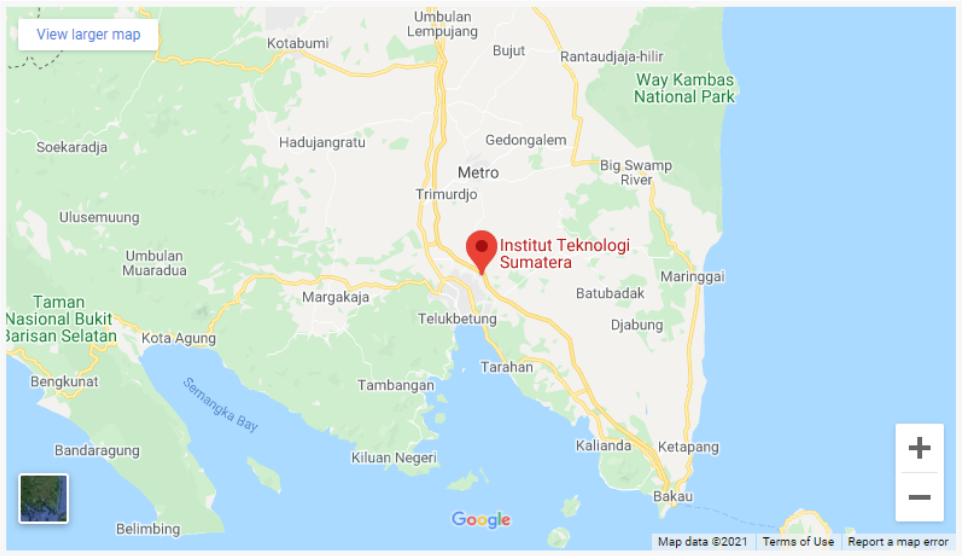
BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Institut Teknologi Sumatera

ITERA merupakan lembaga pendidikan tinggi strategis yang mengemban misi nasional untuk memenuhi kebutuhan sumber daya manusia, khususnya kebutuhan insinyur. ITERA merupakan *centre of excellence* yang dapat meningkatkan daya saing Pulau Sumatera melalui pemenuhan kebutuhan sumber daya manusia, khususnya sarjana teknik yang unggul berdasarkan kebutuhan pengembangan Pulau Sumatera [4]. Institut Teknologi Sumatera resmi dinyatakan sebagai perguruan tinggi negeri melalui peraturan presiden pada tanggal 06 Oktober 2014 [1].

Lokasi kampus Institut Teknologi di Sumatera ditetapkan di Jati Agung, Kabupaten Lampung Selatan, Provinsi Lampung. Hasil studi tersebut dituangkan dalam SK Mendikbud No.060/P/2012. ITERA memiliki lahan seluas 275 hektar [4]. Lokasi kampus Institut Teknologi Sumatera ditunjukkan oleh Gambar 2.1



Gambar 2.1 Lokasi kampus ITERA

(Sumber gambar: maps.google.co.id)

Ketersediaan lahan yang siap bangun dan sangat luas tersebut ditargetkan mampu menampung sebanyak 64.000 mahasiswa untuk 25 tahun yang akan datang [4]. Saat

ini ITERA memiliki tiga puluh lima (35) program studi. Dari tiga puluh lima program studi yang ada, ITERA memiliki jumlah mahasiswa sebanyak 12.868 mulai dari 2012 sampai dengan 2020. Dan khusus di Tahun 2020, mahasiswa aktif ITERA sebanyak 4.389 mahasiswa.

2.2 Kabupaten Lampung Selatan

Lokasi kampus ITERA terletak di kecamatan Jati Agung, Kabupaten Lampung Selatan. Kecamatan Jati Agung merupakan salah satu bagian dari wilayah Kabupaten Lampung Selatan dengan membawahi 21 Desa dengan luas wilayah 164,47 km^2 , dan dihuni oleh berbagai etnis/suku baik penduduk asli maupun pendatang [5].

Secara administratif, Kecamatan Jati Agung berbatasan dengan:

a) Kabupaten Lampung Timur di sebelah Utara
b) Kota Bandar Lampung dan Kecamaan Tanjung Bintang di sebelah Selatan
c) Kecamatan Jati Agung di sebelah Barat
d) Kabupaten Lampung Timur di sebelah Timur

Secara topografis wilayah Kecamatan Jati Agung sebagian besar bentuk permukaan tanah adalah dataran rendah dengan ketinggian dari permukaan laut kurang dari 110 meter [5]. Luas wilayah Kecamatan Jati Agung secara keseluruhan mencapai 16.447 hektar. Pada umumnya mata pencarian penduduk Kecamatan Jati Agung adalah petani, sehingga pada tahun 2014, 12.033 hektar dijadikan lahan pertanian atau perkebunan, lalu digunakan sebagai perumahan atau pemukiman penduduk sebesar 4.199 hektar sedangkan lainnya digunkan sebagai lahan peternakan, kolam, dan lain-lain [6].

Kecamatan Jati Agung terletak di Kabupaten Lampung Selatan. Wilayah Kabupaten Lampung Selatan terletak antara 105˚14’ sampai dengan 105˚45’ Bujur Timur dan 5˚15’ sampai dengan 6˚ Lintang Selatan. Sama seperti daerah lain di Indonesia, kabupaten Lampung Selatan juga beriklim tropis. Daerah Kabupaten Lampung Selatan mempunyai daerah daratan kurang lebih adalah 2.007,01 km^2 [7].

Iklim di Kabupaten Lampung Selatan sama halnya dengan daerah lain di Indonesia. Akibat pengaruh angin Muson, maka daerah Lampung Selatan tidak terasa

adanya musim peralihan (pancaroba) antara musim kemarau dan musim hujan [7]. Lokasi Kabupaten Lampung Selatan dapat dilihat pada Gambar 2.2

Gambar 2.2 Wilayah Kabupaten Lampung Selatan

(sumber gambar: google.com/data-peta)

2.3 Kota Bandar Lampung

Kota Bandar Lampung merupakan ibukota Provinsi Lampung. Kota Bandar Lampung terletak pada ketinggian 0 sampai 700 meter di atas permukaan laut dengan topografi yang terdiri dari: [8]

a) Daerah pantai yaitu sekitar Teluk Betung bagian selatan dan Panjang
b) Daerah perbukitan yaitu sekitar Teluk Betung bagian utara
c) Daerah dataran tinggi serta sedikit bergelombang terdapat di sekitar Tanjung Karang bagian Barat yang dipengaruhi oleh gunung Balau serta perbukitan Serampok di bagian timur Selatan
d) Teluk Lampung dan pulau-pulau kecil bagian Selatan

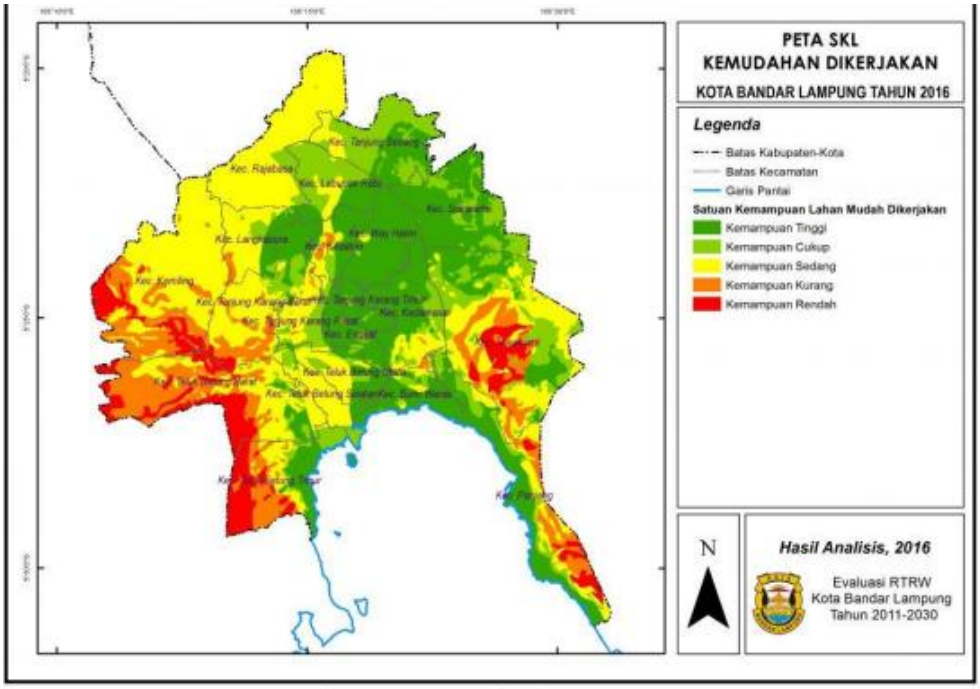
Secara geografis Kota Bandar Lampung terletak pada koordinat 5°20’ - 5°30’ Lintang Selatan dan 105°28’- 105°37’ Bujur Timur, dengan batas-batas wilayah sebagai berikut:

a) Kecamatan Natar di sebelah utara
b) Teluk Lampung di di sebelah selatan

c) Kecamatan Gedung Tataan dan Padang Cermin di di sebelah barat

d) Kecamatan Tanjung Bintang di sebelah timur

Kota Bandar Lampung memiliki luas wilayah 197,22 km^2 yang terdiri dari 20 kecamatan dan 126 kelurahan. Wilayah Kota Bandar Lampung ditunjukkan oleh Gambar 2.3



Gambar 2.3 Wilayah Kota Bandar Lampung

(sumber: diskominfo.bandarlampungkota.go.id)

2.4 Unsur Pembentuk Iklim

Di dalam kehidupan sehari-hari keadaan cuaca dan iklim sangat mempengaruhi segala aktivitas manusia. Iklim merupakan fenomena alam yang digerakkan oleh gabungan beberapa unsur, yaitu radiasi matahari, temperatur, kelembapan, awan, hujan, evaporasi, tekanan udara, dan angin [3]. Adapun uraian dari beberapa unsur pembentuk iklim tersebut akan dijelaskan sebagai berikut:

1. Suhu Udara

Suhu udara yang dimaksud adalah suhu permukaan, yakni suhu yang diukur pada ketinggian sekitar satu meter di atas permukaan bumi. Satuan dari suhu udara adalah

derajat celcius (°C). Letak atau posisi matahari yang berubah secara harian dan musiman berkaitan dengan suhu udara. Tinggi atau rendahnya suhu berkaitan dengan massa udara yang ada [9].

Di kawasan tropis, laju perubahan suhu dapat digunakan untuk menaksir adanya awan atau hujan dengan patokan sebagai berikut: [9]

a) Jika pada siang hari laju kenaikan suhu cepat dan pada malam hari laju penurunan suhu juga cepat menandai awan sedikit atau tidak ada awan
b) Di stasiun pengamatan di laut atau di tempat yang dikelilingi laut, perbedaan suhu maksimum dan minimum kecil karena laut menyerap banyak sinaran dan sedikit mengeluarkan sinaran pada siang hari sehingga suhu udara di atasnya tidak terlalu tinggi, dan sebaliknya
c) Jika di atas laut beda suhu maksimum dan suhu minimum besar pertanda penguapan kecil, dan sebaliknya
d) Jika di stasiun pengamatan di darat beda suhu maksimum dan suhu minimum besar menunjukkan udara kering, karena pada siang hari tanah menerima sinaran matahari banyak sehingga suhu udara di atasnya besar, dan sebaliknya
e) Jika tidak ada angin dan kelembapan cukup, beda suhu maksimum dan minimum besar dapat menimbulkan kabut
f) Di daerah dataran tinggi meskipun kelembapan kurang dan tidak ada angin tetapi beda suhu maksimum dan suhu minimum besar dan jika suhu minimumnya rendah dapat terjadi pembekuan embun
g) Beda suhu maksimum dan suhu minimum dapat digunakan untuk menaksir jenis massa udara dan sifat kekeringan udara
h) Pada musim kemarau (di Indonesia) beda suhu maksimum dan minimum lebih besar dibandingkan dalam musim hujan

2. Tekanan Udara

Tekanan menyatakan berat atmosfer per satuan luas pada bidang horizontal. Perubahan tekanan berkaitan dengan adanya gelombang udara. Ciri khas tekanan udara di kawasan tropis antara lain: [9]

a) Tekanan umumnya rendah

b) Perubahan tekanan mengikuti waktu cukup kecil dan hampir tetap
c) Dalam sehari mempunyai dua maksimum (sekitar pukul 10 pagi dan 10 malam) dan dua minimum (sekitar pukul 4 sore dan 4 pagi waktu setempat). Perubahan tersebut berkaitan dengan pasang-surut atmosfer
d) Perubahan yang besar terjadi di kawasan yang dilalui siklon tropis
e) Di tempat-tempat tertentu perubahan tekanan berkaitan dengan lewatnya palung tekanan rendah.

3. Kelembapan Udara

Dalam konsep kelembapan, udara pada umumnya dipandang sebagai campuran dari udara kering dan uap air. Untuk menyatakan banyaknya uap air di dalam udara digunakan ukuran yang disebut kelembapan. Empat ukuran kelembapan yang biasa digunakan antara lain: kelembapan nisbi (*Relative Humidity*; *RH*), kelembapan mutlak (*Absolute Humidity*; *AH*), kelambapan spesifik (*Specific Humidity*; *SH*), dan nisbi campur (*Mixing Ratio*; *Q*) [9].

Nilai dari kelembapan nisbi dapat dinyatakan dengan persamaan berikut:

$$RH = \frac{e}{e_{max}} \text{ x } 100\%$$

dengan *e* adalah tekanan uap air pada suhu saat pengukuran, dan e_{max} tekanan uap air maksimum yang mungkin dapat dicapai pada suhu dan tekanan udara saat pengukuran apabila banyaknya air yang dapat menguap tak terbatas jumlahnya. Udara yang suhunya tinggi lebih kuat menahan uap air dalam bentuk uap karena semakin tinggi suhu udara, maka semakin tinggi pula tekanan uap air maksimumnya.

Nilai dari kelembapan mutlak dapat dinyatakan dengan persamaan berikut:

$$AH = \frac{m_v}{m^3}$$

dengan m_v adalah massa uap air yang ada dalam tiap meter kubik udara. Jadi, kelembapan mutlak menyatakan rapat massa uap air.

Nilai dari kelembapan spesifik dapat dinyatakan dengan persamaan berikut:

$$SH = \frac{m_v}{(m_u + m_v)}$$

dengan m_v adalah massa udara kering dan m_u adalah massa uap air.

Adapun yang terakhir, nilai dari kelembapan nisbi campur dapat dinyatakan dengan persamaan berikut:

$$Q = \frac{m_v}{m_u}$$

dengan m_v adalah massa udara kering dan m_u adalah massa uap air.

4. Angin

Angin dapat diartikan sebagai udara yang bergerak. Angin pada permukaan bumi diukur dengan Anemometer pada ketinggian 10 meter. Hasil pengukurannya akan menunjukkan besarnya kecepatan angin (meter per detik) dan arah angin (°) [10]. Angin secara umum adalah setiap gerakan udara relatif terhadap permukaan bumi. Dalam pengertian teknis, angin adalah setiap gerakan udara yang mendatar atau hampir mendatar. Angin mempunyai arah dan kecepatan yang ditentukan oleh adanya perbedaan tekanan udara dipermukaan bumi. Angin bertiup dari tempat bertekanan tinggi ke tempat bertekanan rendah. Semakin besar perbedaan tekanan udara semakin besar kecepatan angin [10].

Angin lokal adalah jenis angin yang terjadi hanya pada suatu daerah tertentu, misalnya: [11]

a) Angin darat adalah angin yang bertiup dari daratan menuju ke lautan terjadi pada malam hari
b) Angin laut adalah angin yang bertiup dari lautan menuju ke daratan terjadi pada siang hari
c) Angin gunung angin yang bertiup dari puncak gunung menuju ke arah lembah terjadi pada malam hari
d) Angin lembah angin yang bertiup dari lemabah menuju ke arah puncak gunung terjadi pada siang hari.

5. Curah Hujan

Hujan adalah butir-butir air yang jatuh ke bumi dari atmosfer. Awan merupakan titik-titik air yang melayang di atmosfer dan merupakan bahan terbentuknya hujan. Hujan menjadi komponen utama daur air di suatu wilayah. Jumlah air hujan diukur menggunakan pengukur hujan yang disebut Ombrometer, dinyatakan sebagai kedalaman air yang terkumpul pada permukaan datar [9]. Satuan curah hujan

menurut standar internasional adalah milimeter (mm). Curah hujan yang kecil akan mengakibatkan kesetimbangan air disuatu wilayah mengalami defisit yang besar, terutama di wilayah tropis yang laju evaporasinya besar [12].

Intensitas curah hujan adalah besarnya jumlah hujan yang turun yang dinyatakan dalam tinggi curah hujan atau volume hujan tiap satuan waktu. Besarnya intensitas hujan berbeda-beda, tergantung dari lamanya curah hujan dan frekuensi kejadiannya [12]. Ambang batas yang digunakan untuk menentukan intensitas curah hujan ditunjukkan oleh Tabel 2.1. Curah hujan bulanan adalah akumulalsi jumlah curah hujan dalam satu bulan. Ambang batas yang digunakan untuk menentukan estimasi curah hujan bulanan ditunjukkan oleh Tabel 2.2 [13].

Tabel 2.1 Klasifikasi intensitas curah hujan harian

Intensitas (mm/hari)	Kondisi
0	Tidak hujan
0,5 – 20	Hujan ringan
20 – 50	Hujan sedang
50 – 100	Hujan lebat
100 – 150	Hujan sangat lebat
>150	Hujan ekstrem

Tabel 2.2 Estimasi klasifikasi curah hujan bulanan

Intensitas (mm/hari)	Hari hujan (hari)	Estimasi jumlah curah hujan (mm)	Komulatif curah hujan sebulan (mm)	Kondisi
0	0	0	0	Tidak hujan
0 < curah hujan < 5	5 – 6	10 – 15	10 – 15	Hujan sangat ringan
5 – 20	6 – 7	60 – 70	70 – 85	Hujan ringan
21 – 50	6 – 7	180 – 210	250 – 295	Hujan sedang
51 – 100	2 – 4	150 – 250	400 – 545	Hujan lebat
>100	1 – 2	110 – 300	510 – 845	Hujan sangat lebat

2.5 Regresi Linear

Regresi linear *(linear regression)* adalah teknik yang digunakan untuk memperoleh model hubungan antara satu variabel dependen dengan satu atau lebih variabel independen [14]. Variabel dependen pada regresi linear sering disebut sebagai respon atau kriterion, sedangkan variabel independen dikenal pula sebagai prediktor atau regresor. Respon pada regresi linear selalu berupa variabel kontinu, sedangkan prediktor dapat berupa variabel kontinu, indikator, ataupun karegorik yang disubstitusikan menjadi variabel indikator.

Regresi Linear terbagi atas dua jenis, yaitu:

1. Regresi Linear Sederhana

   Regresi linear sederhana adalah regresi dengan hanya satu variabel prediktor (*X*) dan satu variabel respon (*Y*). Adapun model untuk regresi linear dapat dituliskan sebagai berikut: [14]

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_i + \varepsilon_i \;\; ; i = 1,2,3,\ldots,n$$

   dengan Y_i adalah nilai variabel dependen pada observasi ke-i, X_i menyatakan nilai variabel independen pada observasi ke-i, ε_i adalah komponen galat yang diasumsikan berdistribusi normal dengan *mean* sama dengan nol dan variansi σ^2, dan β_0 adalah koefisien regresi.

   Secara matematis, *intercept* merupakan ordinat titik perpotongan antara garis regresi dengan sumbu-*y* pada sistem bidang kartesius, yaitu nilai *y* saat *x* sama dengan nol. Sedangkan nilai *slope* menyatakan ukuran kemiringan garis regresi. *Slope* adalah koefisien regresi untuk variabel peubah/prediktor (*X*). Nilai *slope* dapat diartikan sebagai rata-rata penambahan atau pengurangan yang terjadi pada variabel *y* untuk setiap peningkatan satu satuan variabel *X* [14].

   Estimasi parameter yang digunakan untuk menentukan Model Regresi Linear adalah dengan menggunakan Metode Kuadrat Tekecil. Metode Kuadrat Terkecil (MKT) adalah suatu metode untuk menghitung koefisien regresi sampel $b_0 \; dan \; b_1$ sebagai penduga koefisien regresi populasi $\beta_0 \; dan \; \beta_1$ [15]. Misalkan model sebenarnya ditulis sebagai berikut:

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_i + \varepsilon_i$$

Kemudian model taksirannya adalah:

$$\widehat{Y_i} = b_0 + b_1 X_i + \varepsilon_i$$

Kesalahan (galat) pertama dirumuskan sebagai berikut:

$$e_i = \hat{Y}_i - (b_0 + b_1 X_i)$$

Sehingga jumlah kesalahan kuadrat dirumuskan dengan:

$$\sum e_i^2 = \sum [\hat{Y}_i - (b_0 + b_1 X_i)]^2$$

Cara menghitung $b_0 \, dan \, b_1$ sebagai penduga parameter $\beta_0 \, dan \, \beta_1$ agar nilai jumlah kesalahan kuadrat ($\sum e_i^2$) yang diperoleh paling minimum adalah dengan membuat turunan parsial $\sum e_i^2$ mula-mula terhadap sampel b_0, kemudian terhadap b_1 kemudian menyamakannya dengan nol, sehingga diperoleh

$$b_0 = \bar{Y} - b_1 \bar{X}$$

dan

$$b_1 = \frac{n \sum X_i Y_i - \sum X_i \sum Y_i}{n \sum X_i^2 - (\sum X_i^2)}$$

dengan n adalah banyaknya pengamatan, X_i adalah nilai variabel dependen ke-*i*, *dan* Y_i adalah nilai variabel independen ke-*i*.

2. Regresi Linear Berganda

Regresi linear berganda adalah pengembangan dari regresi linear sederhana. Regresi linear berganda adalah regresi yang memiliki satu variabel dependen/respon (*Y*) dan lebih dari satu variabel independen/prediktor (*X*). Adapun persamaan model untuk regresi linear berganda dituliskan sebagai berikut: [14]

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_{1k} + \beta_2 X_{2k} + \cdots + \beta_k X_{ik} + \varepsilon_i \qquad (2.1)$$

$i = 1,2,3, \ldots, n$

dengan Y_i adalah nilai observasi variabel respon ke-*i*, X_{ik} adalah nilai observasi variabel prediktor ke-*k* pada pengamatan ke-*i*, *k* adalah banyaknya variabel *X* yang berpengaruh terhadap variabel *Y*, β_0 adalah nilai *intercept* model regresi, β_k adalah nilai koefisien variabel prediktor ke-*k*, dan ε_i adalah galat pada pengamatan ke-*i*.

Nilai *intercept* (β_0) diartikan sebagai nilai rata-rata dari variabel *y* jika variabel $x_1, x_2, \dots, x_k$ masing-masing bernilai sama dengan nol. Sedangkan nilai koefisien β_1 menyatakan nilai *slope* pada variabel *y* terhadap x_1 dan menganggap $x_2, x_3, \dots, x_k$ adalah konstan. Nilai koefisien β_2 menyatakan nilai *slope* pada variabel *y* terhadap x_2 dan menganggap $x_3, x_4, \dots, x_k \; dan \; x_1$ adalah konstan, dan seterusnya.

Estimasi parameter yang digunakan pada regresi linear berganda juga menggunakan Metode Kuadrat Terkecil (MKT). Misalkan hubungan $Y, X_1, X_2, \dots, X_k$ yang sebenarnya ditunjukkan oleh Persamaan (2.1). Apabila $b_0, b_1, b_2, \dots, b_k$ adalah penduga atas parameter $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \dots, \beta_k$ maka persamaan model untuk penaksir dapat ditulis dengan persamaan [15].

$$\widehat{Y}_i = \; b_0 + b_1 Xi_1 + b_2 Xi_2 + \cdots + b_k Xi_k + e_i \qquad (2.2)$$

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

Apabila Persamaan (2.2) dibentuk dalam persamaan matriks menjadi persamaan

$$\mathbf{Y} = \mathbf{X}\beta + \varepsilon \qquad (2.3)$$

dengan $\vec{\beta}$ dan $\vec{\varepsilon}$ masing-masing adalah vektor parameter, sedangkan **Y** adalah matriks berukuran (40x1) dan **X** adalah matriks berukuran (40x6).

Koefiesien β harus diestimasi berdasarkan data hasil penelitian sampel acak. Prosedur estimasi bergantung pada nilai variabel *X* dan kesalaham pengganggu μ. Beberapa asumsi penting yang harus dipenuhi adalah sebagai berikut: [15]

1. Nilai harapan setiap kesalahan pengganggu sama dengan nol $\mathrm{E}(\mu_i) = 0$ untuk semua *i*.
2. Kesalahan pengganggu yang satu tidak berkorelasi terhadap kesalahan pengganggu yang lainnya $\mathrm{E}(\mu_i, \mu_j) = 0$ untuk $i \neq j$, akan tetapi memiliki varians yang sama $\mathrm{E}(\mu_i^2) = \sigma^2$ untuk semua *i*.
3. $X_1, X_2, \dots, X_k$ merupakan bilangan riil, tanpa mengandung kesalahan.
4. Matriks *X* mempunyai *rank k* kurang dari *n*. Banyaknya pengamatan *n* harus lebih banyak dari jumlah peubah atau lebih banyak dari koefisien regresi parsial yang akan diestimasi.

Apabila keempat asumsi tersebut terpenuhi, maka penggunaan Metode Kuadrat Terkecil akan menghasilkan *Best Linear Unbiased Estimator* terhadap koefisein β.

Dengan MKT, $b_0\ dan\ b_1$ merupakan penduga tak bias dan mempunyai variansi paling minimum diantara semua penduga linear tak bias. Rumusan penduga koefisien *b* adalah sebagai berikut [15]. Misal *b* penduga koefisien β, maka

$$Y = Xb + e$$

$$e = Y - Xb$$

$$e_i = Y_i - b_1X_{i1} - b_2X_{i2} - \cdots - b_kX_{ik}$$

Jumlah kesalahan kuadrat yang harus diminimumkan dapat ditulis menjadi

$$\sum e_i^2 = \sum(-b_1X_{i1} - b_2X_{i2} - \cdots - b_kX_{ik})^2$$

Estimasi vektor β dengan MKT, yaitu vektor *b* sedemikian sehingga jumlah kuadrat kesalahan pengganggu dapat dituliskan oleh persamaan berikut:

$$e^Te = min \sum e_i^2$$

dengan cara melakukan penurunan parsial $\sum e_i^2$ terhadap setiap komponen vektor *b* dan menyamakannya dengan nol, sehingga diperoleh

$$\delta \sum \frac{e_i^2}{\delta b_1} = 2\sum(Y_i - (-b_1X_{i1} - b_2X_{i2} - \cdots - b_kX_{ik})(-X_{1i}) = 0$$

$$\delta \sum \frac{e_i^2}{\delta b_2} = 2\sum(Y_i - (-b_1X_{i1} - b_2X_{i2} - \cdots - b_kX_{ik})(-X_{2i}) = 0$$

$$\vdots \qquad .$$

$$\delta \sum \frac{e_i^2}{\delta b_k} = 2\sum(Y_i - (-b_1X_{i1} - b_2X_{i2} - \cdots - b_kX_{ik})(-X_{ki}) = 0$$

Persamaan tersebut dapat disederhanakan menjadi

$$b_1\sum X_{i1}^2 + b_2\sum X_{i1}X_{i2} + \cdots + b_k\sum X_{i1}X_{ik} = \sum X_{i1}Y_i$$

$$b_2\sum X_{i2}X_{i1} + b_2\sum X_{1i}^2 + \cdots + b_k\sum X_{i2}X_{ik} = \sum X_{i2}Y_i$$

$$\vdots$$

$$b_1\sum X_{i1} + b_2\sum X_{i1}X_{i2} + \cdots + b_k\sum X_{i1}X_{ik}^2 = \sum X_{ik}Y_i$$

Apabila dinyatakan dalam bentuk matriks, persamaan normal sebelumnya akan ditulis menjadi

$$\mathbf{X^T X}b = \mathbf{X^T Y} \tag{2.4}$$

Sehingga *b* sebagai penduga parameter β dapat diperoleh melalui persamaan matriks berikut:

$$b = (\mathbf{X^T X})^{-1}\mathbf{X^T Y} \tag{2.5}$$

dengan **X** adalah matriks *X*, berisi data variabel dependen, **Y** adalah matriks *Y*, berisi data variabel independen, $\mathbf{X^T}$ adalah *transpose* dari matriks X.

2.6 Standardisasi Data

Data yang digunakan dalam perhitungan perlu distandardisasi terlebih dahulu. Hal ini perlu dilakukan apabila terdapat perbedaan satuan dan terdapat perbedaan nilai yang sangat jauh antara masing-masing variabel. Standardisasi data digunakan untuk menyempitkan perbedaan satuan serta penyebaran nilai yang tinggi [16]. Adapun persamaan untuk menghitung standarisasi data ditulis sebagai berikut:

$$Z = \frac{X_i - \mu}{\sigma} \tag{2.6}$$

dengan X_i adalah nilai data ke-*i*, μ adalah nilai rata-rata data, dan σ adalah standar deviasi data.

2.7 Uji Asumsi Klasik Regresi Linear

Uji asumsi klasik bertujuan untuk memberikan kepastian bahwa persamaan regresi yang didapatkan memiliki ketepatan dalam estimasi, tidak bias dan konsisten [17]. Uji asumsi klasik adalah syarat-syarat yang harus dipenuhi pada model yang menggunakan Metode Kuadrat Terkecil agar model tersebut menjadi valid sebagai alat penduga atau bersifat *Best Linear Unbiased Estimator (BLUE)*. Secara manual, data yang digunakan dalam melakukan uji asumsi klasik regresi linier adalah data residu. Adapun beberapa uji asumsi klasik yang perlu dilakukan antara lain:

a) Normalitas

Uji ini bertujuan untuk menguji apakah dalam sebuah model regresi, variabel independen, variabel dependen, atau keduanya mempunyai distribusi normal. Suatu

model regresi yang baik adalah yang memiliki distribusi data normal atau mendekati normal. Ada beberapa uji normalitas yang digunakan, diantaranya:

1) Grafik

Metode grafik adalah dengan memperhatikan penyebaran data diagonal pada grafik normal *Q-Q Plot of Regression Standardized Residual*. Data dinyatakan berdistribusi normal apabila sebaran titik-titik berada disekitar garis dan mengikuti garis diagonal utama. Selain itu, pengujian dengan grafik juga bisa dilihat dari histogram data residunya. Model dikatakan normal apabila data menyebar disekitar grafik histogramnya [18].

2) Uji *Kolmogorov-Smirnov*

Kelebihan dari uji ini adalah sederhana dan tidak menimbulkan perbedaan persepsi di antara satu pengamat dengan pengamat yang lain, yang sering terjadi pada uji normalitas dengan menggunakan grafik. Metode ini juga dapat digunakan untuk jumlah pengamatan yang banyak atau sedikit (*n* besar maupun *n* kecil).

Hipotesis yang digunakan dalam uji ini adalah:

H_0 : Data berdistribusi secara normal

H_1 : Data tidak berdistribusi secara normal

Statistik uji untuk *Kolmogorov-Smirnov* adalah sebagai berikut:

$$D = max|F_t(x) - F_s(x)| \qquad (2.7)$$

dengan $F_s(x)$ adalah distribusi frekuensi komulatif sampel dan $F_t(x)$ adalah distribusi frekuensi komulatif teoritis

Uji normalitas dengan metode *Kolmogorov-Smirnov* memiliki ketentuan apabila nilai signifikansi diatas 5% atau 0,05 maka data berdistribusi normal. Sedangkan jika hasil uji *One Sample Kolmogorov Smirnov* menghasilkan nilai signifikan dibawah 5% atau 0,05 maka data tidak berdistribusi normal.

b) Linearitas

Uji asumsi klasik jenis linearitas merupakan salah satu uji yang digunakan untuk melihat ada atau tidaknya hubungan linear pada model yang dibangun. Uji jenis ini

sangat jarang digunakan dalam beberapa studi karena model biasanya dibangun atas dasar teori bahwa hubungan antara variabel independen dan dependen adalah linier. Namun, ketika kedua variabel tersebut tidak memiliki hubungan linier secara teoritis, maka tidak dapat dianalisis dengan regresi linier. Uji ini dilakukan dengan melihat *scatter plot* antara data untuk masing-masing variabel independen dengan dependen.

c) Multikolinearitas

Asumsi multikolinearitas hanya tepat untuk kasus regresi linier berganda. Multikolinieritas berarti bahwa terjadi korelasi linier yang erat antar variabel bebas. Statistik uji yang tepat adalah dengan *Variance Inflation Factor* (*VIF*).

Hipotesis untuk pengujian ini adalah:

H_0: tidak terjadi multikolinearitas dalam model

H_1: terjadi multikolinearitas dalam model

Statistik uji yang digunakan yaitu:

$$VIF = \frac{1}{1 - r^2} \tag{2.8}$$

dengan r adalah koefisien korelasi. Nilai *VIF* yang lebih besar dari 10 mengindikasikan adanya multikolinieritas yang serius [18].

d) Heteroskedastisitas

Model yang baik adalah model yang memiliki ragam bersifat homokedastisitas. Ragam galat bersifat homokedastisitas berarti bahwa galat memiliki nilai ragam yang sama antara galat ke-*i* dan galat ke-*j*. Secara matematis ditulis $\sigma_{\varepsilon_i}^2 = \sigma_{\varepsilon_j}^2 = \sigma_{\varepsilon}^2$ dengan *i, j = 1, ..., n* dan *n* adalah banyaknya pengamatan.

Galat merupakan data yang sulit diketahui nilainya sehingga diperlukan suatu penduga dari data galat. Data penduga yang paling tepat adalah data residu. Setiap nilai dari data residu diharapkan memiliki nilai ragam yang sama. Apabila residu memiliki ragam yang homogen, maka dapat dikatakan bahwa galat juga memiliki ragam yang homogen. Statistik uji yang sering digunakan adalah *Breusch-Pagan-Godfrey* [18].

Hipotesis yang berlaku dalam uji homoskedatisitas ragam galat adalah:

H_0: $\sigma_{\varepsilon_i}^2 = \sigma_{\varepsilon_j}^2 = \cdots = \sigma_{\varepsilon_n}^2 = \sigma_{\varepsilon}^2$

H_1: Setidak-tidaknya ada satu pasang ragam galat yang tidak sama

atau

H_0: tidak terjadi heteroskedastisitas dalam model

H_1: terjadi heteroskedastisitas dalam model

Statistik uji yang digunakan adalah:

$$\emptyset = \frac{1}{2} ESS \tag{2.9}$$

dengan ESS *(explained sum of square).*

$$ESS = \sum_{i=1}^{n} (\hat{y}\imath - \bar{y})^2$$

dengan $\hat{y}\imath$ adalah nilai prediksi dan $\bar{y}$ adalah nilai rata-rata variabel dependen. Hipotesis awal (H_0) diterima jika *p-value* (sig.) dari perhitungan lebih dari *α(0,05)* atau jika $\emptyset$ hitung kurang dari $\chi^2_{(df;\alpha)}$ tabel, artinya tidak terjadi gejala heteroskedastisitas.

e) Autokorelasi

Adanya autokorelasi pada galat/residu mengindikasikan bahwa ada satu atau beberapa faktor (variabel) penting yang mempengaruhi variabel terikat Y yang tidak dimasukkan ke dalam model regresi. Autokorelasi sering muncul pada kasus dimana data yang digunakan memasukkan unsur waktu (data *time-series*). Pengujian yang dipakai adalah uji Durbin-Watson dan uji *Run-Test* [18].

Hipotesis untuk uji asumsi autokorelasi yang sering dipakai adalah:

H_0: $\rho = 0$

H_1: $\rho \neq 0$

atau

H_0: tidak terdapat autokorelasi

H_1: terdapat autokorelasi

Statistik uji yang digunakan adalah:

$$d = \frac{\sum(e_t - e_{t-1})^2}{\sum e_t^2} \quad (2.10)$$

dengan e_t adalah nilai residu ke-*t*. Kriteria pengambilan keputusannya adalah sebagai berikut:

1) jika $d < d_L$, maka tolak H_0
2) jika $d > 4 - d_L$, maka tolak H_0
3) jika $d_U < d < 4 - d_U$, maka terima H_0
4) jika $d_L \leq d \leq d_U$ atau $4 - d_U \leq 4 - d_L$, maka tidak dapat disimpulkan terjadi autokorelasi atau tidak.

Adapun *d* adalah nilai statistik uji *Durbin-Watson* hasil perhitungan, d_L batas bawah tabel *Durbin-Watson* pada suatu *n* dan *k* tertentu, d_U batas atas tabel *Durbin-Watson* pada suatu *n* dan *k* tertentu, *n* banyaknya pengamatan, *k* banyaknya variabel bebas dalam model regresi.

Pengujian Autokorelasi dapat menggunakan uji *Run-Test s*elain menggunakan uji *Durbin-Watson*. Adapun kriteria pengambilan keputusan pengujian hipotesisnya adalah sebagai berikut:

H_0 ditolak jika hasil uji *Run-Test* menunjukkan nilai signifikan lebih kecil dari 0,05.

H_0 diterima jika hasil uji *Run-Test* menunjukkan nilai signifikan lebih besar dari 0,05.

2.8 Uji Simultan Regresi Linear

Uji simultan bertujuan untuk menguji apakah antara variabel-variabel bebas *X* dan terikat *Y*, atau setidak-tidaknya antara salah satu variabel *X* dengan variabel terikat *Y*, benar-benar terdapat hubungan linier. Hipotesis yang berlaku untuk pengujian ini adalah:

$H_0: \beta_1 = \beta_2 = \cdots = \beta_k$

$H_1: tidak\ semua\ \beta_i = 0\ ; i = 1,2, \ldots, k$

dengan β_i parameter (koefisien) ke-i model regresi linier. Penjabaran secara hitungan untuk uji simultan dapat ditemui pada tabel ANOVA (*Analysis Of Variance*). Di dalam

tabel ANOVA akan ditemui nilai statistik-F (F hitung), dengan persamaan sebagai berikut:

$$F = \frac{r^2/(k-1)}{1-r^2/(n-k)} \tag{2.11}$$

dengan r^2 koefisien determinasi, *k* jumlah variabel yang digunakan dalam penelitian, *n* jumlah sampel pengamatan.

Dasar pengambilan keputusannya adalah sebagai berikut:

i. jika $F_{hitung} \leq F_{tabel}$ (db_1 , db_2) maka terima H_0

ii. jika $F_{hitung} > F_{tabel}$ (db_1 , db_2) maka tolak H_0

db_1 dan db_2 adalah parameter-parameter F_{tabel} dengan:

$db_1 = derajat\ bebas\ 1 = p - 1$

$db_2 = derajat\ bebas\ 2 = n - p$

dengan *p* banyaknya parameter model regresi linier (banyaknya variabel bebas *(k) + 1*) dan *n* banyaknya pengamatan. Apabila H_0 ditolak, maka model regresi yang diperoleh dapat digunakan.

2.9 Uji Parsial Regresi Linear

Uji parsial digunakan untuk menguji apakah sebuah variabel bebas *X* benar-benar memberikan kontribusi terhadap variabel terikat *Y*. Dalam pengujian ini ingin diketahui apakah jika secara terpisah, suatu variabel *X* masih memberikan kontribusi secara signifikan terhadap variabel terikat *Y*. Hipotesis untuk uji ini adalah:

$H_0: \beta_j = 0$

$H_0: \beta_j \neq 0$

dengan $j = 1,2, \dots, k$ dan *k* banyaknya variabel bebas *X*.

Pengujian parsial menggunakan uji *t*, dengan persamaan sebagai berikut:

$$t = \frac{r\sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r^2}} \tag{2.12}$$

dengan *r* adalah koefisien korelasi *Rank Spearman* dan *n* banyaknya data penelitian.

Dasar pengambilan keputusannya adalah:

i. jika $t_{hitung} \leq t_{tabel}\ (n-p)$, maka terima H_0

ii. jika $t_{hitung} > t_{tabel}\ (n-p)$, maka tolak H_0

dengan $(n-p)$ parameter *t* tabel.

Apabila H_0 ditolak, maka variabel bebas *X* memiliki kontribusi yang signifikan terhadap variabel terikat *Y*.

2.10 Koefisien Korelasi dan Determinasi

Koefisien korelasi adalah indeks atau bilangan yang digunakan untuk mengukur derajat hubungan dan bentuk atau arah hubungan [19]. Nilai koefisien korelasi untuk mengukur kekuatan hubungan berada diantara -1 dan +1 $(-1 \leq r \leq +1)$. Jika koefisien korelasi bernilai positif, artinya semakin dekat nilai koefisien korelasi ke +1, semakin kuat korelasi positifnya. Jika koefisien korelasi bernilai negatif, semakin dekat nilai koefisien korelasi ke-1, semakin kuat korelasi negatifnya. Jika koefisien korelasi bernilai nol (0), maka variabel tidak menunjukkan korelasi. Persamaan untuk memperoleh nilai korelasi adalah sebagai berikut: [18]

$$r_{xy} = \frac{n\sum x_i y_i - (\sum x_i)(\sum y_i)}{\sqrt{\left[n\sum\left(x_i^2 - \left(\sum x_i\right)^2\right)\right]\left[n\sum y_i^2 - (\sum y_i)^2\right]}} \tag{2.13}$$

dengan x_i nilai *x* saat pengamatan ke-*i*, y_i nilai *y* saat pengamatan ke-*i* dan *n* banyaknya data yang digunakan.

Adapun interval dan hubungan korelasi ditunjukkan oleh Tabel 2.3

Tabel 2.3 Tingkat hubungan korelasi

Interval korelasi	Tingkat hubungan
0,00 – 0,199	Sangat rendah
0,2 – 0,399	Rendah
0,4 – 0,599	Sedang
0,6 – 0,799	Kuat
0,8 – 1,00	Sangat kuat

Koefisien determinasi (r^2) adalah besarnya keragaman (informasi) di dalam variabel *Y* yang dapat diberikan oleh model regresi yang didapatkan. Nilai r^2 berkisar

antara nol hingga satu. Apabila nilai r^2 dikalikan 100%, maka hal ini menunjukkan persentase keragaman (informasi) di dalam variabel *Y* yang dapat diberikan oleh model regresi yang didapatkan. Semakin besar nilai r^2, semakin baik model regresi yang diperoleh.

2.11 Stepwise Regression

Model regresi terbaik adalah model yang dapat menjelaskan perilaku peubah tak bebas dengan sebaik-baiknya dengan memilih peubah-peubah bebas dari sekian banyak peubah bebas yang tersedia dalam data. Untuk menentukan peubah bebas mana yang akan dimasukkan ke dalam model regresi, menurut Draper [20], ada dua kriteria yang saling bertentangan yaitu:

1. Agar persamaannya bermanfaat untuk peramalan, biasanya ingin dimasukkan sebanyak mungkin peubah sehingga diperoleh nilai ramalan yang andal
2. Karena untuk memperoleh informasi dari banyak peubah serta pemantauannya, sering kali diperlukan biaya yang tinggi, maka diinginkan persaman regresi yang mencakup sesedikit mungkin peubah

Kompromi diantara kedua kriteria itulah yang disebut pemilihan model regresi terbaik. Metode pemilihan model regresi terbaik yang digunakan adalah metode *Stepwise Regresi*. Metode *Stepwise* memilih peubah berdasarkan korelasi parsial terbesar dengan peubah yang sudah ada dalam model [21]. Metode *Stepwise Regression* terbagi atas tiga jenis, yaitu *Forwatd Selection, Backward Elimination,* dan *Stepwise*. Metode yang digunakan dalam laporan ini hanya dua jenis, yaitu *Forwatd Selection* dan *Backward Elimination.* Urain masing-masing metode tersebut adalah sebagai berikut:

a) Forward Selection

Konsep dari metode ini adalah memasukan satu per satu variabel yang mungkin ke dalam model. Peubah (variabel) yang sudah masuk dalam model tidak dapat dikeluarkan kembali. Algoritma metode *Forward Selection* sebagai berikut :

1) Menentukan matriks koefisien korelasi antara variabel respon (*Y*) terhadap variabel bebas (*X*).

2) Pemilihan variabel yang pertama diregresikan yaitu variabel yang mempunyai harga mutlak koefisien korelasi terbesar terhadap responden (*Y*).
3) Pembentukan regresi pertama yaitu regresi sederhana untuk variabel terpilih pada langkah kedua dan menguji keberartian regresi.
4) Pemilihan variabel kedua diregresikan. Bila pada langkah ketiga ternyata terima H_0 maka dilakukan pemilihan variabel kedua untuk diregresikan selanjutnya. Variabel terpilih adalah variabel sisa (di luar regresi) yang mempunyai parsial korelasi terbesar.
5) Pembentukan regresi kedua yaitu merupakan regresi ganda dan menguji keberartian regresi. Bila tidak signifikan maka proses dihentikan sedangkan sebaliknya.
6) Pembentukan koefisien penduga apabila proses pemasukan variabel terhadap regresi sudah selesai, maka ditetapkan persamaan regresi yang menjadi penduga linier yang diinginkan yaitu merupakan persamaan regresi yang diperoleh terakhir.
7) Pembahasan pada penduga dan pembuatan kesimpulan.

b) Backward Elimation

Metode *Backward Elimination* bekerja dengan mengeluarkan satu per satu variabel prediktor yang tidak signifikan dan dilakukan terus menerus sampai tidak ada variabel prediktor yang tidak signifikan. Langkah-langkah metode *Backward Elimination* adalah sebagai berikut :

1) Membuat model dengan meregresikan variabel respon *Y* dengan semua variabel prediktor
2) Mengeluarkan satu persatu variabel prediktor dengan melakukan pengujian terhadap parameternya dengan menggunakan *partial t-test.* Nilai *t-parsial* terkecil akan menjadi penetuan prediktor yang dikeluarkan dari model.
3) Pilih model terbaik sampai parameter pertimbangan tidak berubah secara signifikan.