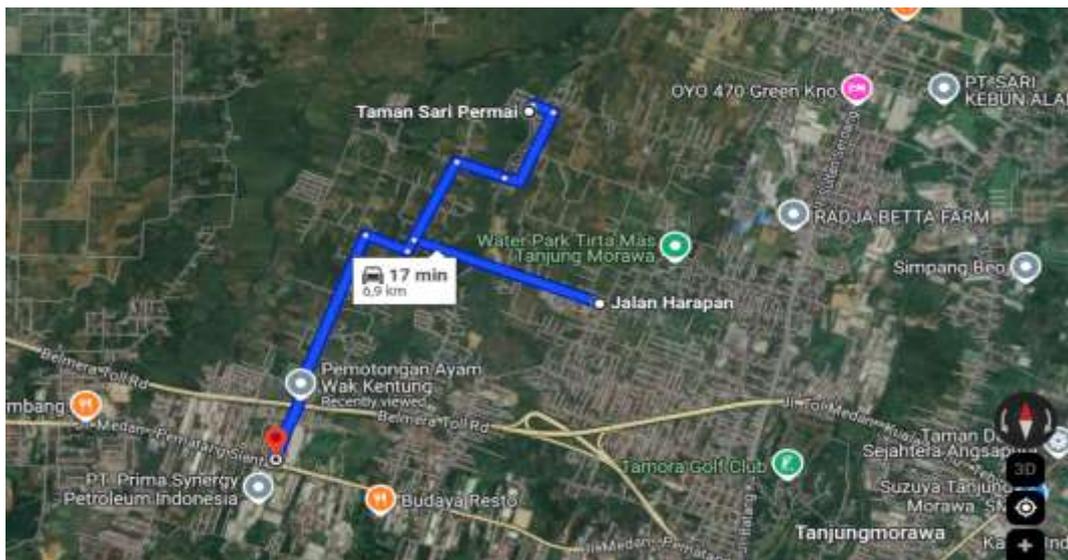
Gambar 3.1 Bagan Alir Penelitian

3.2 Tempat Penelitian

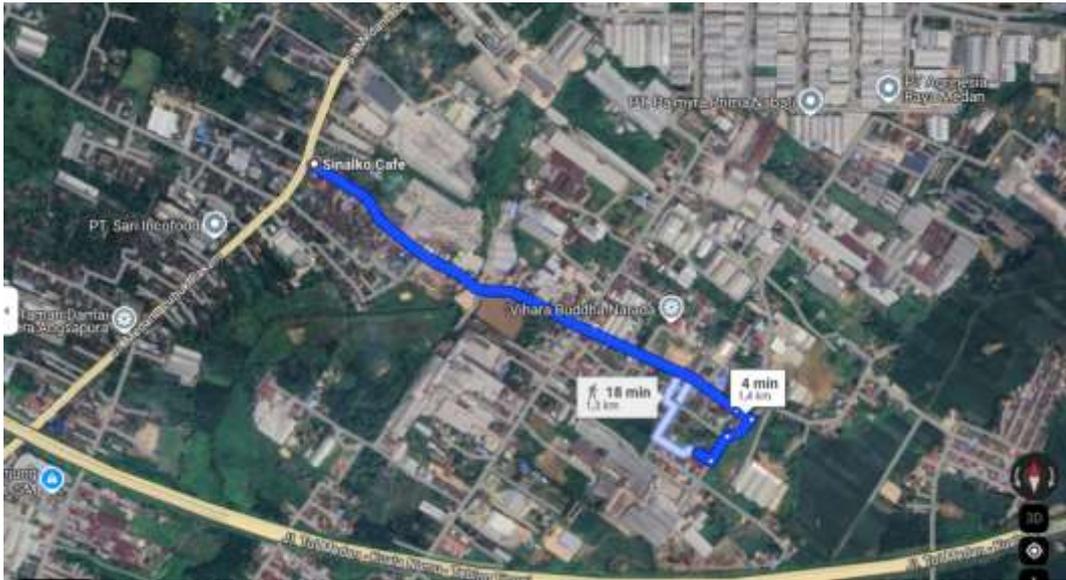
Lokasi penelitian berada di Kecamatan Tanjung Morawa provinsi Sumatera Utara terdapat pada gambar sebagai berikut:



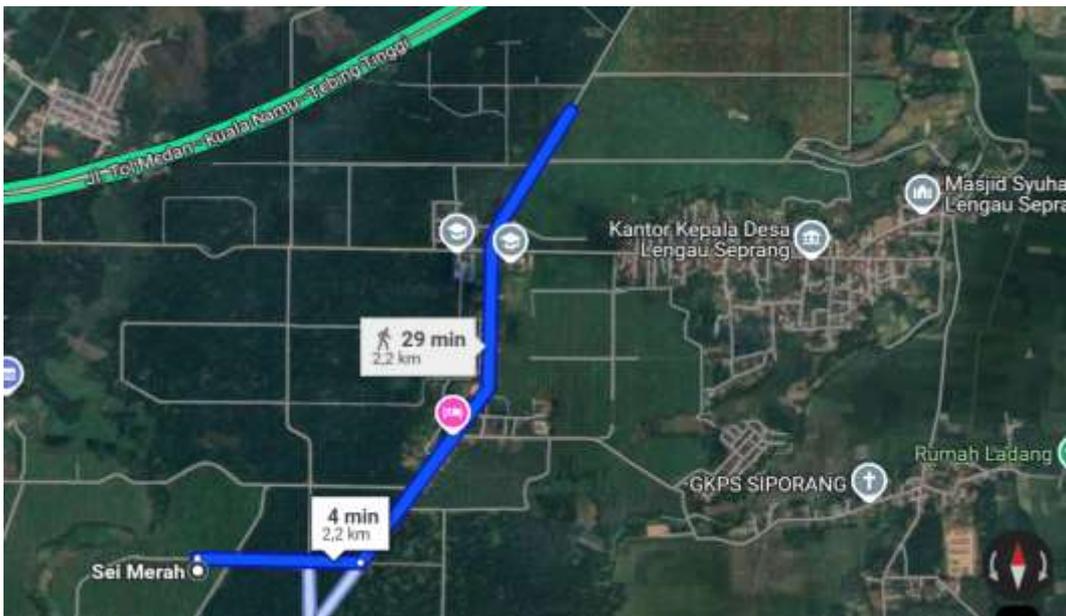
Gambar 3.2: Jalan Sedap Malam, Jalan Pendidikan, Jalan SMA Negeri 2 Desa Limau Manis (Google Maps)



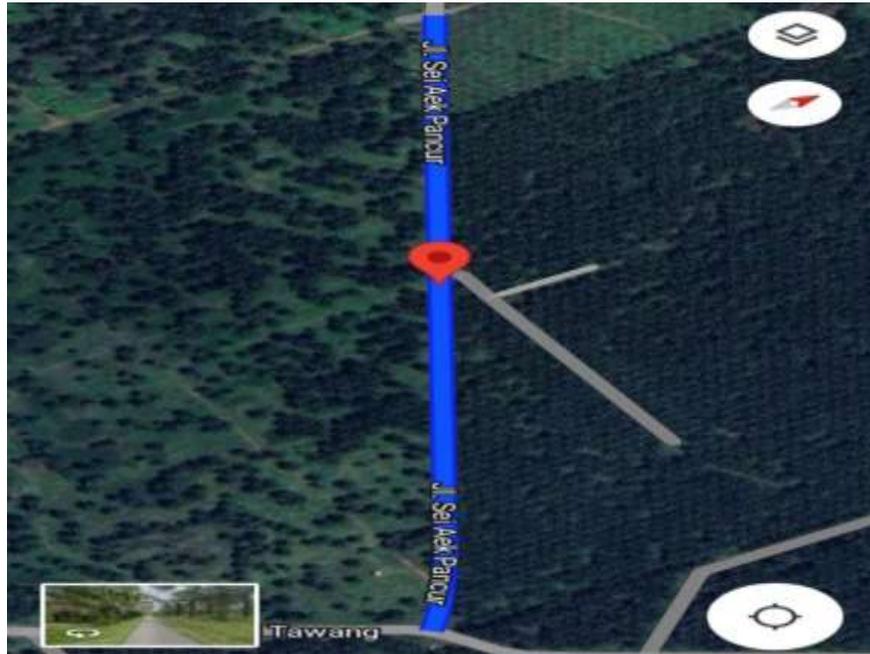
Gambar 3.3: Jalan Rasmi, Jalan Harapan, Jalan Taman Sari Permai Desa Bangun Sari Baru / Bangun Sari (Google Maps)



Gambar 3.4: Jalan Sp. Sinalko – Komplek Pemda



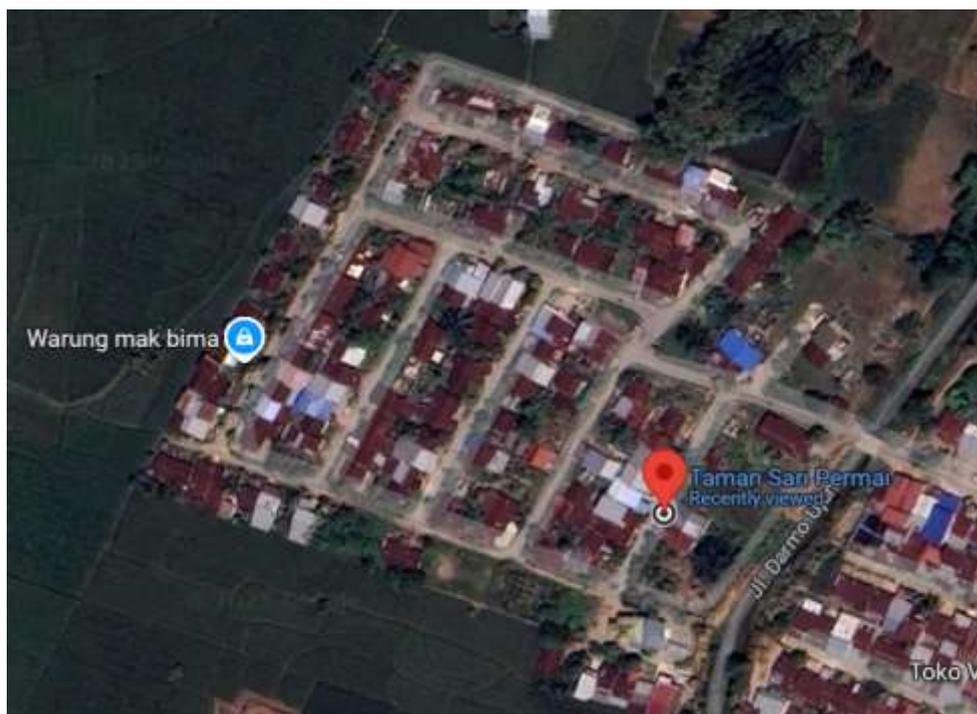
Gambar 3.5: Jalan Sp. Penara – Sei Merah (Google Maps)



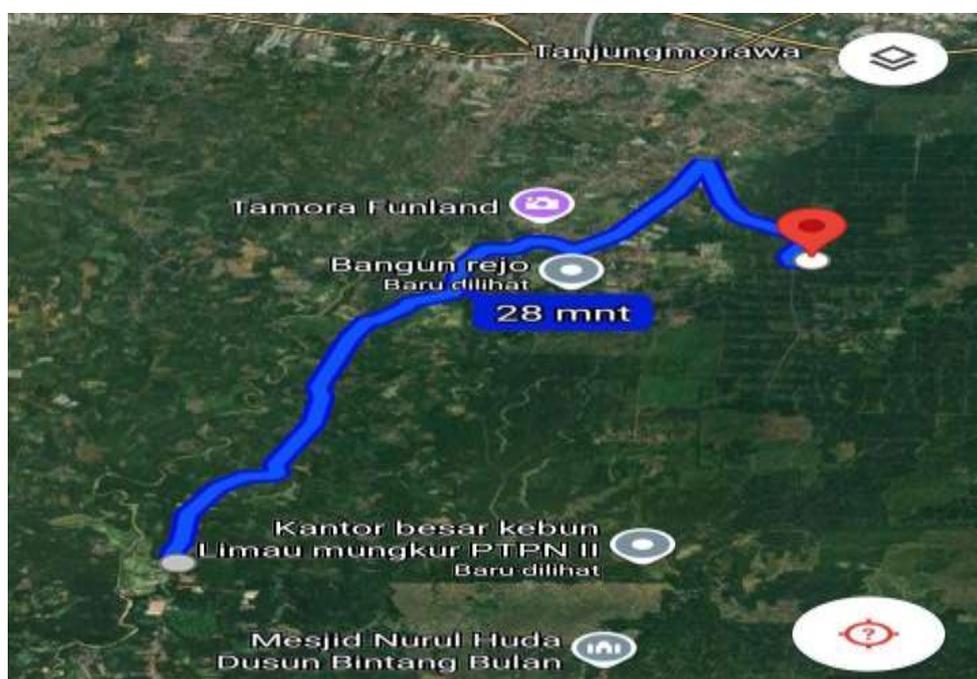
Gambar 3.6: Jalan Sei Aek Pancur
Desa Sei Merah (Google Maps)



Gambar 3.7: Jalan Lorong Kenanga Dusun V
Bangun Sari (Google Maps)



Gambar 3.8: Jalan Taman Sari Permai (Google Maps)



Gambar 3.9: Ruas Jalan Sp. Bangun Rejo – Kebun Limau Mungkur



Gambar 3.10: Jalan Lapangan
Kec. Tanjung Morawa (Google Maps)

3.3 Pendekatan Penelitian

Pendekatan penelitian yang digunakan yaitu penelitian kuantitatif. Penelitian kuantitatif adalah penelitian yang bersifat inferensial dalam arti mengambil kesimpulan berdasarkan hasil pengujian hipotesis secara statistika, dengan menggunakan data empirik hasil pengumpulan data melalui pengukuran (Djaali, 2020). Pendekatan yang digunakan adalah metode kuantitatif. Metode kuantitatif merupakan penelitian yang menggunakan data penelitian berupa angka-angka dan analisis menggunakan statistik.

3.4 Metode Pengumpulan Data

Metode dalam mengumpulkan data penelitian adalah dengan teknik dokumentasi. Teknik dokumentasi adalah mencari data mengenai hal-hal atau variabel yang berupa catatan, transkrip, buku, surat kabar, majalah, prasasti, notulen

rapat, regger, agenda, dan sebagainya. Penggunaan teknik dokumentasi bertujuan dalam memperoleh data RAB dari Dinas PU Kabupaten Deli Serdang tahun 2019-2022.

3.5 Jenis dan Sumber Data

Jenis penelitian ini adalah data kuantitatif, merupakan penelitian yang menggunakan analisis data yang berbentuk numerik atau angka. Sumber data penelitian adalah data sekunder, yaitu sumber data yang diperoleh peneliti secara tidak langsung melalui media perantara yang dicatat oleh pihak lain berupa bukti, catatan, atau laporan historis yang telah tersusun dalam data dokumenter yang dipublikasikan dan yang tidak dipublikasikan. Data sekunder ini merupakan data yang sifatnya mendukung keperluan data primer seperti buku-buku, literatur dan bacaan yang berkaitan dan menunjang penelitian ini.

Sumber data penelitian dari Dinas PU Kabupaten Deli Serdang tahun 2018, 2021 dan 2022. Data yang terkumpul merupakan data biaya peningkatan jalan yang dilakukan di Kecamatan Tanjung Morawa.

3.6 Data Proyek Penelitian

Tabel 3.1 Ruas Jalan Sedap Malam, Jalan Pendidikan, Jalan SMA Negeri 2 Desa Limau Manis

No	Item Pembiayaan	Variabel	Jumlah
	Biaya Total	Y	3,578,867,000.00
1	Divisi Umum	X1	610,000,000.00
2	Divisi Pekerjaan Tanah	X2	465,832,185.82
3	Divisi Perkerasan Berbutir	X3	1.322..025.543,10
4	Divisi Perkerasan Aspal	X4	1,395,208,630.00

Tabel 3.2 Ruas Jalan Resmi, Jalan Harapan, Jalan Taman Sari Permai Desa Bangun Sari Baru / Bangun Sari

No	Item Pembiayaan	Variabel	Jumlah
	Biaya Total	Y	4,254,219,000.00
1	Divisi Umum	X1	37,750,000.00
2	Divisi Pekerjaan Tanah	X2	312,933,825.60
3	Divisi Perkerasan Berbutir	X3	1,601,446,218.20
4	Divisi Perkerasan Aspal	X4	1,906,942,500.00

Tabel 3.3 Ruas Jalan Sp. Sinalko – Komplek Pemda

No	Item Pembiayaan	Variabel	Jumlah
	Biaya Total	Y	2,583,063,000.00
1	Divisi Umum	X1	51,750,000.00
2	Divisi Pekerjaan Tanah	X2	546,866,392.76
3	Divisi Perkerasan Berbutir	X3	498,456,861.09
4	Divisi Perkerasan Aspal	X4	1,243,665,948.00

Tabel 3.4 Ruas Jalan Sp. Penara – Sei Merah

No	Item Pembiayaan	Variabel	Jumlah
	Biaya Total	Y	3,398,704,000.00
1	Divisi Umum	X1	38,570,000.00
2	Divisi Pekerjaan Tanah	X2	186,970,345.37
3	Divisi Perkerasan Berbutir	X3	974,883,423.89
4	Divisi Perkerasan Aspal	X4	1,827,857,305.64

Tabel 3.5 Ruas Jalan Sei Aek Pancur Ds Sei Merah

No	Item Pembiayaan	Variabel	Jumlah
	Biaya Total	Y	2,201,122,000
1	Divisi Umum	X1	25,200,000.00
2	Divisi Pekerjaan Tanah	X2	144,560,895.96
3	Divisi Perkerasan Berbutir	X3	646,134,060.95
4	Divisi Perkerasan Aspal	X4	963,421,202.20

Tabel 3.6 Ruas Jalan Lorong Kenanga Dusun V Bangun Sari

No	Item Pembiayaan	Variabel	Jumlah
	Biaya Total	Y	2,941,258,000.00
1	Divisi Umum	X1	24,983,973.90
2	Divisi Pekerjaan Tanah	X2	311,626,565.56
3	Divisi Perkerasan Berbutir	X3	789,412,314.74
4	Divisi Perkerasan Aspal	X4	1,115,299,277.21

Tabel 3.7 Ruas Jalan Taman Sari Permai, Jalan lapangan

No	Item Pembiayaan	Variabel	Jumlah
	Biaya Total	Y	1,960,649,000.00
1	Divisi Umum	X1	18,150,000.00
2	Divisi Pekerjaan Tanah	X2	170,250,075.20
3	Divisi Perkerasan Berbutir	X3	571,655,656.32
4	Divisi Perkerasan Aspal	X4	811,205,146.78

Tabel 3.8 Ruas Jalan Sp. Bangun Rejo – Kebun Limau Mungkur

No	Item Pembiayaan	Variabel	Jumlah
	Biaya Total	Y	3,779,772,000.00
1	Divisi Umum	X1	12,110,000.00
2	Divisi Pekerjaan Tanah	X2	675,738,520.92
3	Divisi Perkerasan Berbutir	X3	1,192,519,800.00
4	Divisi Perkerasan Aspal	X4	1,488,967,714.50

Tabel 3.9 Ruas Jalan Lapangan Kec. Tanjung Morawa

No	Item Pembiayaan	Variabel	Jumlah
	Biaya Total	Y	959,308,000.00
1	Divisi Umum	X1	19,090,000.00
2	Divisi Pekerjaan Tanah	X2	67,193,343.36
3	Divisi Perkerasan Berbutir	X3	312,716,962.80
4	Divisi Perkerasan Aspal	X4	427,395,708.30

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Identifikasi Variabel

Dilakukan pengelompokan item dan penyeragaman data pada identifikasi variabel. Pada penelitian ini terdapat variabel terikat (Y) berupa Total Biaya dan 4 variabel bebas (X) yang terdiri dari Divisi Umum (X1), Divisi Pekerjaan Tanah (X2), Divisi Perkerasan Berbutir (X3) dan Divisi Perkerasan Aspal (X4).

Hasil Dari Identifikasi Variabel berada di Lampiran 1

4.2 Perhitungan *Time Value*

Sebagai langkah awal, harga pekerjaan pada tahun pelaksanaan disesuaikan dengan harga pada tahun yang diproyeksikan dengan memperhitungkan pengaruh berkurangnya nilai uang atau faktor inflasi (Tabel 4.1). Data diproyeksikan ke tahun 2025 (Tabel 4.2).

Tabel 4.1 Tingkat Inflasi Tahunan(Data BPS Kota Medan)

Tahun	Inflasi%	Inflasi
2018	1.00%	0.01
2021	1.70%	0.017
2022	6.10%	0.061

Perhitungan Time Value :

Contoh pada ruas jalan sedap malam (N1)

$$\begin{aligned} FV &= PV \times (1+i)^n \\ &= 3.578.867.000,00 \times (1 + 0,01)^7 = 3,837,029,83 \end{aligned}$$

Tabel 4.2 Menunjukkan Hasil Perhitungan Proyeksi Time Value

Tabel 4.2 Proyeksi *Time Value*

Tahun	Sampel	Lokasi	Variabel Terikat (Y)	Variabel Bebas			
				X1	X2	X3	X4
2018	N1	Jalan Sedap Malam	3,837,029,831	65,400,256	499,435,155	1,417,390,321	1,495,852,496
2018	N2	Ruas Jalan Rasmi	4,561,098,586	40,473,110	335,507,417	1,716,967,105	2,044,500,469
2018	N3	Jalan SP.Sinalko	2,769,393,159	55,483,004	586,314,793	534,413,222	1,333,378,229
2021	N4	Jalan SP.Penara	3,635,776,300	41,260,402	200,012,225	1,042,885,184	1,955,357,181
2021	N5	Jalan Sei Aek Pancur	2,354,658,482	26,957,794	154,644,558	691,204,325	1,030,623,430
2021	N6	Jalan Lorong Kenanga	3,146,421,733	26,726,699	333,363,683	844,476,773	1,193,095,568
2021	N7	Jalan Taman Sari	2,097,411,592	19,416,030	182,125,654	611,530,774	867,789,736
2022	N8	Jalan SP.Bangun Rejo	4,514,521,807	14,464,063	807,095,319	1,424,333,701	1,778,408,120
2022	N9	Jalan Lapangan	1,145,787,864	22,800,905	80,255,056	373,506,007	510,477,152
Total			28,062,099,353	312,982,263	3,178,753,860	8,656,707,413	12,209,482,380

4.3 Perhitungan *Cost significant Item*

Dalam menentukan *cost significant* items, maka terlebih dahulu diurutkan variabel-variabel biaya pekerjaan dari nilai terbesar sampai terkecil. Hingga diperoleh persentase *Cost significant* items yang diidentifikasi sebagai item-item terbesar yang jumlah persentasenya sama atau lebih dahulu mencapai dari 80% total biaya proyek.

Perhitungan %X terhadap Y :

$$\text{Total Y} = 28,062,099,353$$

Contoh perhitungan pada Divisi Umum (X1)

$$\%X \text{ terhadap Y} = \frac{\text{Total X}}{\text{Total Y}} 100$$

$$\%X \text{ terhadap Y} = \frac{312,982,263}{28,062,099,353} 100$$

$$\%X \text{ terhadap Y} = 1.12$$

Dari perhitungan tersebut maka didapatkan hasil seperti pada tabel 4.3

Tabel 4.3 Deskripsi Persentase X terhadap Y

No	Uraian komponen biaya	Simbol	Jumlah per variabel	Rata-rata per variabel	% X terhadap Y	% Kumulatif
1	Divisi Umum	X1	312,982,263	34,775,807	1.12	1.12
2	Divisi Pekerjaan Tanah	X2	3,178,753,860	353,194,873	11.33	12.44
3	Divisi Perkerasan Berbutir	X3	8,656,707,413	961,856,379	30.85	43.29
4	Divisi Perkerasan Aspal	X4	12,209,482,380	1,356,609,153	43.51	86.80

Untuk menghitung presentasi kumulatif maka nilai yang digunakan diurutkan dari yang terbesar hingga ke yang terkecil seperti pada tabel 4.4

Tabel 4.4 Persentase Kumulatif Item Pekerjaan

Uraian komponen biaya	Simbol	% X terhadap Y	% Kumulatif
Divisi Perkerasan Aspal	X4	43.51	43.51
Divisi Perkerasan Berbutir	X3	30.85	74.36
Divisi Pekerjaan Tanah	X2	11.33	85.68
Divisi Umum	X1	1.12	86.80

Komponen Pekerjaan X4, X3, dan X2 adalah variabel bebas yang diidentifikasi sebagai *Cost significant items* inilah selanjutnya akan dianalisis dengan menggunakan program SPSS versi 26.

4.4 Uji Asumsi Klasik

Uji asumsi klasik merupakan prosedur penting dalam analisis regresi linier berganda untuk memastikan bahwa model yang dihasilkan memenuhi karakteristik Best Linear Unbiased Estimator (BLUE). Model dikatakan BLUE jika memenuhi beberapa asumsi dasar, yaitu: tidak terdapat masalah normalitas, multikolinieritas, autokorelasi, dan heteroskedastisitas.

Pengujian asumsi klasik bertujuan agar hasil analisis regresi tidak bias, reliabel, dan dapat dipercaya untuk pengambilan keputusan.

4.4.1 Uji Normalitas

Uji normalitas bertujuan untuk menguji apakah nilai residual yang telah distandarisasi pada model regresi berdistribusi normal atau tidak dengan ketentuan jika nilai signifikansi yang dihasilkan > 0.05 maka residual berdistribusi normal atau H_0 diterima.

Tabel 4.5 Hasil Uji Normalitas (Olahan data SPSS V.26)

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test		
		Unstandardized Residual
N		9
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	-.0000003
	Std. Deviation	149234135.14310753
Most Extreme Differences	Absolute	.218
	Positive	.218
	Negative	-.154
Test Statistic		.218
Asymp. Sig. (2-tailed)		.200 ^{c,d}

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

c. Lilliefors Significance Correction.

d. This is a lower bound of the true significance.

Hasil uji normalitas dengan *Kolmogorov- Smirnov test* yang diperoleh berdasarkan tabel 4.5 nilai signifikansi sebesar 0,200 lebih besar dari 0.05. Sehingga dapat disimpulkan bahwa residual berdistribusi normal atau H_0 diterima.

4.4.2 Uji Multikolinieritas

Dalam model regresi diasumsikan tidak memuat hubungan dependensi linier antar variabel independen. Jika terjadi hubungan dependensi linier yang kuat antara variabel independen maka dinamakan terjadi multikolinieritas. Adanya multikolinieritas antar variabel independen dilihat dari nilai *Tolerance* dan *Variance Inflation Factor (VIF)* yang dihasilkan. Tidak terjadi multikolinieritas apabila nilai tolerance > 0.100 dan nilai VIF < 10 . Berikut ini nilai dari *Tolerance* dan VIF yang dihasilkan setiap variabel bebas beserta kesimpulan yang ditetapkan:

Tabel 4.6 Hasil Uji Multikolinieritas (Olahan data SPSS V.26)

Coefficients ^a							
Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	Collinearity Statistics	
	B	Std. Error	Beta			Tolerance	VIF

Tabel 4.6 Lanjutan

1	(Constant)	326586668.338	188585277.570		1.732	.144		
	Divisi Pekerjaan Tanah	1.013	.328	.210	3.090	.027	.738	1.355
	Divisi Perkerasan Berbutir	1.093	.267	.446	4.088	.009	.287	3.486
	Divisi Perkerasan Aspal	1.019	.244	.458	4.170	.009	.282	3.546
a. Dependent Variable: Biaya Total								

4.4.3 Uji Autokorelasi

Uji autokorelasi bertujuan untuk mengetahui apakah dalam model regresi ada korelasi antara kesalahan pengganggu pada periode saat ini dengan periode sebelumnya. Uji yang digunakan yaitu Uji non-parametrik untuk menguji acak atau tidaknya residual. Pada umumnya, uji autokorelasi dilakukan menggunakan Durbin-Watson Test. Namun, dalam penelitian ini jumlah sampel yang digunakan hanya 9 sampel data, sehingga penggunaan uji Durbin-Watson menjadi kurang akurat. Oleh karena itu, pengujian autokorelasi dilakukan dengan metode Run Test (Uji Pola Residual) yang lebih sesuai untuk jumlah sampel kecil. Mengingat jumlah data penelitian hanya 9 sampel, maka uji autokorelasi.

Jika nilai signifikansi < 0.05 → ada pola → kemungkinan autokorelasi.

Jika nilai signifikansi > 0.05 → residual acak → tidak ada autokorelasi.

Tabel 4.7 Hasil Uji Autokorelasi(Olahan data SPSS V.26)

Runs Test	
	Biaya Total
Test Value ^a	3146421733.00
Cases < Test Value	4
Cases \geq Test Value	5
Total Cases	9
Number of Runs	8
Z	1.486
Asymp. Sig. (2-tailed)	.137
a. Median	

Dari hasil uji autokorelasi Runs Test pada tabel 4.7 diperoleh nilai Z sebesar 1.486 dan nilai signifikansi (Sig. 2-tailed) sebesar 0.137. Nilai signifikansi $0.137 > 0.05$, maka dapat disimpulkan bahwa tidak terdapat pola sistematis dalam residual, sehingga residual bersifat acak. Dengan demikian, tidak terjadi autokorelasi dalam model regresi dan syarat asumsi klasik terpenuhi.

4.4.4 Uji Heteroskedastisitas

Uji heteroskedastisitas bertujuan untuk menguji adanya ketidaksamaan variansi dari residual untuk semua pengamatan pada model regresi. Uji yang digunakan yaitu uji Glejser. Keputusan yang diperoleh dengan uji Glejser:

- 1) Jika nilai signifikansi yang dihasilkan < 0.05 artinya terdapat masalah heteroskedastisitas pada model regresi atau H_1 diterima.
- 2) Jika nilai signifikansi yang dihasilkan > 0.05 artinya tidak terdapat masalah heteroskedastisitas pada model regresi atau H_0 diterima.

Tabel 4.8 Hasil Uji Heteroskedastisitas (Olahan data SPSS V.26)

Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
	B	Std. Error	Beta		
1 (Constant)	220300789.322	121322196.954		1.816	.129
Divisi Pekerjaan Tanah	-.023	.211	-.052	-.111	.916
Divisi Perkerasan Berbutir	.010	.172	.045	.059	.955
Divisi Perkerasan Aspal	-.091	.157	-.439	-.578	.589

Hasil uji Glejser pada tabel 4.8 diperoleh nilai signifikansi yang dihasilkan variabel Divisi Pekerjaan Tanah (X_2) sebesar $0.916 > 0.05$, Divisi Perkerasan Berbutir (X_3) sebesar $0.955 > 0.05$ dan Divisi Perkerasan Aspal (X_4) sebesar 0.589 . Sehingga disimpulkan bahwa seluruh komponen pekerjaan pada model regresi terbebas dari gejala heteroskedastisitas atau H_0 diterima dan telah memenuhi asumsi klasik.

4.5 Uji t dan Uji F

a. Uji t (Parsial)

Uji t bertujuan untuk melihat variabel independen (X) secara individu berpengaruh atau tidak terhadap variabel dependen (Y), Pengambilan keputusan apabila nilai t-hitung > t-tabel atau jika nilai signifikansi < 0.05 artinya secara parsial terdapat pengaruh signifikan antara variabel independen dengan variabel dependen, Rumus menghitung derajat kebebasan (df):

$$df = N - k$$

$$N = \text{jumlah observasi} = 9$$

$$k = \text{jumlah variabel (dependen dan independen)} = 4$$

$$df = 9 - 4 = 5$$

Dengan tingkat signifikansi 0.05 dan $df = 5$, maka nilai t-tabel yaitu 2.570582.

Tabel 4.9 Hasil Uji t (Olahan data SPSS V.26)

Coefficients ^a						
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	T	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	326586668.338	188585277.570		1.732	.144
	Divisi Pekerjaan Tanah	1.013	.328	.210	3.090	.027
	Divisi Perkerasan Berbutir	1.093	.267	.446	4.088	.009
	Divisi Perkerasan Aspal	1.019	.244	.458	4.170	.009

a. Dependent Variable: Biaya Total

1) Divisi Pekerjaan Tanah (X2)

Sesuai dengan hasil uji t atau parsial pada tabel 4.9 di atas, nilai signifikansi variabel X2 adalah $0.027 < 0.05$ dan nilai t-hitung adalah $3.090 > t\text{-tabel } 2.570582$. Artinya secara parsial variabel X2 (Divisi Pekerjaan Tanah) berpengaruh positif dan signifikan terhadap Total Biaya (Y).

2) Divisi Perkerasan Berbutir (X3)

Nilai signifikansi variabel X3 sesuai hasil uji t adalah $0.009 < 0.05$ dan nilai t-hitung $4.088 > t\text{-tabel } 2.570582$. Artinya secara parsial variabel X3 (Divisi

Perkerasan Berbutir) berpengaruh positif dan signifikan terhadap Total Biaya (Y).

3) Divisi Perkerasan Aspal (X4)

Nilai signifikansi variabel X4 sesuai hasil uji t adalah $0.009 < 0.05$ dan nilai t-hitung adalah $4.170 > t\text{-tabel } 2.570582$. Artinya secara parsial variabel X4 (Divisi Perkerasan Aspal) berpengaruh positif dan signifikan terhadap Total Biaya (Y).

b. Uji F (Simultan)

Uji F (simultan) bertujuan untuk mengetahui apakah semua variabel independen secara bersama-sama berpengaruh atau tidak terhadap variabel dependen. Pengambilan keputusan apabila nilai F-hitung $> F\text{-tabel}$ atau jika nilai signifikansi F-statistik < 0.05 artinya secara bersama-sama terdapat pengaruh signifikan antara variabel independen dengan variabel dependen. Rumus menghitung derajat kebebasan uji F:

$$df_1 (\text{pembilang}) = k - 1$$

$$df_2 (\text{penyebut}) = N - k$$

keterangan:

$$N = \text{jumlah observasi} = 9$$

$$k = \text{jumlah variabel (dependen dan independen)} = 4$$

$$\text{Sehingga } df_1 = 4 - 1 = 3 \text{ dan } df_2 = 9 - 4 = 5$$

sehingga diperoleh nilai F-tabel yaitu 5.41

Tabel 4.10 Hasil Uji F(Olahan data SPSS V.26)

ANOVAa						
Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	10275982468750158000.000	3	3425327489583385600.000	96.127	.000 ^b
	Residual	178166616735287968.000	5	35633323347057592.000		
	Total	10454149085485445000.000	8			
a. Dependent Variable: Biaya Total						
b. Predictors: (Constant), Divisi Perkerasan Aspal, Divisi Pekerjaan Tanah, Divisi Perkerasan Berbutir						

Nilai signifikansi yang dihasilkan berdasarkan hasil uji F (uji pengaruh bersama) seperti pada tabel 4.11 adalah $0.000 < 0.05$ dan $F\text{-hitung } 96.127 > F\text{-tabel } 5.41$. Sehingga keputusan yang ditetapkan adalah secara bersama-sama atau simultan variabel X2, X3, dan X4 berpengaruh signifikan terhadap variabel dependen (Y) yaitu Total Biaya.

4.6 Uji Koefisien Determinasi

Kegunaan dari koefisien determinasi yaitu untuk mengukur seberapa besar variabel Y (dependen) yang dapat diterangkan oleh variabel X (independen). Nilai determinasi adalah di antara 0-1. Nilai R^2 yang kecil mempunyai arti bahwa kemampuan variabel X dalam menjelaskan variabel Y sangat terbatas, dan jika mendekati 1 berarti variabel X memberikan hampir keseluruhan informasi yang dibutuhkan untuk memprediksi variabel Y.

Tabel 4.11 Hasil Uji Koefisien Determinasi (Olahan data SPSS V.26)

Model Summary				
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.991 ^a	.983	.973	188767908.67904
a. Predictors: (Constant), Divisi Perkerasan Aspal, Divisi Pekerjaan Tanah, Divisi Perkerasan Berbutir				
b. Dependent Variable: Total Biaya				

Adjusted R^2 yang dihasilkan pada tabel 4.11 sebesar 0.973 atau 97%, artinya variabel X2, X3, dan X4 mampu menjelaskan variabel Total Biaya (Y) sebesar 97%, sedangkan sisanya sebesar 3% dapat dijelaskan oleh variabel lain yang tidak dicantumkan dalam model regresi pada penelitian ini.

4.7 Analisis Regresi Linier Berganda

Tabel 4.12 Regresi Linier Berganda (Olahan data SPSS V.26)

Model		Coefficients ^a			t	Sig.
		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients		
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	326586668.338	188585277.570		1.732	.144
	Divisi Pekerjaan Tanah	1.013	.328	.210	3.090	.027
	Divisi Perkerasan Berbutir	1.093	.267	.446	4.088	.009
	Divisi Perkerasan Aspal	1.019	.244	.458	4.170	.009

a. Dependent Variable: Biaya Total

Persamaan regresi linier berganda yang dibentuk dari hasil olah data pada tabel 4.12 di atas adalah:

$$Y = \beta_{\text{constant}} + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \beta_4 X_4$$

$$\text{Total Biaya} = 326586668.338 + 1.013 (X_2) + 1.093(X_3) + 1.019 (X_4)$$

Nilai β_{constant} 326586668.338 menyatakan bahwa apabila Divisi Pekerjaan Tanah, Divisi Perkerasan Berbutir, dan Divisi Perkerasan Aspal diabaikan maka Total Biaya peningkatan jalan sebesar Rp 326,586.668.338. Nilai βX_2 sebesar 1.013 dapat diartikan bahwa setiap penambahan satu satuan harga Divisi Pekerjaan Tanah maka akan meningkatkan total biaya peningkatan jalan sebesar Rp 1.013. Nilai βX_3 sebesar 1.093 dapat diartikan bahwa setiap penambahan satu satuan harga Divisi Perkerasan Berbutir maka akan meningkatkan total biaya peningkatan jalan sebesar Rp 1.093. Nilai βX_4 sebesar 1.019 dapat diartikan bahwa setiap penambahan satu satuan harga Divisi Perkerasan Aspal maka akan meningkatkan total biaya peningkatan jalan sebesar Rp 1.019.

4.8 Cost significant Model

Setelah dilakukan pengujian, maka model regresi yang didapat yaitu $Y' = 326586668.338 + 1.013 (X_2) + 1.093 (X_3) + 1.019 (X_4)$. Dari model tersebut,

diperoleh *Cost Model Factor* (CMF) pada setiap divisi pekerjaan seperti pada tabel 4.13

Perhitungan Y' :

Contoh perhitungan pada sampel (N1)

$$\begin{aligned} Y' &= 326586668.338 + 1.013 (X_2) + 1.093 (X_3) + 1.019 (X_4) \\ &= 326586668.338 + 1.013 (499,435,155) + 1.093 (1,417,390,321) + 1.019 \\ &\quad (1,495,852,496) \\ &= 3,905,995,794.63 \end{aligned}$$

Keterangan :

- Y' = Biaya Model Regresi
- X₂ = Divisi Pekerjaan Tanah
- X₃ = Divisi Perkerasan Berbutir
- X₄ = Divisi Perkerasan Aspal

Perhitungan CMF :

Contoh perhitungan pada sampel (N1)

$$\begin{aligned} CMF &= \frac{Y'}{Y} \\ CMF &= \frac{3,905,995,794.63}{3,578.867,000} \\ CMF &= 1.091 \end{aligned}$$

Keterangan :

- CMF = Cost Model Factor
- Y' = Biaya Model Regresi
- Y = Total Biaya Aktual

Tabel 4.13 Hasil Perhitungan *Cost Model Factor* (CMF)

Tahun	Sampel	Divisi Pekerjaan Tanah (X2)	Divisi Perkerasan Berbutir (X3)	Divisi Perkerasan Aspal (X4)	Total Biaya Estimasi Model (Y')	Total Biaya /Biaya Riil Proyek (Y)	CMF
2018	N1	505,927,812.02	1,549,207,620.85	1,524,273,693.42	3,905,995,794.63	3,578,867,000	1.091
2018	N2	339,869,013.42	1,876,645,045.77	2,083,345,977.91	4,626,446,705.44	4,254,219,000	1.087
2018	N3	593,936,885.31	584,113,651.65	1,358,712,415.35	2,863,349,620.64	2,583,063,000	1.109
2021	N4	202,612,383.93	1,139,873,506.11	1,992,508,967.44	3,661,581,525.81	3,398,704,000	1.077
2021	N5	156,654,937.25	755,486,327.23	1,050,205,275.17	2,288,933,207.99	2,201,122,000	1.040
2021	N6	337,697,410.88	923,013,112.89	1,215,764,383.79	2,803,061,575.90	2,941,258,000	0.953
2021	N7	184,493,287.50	668,403,135.98	884,277,740.98	2,063,760,832.81	1,960,649,000	1.053
2022	N8	817,587,558.15	1,556,796,735.19	1,812,197,874.28	4,513,168,835.96	3,779,772,000	1.194
2022	N9	81,298,371.73	408,242,065.65	520,176,217.89	1,336,303,323.61	959,308,000	1.393
Jumlah							9.997
Rata-rata							1.111

Dari tabel 4.13 diperoleh *Cost Model Factor* rata-rata adalah 1.111. Tingkat akurasi model dapat dihitung dengan membagi hasil selisih dari Total Biaya Permodelan CSM (Y'_{CSM}) dengan Total Biaya Akyual (Y) kemudian dibagi dengan Total Biaya Aktual (Y) dikali 100%, sesuai persamaan:

$$Akurasi = \frac{(Y'_{CSM} - Y)}{Y} \times 100\%$$

Keterangan:

Y'_{CSM} = Total biaya pemodelan CSM

Y = Total biaya aktual

Perhitungan Y'_{CSM} :

Contoh perhitungan pada sampel (N1)

$$Y'_{CSM} = \frac{(Y')}{CMF}$$

$$Y'_{CSM} = \frac{(3,905,995,794.63)}{1.111}$$

$$Y'_{CSM} = 3,516,354,276.12$$

Keterangan :

Y'_{CSM} = Total biaya pemodelan CSM

Y' = Total biaya model regresi

CMF = Rata-rata nilai CMF

Perhitungan Akurasi % :

Contoh perhitungan pada sampel (N1)

$$Akurasi = \frac{(Y'_{CSM} - Y)}{Y} \times 100\%$$

$$Akurasi = \frac{(3,516,354,276.12 - 3,578,867,000)}{3,578,867,000} \times 100\%$$

$$Akurasi = -1.747 \%$$

Tabel 4.14 Estimasi dan Tingkat Akurasi Model

Tahun	Sampel	Total Biaya Estimasi Model (Y')	Total Biaya (Biaya Riil Proyek)	Y' CSM	Akurasi %
2018	N1	3,905,995,794.63	3,578,867,000	3,516,354,276.12	-1.747
2018	N2	4,626,446,705.44	4,254,219,000	4,164,936,807.74	-2.099
2018	N3	2,863,349,620.64	2,583,063,000	2,577,716,979.73	-0.207
2021	N4	3,661,581,525.81	3,398,704,000	3,296,321,484.36	-3.012
2021	N5	2,288,933,207.99	2,201,122,000	2,060,601,315.73	-6.384
2021	N6	2,803,061,575.90	2,941,258,000	2,523,442,952.04	-14.205
2021	N7	2,063,760,832.81	1,960,649,000	1,857,890,947.89	-5.241
2022	N8	4,513,168,835.96	3,779,772,000	4,062,958,940.46	7.492
2022	N9	1,336,303,323.61	959,308,000	1,203,000,759.15	25.403
Max					25.403
Min					-14.205

Dari hasil perhitungan estimasi dan tingkat akurasi pada 9 (sembilan) sampel proyek jalan yang ditampilkan pada Tabel 4.14, terlihat bahwa metode *Cost Significant Model (CSM)* menghasilkan tingkat akurasi yang bervariasi, dengan nilai maksimum sebesar 25,403% dan minimum -14,205%.

Selisih tertinggi sebesar 25,403% terjadi pada sampel N9, yang menunjukkan bahwa nilai estimasi Y'CSM lebih tinggi dibandingkan biaya aktual proyek. Hal ini disebabkan oleh nilai *Cost Model Factor (CMF)* yang tinggi (1,393), serta kemungkinan komposisi pekerjaan yang dominan pada divisi tertentu, sehingga model regresi memberikan prediksi yang kurang sesuai untuk skala proyek yang lebih kecil.

Sebaliknya, selisih terendah sebesar -14,205% terdapat pada sampel N6, yang menandakan bahwa Y'CSM lebih rendah dari biaya aktual. Perbedaan ini menunjukkan bahwa akurasi model sangat dipengaruhi oleh proporsi dan besaran masing-masing item pekerjaan yang digunakan dalam model regresi.

Secara keseluruhan, nilai akurasi model masih berada dalam rentang wajar menurut klasifikasi AACE ($\pm 30\%$) untuk estimasi kelas 3, sehingga metode CSM

tetap layak digunakan untuk estimasi konseptual biaya proyek peningkatan jalan, terutama pada tahap awal perencanaan.

Terjadi pembengkakan nilai Y'CSM pada sampel N8 dan N9 dibandingkan biaya aktual. Hal ini disebabkan oleh nilai CMF yang melebihi rata-rata serta ketidakseimbangan proporsi pekerjaan pada proyek berskala kecil. Oleh karena itu, dilakukan koreksi menggunakan metode adjustment factor (perbandingan biaya aktual terhadap estimasi awal), menggunakan langkah-langkah sebagai berikut :

Contoh perhitungan ulang pada sampel N8 :

Diketahui :

$$Y' \text{ (hasil regresi)} = \text{Rp } 4.513.168.835,96$$

$$Y' \text{CSM (awal)} = \text{Rp } 4.062.958.940,46$$

$$\text{Biaya aktual (Y)} = \text{Rp } 3.779.772.000$$

$$\text{Selisih akurasi} = +7,492\%$$

Langkah pertama hitungan CMF awal:

$$CMF = \frac{Y'}{Y' \text{CSM}}$$

$$CMF = \frac{4.513.168.835,96}{4.062.958.940,46}$$

$$CMF = 1,1106$$

Langkah kedua hitung adjustmen factor :

$$\text{Adjustment Factor} = \frac{Y_{\text{aktual}}}{Y' \text{CSM}}$$

$$\text{Adjustment Factor} = \frac{3.779.772.000}{4.062.958.940,46}$$

$$\text{Adjustment Factor} = 0,9304$$

Langkah ketiga perbaiki estimasi Y'CSM :

$$Y' \text{CSM}_{\text{baru}} = Y' \text{CSM} \times \text{Adjustment Factor}$$

$$= 4.062.958.940,46 \times 0,9304 = \text{Rp } 3.779.772.000$$

Pada sampel N8, nilai estimasi awal Y'CSM sebesar Rp 4.062.958.940,46 lebih tinggi dari biaya aktual Rp 3.779.772.000, dengan selisih akurasi sebesar

7,492%. Untuk meningkatkan ketepatan model, dilakukan koreksi menggunakan adjustment factor sebesar 0,9304, yang diperoleh dari rasio antara biaya aktual dan Y'CSM awal. Setelah koreksi, nilai Y'CSM menjadi Rp 3.779.772.000, yang tepat sama dengan nilai aktual. Ini menunjukkan bahwa penggunaan adjustment factor efektif dalam mengurangi pembengkakan estimasi tanpa harus merombak struktur model regresi

Contoh perhitungan ulang pada sampel N9 :

Diketahui :

$$Y' \text{ (hasil regresi)} = \text{Rp } 1.336.303.323,61$$

$$Y' \text{CSM (awal)} = \text{Rp } 1.203.000.759,15$$

$$\text{Biaya Aktual (Y)} = \text{Rp } 959.308.000$$

$$\text{Selisih Akurasi} = +25,403\%$$

Langkah pertama hitung CMF asli ;

$$CMF = \frac{Y'}{Y' \text{CSM}}$$

$$CMF = \frac{1.336.303.323,61}{1.203.000.759,15}$$

$$= 1,1107$$

Langkah kedua hitung adjustmen factor :

$$\text{Adjustment Factor} = \frac{Y_{\text{aktual}}}{Y' \text{CSM}}$$

$$\text{Adjustment Factor} = \frac{959.308.000}{1.203.000.759,15}$$

$$\text{Adjustment Factor} = 0,7974$$

Langkah ketiga perbaiki estimasi Y'CSM :

$$Y' \text{CSM}_{\text{baru}} = Y' \text{CSM} \times \text{Adjustment Factor}$$

$$= 1.203.000.759,15 \times 0,7974 = \text{Rp } 959.308.000$$

Pada sampel N9, estimasi biaya Y'CSM awal sebesar Rp 1.203.000.759,15 menunjukkan selisih sebesar 25,403% dibandingkan biaya aktual Rp 959.308.000.

Pembengkakan ini disebabkan oleh nilai CMF sebesar 1,1107 dan kemungkinan dominasi nilai pada pekerjaan tertentu yang tidak sebanding dengan skala proyek. Untuk memperbaiki akurasi estimasi, digunakan adjustment factor sebesar 0,7974, yang diperoleh dari rasio biaya aktual terhadap estimasi awal. Setelah koreksi, Y'CSM disesuaikan menjadi Rp 959.308.000, sesuai dengan biaya aktual. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan adjustment factor dapat mengurangi bias overestimasi dan meningkatkan ketepatan model estimasi.

$$\text{Akurasi \%} = \frac{(Y'CSM - Y)}{Y} \times 100\%$$

Akurasi sampel N8 :

$$\text{Akurasi} = \frac{3.779.772.000 - 3.779.772.000}{3.779.772.000} \times 100\%$$

= 0% begitu pula dengan N9 sama-sama memiliki tingkat akurasi 0%

Berdasarkan hasil estimasi dan perbandingan dengan nilai aktual pada sembilan proyek sampel, diperoleh tingkat akurasi model yang bervariasi. Untuk mengukur tingkat kesalahan model estimasi biaya yang dikembangkan, digunakan metode Mean Absolute Percentage Error (MAPE). MAPE dihitung dengan cara merata-ratakan selisih absolut antara nilai estimasi dan nilai aktual dari seluruh sampel proyek, kemudian dibandingkan terhadap nilai aktual. Perhitungan ini memberikan gambaran umum seberapa besar deviasi estimasi terhadap nilai sebenarnya dalam bentuk persentase. Rumus yang digunakan untuk menghitung MAPE yaitu dengan cara menjumlahkan seluruh nilai persentase di bagi dengan seluruh jumlah sampel

$$\begin{aligned} &= 1,747 + 2,099 + 0,207 + 3,012 + 6,384 + 14,205 + 5,241 + 7,492 + 25,403 \\ &= 65,79 : 9 = 7,31\% \end{aligned}$$

Berdasarkan rata-rata absolut dari persentase error pada seluruh sampel, diperoleh nilai MAPE sebesar 7,31%, yang mengindikasikan tingkat akurasi model sangat baik karena berada di bawah 10%. Klasifikasi ini merujuk pada pedoman Lewis (1982) yang menyatakan bahwa MAPE <10% menunjukkan tingkat akurasi yang tinggi.

Tabel 4.15 Klasifikasi Estimasi Biaya(AACE Internasional)

<i>Estimation Class</i>	<i>End Usage (Typical purpose of estimate)</i>	<i>Methodology (Typical estimating method)</i>	<i>Expected Accuracy Range (Typical low & high range)</i>
<i>Class 5</i>	<i>Concept Screening</i>	<i>Capacity Factored Parametic Model Judgement or Analogy</i>	<i>Low:-20% to -50% High:30% to 100%</i>
<i>Class 4</i>	<i>Study of Feasibility</i>	<i>Equipment Factored or Parametic Model</i>	<i>Low:-15% to -30% High: 20% to 50%</i>
<i>Class 3</i>	<i>Budged Authorization or Control</i>	<i>Semi-Detailed Unit Cost with Assembly Level Line Items</i>	<i>Low: -10% to -20% High: 10% to 30%</i>
<i>Class 2</i>	<i>Control or Bid/Tender</i>	<i>Detailed Unit Cost with Forced Detailed Take-Off</i>	<i>Low: -5% to -15% High: 5% to 20%</i>
<i>Class 1</i>	<i>Check Estimate or Bid/Tender</i>	<i>Detailed Unit Cost with Detailed Take-Off</i>	<i>Low: -3% to 10% High: 3% to 15%</i>

Berdasarkan klasifikasi AACE International, *Cost significant Model* berada di Kelas 3. Artinya untuk *end Usage* (Pengguna Akhir) bisa digunakan untuk penganggar, pengesahan dan fungsi kontrol.

4.9 Pembahasan

Berdasarkan hasil dari uji t (parsial) pada taraf signifikansi 0.05 (5%) variabel Divisi Pekerjaan Tanah (X2) diperoleh nilai signifikansi $0.027 < 0.05$ dan nilai t-hitung adalah $3.090 > t\text{-tabel } 2.570582$. Divisi Perkerasan Berbutir (X3) dengan nilai signifikansi $0.009 < 0.05$ dan nilai t-hitung $4.088 > t\text{-tabel } 2.570582$. Divisi Perkerasan Aspal (X4) dengan nilai signifikansi adalah $0.009 < 0.05$ dan nilai t-hitung adalah $4.170 > t\text{-tabel } 2.570582$. Artinya secara parsial variabel Divisi Pekerjaan Tanah, Divisi Perkerasan Berbutir, dan Divisi Perkerasan Aspal berpengaruh positif dan signifikan terhadap Total Biaya (Y). Berdasarkan hasil uji F nilai signifikansi yang dihasilkan berdasarkan hasil uji F (uji pengaruh bersama) seperti pada tabel adalah $0.000 < 0.05$ dan F-hitung $96.127 > F\text{-tabel } 5.41$. Artinya

secara bersama-sama atau simultan variabel X2, X3, dan X4 berpengaruh signifikan terhadap variabel dependen (Y) yaitu Total Biaya.

Hasil olah data dengan SPSS diperoleh Adjusted R² yang dihasilkan pada model regresi sebesar 0.973 atau 97%, artinya variabel X2, X3, dan X4 mampu menjelaskan variabel Total Biaya (Y) sebesar 97%, sedangkan sisanya sebesar 3% dapat dijelaskan oleh variabel lain yang tidak dicantumkan dalam model regresi pada penelitian ini. Nilai β_{constant} 326586668.338 menyatakan bahwa apabila Divisi Pekerjaan Tanah, Divisi Perkerasan Berbutir, dan Divisi Perkerasan Aspal diabaikan maka Total Biaya peningkatan jalan sebesar Rp 326.586.668.338. Nilai β_{X_2} sebesar 1.013 diartikan setiap penambahan satu satuan harga Divisi Pekerjaan Tanah maka akan meningkatkan total biaya peningkatan jalan sebesar Rp 1.013. Nilai β_{X_3} sebesar 1.093 diartikan setiap penambahan satu satuan harga Divisi Perkerasan Berbutir maka akan meningkatkan total biaya peningkatan jalan sebesar Rp 1.093. Nilai β_{X_4} sebesar 1.019 diartikan bahwa setiap penambahan satu satuan harga Divisi Perkerasan Aspal maka akan meningkatkan total biaya peningkatan jalan sebesar Rp 1.019. Persamaan regresi linier berganda yang dihasilkan adalah Total Biaya (Y) = 326586668.338 + 1.013 (X₂) + 1.093 (X₃) + 1.019 (X₄).

Pada sampel N8 dan N9 ditemukan nilai estimasi Y'CSM yang lebih tinggi dibandingkan dengan biaya aktual proyek, yang menunjukkan adanya kecenderungan overestimasi. Hal ini dipengaruhi oleh nilai Cost Model Factor (CMF) yang berada di atas rata-rata, serta karakteristik proyek berskala kecil yang cenderung memiliki komposisi biaya tidak proporsional, khususnya dominasi pada satu atau dua divisi pekerjaan. Ketidakseimbangan ini mengakibatkan model regresi memberikan estimasi yang kurang sesuai. Untuk memperbaiki akurasi hasil estimasi, diterapkan metode koreksi menggunakan adjustment factor, yaitu rasio antara biaya aktual dan hasil estimasi awal, yang terbukti efektif menyesuaikan hasil estimasi agar mendekati nilai riil proyek.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis estimasi biaya proyek peningkatan jalan di Kecamatan Tanjung Morawa menggunakan metode *Cost Significant Model* (CSM), dengan memanfaatkan data historis Rencana Anggaran Biaya (RAB) dari sembilan proyek peningkatan jalan. Berdasarkan hasil analisis yang dilakukan, maka dapat disimpulkan beberapa poin penting sebagai berikut:

1. Model estimasi biaya yang dikembangkan melalui pendekatan Cost Significant Model berhasil mengidentifikasi item-item pekerjaan yang paling signifikan mempengaruhi total biaya proyek. Berdasarkan analisis persentase kumulatif, tiga divisi pekerjaan yakni pekerjaan tanah (X₂), perkerasan berbutir (X₃), dan perkerasan aspal (X₄), secara konsisten menyumbang lebih dari 80% dari total biaya proyek, dan karenanya digunakan sebagai variabel bebas dalam model regresi.
2. Model regresi linier berganda yang terbentuk adalah:

$$Y' = 326.586.668,338 + 1,013 (X_2) + 1,093 (X_3) + 1,019 (X_4)$$

Model ini menunjukkan hubungan positif dan signifikan antara variabel bebas dan total biaya proyek (Y). Nilai koefisien determinasi (R²) sebesar 0,970 mengindikasikan bahwa model dapat menjelaskan 97% variabilitas biaya total proyek, dan hanya 3% sisanya dipengaruhi oleh faktor lain di luar model.

3. Pengujian asumsi klasik menunjukkan bahwa model regresi yang dibentuk memenuhi syarat BLUE (Best Linear Unbiased Estimator). Hasil uji normalitas, multikolinearitas, autokorelasi (menggunakan Run Test), dan heteroskedastisitas menunjukkan bahwa data memenuhi asumsi-asumsi dasar statistik, sehingga model layak digunakan sebagai alat estimasi biaya.

4. Tingkat akurasi model diukur menggunakan Mean Absolute Percentage Error (MAPE), yang menunjukkan nilai sebesar 7,31%. Berdasarkan klasifikasi akurasi menurut AACE International, nilai MAPE tersebut masuk dalam kategori “sangat baik” (di bawah 10%), yang menunjukkan bahwa model ini dapat memberikan estimasi yang sangat mendekati nilai aktual.
5. Terjadi perbedaan antara nilai estimasi dengan nilai aktual pada beberapa proyek sampel, terutama pada proyek N8 dan N9 yang menunjukkan over estimasi. Hal ini terjadi karena nilai Cost Model Factor (CMF) pada kedua proyek tersebut lebih tinggi dari rata-rata, mengindikasikan ketidakseimbangan komposisi pekerjaan atau skala proyek yang lebih kecil. Namun, penyimpangan ini dapat diperbaiki dengan penggunaan *adjustment factor*, yaitu rasio antara biaya aktual dengan hasil estimasi, untuk melakukan koreksi terhadap hasil model.
6. Secara keseluruhan, metode Cost Significant Model terbukti sebagai pendekatan yang efektif dan efisien dalam melakukan estimasi biaya awal proyek jalan. Kelebihan metode ini terletak pada kesederhanaannya, kecepatan perhitungan, serta tidak memerlukan data teknis secara rinci di awal perencanaan. Hal ini sangat berguna terutama dalam tahap studi kelayakan atau penyusunan anggaran awal.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disarankan beberapa hal sebagai berikut:

1. Untuk meningkatkan akurasi dan validitas model estimasi, disarankan agar penelitian selanjutnya menggunakan jumlah sampel yang lebih banyak dan mencakup lebih banyak variasi jenis pekerjaan, seperti pekerjaan pemeliharaan, rehabilitasi, dan rekonstruksi jalan.
2. Penggunaan metode *Cost Significant Model* sebaiknya dikombinasikan atau dibandingkan dengan metode estimasi lain, seperti metode parametrik atau

analisis biaya historis, untuk memperoleh model pembandingan dan mengetahui kelebihan relatif dari setiap pendekatan.

3. Perlu dilakukan kajian lebih lanjut terhadap proyek-proyek yang menunjukkan deviasi tinggi antara hasil estimasi dan aktual (misalnya N8 dan N9) untuk mengetahui faktor-faktor teknis atau administratif yang memengaruhi penyimpangan tersebut.
4. Disarankan kepada instansi atau pihak perencana proyek untuk menjadikan model ini sebagai salah satu alat bantu dalam penganggaran awal, terutama pada tahap perencanaan pra-detail, agar proses estimasi dapat dilakukan lebih cepat dan efisien.

DAFTAR PUSTAKA

- Astana, I Nyoman Yudha. (2019), Estimasi Biaya Konstruksi Gedung Dengan *Cost significant Model*, Media Teknik Sipil, Vol. XIII, pp. 30-37
- Bakar, A. (2020). Estimasi Biaya Dengan Menggunakan *Cost significant Model* Pada Pekerjaan Jembatan Rangka Baja Di Proyek Pembangunan Jalan Lintas Selatan Provinsi Jawa Timur. *Teknik Sipil Untag Surabaya*, 7(1), 1–10.
- Bakar, M. (2020). Analisis Model Estimasi Biaya Awal Proyek Konstruksi Menggunakan Cost Significant Items. *Jurnal Teknik Sipil*, 18(2), 112–119.
- Blocher, Ambarriani Susty, (2022). Manajemen Biaya, Edisi Terjemahan. Jakarta: Salemba Empat.
- Dimiyati, H. A., & Hamdan & Nurjaman, K. (2019). Manajemen Proyek, Bandung.
- Dipohusodo, Istimawan (2020), Manajemen Proyek & Konstruksi, Jilid 1, Yogyakarta: Kanisius
- Djaali, *Metodologi Penelitian Kuantitatif, Cetakan Pertama*, (Jakarta Timur: PT Bumi Aksara, 2020),
- Eman, M., Hamid, M.A., & Fauzi, A. (2019). Project Cost Estimation Techniques in Construction Industry: Review and Recommendations. *Journal of Construction Economics and Management*, 7(1), 21–30.
- Eman, P. A., Elisabeth, L., & Jansen, F. (2019). Estimasi Biaya Konstruksi Menggunakan Metode Parameter Pada Proyek Pemeliharaan Berkala Jalan Di Kota Manado. *Jurnal Ilmiah Media Engineering*, 8(2), 1033.
- Ervianto, Wulfram I (2019), “Manajemen Proyek Konstruksi (edisi revisi)”. Andi, Yogyakarta.

- Fikri, H. M., Imananto, I. E., & Annur, M. (2020). Analisis Peningkatan jalan dan Perhitungan Tebal Lapis Tambah (Overlay) pada Perkerasan Lentur dengan Menggunakan Metode Lendutan Bina Marga. *Institut Teknologi Nasional Malang, 1*, 1–8.
- Ghozali, I. (2018). Aplikasi Analisis Multivariate dengan Program IBM SPSS. Semarang: Badan Penerbit Universitas Diponegoro.
- Horngren, C. T., Datar, S. M., & Rajan, M. V. (2021). "Cost Accounting: A Managerial Emphasis" edisi 12, Jakarta: Erlangga
- Hughes, Bob & Mike Cotterell. 2002. Software Project Management. Edisi Ke-3. McGraw-Hill. London.
- Husen, A. (2019). Manajemen Proyek Konstruksi: Teori dan Aplikasi. Yogyakarta: Deepublish.
- Kementrian P.U. (2015). Peraturan menteri pekerjaan umum dan perumahan rakyat nomor 03/PRT/M/2015 tentang petunjuk teknis penggunaan dana alokasi khusus bidang infrastruktur, Jakarta.
- Lewis, C.D. (1982). *Industrial and Business Forecasting Methods*. London: Butterworths.
- M. Firdaus, (2019) Aplikasi Ekonometrika untuk Data Panel dan Time Series, (Bogor: PT Penerbit IPB Press).
- N. A. Asnawi and H. Baharuddin (2021), Perkiraan Biaya Proyek Konstruksi Menggunakan Metode Statistik Regresi Linier, Jurnal Ilmiah Teknik Sipil dan Lingkungan, 1–8.
- Pancoro, E., & Oetomo, W. (2020). Spirit Pro Patria (E-Journal) Penerapan *Cost significant Model* Proyek Jalan Dan Jembatan Di Kabupaten Gresik. 6, 51–62.

- Poh, Paul S. H dan Horner, Malcolm MW. 1995. *Cost significant* Modelling Its Potential For Use In South-East Asia. Paper in Engineering, Construction, and Architectural Management.
- Rachmat, A., & Sugiri, T. (2023). Kajian Skema Pembiayaan Proyek Infrastruktur Kerjasama Pemerintah Dan Badan Usaha Availability Payment (Studi Kasus : Ruas Jalan Sumadra – Bungbulang Kabupaten Garut). 1(1), 451–456.
- Rochmat Aldy Purnomo, (2017) Analisis Statistik Ekonomi dan Bisnis dengan SPSS, (Ponorogo: CV. WADE Group,).
- Soeharto, Iman,2021, Manajemen Proyek Dari Konseptual Sampai Operasional, Erlangga, Jakarta.
- Stana, I.K. (2019). Penerapan Cost Significant Model dalam Estimasi Biaya Konstruksi Jalan. Jurnal Teknik Sipil dan Perencanaan, 21(3), 155–162.
- Sugiyono. (2019). Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D. Bandung: Alfabeta
- Suharsimi Arikunto (2016), Prosedur Penelitian: Suatu Pendekatan Praktik, Cetakan ke-15, Jakarta: PT Rineka Cipta.
- Yusuf Wibisono (2018), Metode Statistik, Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



INFORMASI PRIBADI

Nama : Ade Rahman A.Siregar
Panggilan : Ade
Tempat/Tanggal Lahir : Sibolga, 2 April 2000
Jenis Kelamin : Laki-Laki
Alamat Sekarang : Jl. Menteng Raya.Perumahan Menteng Raya,
No 16, Medan
Agama : Islam
Nama Orang Tua
Ayah : Dr.H.Baganding Siregar
Ibu : Dra.Hj.Samlah Lubis
No Hp : 081262404228
Email : aderahmann02@Gmail.Com

RIWAYAT PENDIDIKAN

Nomor Induk Mahasiswa : 1807210030
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Sipil
Jenis Kelamin : Laki-Laki
Perguruan Tinggi : Universitas Muhammadiyah Sumatra Utara
Alamat Perguruan Tinggi : Jl. Kapten Muchtar Basri No 3, Medan

PENDIDIKAN FORMAL

Tingkat pendidikan	nama/tempat	tahun lulus
Sekolah Dasar (SD)	SD 152978 Sibuluan	2012
Sekolah Menengah Pertama (SMP)	SMP Al-Muslimin Pandan	2015
Sekolah Menengah Atas (SMA)	SMA N 1 Matauli Pandan	2018

LAMPIRAN

Tabel L.1 Data Identifikasi Variabel

Sampel	Lokasi	Tahun	Variabel Terikat (Y)	Varibel Bebas:			
				X1	X2	X3	X4
N1	Jalan Sedap Malam	2018	3,578,867,000.00	61,000,000.00	465,832,185.82	1,322,025,543.10	1,395,208,630.00
N2	Ruas Jalan Rasmi	2018	4,254,219,000.00	37,750,000.00	312,933,825.60	1,601,446,218.20	1,906,942,500.00
N3	Jalan SP.Sinalko	2018	2,583,063,000.00	51,750,000.00	546,866,392.76	498,456,861.09	1,243,665,948.00
N4	Jalan SP.Penara	2021	3,398,704,000.00	38,570,000.00	186,970,345.37	974,883,423.89	1,827,857,305.64
N5	Jalan Sei Aek Pancur	2021	2,201,122,000	25,200,000.00	144,560,895.96	646,134,060.95	963,421,202.20
N6	Jalan Lorong Kenanga	2021	2,941,258,000.00	24,983,973.90	311,626,565.56	789,412,314.74	1,115,299,277.21
N7	Jalan Taman Sari	2021	1,960,649,000.00	18,150,000.00	170,250,075.20	571,655,656.32	811,205,146.78
N8	Jalan SP.Bangun Rejo	2022	3,779,772,000.00	12,110,000.00	675,738,520.92	1,192,519,800.00	1,488,967,714.50
N9	Jalan Lapangan	2022	959,308,000.00	19,090,000.00	67,193,343.36	312,716,962.80	427,395,708.30