

**TUGAS AKHIR**

**ANALISIS ESTIMASI BIAYA DENGAN METODE COST  
SIGNIFICANT MODEL PADA KONSTRUKSI JEMBATAN  
RANGKA BAJA DI PROVINSI SULAWESI SELATAN**

***ANALYSIS OF COST ESTIMATION WITH COST  
SIGNIFICANT MODEL METHOD AT STEEL BRIDGE  
CONSTRUCTION IN SOUTH SULAWESI PROVINCE***

**GAMALIEL EQNO DWIYANTO**

**D111 16 026**



**PROGRAM SARJANA DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS HASANUDDIN**

**2020**



**KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN  
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS HASANUDDIN  
DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL**

Jl. Poros Malino km. 6 Bontomarannu, 92172, Kab. Gowa, Sulawesi Selatan  
☒ <http://civil.unhas.ac.id> ☒ [civil@eng.unhas.ac.id](mailto:civil@eng.unhas.ac.id)

**LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR**

Tugas akhir ini diajukan untuk memenuhi salah satu syarat dalam menyelesaikan studi pada Departemen Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin, Makassar.

Judul Tugas Akhir

**ANALISIS ESTIMASI BIAYA DENGAN METODE COST SIGNIFICANT  
MODEL PADA KONSTRUKSI JEMBATAN RANGKA BAJA DI PROVINSI  
SULAWESI SELATAN**

Disusun oleh

**GAMALIEL EQNO DWIYANTO**

**D111 16 026**

Telah diperiksa dan disetujui oleh dosen pembimbing

Pembimbing I

Suharman Hamzah, ST, MT, Ph.D, HSE Cert.

NIP: 197605032002121001

Pembimbing II

Dr. Ir. H. Rusdi Usman Latif, MT

NIP: 196602051991031003

Mengetahui,

Ketua Departemen Teknik Sipil



Prof. Dr. H. M. Wihardi Tiaronge, ST, MEng

NIP: 196805292001121002

## PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Yang bertanda tangan di bawah ini, nama Gamaliel Eqno Dwiyanto, dengan ini menyatakan bahwa skripsi yang berjudul ” **Analisis Estimasi Biaya dengan Metode Cost Significant Model pada Konstruksi Jembatan Rangka Baja di Provinsi Sulawesi Selatan**”, adalah karya ilmiah penulis sendiri, dan belum pernah digunakan untuk mendapatkan gelar apapun dan dimanapun.

Karya ilmiah ini sepenuhnya milik penulis dan semua informasi yang ditulis dalam skripsi yang berasal dari penulis lain telah diberi penghargaan, yakni dengan mengutip sumber dan tahun penerbitannya. Oleh karena itu semua tulisan dalam skripsi ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab penulis. Apabila ada pihak manapun yang merasa ada kesamaan judul dan atau hasil temuan dalam skripsi ini, maka penulis siap untuk diklarifikasi dan mempertanggungjawabkan segala resiko.

Gowa, 21 November 2020

Yang membuat pernyataan



Gamaliel Eqno Dwiyanto

NIM: D111 16 026

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kita panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa, atas berkat rahmat dan petunjuk-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “**Analisis Estimasi Biaya dengan Metode Cost Significant Model pada Konstruksi Jembatan Rangka Baja di Sulawesi Selatan**”, sebagai salah satu syarat yang diajukan untuk menyelesaikan studi pada fakultas Teknik Departemen Sipil Universitas Hasanuddin. Tugas akhir ini disusun berdasarkan hasil penelitian dari data yang didapatkan di P2JN Sulawesi Selatan.

Penulis menyadari bahwa penyusunan Tugas Akhir ini tidak lepas dari bimbingan, petunjuk dan perhatian dari berbagai pihak sehingga dapat terselesaikan. Oleh karena itu, pada kesempatan kali ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. **Bapak Dr. Ir. H. Muhammad Arsyad Thaha, MT.**, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin
2. **Bapak Prof. Dr. H. M Wihardi Tjaronge ST., M.Eng** selaku Ketua Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin
3. **Bapak Suharman Hamzah, ST, MT, Ph.D, HSE Cert.** selaku dosen pembimbing I yang telah meluangkan waktunya untuk memberikan bimbingan dan pengarahan mulai dari awal penelitian hingga selesainya penulisan ini.
4. **Bapak Dr. Ir. H. Rusdi Usman Latif, MT.** selaku dosen pembimbing II, yang telah banyak meluangkan waktunya untuk memberikan bimbingan dan pengarahan kepada penulis.
5. Kepada Ibu **Evi Aprianti, S.T, Ph.D.** selaku dosen KKD Manajemen Konstruksi yang membimbing dan telah banyak meluangkan waktunya untuk memberikan bimbingan serta pengarahan dalam menyelesaikan tugas akhir ini
6. Seluruh dosen Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
7. Seluruh staf dan karyawan Jurusan Teknik Sipil, staf dan karyawan Fakultas Teknik serta staf Laboratorium dan asisten Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin

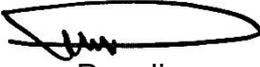
Yang teristimewa penulis persembahkan kepada:

1. Kedua orang tua yang tercinta, yaitu ayahanda **Bartholomius Rony, S.Hut** dan ibunda **Ritha Pongsitammu, S.E** atas doa, kasih sayang, dan segala dukungan selama ini, baik spritual maupun material, serta seluruh keluarga besar atas sumbangsih dan dorongan yang telah diberikan.
2. Kakak dan adik tercinta **Gabriella, Aldo, Gres** yang selalu memberikan semangat dalam menyelesaikan studi.
3. Untuk **Bpk. Petra**, dan **tim P2JN** Sulsel yang telah membantu dalam pencarian data sebagai proses penyelesaian tugas akhir ini.
4. Untuk **Alda** yang selalu menyempatkan waktunya memberikan support dan membantu banyak dalam penyelesaian tugas akhir ini.
5. Untuk Teman Kuliah **Lewis, Arfin, Imam, Nando** yang selalu memberikan support, serta bantuan selama menjalani masa perkuliahan, KKN, KP, TA hingga selesai.
6. Teman seperjuangan KKD Manajemen Kosntruksi, **Aimi, Ainun, Aul, Diwul, Fatin, Febri, Geby, Rany, Zainal, Syamsi** yang selalu memberi semangat dan masukan selama perkuliahan dan penyelesaian tugas akhir ini.
7. Untuk semua anggota KMKO Sipil Dan KMKO Teknik yang memberikan semangat dan doa dalam proses penyelesaian tugas akhir ini.
8. Saudara-saudari **angkatan 2016 Departemen Teknik Sipil dan Departemen Teknik Lingkungan**, yang senantiasa memberikan warna yang sangat begitu indah, dukungan yang tiada henti, semangat dan dorongan dalam penyelesaian tugas akhir ini.

Penulis menyadari bahwa setiap karya buatan manusia tidak akan pernah luput dari kekurangan, oleh karena itu mengharapkan kepada pembaca kiranya dapat memberi sumbangan pemikiran demi kesempurnaan dan pembaharuan tugas akhir ini.

Akhirnya semoga Tuhan Yang Maha Esa melimpahkan rahmat dan karunia-Nya kepada kita dan semoga tugas akhir ini dapat memberikan manfaat, khususnya dalam bidang Teknik Sipil.

Gowa, 21 November 2020



Penulis

## ABSTRAK

Salah satu persoalan mendasar yang dihadapi Provinsi Sulawesi Selatan adalah faktor aksesibilitas, sehingga peranan jembatan cukuplah penting. Untuk itu perencanaan anggaran proyek pembangunan jembatan standar juga perlu efisien dari segi penyusunan dan akurat dari segi anggaran. Cost Significant Model adalah salah satu model estimasi biaya total konstruksi yang lebih mengandalkan pada harga-harga yang paling berpengaruh dalam biaya total proyek sebagai dasar estimasi. Secara umum, penelitian ini menggunakan data dari proyek-proyek konstruksi jembatan rangka baja di Provinsi Sulawesi Selatan untuk merumuskan suatu model matematika dengan analisa regresi linier sehingga dapat digunakan dalam proses estimasi proyek serupa kedepannya. Model Estimasi yang terbentuk dari Analisa regresi dan Cost Significant Model dalam penelitian ini yaitu;  $Y = 3.884(X7) + 0.989(X8) - 65515.372$ . Dengan; Y = Estimasi Biaya Total (Rp/m); X7 = Biaya Pekerjaan Tulangan (Rp/m); X8 = Biaya Pekerjaan Struktur Rangka Baja (Rp/m). Dimana model tersebut dapat menjelaskan 99,7% biaya total proyek dengan cost model factor sebesar 1,038. Tingkat keakuratan (percentage error estimate) hasil estimasi Cost Significant Model dalam penelitian ini berkisar antara -1,46 % sampai +2,45 %.

**Kata Kunci** : Cost Significant Model, Jembatan Rangka Baja, Sulawesi Selatan.

## ABSTRACT

One of the fundamental problems faced by the province of South Sulawesi is the factor of accessibility, so the role of bridges is quite important. For this reason, the budget planning for standard bridge construction projects also needs to be efficient in terms of preparation and accurate in terms of budget. The Cost Significant Model is one of the total construction cost estimation models that relies more on the prices that have the most influence on the total project cost as the basis for estimation. In general, this study uses data from steel frame bridge construction projects in South Sulawesi Province to formulate a mathematical model with linear regression analysis so that it can be used in the process of estimating similar projects going forward. The Estimation Model which is formed from the regression analysis and the Cost Significant Model in this study, namely;  $Y = 3,884 (X7) + 0.989 (X8) - 65515,372$ . With;  $Y =$  Estimated Total Cost (Rp / m);  $X7 =$  Reinforcement Work Cost (Rp / m);  $X8 =$  Steel Frame Structure Work Cost (Rp / m). Where this model can explain 99.7% of the total project cost with a cost model factor of 1.038. The level of accuracy (percentage error estimate) of the estimation results of the Cost Significant Model in this study ranges from -1.46% to +2.45%.

**Keywords:** Cost Significant Model, Steel Frame Bridge, South Sulawesi

## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN .....	i
PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH .....	ii
KATA PENGANTAR .....	iii
ABSTRAK .....	v
DAFTAR ISI .....	vii
DAFTAR GAMBAR .....	xi
DAFTAR TABEL .....	xii
BAB I PENDAHULUAN .....	1
A. Latar Belakang Masalah .....	1
B. Rumusan Masalah .....	4
C. Tujuan Penelitian .....	4
D. Batasan Masalah .....	5
E. Manfaat Penelitian .....	5
F. Sistematika Penulisan .....	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....	7
A. Tinjauan Pustaka .....	7
B. Dasar Teori .....	10
B.1 Model .....	10
B.2 Estimasi Biaya Konstruksi .....	11
B.2.1. Metode Estimasi Biaya .....	13
B.2.2 Jenis Estimasi Biaya.....	14
B.2.3 Variabel Estimasi Biaya .....	15

B.2.4 Manfaat dan Tujuan Estimasi .....	17
B.3 Jembatan .....	20
B. 3.1. Pengertian Jembatan .....	20
B. 3.2. Kegunaan, Bahan, Tipe, Dan Bagian-Bagian Dari Jembatan .....	20
B. 3.3 Bagian-Bagian Jembatan .....	22
B.4 Cost Significant Model .....	25
B.5 Analisa Regresi .....	28
B. 5.1 Macam-Macam Regresi .....	28
B. 5.2 Model Regresi Linier .....	29
B. 5.3 Model Regresi Terbaik .....	31
B. 5.4 Syarat Analisis Regresi Linier Berganda .....	38
B. 5.5 Koefisien Korelasi .....	42
B. 5.6 Koefisien Determinasi .....	44
B. 5.7 Pengujian Hipotesis .....	45
<b>BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>49</b>
A. Persiapan Penelitian .....	49
A.1 Jenis Penelitian .....	49
A.2 Kajian Literatur .....	50
B. Lokasi Dan Objek Penelitian .....	51
C. Tahapan Penelitian .....	51
C.1 Pengumpulan Data .....	51
C.2 Metode Pengelolaan dan Analisis Data .....	52

C.2.1 Identifikasi Variabel .....	53
C.2.2 Pengaruh <i>Time Value</i> .....	54
C.2.3 Menentukan <i>Cost Significant Items</i> .....	55
C.2.4 Analisa Model Regresi .....	56
C.2.5 Uji Asumsi Klasik Model Regresi .....	56
C.2.6 Uji Hipotesis t Dan F .....	57
C.2.7 Interpretasi koefisien korelasi dan determinasi .....	57
C.3 Akurasi Estimasi .....	58
D. Diagram Alir Penelitian .....	59
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN .....	60
A. Data Penelitian .....	60
B. Identifikasi Variabel .....	62
C. Transformasi Data <i>factor Time Value</i> .....	64
D. Menentukan Cost Significant Items .....	68
E. Analisa Model .....	71
E.1 Perumusan Model Regresi .....	71
E.2 Uji Asumsi Klasik .....	72
E.3 Uji Hipotesis t Dan F .....	76
E.4 Interpretasi koefisien korelasi dan determinasi .....	77
G. Akurasi Estimasi .....	78
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN .....	82
A. Kesimpulan .....	82
B. Saran .....	83

DAFTAR PUSTAKA ..... 84

LAMPIRAN.

**DAFTAR GAMBAR**

Gambar 1. Keterkaitan Unsur dalam Proses Estimasi .....	12
Gambar 2. Bagian-bagian Jembatan .....	22
Gambar 3. Jenis landasan jembatan .....	23
Gambar 4. Bangunan bawah jembatan .....	23
Gambar 5. Jenis pondasi jembatan .....	24
Gambar 6. Prinsip Pareto .....	26
Gambar 7. Jenis-jenis Analisis Regresi Berdasarkan Jumlah dan Pangkat Variabel Bebas .....	28
Gambar 8. Hubungan Antara Variabel Bebas dengan Variabel Terikat. .	52
Gambar 9. Visualisasi Uji Hipotesis .....	57
Gambar 10. Diagram Alir Penelitian.....	59
Gambar 11. Persentase Tiap Variabel .....	70

## DAFTAR TABEL

Tabel. 1 Penelitian-penelitian yang menggunakan Cost Significant Model .....	8
Tabel 2. Klasifikasi Estimasi Biaya Menurut AACE International .....	19
Tabel 3. Rentang Nilai Koefisien Korelasi .....	43
Tabel 4. Paket Pekerjaan Proyek Pembangunan Jembatan Rangka Baja .....	61
Tabel 5. Tabulasi Data Biaya Proyek Jembatan Rangka Baja Sulawesi Selatan 2018-2019 .....	63
Tabel 6. Lanjutan Tabulasi Data Biaya Proyek Jembatan Rangka Baja Sulawesi Selatan 2018-2019 .....	63
Tabel 7. Inflasi Umum di Provinsi Sulawesi Selatan .....	65
Tabel 8. Tabulasi Data Biaya per m Proyek Jembatan Rangka Baja Sulawesi Selatan Tahun Konfersi .....	66
Tabel 9. Lanjutan Tabulasi Data Biaya per m Proyek Jembatan Rangka Baja Sulawesi Selatan Tahun Konfersi .....	67
Tabel 10. Proporsi dan Standar Deviasi Tiap Variabel .....	68
Tabel 11. Proporsi Komponen Biaya Dari yang Terbesar ke yang Terkecil .....	69
Tabel 12. Variabel Input SPSS .....	70
Tabel 13. Pilihan Model Regresi dengan Metode Backward Elimination .....	71

Tabel 14. Uji Multikolinearitas .....	73
Tabel 15. Uji Heteroskedastisitas .....	74
Tabel 16. Uji Autokorelasi .....	74
Tabel 17. Uji Normalitas.....	75
Tabel 18. Tabel Hasil Uji t.....	76
Tabel 19. Tabel ANOVA Uji F .....	77
Tabel 20. Koefisien korelasi dan Determinasi Model Regresi .....	77
Tabel 21. Perhitungan Cost Model Factor .....	79
Tabel 22. Akurasi estimasi <i>Cost Significant Model</i> .....	80
Tabel 23. Akurasi model terhadap data aktual 2020 .....	81

## **BAB I PENDAHULUAN**

### **A. Latar Belakang Masalah**

Salah satu persoalan mendasar yang dihadapi provinsi Sulawesi selatan adalah faktor aksesibilitas, dimana sebagian besar wilayahnya berlembah ataupun dilalui aliran sungai sehingga peranan jembatan cukuplah penting. Beberapa tahun belakangan Sulawesi selatan mengalami berbagai bencana alam seperti banjir yang membuat terputusnya akses dalam maupun antar daerah di Sulawesi selatan, terkhusus untuk infrastruktur jembatan sendiri mengalami kerusakan baik ringan hingga kerusakan total. Mengingat dibutuhkannya banyak pembangunan ulang ataupun membangun baru fasilitas seperti jembatan, Maka perencanaan anggaran proyek pembangunan jembatan standar juga perlu efisien dari segi penyusunan dan akurat dari segi pembiayaan.

Salah satu tahap awal dalam perencanaan proyek konstruksi yaitu estimasi biaya awal. Estimasi biaya adalah perhitungan kebutuhan biaya yang diperlukan untuk menyelesaikan suatu kegiatan atau pekerjaan sesuai dengan persyaratan atau kontrak. Pelaksanaan estimasi biaya dilakukan sebelum pelaksanaan konstruksi secara fisik dan membutuhkan analisa yang detail dan data-data terbaru untuk mendapatkan estimasi yang akurat. Imam Soeharto (1995), menjabarkan beberapa metode estimasi yang biasa digunakan diantaranya : Metode parameter, memakai daftar indeks harga dan informasi proyek terdahulu, *elemental Cost Analysis*, metode faktor,

*Quantity take-off*, metode harga satuan, dan metode memakai data dan informasi proyek yang bersangkutan.

Dalam perencanaan anggaran konstruksi jembatan, estimasi biaya dilakukan untuk mengetahui berapa besar biaya yang dibutuhkan untuk mewujudkan proyek tersebut. Dengan keterbatasan waktu dan informasi, jelas estimasi tidak mungkin didasarkan pada perhitungan kuantitas (volume) pekerjaan karena uraian dan spesifikasi pekerjaan belum tersusun. Sebagai upaya untuk memenuhi kebutuhan akan efisiensi, maka teknik pembuatan suatu model estimasi biaya yang sederhana perlu dikembangkan. Panjang suatu jembatan memperlihatkan karakteristik dan ukuran fisik dari suatu proyek pembangunan jembatan, yang dalam kepraktisannya informasi ini bisa tersedia dengan mudah pada tahap awal perencanaan proyek sehingga hal tersebut bisa menjadi acuan dari suatu model estimasi konseptual. Hal yang penting dalam membuat model estimasi biaya pada tahap awal perencanaan proyek adalah harus mudah dalam penggunaannya, akurat dan menghasilkan estimasi yang dapat dipertanggungjawabkan.

*Cost Significant Model* merupakan salah satu metode yang dapat digunakan dalam tahap estimasi suatu proyek konstruksi. Secara umum, metode ini menggunakan data dari proyek-proyek konstruksi yang sejenis untuk merumuskan suatu model matematika sehingga dapat digunakan dalam proses estimasi. Menurut Poh dan Horner (1995), *Cost Significant Model* mengandalkan pada penemuan yang terdokumentasi dengan baik,

bahwa 80% dari 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* secara umum adalah sama. *Cost Significant items* dapat dikumpulkan dengan menggunakan cara yang bervariasi ke dalam nomor yang sama dari item-item pekerjaan, yang mana *Cost significant items* dapat mempersentasikan proporsi yang tepat dari total biaya yang mendekati 80%.

Dalam jurnalnya Khamistan (2018) mengolah data *Bill of Quantity* (Daftar Kuantitas dan Harga) dari proyek-proyek konstruksi jembatan beton bertulang berdasarkan metode *Cost Significant Model*. Dengan mencari proporsi biaya tiap sub pekerjaan terhadap biaya total proyek, dimana dapat diketahui sub pekerjaan yang biayanya berpengaruh secara signifikan terhadap biaya total proyek konstruksi jembatan. Sub pekerjaan tersebutlah yang akan digunakan untuk membuat model estimasi biaya konstruksi jembatan. Selanjutnya dicari tingkat keakuratan model untuk mengetahui sejauh mana penggunaan model estimasi.

Adapun model estimasi metode *Cost Significant Model* yang akan dikembangkan dalam penelitian ini dengan harapan dapat memberi jawaban terhadap tuntutan akan tersedianya model estimasi biaya konstruksi jembatan rangka baja di provinsi Sulawesi Selatan. Maka Berdasarkan uraian diatas, penulis tertarik ingin mengidentifikasi masalah tersebut secara rinci terhadap proyek konstruksi dengan menuangkannya dalam sebuah skripsi dengan judul :

**“ Analisis Estimasi Biaya dengan Metode *Cost Significant Model* pada Konstruksi Jembatan Rangka Baja di Provinsi Sulawesi Selatan”**

**B. Rumusan Masalah**

Untuk menjawab permasalahan di atas maka dirumuskan pokok permasalahan yaitu:

- a) Komponen pekerjaan apakah yang berpengaruh secara signifikan terhadap biaya total proyek konstruksi jembatan rangka baja ?
- b) Bagaimana konsep estimasi dengan metode *Cost Significant Model* pada proyek jembatan rangka baja di Provinsi Sulawesi Selatan ?
- c) Bagaimana tingkat keakuratan *Cost Significant Model* terhadap biaya aktual proyek ?

**C. Tujuan Penelitian**

Tujuan penelitian ini adalah :

1. Mengetahui komponen pekerjaan apa saja yang berpengaruh secara signifikan terhadap biaya proyek konstruksi jembatan rangka baja.
2. Mengetahui tentang konsep *Cost Significant Model* pada konstruksi Jembatan rangka baja di provinsi Sulawesi Selatan beserta model estimasinya.
3. Mengetahui berapa tingkat Keakuratan Estimasi *Cost Significant Model* terhadap biaya aktual proyek.

#### **D. Batasan Masalah**

Adapun batasan masalah pada penelitian ini adalah :

1. Penelitian ini dilakukan terhadap data proyek konstruksi jembatan tipe rangka baja.
2. Data yang digunakan berupa data sekunder, yaitu rencana anggaran biaya (RAB) dari tiap-tiap proyek yang ditinjau.
3. Proyek-proyek yang ditinjau dianggarkan pada tahun 2018 dan 2019 dengan proyeksi inflasi anggaran masing-masing ke tahun 2020.
4. Lokasi tiap-tiap proyek berada di provinsi Sulawesi Selatan yang aksesnya terletak pada Kab. Luwu; Kab. Luwu Timur; Kab. Pinrang; Kab. Jeneponto; dan Kota Palopo.
5. Penelitian menggunakan *Cost Significant model* sebagai metode estimasi biaya total.

#### **E. Manfaat Penelitian**

Adapun manfaat penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Manfaat Teoritis  
Meningkatkan pengetahuan dan pemahaman di bidang perencanaan dan permodelan estimasi biaya proyek.
2. Manfaat Praktis  
Bagi pelaku konstruksi dan umum, diharapkan penelitian dapat menjadi bahan acuan model estimasi yang cukup akurat yang dapat diterapkan dalam menyusun proyek yang serupa.

## **F. Sistematika Penulisan**

Sistematika penulisan yang digunakan dalam penyusunan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut :

### **BAB I. PENDAHULUAN**

Pada bab ini akan diterangkan mengenai latar belakang studi pada tugas akhir ini, permasalahan yang berisi tentang masalah yang hendak dipecahkan, tujuan, manfaat, batasan masalah, dan sistematika penulisan laporan.

### **BAB II. TINJAUAN PUSTAKA**

Bab ini terdiri kajian pustaka yang mengulas tentang penelitian sebelumnya yang pernah dilakukan serta landasan teori yang digunakan dalam lingkup tugas akhir ini.

### **BAB III. METODOLOGI PENELITIAN**

Dalam bab ini dijelaskan mengenai jenis penelitian, prosedur dan teknik pengumpulan data, metode pengolahan dan analisis data yang akan dipakai dalam penelitian ini.

### **BAB IV. ANALISIS DATA**

Dalam bab ini akan dijelaskan tentang pengolahan serta analisis data penelitian ini.

### **BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN**

Bab ini merupakan penutup yang terdiri dari kesimpulan hasil seluruh pembahasan yang menjawab permasalahan yang telah dirumuskan, serta saran-saran.

## **BAB II. TINJAUAN PUSTAKA**

### **A. Tinjauan pustaka**

Tahap estimasi dalam proyek konstruksi memegang peran penting sebagai salah satu proses utama dalam proyek konstruksi untuk mengetahui besar dana yang harus disediakan. Diyan Herwansyah (2008) menyatakan bahwa estimasi biaya secara umum digunakan sebagai dasar penawaran. Salah satu metode yang dapat digunakan adalah menghitung secara detail harga satuan pekerjaan berdasarkan nilai indeks pekerjaan yang memiliki koefisien untuk analisis biaya bahan dan upah kerja. Hal lain yang perlu dipertimbangkan adalah pengaruh produktivitas kerja dari para pekerja yang melakukan pekerjaan sama yang berulang. Hal ini dapat mempengaruhi jumlah biaya konstruksi yang diperlukan apabila tingkat keterampilan dan kebiasaan pekerja yang berbeda-beda.

Sedangkan menurut Dipohusodo (1996) estimasi biaya konstruksi merupakan penyusunan untuk memperkirakan anggaran yang diperlukan dalam proyek konstruksi. Perkiraan anggaran merupakan salah satu fungsi yang paling penting dilakukan dalam setiap proyek konstruksi. Dengan penyusunan perkiraan anggaran biaya diharapkan dapat mengetahui seberapa besar anggaran yang dikeluarkan untuk suatu proyek. Mengestimasi adalah proses kompleks yang melibatkan pengumpulan berbagai informasi yang tersedia dan relevan yang berkaitan dengan ruang lingkup proyek, sumber daya yang diharapkan. Seorang perencana harus

mengubah informasi menjadi perkiraan dari komponen dan biaya kolektif yang akan dikeluarkan dalam memberikan proyek atau fasilitas. Untuk itulah diperlukan pengembangan metode untuk melakukan estimasi yang cepat, tepat dan mudah dalam penggunaannya. Salah satu metode yang dikembangkan untuk estimasi biaya sebuah proyek konstruksi adalah Cost Significant Model. Beberapa penelitian yang telah menggunakan Cost Significant Model adalah sebagai berikut :

**Tabel. 1** Penelitian-penelitian yang menggunakan Cost Significant Model

No	Nama Peneliti	Judul Penelitian	Model yang dihasilkan	Keakuratan	Keterangan
1	Ahmad Muali (2015)	Estimasi Biaya Konstruksi Bangunan Gedung Dengan Metode <i>Cost Significant Model</i>	$Y = 0,746X_2 + 1.430.209,16$	-7,67% - +7,17 %	Y = Estimasi biaya Total Proyek $X_2 =$ Biaya Pekerjaan Struktur (Rp/m <sup>2</sup> )
2	Khamis tan (2018)	Analisis Estimasi Biaya Dengan Metode <i>Cost significant Model</i> Sebagai Dasar Perhitungan Konstruksi Beton Bertulang di Kabupaten Aceh Timang	$Y = 19.832.201,418 + 1,948X_1 + 0,889X_2 + 4,274 X_3$	-3,37% - +1,69%	Y = Estimasi Biaya Total Proyek $X_1 =$ Biaya Pekerjaan Tulangan (Rp/m) $X_2 =$ Pekerjaan Pondasi (Rp/m) $X_3 =$ Pekerjaan Tanah (Rp/m)

Sumber : Kajian Literatur Tertera

Ahmad Muali (2015) mengestimasi biaya proyek lanjutan pembangunan gedung di Universitas Sebelas Maret Surakarta berdasarkan data pembangunan 5 Paket pembangunan lanjutan gedung di Universitas tersebut yang berasal dari tahun anggaran 2015. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa biaya pekerjaan struktur memiliki tingkat signifikansi 46,10 %. Model estimasi yang dihasilkan digunakan untuk mengestimasi biaya proyek suatu gedung yang menghasilkan keakuratan -7,67% - 7,17%.

Penelitian Khamistan (2018) menghasilkan model estimasi yang lebih akurat dibandingkan dengan model estimasi berdasarkan parameter panjang jalan yang digunakan oleh Dinas Pekerjaan Umum Kabupaten Aceh Timang, dimana keakuratannya +14,78%. Dengan menggunakan data dari 5 paket proyek pembangunan jembatan beton bertulang di kabupaten Aceh Tamiang Tahun 2013-2017. Hasil Analisa menunjukkan bahwa pekerjaan tulangan, pekerjaan pondasi, dan pekerjaan tanah berpengaruh sebesar 99,996% , sedangkan sisanya 0,004% dipengaruhi oleh sebab-sebab lain.

## **B. Dasar Teori**

### **B.1 Model**

Menurut Heinich, dkk (1996) ada dua macam model yang umum dikenal, yaitu model mikromorf dan paramorf. Model mikromorf adalah model yang visual, nyata secara fisik, contohnya adalah planetarium, simulasi komputer, atau flowchart suatu proses. Sedangkan model paramorf adalah model simbolik yang biasanya menggunakan deskripsi verbal. Model paramorf dibagi menjadi 3 macam, yaitu:

1. Model Konseptual

Model konseptual tidak memberikan penjelasan penuh, tetapi variabel yang relevan disajikan dan didefinisikan secara penuh. Model ini secara deskriptif menjelaskan peristiwa relevan berdasarkan proses deduktif dari logika atau analisis dan juga kesimpulan dari observasi. Salah satu fungsi adalah memberikan landasan untuk penelitian yang bisa menciptakan teori induktif.

2. Model Prosedural

Model prosedural merupakan model preskriptif yang mendeskripsikan langkah-langkah untuk melakukan suatu pekerjaan berdasarkan pengalaman atau teori yang relevan.

3. Model Matematik

Model matematik mendeskripsikan hubungan bermacam-macam variabel dalam suatu situasi. Model ini menjadi abstrak dibandingkan

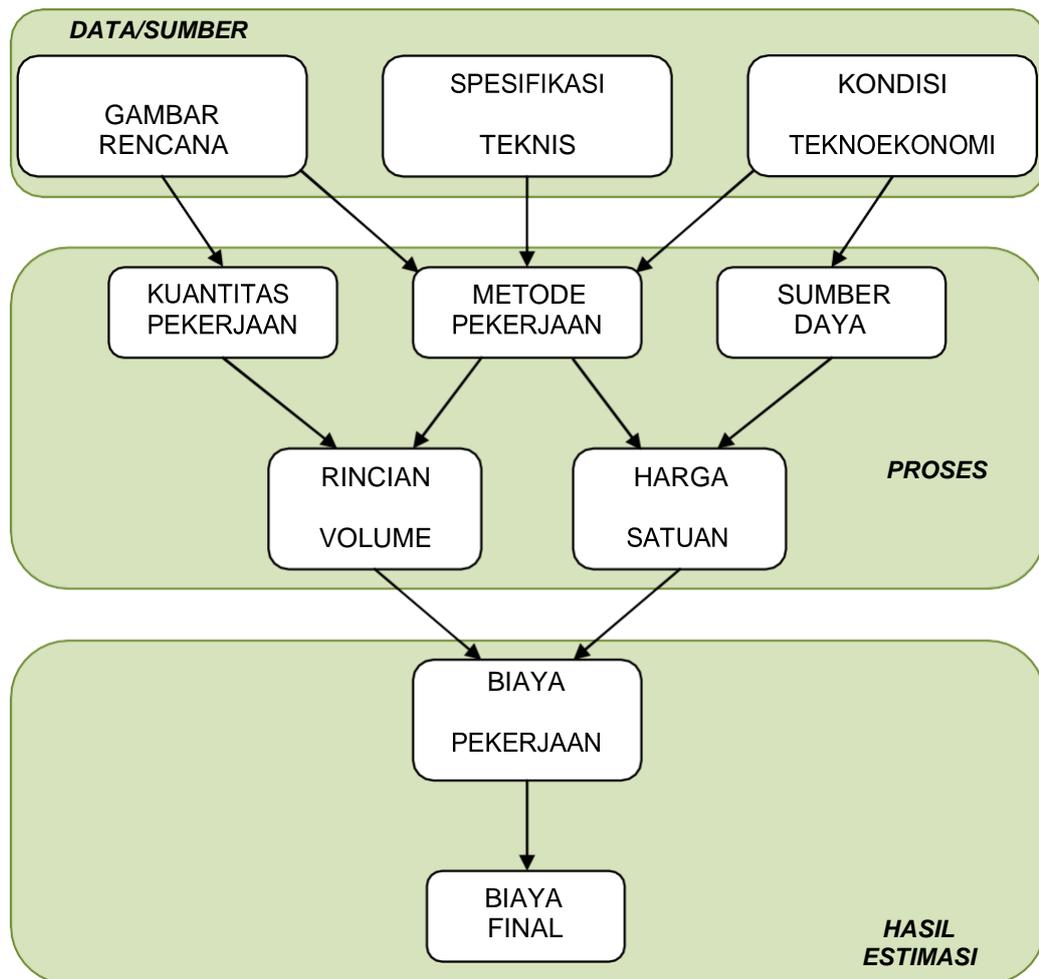
model lainnya. Inti model ini adalah kuantifikasi dari variabel-variabel yang mempengaruhi produk suatu peristiwa. Dengan memasukkan data dari situasi baru ke dalam model matematik, bisa didapatkan suatu hasil.

Agar dapat dianggap mewakili objek yang ditinjau, suatu model harus memenuhi syarat-syarat model. Poh dan Horner (1995) mengidentifikasi syarat-syarat model yang ideal sebagai berikut:

1. Sederhana. Cukup akurat.
2. Dapat memberikan umpan balik yang cepat.
3. Terdiri dari elemen-elemen yang mudah untuk diukur dan yang menggambarkan operasi kerja lapangan yang dapat digunakan untuk pengawasan pekerjaan maupun pelaksanaannya.

## **B.2 Estimasi Biaya Konstruksi**

Menurut Istimawan Dipohusodo (1996) estimasi pada dasarnya adalah upaya untuk menilai dan memperkirakan suatu nilai melalui analisis perhitungan dan berlandaskan pengalaman. Sehingga, estimasi biaya konstruksi merupakan proses memperkirakan besar biaya pelaksanaan konstruksi berdasarkan analisis perhitungan dan data pada proyek konstruksi sebelumnya.



**Gambar 1.** Keterkaitan Unsur dalam Proses Estimasi

(Dipohusodo, 1996)

Dalam proses estimasi, keterbatasan waktu dan data yang tersedia akan menimbulkan beberapa hambatan. Hambatan-hambatan tersebut akan mempengaruhi keakuratan estimasi yang dihasilkan. Beberapa hambatan yang mungkin terjadi sebagaimana dikemukakan Victor G. Hajek adalah sebagai berikut:

1. Adanya hal-hal yang terlewatkan. Detail-detail biaya yang mungkin baru terlihat pada saat pelaksanaan.
2. Rincian pekerjaan yang tidak memadai.

3. Salah tafsir tentang fungsi atau data proyek. Mungkin terjadi apabila desain yang diberikan cukup rumit.
4. Penggunaan teknik penafsiran yang salah.
5. Kegagalan mengidentifikasi biaya-biaya yang mendetail, serta terlalu berkonsentrasi pada biaya-biaya utama.

### **B.2.1 Metode Estimasi Biaya**

Menurut Imam Soeharto (1995), estimasi biaya proyek memegang peranan penting dalam penyelenggaraan proyek. Pada tahap awal dipergunakan untuk mengetahui berapa besar biaya yang dibutuhkan untuk membangun suatu proyek. Soeharto juga menjabarkan beberapa metode estimasi yang biasa digunakan sebagai berikut:

1. Metode parameter, yaitu metode yang mengaitkan biaya dengan karakteristik fisik tertentu dari obyek, misalnya: luas, panjang, berat, volume dan sebagainya.
2. Memakai daftar indeks harga dan informasi proyek terdahulu, yaitu dengan mencari angka perbandingan antara harga pada suatu waktu (tahun tertentu) terhadap harga pada waktu (tahun) yang digunakan sebagai dasar. Juga pemakaian data dari manual, hand book, katalog, dan penerbitan berkala, amat membantu dalam memperkirakan biaya proyek.

3. Metode menganalisis unsur-unsurnya (Elemental Cost Analysis), yaitu dengan cara menguraikan lingkup proyek menjadi unsur-unsur menurut fungsinya.
4. Metode faktor, yaitu dengan memakai asumsi bahwa terdapat angka korelasi diantara harga peralatan utama dengan komponen-komponen yang terkait.
5. Quantity take-off; yaitu dengan membuat perkiraan biaya dengan mengukur kuantitas komponen-komponen proyek dari gambar, spesifikasi, dan perencanaan.
6. Metode harga satuan, yaitu dengan memperkirakan biaya berdasarkan harga satuan, dilakukan bilamana angka yang menunjukkan volume total pekerjaan belum dapat ditentukan dengan pasti, tetapi biaya per unitnya (per meter persegi, per meter kubik) telah dapat dihitung.
7. Memakai data dan informasi proyek yang bersangkutan, yaitu metode yang memakai masukan dari proyek yang sedang ditangani, sehingga angka-angka yang diperoleh mencerminkan keadaan yang sesungguhnya.

### **B.2.2 Jenis Estimasi**

Secara umum, keakuratan estimasi biaya bergantung pada progres proyek. Pada tahap awal proyek, data dan informasi belum sehingga estimasi biaya pun belum bisa mendetail. Seiring proses perencanaan

data desain akan lebih detail dan dapat menghasilkan estimasi yang lebih akurat. Berikut adalah jenis-jenis estimasi sesuai tahap perkembangan proyek:

1. Preliminary Estimate (PE)

Estimasi biaya saat proyek masih dalam tahap perencanaan. Pada tahap ini, desain proyek belum ada, masih dalam bentuk gagasan. Estimasi biaya digunakan sebagai studi kelayakan.

2. Semi-detailed Estimate (SE)

Estimasi biaya pada tahap conceptual engineering. Pada tahap ini, desain dasar proyek sudah ada, namun belum memperhitungkan metode konstruksi yang spesifik. Digunakan sebagai pertimbangan owner saat menyiapkan dana. Disebut juga Budget Estimate.

3. Definitive Estimate (DE)

Estimasi biaya pada tahap detailed engineering. Data dan informasi yang dibutuhkan untuk pelaksanaan sudah lengkap sehingga estimasi biaya bisa mendetail.

### **B.2.3 Variabel Estimasi Biaya**

Variable biaya dalam estimasi dapat beraneka ragam sesuai kebutuhan proyek. Istimawan Dipohusodo (1996) mengemukakan bahwa secara umum variable dalam estimasi biaya konstruksi meliputi :

1. Biaya Material

Analisis meliputi perhitungan seluruh volume dan biaya material yang digunakan untuk setiap komponen bangunan, baik material pekerjaan pokok maupun penunjang.

## 2. Biaya Tenaga Kerja

Faktor berpengaruh yang harus diperhitungkan antara lain kondisi tempat kerja, keterampilan, lama waktu kerja, kepadatan penduduk, persaingan, produktivitas, dan indeks biaya hidup setempat.

## 3. Biaya Peralatan

Estimasi biaya peralatan termasuk biaya pembelian atau sewa, mobilisasi, demobilisasi, memindahkan, transportasi, memasang, membongkar, dan pengoperasian selama konstruksi berlangsung.

## 4. Biaya Tidak Langsung

Biaya tidak langsung dibagi menjadi dua, yaitu biaya umum (overhead cost) dan biaya proyek. Pembukuan biaya umum biasanya tidak segera dimasukkan ke dalam pembelanjaan suatu pekerjaan dalam proyek. Sedangkan biaya proyek dapat dibebankan pada proyek, tapi tidak dimasukkan pada biaya material, upah, atau peralatan.

## 5. Keuntungan Perusahaan

Nilai keuntungan perusahaan pada umumnya dinyatakan sebagai persentase dari seluruh jumlah pembiayaan yang besarnya sangat bergantung pada keputusan kontraktor.

#### **B.2.4 Manfaat dan Tujuan Estimasi Biaya**

Lebih jauh, Ari Andri Mardana (2012) menyimpulkan manfaat estimasi biaya proyek bagi masing-masing pihak adalah sebagai berikut:

1. Bagi pemilik, estimasi digunakan mempelajari kelayakan proyek, kelanjutan investasi, mendapatkan nilai ekonomis dari proyek, dan kebutuhan untuk menetapkan arus kas masuk maupun arus kas keluar.
2. Bagi perencana, estimasi berpengaruh pada penerapan desain terhadap investasi proyek. Merupakan hal yang penting bagi perencana untuk memilih material dan menetapkan besar kecilnya proyek sesuai anggaran pemilik, serta menentukan alternatif penghematan biaya yang paling efisien.
3. Bagi kontraktor, estimasi menentukan besarnya nilai tender dan keuntungan yang diperoleh dalam pelaksanaan proyek sesuai yang diharapkan.
4. Bagi manajer proyek, estimasi digunakan sebagai paramater keberhasilan pelaksanaan proyek.

Bari (2012) mengemukakan bahwa estimasi biaya konstruksi dimaksudkan untuk memberikan perkiraan anggaran biaya yang layak dan semua metode, teknik, atau prosedur yang digunakan oleh quantity surveyor untuk mengestimasi biaya atau meramalkan biaya adalah model biaya.

Singh dan Banjoko (dalam Poh dan Horner, 1995) menyebutkan bahwa model biaya dapat digunakan baik untuk mengestimasi, sebagai komponen perencanaan biaya dan sistem kontrol, maupun sebagai dasar perhitungan besar perbedaan sebelum dan setelah kontrak. Proses estimasi dibutuhkan dalam tahap mana pun dalam pelaksanaan proyek, dari studi kelayakan hingga tahap penawaran. Namun, tiap tahap dalam proyek akan membutuhkan model biaya yang berbeda-beda. Hal ini disebabkan tiap tahap membutuhkan tingkat keakuratan estimasi yang berbeda-beda. Secara umum, tingkat keakuratan bergantung pada informasi yang tersedia. Pada tahap awal proyek, data dan informasi belum begitu lengkap sehingga estimasi biaya pun belum bisa akurat. Seiring proses perencanaan, data desain akan lebih detail dan dapat menghasilkan estimasi yang lebih akurat. AACE International (2005) mengklasifikasikan tingkat keakuratan estimasi berdasarkan tahap dalam proyek serta model biaya yang dapat digunakan seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2.

**Tabel 2.** Klasifikasi Estimasi Biaya Menurut AACE International

Estimation Class	Primary Characteristic	Secondary Characteristic		
	Level of Project Definition (Expressed as % of complete definition)	End Usage (Typical Purpose of estimate)	Methodology (Typical estimating Method)	Expected Accuracy Range (Typical low and high range)
Class 5	0 % to 2%	Concept Screening	Capacity Factored Parametric Models Judgment, or Analogy	Low -20% to -50% High +30% to +100%
Class 4	1% to 10%	Study Or Feasibility	Equipment Factored or Parametric Models	Low -15% to -30% High +20% to +50%
Class 3	10% to 40%	Budget Authorization or control	Semi-Detailed Unit Cost With Assembly Level Line items	Low -10% to -20% High +10% to +30%
Class 2	30% to 70%	Control or Bid/Tender	Detailed Unit Cost with Forced Detailed Take-off	Low -5% to -15% High +5% to +20%
Class 1	50% to 100%	Check Estimate or Bid/Tender	Detailed Unit Cost With Detailed Take-off	Low -3% to -10% High +3% to +15%

Sumber : Christensen dan dysret (2005)

Dari uraian-uraian di atas, dapat dipahami bahwa proses estimasi adalah proses peramalan biaya yang didasarkan pada dokumen pelelangan, kondisi lapangan, sumber daya kontraktor, dan pengalaman estimator yang dilakukan dengan menggunakan model biaya sesuai batasan yang disarankan pada tiap tahap.

## **B.3 Jembatan**

### **B.3.1 Pengertian jembatan**

secara umum adalah suatu struktur konstruksi yang berfungsi untuk menghubungkan dua bagian jalan yang terputus akibat beberapa kondisi seperti lembah yang dalam, alur sungai, danau, saluran irigasi, kali, jalan kereta api, jalan raya yang melintang tidak sebidang dan lain-lain. Sedangkan menurut ahli jembatan adalah :

- a) Suatu struktur yang memungkinkan route transportasi melintasi sungai, danau, kali, jalan raya, jalan kereta api, dan lain-lain. (Dasar-dasar Perencanaan Jembatan Beton Bertulang, Agus Iqbal Manu, 1995).
- b) Suatu konstruksi yang gunanya untuk meneruskan jalan melalui suatu rintangan yang berada lebih rendah. Rintangan ini biasanya jalan lain (jalan air atau jalan lalu lintas biasa). Jika jembatan itu berada di atas jalan lalu lintas biasa maka biasanya dinamakan viaduct. (Jembatan, H.J. Struyk & K.H.C.W. Van Der Veen, 1995)
- c) Merupakan komponen infrastruktur yang sangat penting karena berfungsi sebagai penghubung dua tempat yang terpisah akibat beberapa kondisi. (Jembatan, Supriyadi dan Muntohar, 2007).

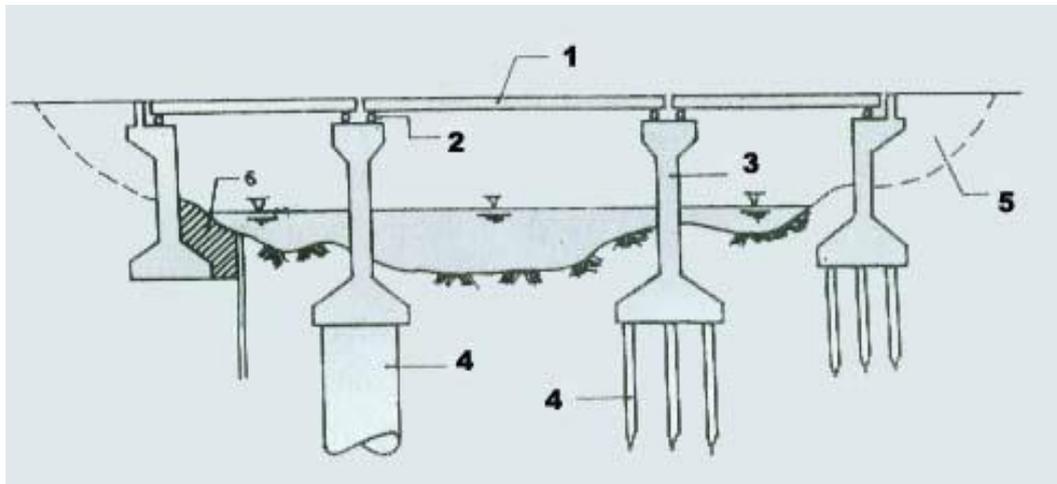
### **B.3.2. Kegunaan, Bahan, Tipe, dan Bagian-bagian dari Jembatan :**

- a) Fungsi jembatan, Berdasarkan fungsinya, jembatan dapat dibedakan sebagai berikut (Manu,1995) :

- Jembatan jalan raya.
  - Jembatan jalan kereta api.
  - Jembatan jalan air.
  - Jembatan militer.
  - Jembatan pejalan kaki atau penyeberangan orang (viaduct).
- b) Bahan konstruksi jembatan, Berdasarkan bahan konstruksinya, jembatan dapat dibedakan menjadi beberapa macam :
- Jembatan kayu (log bridge)
  - Jembatan beton (concrete bridge)
  - Jembatan baja (steel bridge)
  - Jembatan prategang (prestressed concrete bridge )
  - Jembatan komposit (composite bridge)
- c) Tipe-tipe struktur jembatan, Berdasarkan tipe struktur secara umum, jembatan dapat dibedakan menjadi beberapa macam (Manu, 1995).
- Jembatan gelagar (girder bridge)
  - Jembatan pelengkung/busur (arch bridge)
  - Jembatan rangka (truss bridge)
  - Jembatan Portal (rigid frame bridge)
  - Jembatan gantung (suspension bridge)
  - Jembatan kabel (cable stayed bridge)
  - Jembatan kantilever (cantilever bridge)

### B.3.3 Bagian-bagian Jembatan

Menurut Struyk dan Van Der Veen (1995), suatu bangunan jembatan terdiri dari enam bagian pokok, yaitu :



Gambar 2. Bagian-bagian Jembatan

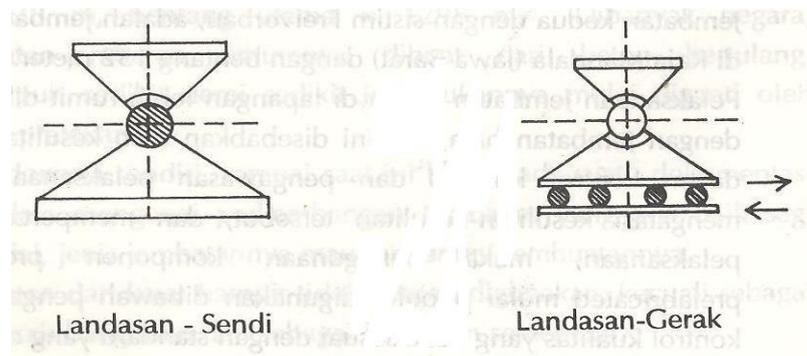
(Struyk dan Van Der Veen 1995)

a) Bangunan Atas

Sesuai dengan istilahnya berada pada bagian atas suatu jembatan, berfungsi menampung beban-beban yang ditimbulkan oleh lalu lintas orang, kendaraan, dan lain-lain. Kemudian beban tersebut disalurkan ke bangunan bawah.

b) Landasan

Bagian ujung bawah dari suatu bangunan atas yang berfungsi menyalurkan gaya-gaya reaksi dari bangunan atas ke bangunan bawah. Berdasarkan fungsinya dibedakan landasan sendi (fixed bearing) dan landasan gerak (movable bearing).

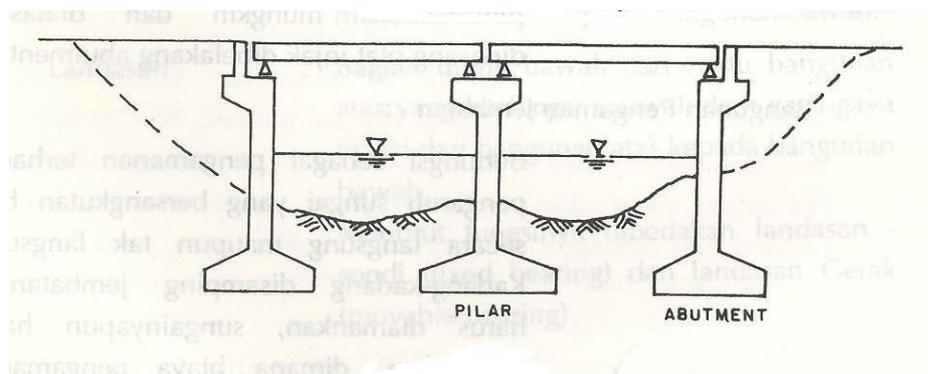


**Gambar. 3.** Jenis landasan jembatan

(Manu, 1995)

c) Bangunan Bawah

Bangunan bawah pada umumnya terletak disebelah bawah bangunan atas. Fungsinya menerima atau memikul beban-beban tersebut selanjutnya oleh pondasi disalurkan ke tanah. Bangunan bawah diantaranya abutment dan pilar jembatan.



**Gambar 4.** Bangunan bawah jembatan

(Manu, 1995)

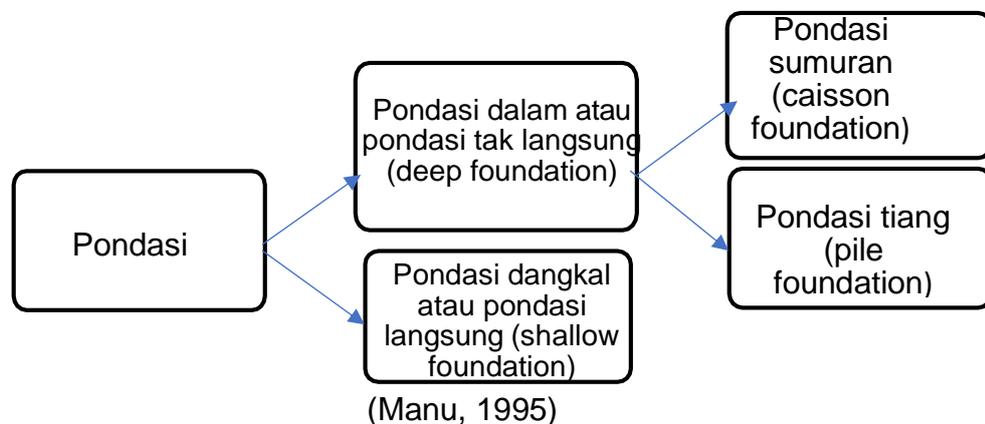
- Abutment atau kepala jembatan adalah bagian bangunan pada ujung- ujung jembatan, selain sebagai pendukung bagi bangunan atas juga berfungsi sebagai penahan tanah.

- Pilar atau pier berfungsi sebagai pendukung bangunan atas. Bila pilar ada pada suatu bangunan jembatan letaknya diantara kedua abutment dan jumlahnya tergantung keperluan, sering kali pilar tidak diperlukan.

d) Pondasi

Berfungsi menerima beban-beban dari bangunan bawah dan menyalurkannya ke tanah. Secara umum pondasi dapat dibedakan.

**Gambar 5.** Jenis pondasi jembatan



e) Oprit

Oprit merupakan timbunan tanah di belakang abutment. Timbunan tanah ini harus dibuat sepadat mungkin, untuk menghindari terjadinya penurunan (settlement). Apabila ada penurunan, terjadi kerusakan pada ekspansi joint yaitu bidang pertemuan antara bangunan atas dengan abutment.

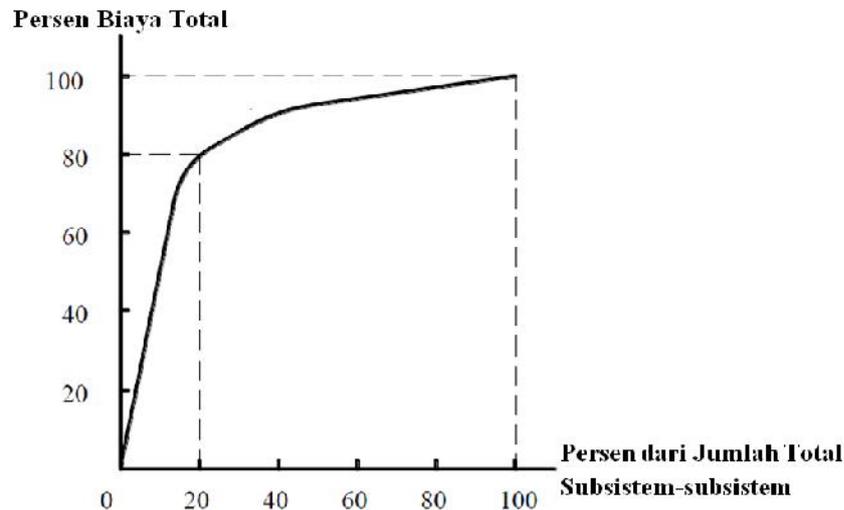
f) Bangunan Pengaman Jembatan

Bangunan pengaman jembatan merupakan bangunan yang berfungsi sebagai pengaman terhadap pengaruh sungai yang bersangkutan baik secara langsung maupun secara tidak langsung.

#### **B.4 Cost Significant Model**

Cost Significant Model adalah salah satu model estimasi biaya total konstruksi berdasarkan data konstruksi yang telah lalu, yang lebih mengandalkan pada harga- harga yang paling berpengaruh dalam biaya total proyek sebagai dasar estimasi, yang diterjemahkan ke dalam perumusan regresi berganda.

Kelebihan dari Cost Significant Model adalah dapat memprediksi biaya proyek dengan mudah, cepat, dan cukup akurat, walaupun belum tersedianya uraian dan spesifikasi pekerjaan. Cost Significant Model berlandaskan pada data dan informasi dengan 20% materi pekerjaan yang paling mahal termuat dalam 80% dari nilai total biaya proyek. Hal ini secara umum dikenal dengan aturan 80/20 atau Prinsip Pareto. Victor G. Hajek (1994) menjelaskan Prinsip Pareto sebagai prinsip yang menyatakan bahwa untuk banyak kejadian, 80% dari efeknya disebabkan oleh 20% dari penyebabnya. Dalam ilustrasi grafik, Prinsip Pareto ditunjukkan oleh Gambar 6.



**Gambar 6.** Prinsip Pareto

(V. G. Hajek, 1994)

Dengan mengandalkan data dari proyek yang memiliki ciri-ciri yang sejenis, dimungkinkan akan memiliki item-item cost significant yang sama. Nilai total dari proyek biasanya dapat diperhitungkan dengan mengalikan total harga dari item-item cost significant dengan faktor yang tepat. Faktor tersebut bervariasi bergantung pada kategori dan analisis data historis. Kelebihan dari 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.

Menurut Poh and Horner (1995), Cost Significant Model mempunyai langkah- langkah sebagai berikut:

1. Tidak mengikutsertakan item pekerjaan yang merupakan variabel biaya tinggi namun bergantung pada karakteristik lapangan dan

persyaratan pelanggan, sehingga akan menghambat keakuratan pengembangan model.

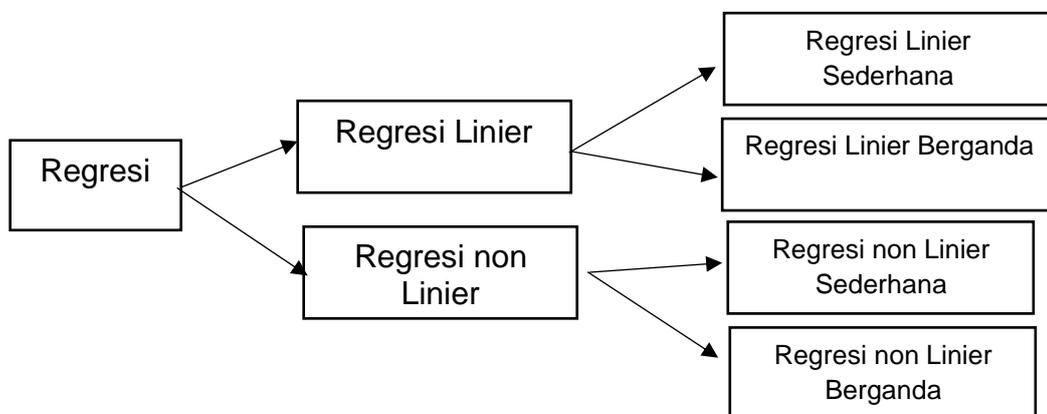
2. Mengelompokkan item-item pekerjaan. Penggabungan item pekerjaan bisa dilaksanakan apabila pekerjaan tersebut mempunyai satuan ukuran yang sama, harga satuannya tidak berbeda secara signifikan, atau bisa menggambarkan operasi kerja lapangan.
3. Menghitung pengaruh time value terhadap harga-harga item 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 terbesar yang jumlah persentasenya sama atau lebih dahulu mencapai 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.
7. Menghitung estimasi biaya proyek dari Cost Significant Model, dengan cara membagi nilai proyek yang diprediksi dari model dengan rata-rata CMF.

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

## B.5 Analisa Regresi

### B.5.1 Macam-macam Regresi

Analisis regresi dipergunakan untuk menggambarkan garis yang menunjukkan arah hubungan antar variabel, serta dipergunakan untuk melakukan prediksi. Analisis ini dipergunakan untuk menelaah hubungan antara dua variabel atau lebih, terutama untuk menelusiri pola hubungan yang modelnya belum diketahui dengan sempurna. Regresi yang terdiri dari satu variabel bebas dan satu variabel terikat disebut regresi linier sederhana, sedangkan regresi yang variabel bebasnya lebih dari satu disebut regresi berganda.



**Gambar .7** Jenis-jenis Analisis Regresi Berdasarkan Jumlah dan Pangkat Variabel Bebas (Rina Sugiarti, 2013)

Perlu diingat bahwa analisis regresi tidak menunjukkan sebuah hubungan atau pengaruh sebab akibat, persamaan hasil dari analisis harus dianalisis kembali apakah sudah sesuai dengan pembuktian teori atau logika yang ada. Apabila terdapat ketidakcocokan, perlu dilakukan analisis lebih lanjut atau transformasi persamaan atau reduksi variabel.

### B.5.2 Model Regresi Linier

Sugiarti (2013) menjelaskan bahwa regresi linier sederhana hanya memiliki dua variabel, yaitu satu variabel bebas dan satu variabel terikat. Model regresi linier sederhana adalah:

$$Y = a + bX \quad (1)$$

Dengan:

- Y = variabel terikat yang diprediksikan
- a = angka konstan; harga Y saat X = 0
- b = koefisien yang menunjukkan besar pengaruh X terhadap Y; dalam grafik menunjukkan kemiringan garis regresi
- X = nilai variabel bebas

Harga a dan b dihitung dengan dengan metode kuadrat kekeliruan terkecil (*least square error method*).

$$b = \frac{n \sum_{i=1}^n (X_i Y_i) - n \sum_{i=1}^n (X_i) \cdot n \sum_{i=1}^n (Y_i)}{n \sum_{i=1}^n (X_i^2) - (\sum_{i=1}^n (X_i))^2} \quad (2)$$

$$a = \bar{Y} - b\bar{X} \quad (3)$$

Dengan :  $\bar{Y}$  = harga rata-rata  $Y_i$

$\bar{X}$  = harga rata-rata  $X_i$

Sedangkan, regresi linier berganda seperti dijelaskan Brahmana (2009) adalah analisis regresi yang menjelaskan hubungan antara variabel bebas dengan faktor- faktor yang mempengaruhi lebih dari satu variabel terikat. Tujuan analisis regresi linier berganda adalah untuk mengukur intensitas hubungan antara dua variabel atau lebih dan membuat prediksi perkiraan nilai Y atas X. Model regresi linier berganda untuk populasi adalah sebagai berikut:

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \dots + \beta_n X_n + \varepsilon_i \quad (4)$$

Dengan :  $i = 1, 2, 3, \dots, n$

$n =$  Ukuran Sampel

$\varepsilon_i =$  Variabel Kesalahan (galat)

$\beta_0, \beta_1, \beta_2, \dots, \beta_n =$  Koefisien Parameter Model

Model regresi linier berganda untuk populasi di atas dapat ditaksir berdasarkan sebuah sampel acak yang berukuran  $n$  dengan model regresi linier berganda untuk sampel, yaitu:

$$\hat{Y} = a_0 + a_1 X_1 + a_2 X_2 + a_3 X_3 + \dots + a_n X_n \quad (5)$$

Dengan :  $\hat{Y} =$  Taksiran bagi variable terikat Y

$a_0 =$  Taksiran parameter konstanta  $a_0$

$a_1, a_2, a_3, \dots, a_n =$  Taksiran parameter konstanta  $a_1, a_2, a_3, \dots, a_n$

$X_1, X_2, X_3, \dots, X_n =$  Nilai variabel bebas

Persamaan 5 memuat  $a_1, a_2, a_3, \dots, a_n$  yang sama-sama merupakan koefisien regresi. Koefisien regresi ini dapat dikelompokkan menjadi dua macam sebagaimana dijelaskan Kurniawan (2008) sebagai berikut :

### 1. Intercept (Titik Potong)

Intercept didefinisikan secara matematis sebagai suatu titik perpotongan antara suatu garis dengan sumbu Y pada diagram kartesius saat nilai  $X = 0$ . Sedangkan, secara statistika intercept didefinisikan sebagai nilai rata-rata pada variabel Y apabila nilai pada variabel X sebesar 0. Dengan kata lain, apabila X tidak memberikan kontribusi, maka secara rata-rata, variabel Y akan bernilai sebesar intercept. Perlu diingat, intercept hanyalah suatu konstanta yang memungkinkan munculnya koefisien lain di dalam model regresi. Intercept tidak selalu dapat atau perlu untuk diinterpretasikan.

### 2. Slope (Landaian)

Secara matematis, slope merupakan ukuran kemiringan dari suatu garis. Slope adalah koefisien regresi untuk variabel bebas X. Dalam konsep statistika, slope merupakan suatu nilai yang menunjukkan besar kontribusi yang diberikan suatu variabel bebas X terhadap variabel terikat Y. Nilai slope dapat pula diartikan sebagai rata-rata pertambahan (atau pengurangan) yang terjadi pada variabel terikat Y untuk setiap peningkatan satu satuan variabel bebas X.

### **B.5.3 Model Regresi Terbaik**

Dalam regresi linier berganda dengan banyak variabel bebas, perlu dilakukan pemilihan model regresi terbaik. Yaitu model yang dapat menjelaskan perilaku variabel terikat dengan sebaik-baiknya dengan

memilih variabel-variabel bebas dari sekian banyak variabel bebas yang tersedia dalam data.

Draper dan Smith (1998) menyatakan bahwa dalam menentukan variabel bebas yang akan dimasukkan ke dalam model regresi, ada dua kriteria yang saling bertentangan namun harus terpenuhi, yaitu:

1. Agar persamaannya bermanfaat untuk peramalan, biasanya ingin dimasukkan sebanyak mungkin variabel bebas agar diperoleh nilai ramalan yang andal.
2. Untuk memperoleh informasi dari banyak variabel bebas yang pemantauannya seringkali diperlukan biaya yang tinggi, maka diinginkan persamaan regresi yang mencakup sesedikit mungkin variabel bebas.

Rifa (2016) menjelaskan ada banyak metode pemilihan model regresi terbaik yang dapat digunakan. Beberapa metode pemilihan model regresi terbaik yang dapat digunakan adalah all possible regression, best subset regression, dan backward elimination procedure.

1. All Possible Regression (Semua Kemungkinan Regresi yang Dapat Dibuat)

Untuk memilih model estimasi yang terbaik, maka seharusnya setiap model regresi estimasi dievaluasi menurut kriteria tertentu, yaitu  $R^2$  yang dicapai,  $S^2$  (jumlah kuadrat sisa regresi), dan nilai Statistik Cp Mallows. Prosedur ini tidak praktis karena prosedur ini menentukan semua kemungkinan model regresi yang melibatkan

semua variabel bebas  $X_1, X_2, \dots, X_p$ . Karena setiap variabel bebas  $X_i$  mungkin berada di dalam atau di luar model, maka jumlah seluruh model yang dapat dibuat ada sebanyak  $2^p$  model. Apabila jumlah variabel bebas  $X_i$  sebanyak  $p = 10$ , maka jumlah model estimasi yang mungkin dibuat sebanyak  $2^{10} = 1024$  model; suatu hal yang sangat sulit untuk ditelaah secara teoritis.

## 2. *Best Subset Regression* (Regresi Himpunan Bagian Terbaik)

Dengan bantuan komputer, pemilihan himpunan bagian terbaik dari variabel- variabel bebas  $X_i$  dalam analisis regresi berganda dapat dilakukan dengan cepat. Misalnya, dalam paket program Minitab 13.0 terdapat sebuah subprogram yang diberi nama *All Possible Subsets Regression*, yaitu semua kemungkinan regresi himpunan bagian. Pengguna tinggal memasukkan banyak model yang ingin dihasilkan ( $q$ ) dan kriterianya. Kriteria yang dapat digunakan untuk menentukan himpunan bagian terbaik yaitu  $R^2$  maksimal,  $R^2$  terkoreksi maksimal, dan statistik  $C_p$  Mallows. Setelah memasukkan  $q$ , program akan menghasilkan model sebanyak  $q$  model regresi terbaik dari semua kemungkinan model regresi terbaik. Program juga akan menghasilkan  $q$  model regresi terbaik dengan satu variabel bebas,  $q$  model regresi terbaik dengan dua variabel bebas, dan seterusnya sampai model regresi yang mencakup semua variabel bebas. Jika nilai  $q$  melebihi banyaknya model dalam setiap himpunan bagian, maka semua model dalam

himpunan bagian itu akan dicantumkan. Program akan mencantumkan nilai ketiga kriteria, namun model- model regresi dipilih berdasarkan  $R^2$ . Sayangnya, prosedur ini mempunyai beberapa kelemahan, yaitu:

- i. Cenderung menghasilkan model regresi dengan terlalu banyak variabel bebas.
- ii. Jika  $q$  diambil terlalu kecil, model regresi yang paling masuk akal untuk dipilih mungkin malah tidak muncul dalam himpunan  $q$  terbaik walau mungkin muncul di tempat lain.

### 3. *Backward Elimination Procedure* (Prosedur Eliminasi Langkah Mundur)

Prosedur eliminasi langkah mundur pada hakikatnya mencoba membuang semua variabel bebas  $X$  yang tidak dibutuhkan tanpa meningkatkan nilai dugaan Ragam Sisa Regresi ( $\sigma^2$ ) secara berarti. Eliminasi langkah mundur dimulai dengan regresi terbesar dengan menggunakan semua variabel bebas  $X_i$ , dan secara bertahap mengurangi banyaknya variabel bebas di dalam model sampai suatu keputusan dicapai untuk menggunakan model yang diperoleh dengan jumlah variabel bebas tertentu. Langkah-langkah dalam prosedur ini adalah sebagai berikut:

- i. Menghitung model regresi yang mengandung semua variabel bebas  $X_i$ .

- ii. Menghitung nilai  $F$  parsial untuk setiap variabel bebas, seolah-olah merupakan variabel bebas terakhir yang dimasukkan ke dalam model regresi.
- iii. Membandingkan nilai  $F$  parsial terendah, misalnya  $F_L$  dengan nilai  $F_0$  pada tingkat signifikansi ( $\alpha$ ) tertentu dari tabel  $F_0$  misalnya  $F(\alpha=5\%)$

Prosedur ini memuaskan, khususnya bagi yang ingin melihat semua variabel bebas dalam model sehingga tidak kehilangan sesuatu. Prosedur ini lebih efisien dibandingkan metode *all possible regression*. Namun, harus disadari bahwa sekali suatu variabel bebas dikeluarkan, maka semua model alternatif yang menggunakan variabel bebas yang telah dikeluarkan tersebut tidak tersedia untuk dipertimbangkan kembali.

#### 4. *Stepwise Regression Procedure* (Prosedur Regresi Bertatar)

Dalam metode eliminasi langkah mundur dimulai dari mencari model regresi terbesar dengan menggunakan semua variabel bebas  $X_i$ , dan secara bertahap mengurangi banyaknya variabel bebas  $X_i$  dalam model sampai suatu keputusan dicapai untuk menggunakan model yang didapatkan.

Prosedur seleksi bertatar berusaha mencapai kesimpulan yang serupa namun dengan menempuh arah yang berlawanan, yaitu menyusupkan variabel bebas  $X_i$  satu demi satu sampai diperoleh model regresi yang memuaskan. Urutan penyisipan ditentukan

dengan menggunakan koefisien korelasi parsial sebagai ukuran perlunya variabel bebas  $X_i$  yang masih di luar model untuk dimasukkan ke dalam model. Prosedur dasarnya adalah sebagai berikut:

- i. Pertama-tama, pilih variabel bebas  $X_i$  yang paling berkorelasi dengan variabel terikat  $Y$ , kemudian hitung model regresi linear ordo pertama  $\hat{Y} = f(X_i)$ . Kemudian uji apakah variabel bebas  $X_i$  ini signifikan. Jika tidak signifikan, maka prosedur dihentikan  $\hat{Y} = \bar{Y}$  sebagai model yang terbaik. Jika variabel bebas  $X_i$  signifikan, maka cari variabel bebas  $X_i$  kedua untuk dimasukkan ke dalam model regresi.
- ii. Kemudian hitung nilai  $F$  parsial tiap variabel bebas di luar model. Variabel bebas dengan nilai  $F$  parsial terbesar diambil sebagai variabel bebas kedua, sebut saja  $X_k$ . Selanjutnya, model regresi kedua  $\hat{Y} = f(X_i, X_k)$  dihitung.
- iii. Model regresi kedua diuji dengan memperhatikan peningkatan  $R^2$  dan nilai  $F$  parsial untuk kedua variabel bebas yang ada di dalam model. Nilai  $F$  parsial yang terendah kemudian dibandingkan dengan nilai  $F$  table. Variabel bebas dipertahankan jika signifikan, dan dikeluarkan dari model jika tidak signifikan. Variabel bebas yang sebelumnya pernah menjadi calon terbaik dan disusupkan ke dalam model regresi, pada tahap berikutnya mungkin dapat dianggap berlebihan karena hubungannya

dengan variabel bebas lain atau adanya kolinearitas yang sekarang ada di dalam model regresi.

- iv. Untuk memeriksa kemungkinan tersebut, hitung nilai F parsial untuk setiap variabel bebas di dalam model regresi. Kemudian nilai yang paling kecil dibandingkan dengan nilai F tabel. Jika variabel bebas tersebut tidak signifikan, variabel bebas tersebut dikeluarkan dari model. Model regresi kemudian dihitung kembali berdasarkan variabel bebas yang masih ada di dalam model.
- v. Selanjutnya, variabel bebas di luar model yang memiliki korelasi parsial terbesar diuji F parsial. Jika lulus, variabel bebas tersebut dimasukkan dan sekali lagi semua nilai F parsial variabel bebas yang ada di dalam model regresi diperiksa. Jika gagal, proses pengeluaran dicoba lagi. Jika tidak ada lagi variabel bebas yang dapat dikeluarkan atau dimasukkan, proses akan berhenti sendiri.

Metode regresi bertatar merupakan salah satu prosedur untuk menyeleksi variabel bebas dan direkomendasikan penggunaannya dalam model regresi. Prosedur ini menghemat waktu-kerja komputer dibandingkan metode-metode lain. Prosedur ini juga mencegah memasukkan terlalu banyak variabel bebas dengan memperbaiki model regresinya pada setiap tahap perhitungan.

#### **B.5.4 Syarat Analisis Regresi Linier Berganda**

Syarat-syarat atau asumsi-asumsi dasar yang sering digunakan dalam analisis regresi linier metode OLS (*Ordinary Least Squares*) disebut dengan asumsi klasik regresi. Dalam melakukan estimasi sebuah model regresi, parameter yang diperoleh tidak boleh menyimpang atau bias atau jauh dari harapan, tidak konsisten, dan tidak efisien. Sehingga, model regresi yang diperoleh akan bersifat BLUE (*Best Linier Unbias Estimator*). Syarat-syarat yang harus dipenuhi adalah sebagai berikut:

1. Uji Normalitas

Menurut Ghozali (2016) uji normalitas dilakukan untuk menguji apakah pada suatu model regresi, suatu variabel independen dan variabel dependen ataupun keduanya mempunyai distribusi normal atau tidak normal. Apabila suatu variabel tidak berdistribusi secara normal, maka hasil uji statistik akan mengalami penurunan. Pada uji normalitas data dapat dilakukan dengan menggunakan uji One Sample Kolmogorov Smirnov yaitu dengan ketentuan apabila nilai signifikansi diatas 5% atau 0,05 maka data memiliki distribusi normal. Sedangkan jika hasil uji One Sample Kolmogorov Smirnov menghasilkan nilai signifikan dibawah 5% atau 0,05 maka data tidak memiliki distribusi normal.

2. Uji multikolinearitas

Anwar (2016) menjelaskan uji multikolinearitas bertujuan untuk mengtaui tidak adanya hubungan yang linier antara variable

bebas. Jika terdapat hubungan linier antar sesama variable bebas, maka dapat dikatakan model terkena masalah multikolinear. Jika terjadi hubungan antar sesama variabel bebas, maka variabel ini tidak orthogonal, yaitu variabel bebas yang nilai korelasi antar variabel bebasnya sama dengan nol. Model yang terkena masalah multikolinear biasanya mempunyai koefisien determinasi tinggi, namun sedikit variabel independen yang signifikan berpengaruh terhadap dependen. Hal ini dapat dilihat dengan uji t. Beberapa metode untuk mengetahui ada tidaknya multikolinearitas di antaranya adalah:

i. Menganalisis koefisien korelasi sederhana antara variabel bebas. Multikolinearitas dapat diduga dari tingginya nilai korelasi antara variabel bebasnya, sehingga kolinieritas antara variabel bebas dapat diduga dengan melihat nilai dari koefisien korelasi sederhana yang cukup tinggi ( $0,8 \leq r \leq 1$ ). Sebagai contoh, untuk hubungan yang melibatkan 3 variabel (1 variabel terikat Y dan 2 variabel bebas  $X_1$  dan  $X_2$ ), maka koefisien korelasi parsialnya sebagai berikut:

- Koefisien korelasi parsial antara Y dan  $X_1$  saat  $X_2$  konstan

$$r_{yx1} = \frac{n \sum X_{1i} Y_i - \sum X_{1i} \sum Y_i}{\sqrt{\{n \sum X_{1i}^2 - (\sum X_{1i})^2\} \{n \sum Y_i^2 - (\sum Y_i)^2\}}} \quad (6)$$

- Koefisien korelasi parsial antara Y dan  $X_2$  saat  $X_1$  konstan.

$$r_{yx2} = \frac{n \sum X_{2i} Y_i - \sum X_{2i} \sum Y_i}{\sqrt{\{n \sum X_{2i}^2 - (\sum X_{2i})^2\} \{n \sum Y_i^2 - (\sum Y_i)^2\}}} \quad (7)$$

- Koefisien korelasi parsial antara  $X_1$  dan  $X_2$  saat  $Y$  konstan

$$r_{x_1x_2} = \frac{n \sum X_{1i}X_{2i} - \sum X_{1i} \sum X_{2i}}{\sqrt{\{n \sum X_{1i}^2 - (\sum X_{1i})^2\} \{n \sum X_{2i}^2 - (\sum X_{2i})^2\}}} \quad (8)$$

- ii. Berdasarkan nilai *variance inflation factor* (VIF)

Nilai VIF menggambarkan kenaikan varians dari dugaan parameter antar perubah penjelas. VIF dinyatakan dengan persamaan.

$$VIF_j = \frac{1}{1 - R_j^2} \quad (9)$$

Dengan  $R_j^2$  adalah koefisien determinasi dari variabel bebas  $X_j$  yang diregreskan terhadap variabel bebas lainnya. Multikolinieritas dalam sebuah regresi dapat diketahui apabila nilai  $VIF_j$  lebih dari 10.

Multikolinieritas dapat dihilangkan dengan beberapa cara, antara lain:

- i. Menambahkan data baru. Kolinieritas merupakan gambaran sampel, ada kemungkinan untuk sampel lainnya yang mencakup variabel-variabel yang sama persoalan multikolinieritas mungkin tidak seserius seperti sampel sebelumnya.
- ii. Menghilangkan satu atau beberapa variabel bebas yang dianggap memiliki korelasi tinggi dari model regresi. Salah satu hal yang mudah untuk dilakukan adalah mengeluarkan salah satu variabel yang berkorelasi tinggi dengan variabel lainnya.

### 3. Uji Heteroskedastisitas

Uji heteroskedastisitas bertujuan untuk menguji apakah dalam model regresi terjadi ketidaksamaan varians dan residual satu

pengamatan ke pengamatan yang lain. jika varians dari residual satu pengamatan ke pengamatan yang lain tetap, maka disebut homoskedastisitas dan jika berbeda disebut heteroskedastisitas. Model regresi yang baik adalah yang homoskedastisitas atau tidak terjadi heteroskedastisitas.

Uji heteroskedastisitas dilakukan dengan menggunakan uji Glejser, yang dilakukan dengan meregresikan nilai absolut residual yang diperoleh dari model regresi sebagai variabel dependen terhadap semua variabel independen dalam model regresi. Persamaan yang digunakan adalah :

$$|e_i| = b_0 + b_1 \cdot X_i + V_i \quad (10)$$

Apabila nilai koefisien regresi dari masing-masing variabel bebas dalam model regresi ini tidak signifikan secara statistik, maka dapat disimpulkan tidak terjadi heteroskedastisitas.

#### 4. Uji autokorelasi

Uji Autokorelasi bertujuan menguji apakah dalam suatu model regresi linear ada korelasi antara kesalahan pengganggu pada periode t dengan kesalahan pada periode sebelumnya (t - 1). Jika terjadi korelasi maka dinamakan ada problem autokorelasi. Model regresi yang baik adalah regresi yang bebas dari autokorelasi.

Menurut Ghozali (2016) autokorelasi dapat muncul karena observasi yang berurutan sepanjang waktu yang berkaitan satu sama lainnya. Permasalahan ini muncul karena residual tidak bebas

pada satu observasi ke observasi lainnya. Untuk model regresi yang baik adalah pada model regresi yang bebas dari autokolerasi. Untuk mendeteksi terdapat atau tidaknya autokorelasi adalah dengan melakukan uji Run Test.

Run test merupakan bagian dari statistik non-parametrik yang dapat digunakan untuk melakukan pengujian, apakah antar residual terjadi korelasi yang tinggi. Apabila antar residual tidak terdapat hubungan korelasi, dapat dikatakan bahwa residual adalah random atau acak. Dengan hipotesis sebagai dasar pengambilan keputusan adalah sebagai berikut (Ghozali, 2016): Apabila nilai Asymp. Sig. (2-tailed) kurang dari 5% atau 0,05, maka untuk H0 ditolak dan Ha diterima. Hal tersebut berarti data residual terjadi secara tidak acak (sistematis); Apabila nilai Asymp. Sig. (2-tailed) lebih dari 5% atau 0,05, maka untuk H0 diterima dan Ha ditolak. Hal tersebut berarti data residual terjadi secara acak (random).

### B.5.5 Koefisien Korelasi

Korelasi adalah derajat hubungan linier antara dua variabel atau lebih dari data hasil pengamatan. Dua variabel dikatakan berkorelasi apabila perubahan dalam satu variabel diikuti oleh perubahan variabel lain, baik yang searah maupun tidak. Koefisien korelasi antara variabel bebas X dan variabel terikat Y dirumuskan sebagai berikut:

$$r_{xy} = \frac{n \sum_{i=1}^n (X_i Y_i) - \sum_{i=1}^n (X_i) \cdot n \sum_{i=1}^n (Y_i)}{\sqrt{n \sum_{i=1}^n (X_i^2) - (\sum_{i=1}^n (X_i))^2} \sqrt{n \sum_{i=1}^n (Y_i^2) - (\sum_{i=1}^n (Y_i))^2}} \quad (11)$$

Dengan  $r_{xy}$  adalah koefisien korelasi yang rentang nilainya  $-1 \leq r_{xy} \leq 1$ .

Detail rentang nilai koefisien korelasi dapat dilihat pada table 3.

**Tabel 3.** Rentang Nilai Koefisien Korelasi

Rentang Nilai	Keterangan
0.00 – 0.20	Hubungan sangat kecil dan bias diabaikan (sangat tidak erat)
0.21 – 0.40	Hubungan yang kecil (tidak erat)
0.41 – 0.70	Hubungan yang cukup erat
0.71 – 0.90	Hubungan yang erat
0.91 – 1.00	Hubungan yang sangat erat

Sumber : (Sugiyono, 2007)

Korelasi antara variabel bergantung pada arahnya. Secara umum, korelasi antara variabel berdasarkan arahnya dikelompokkan menjadi tiga jenis dengan deskripsi sebagai berikut:

i. Korelasi Positif

Perubahan antara variabel yang satu diikuti oleh variabel lainnya dengan arah yang sama (berbanding lurus), yaitu apabila variabel yang satu meningkat, maka akan diikuti peningkatan variabel lainnya.

ii. Korelasi Negatif

Perubahan antara variabel yang satu diikuti oleh variabel lainnya dengan arah yang berlawanan (berbanding terbalik), yaitu apabila

variabel yang satu meningkat, maka akan diikuti penurunan variabel lainnya.

iii. Korelasi Nihil

Perubahan antara variabel yang satu diikuti oleh variabel lainnya dengan arah yang tidak teratur (acak), yaitu apabila variabel yang satu meningkat, kadang diikuti dengan peningkatan pada variabel lain dan kadang diikuti dengan penurunan pada variabel lain.

### B.5.6 Koefisien Determinasi

Koefisien determinasi dibutuhkan untuk menjelaskan persentase variasi dalam variabel terikat yang disebabkan oleh bervariasinya variabel bebas. Hal ini untuk menunjukkan bahwa variasi dalam variabel terikat tidak semata-mata disebabkan oleh bervariasinya variabel bebas, bisa saja variasi dalam variabel terikat juga disebabkan oleh bervariasinya variabel bebas lainnya yang mempengaruhi variabel terikat tetapi tidak dimasukkan dalam model persamaan regresinya.

Dalam analisis regresi linier sederhana, koefisien korelasi diartikan dengan perhitungan koefisien determinasinya, yaitu hasil kuadrat dari koefisien korelasi:

$$R_{xy}^2 = r_{xy}^2 \quad (12)$$

Sedangkan dalam analisis regresi linier berganda, koefisien determinasi ditentukan dengan persamaan :

$$R^2 = \frac{JK_{reg}}{\sum Y_i^2} \quad (13)$$

Dengan  $R^2$  adalah koefisien determinasi dan  $JK_{reg}$  sebagai jumlah kuadrat regresi

Dalam model persamaan regresi linier berganda, koefisien determinasi digunakan untuk mengetahui proporsi keragaman total dalam variabel terikat Y yang dapat dijelaskan atau diterangkan oleh variabel-variabel bebas X secara bersama-sama. Koefisien determinasi berkisar antara 0 sampai 1. Jika koefisien determinasi sama dengan 0, maka variabel terikat tidak dapat ditafsirkan oleh variabel bebas. Jika koefisien determinasi sama dengan 1, maka variabel terikat dapat ditafsirkan oleh variabel bebas secara sempurna. Jika koefisien determinasi berada di antara 0 dan 1, maka variabel terikat dapat diprediksikan.

### **B.5.7 Pengujian Hipotesis**

Tujuannya adalah untuk menguji bahwa data dari sampel yang ada sudah cukup kuat untuk menggambarkan populasinya dan dapat dijadikan dasar untuk menggeneralisasi populasi.

1. Uji t dapat digunakan untuk mengetahui signifikansi koefisien korelasi ( $r$ ) dan signifikansi koefisien regresi. Setiap variable yang mempunyai koefisien regresi yang tidak signifikan secara tidak statistic akan dihilangkan dari model persamaan yang digunakan adalah :

$$t_{hitung} = \frac{b - \beta}{sb} \quad (14)$$

$$Sb = \frac{Se}{\sqrt{\sum(X^2) - \frac{(\sum X)^2}{n}}} \quad (15)$$

$$Se = \sqrt{\frac{\sum Y^2 - a \sum Y - b \sum XY}{n-2}} \quad (16)$$

Dengan : Sb = *Standart error* koefisien korelasi

b = Koefisien regresi yan diperoleh

$\beta$  = *slope* garis regresi sebnarnya

Se = *Standart error* regresi

Hipotesis yang digunakan adalah  $H_0 : \beta = 0$  untuk koefisien regreso tidak signifikan dan  $H_1 : \beta \neq 0$  untuk koefisien regresi signifikan. Nilai t hasil perhitungan kemudian dibandingkan dengan nilai t dalam table berdasarkan nilai signifikansi 0,05 jika statistik  $t_{hitung} < t_{tabel}$  maka  $H_0$  ditolak.

## 2. Uji F

Tahap-tahap dalam uji F adalah sebagai berikut :

- Hipotetik Statistik

$H_0 : \beta = 0$  (regresi Y terhadap X tidak berarti)

$H_1 : \beta \neq 0$  (regresi Y terhadap X memiliki arti)

- Statistik Uji

$$F = \frac{RK_{reg}}{RK_{\epsilon}} \quad (17)$$

$$RK_{reg} = \frac{JK_{reg}}{1} \quad (18)$$

$$JK_{reg} = b \left( \sum_{i=1}^n (X_i Y_i) - \frac{\sum_{i=1}^n (X_i) \sum_{i=1}^n (Y_i)}{n} \right) \quad (19)$$

$$RK_{\epsilon} = \frac{JK_{\epsilon}}{n-2} \quad (20)$$

$$JK_{\varepsilon} = \sum_{i=1}^n (Y_i^2) - \frac{(\sum_{i=1}^n Y_i)^2}{n} - JK_{reg} \quad (21)$$

Dengan : F = Statistik F menyebar mengikuti distribusi F dengan derajat kebebasan  $V_1 = 1$  dan  $V_2 = n - 2$

$RK_{reg}$  = rata-rata kuadrat regresi

$RK_{\varepsilon}$  = rata rata kuadrat residu

$JK_{reg}$  = Jumlah kuadrat regresi, dengan derajat kebebasan 1

$JK_{\varepsilon}$  = Jumlah kuadrat residu, dengan derajat kebebasan  $n-2$

- Kriteria Uji

Tolak  $H_0$  jika  $F_{hitung} \geq F_{tabel}$

$F_{tabel} = F_{\alpha; (v_1, v_2)}$  dengan  $v_1 = 1$  dan  $v_2 = n-2$

Untuk regresi linier berganda, derajat kebebasan regresi yang digunakan sebesar k dan derajat kebebasan residu sebesar  $n-k-1$ .

### 3. Analisis Varians (*Analysis of variamce* ANOVA)

Analisis varians bertujuan untuk mengetahui seberapa besar variasi data yang dapat dijelaskan oleh model regresi linier yang diperoleh. Anova digunakan sebagai alat analisis untuk menguji hipotesis penelitian yang mana menilai adakah perbedaan rerata antara kelompok. Hasil akhir dari analisis ANOVA adalah nilai F test atau F hitung. Nilai F Hitung ini yang nantinya akan dibandingkan dengan nilai pada tabel f. Jika nilai f hitung lebih dari f tabel, maka dapat disimpulkan bahwa menerima  $H_1$  dan menolak  $H_0$  atau yang berarti ada perbedaan bermakna rerata pada semua kelompok.

Analisis ANOVA sering digunakan pada penelitian eksperimen dimana terdapat beberapa perlakuan. Peneliti ingin menguji, apakah ada perbedaan bermakna antar perlakuan tersebut.

Prinsip Uji Anova adalah melakukan analisis variabilitas data menjadi dua sumber variasi yaitu variasi di dalam kelompok (within) dan variasi antar kelompok (between).

Bila variasi within dan between sama (nilai perbandingan kedua varian mendekati angka satu), maka berarti tidak ada perbedaan efek dari intervensi yang dilakukan, dengan kata lain nilai mean yang dibandingkan tidak ada perbedaan. Sebaliknya bila variasi antar kelompok lebih besar dari variasi didalam kelompok, artinya intervensi tersebut memberikan efek yang berbeda, dengan kata lain nilai mean yang dibandingkan menunjukkan adanya perbedaan.