

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Data

Data adalah sesuatu yang diketahui dari berbagai hal atau kejadian secara nyata atau merupakan hasil pengamatan. Data terbagi menjadi beberapa jenis, yaitu:

1. Berdasarkan Sifat
 - Data Kualitatif adalah data yang tidak berbentuk angka dan lebih bersifat pernyataan.
 - Data Kuantitatif adalah data yang berbentuk angka-angka.
2. Berdasarkan Sumber
 - Data *Internal* adalah data yang menggambarkan keadaan suatu perusahaan atau organisasi.
 - Data *Eksternal* adalah data yang menggambarkan keadaan di luar suatu organisasi yang dapat mempengaruhi hasil kerja organisasi tersebut.
3. Berdasarkan Cara Memperoleh
 - Data Primer adalah data yang dikumpulkan sendiri oleh perorangan atau suatu organisasi secara langsung dari hasil pengamatan objek yang diteliti.
 - Data Sekunder adalah data yang diperoleh melalui suatu pihak atau organisasi baik dari publikasi maupun pemerintahan kepada perusahaan yang berwenang atas pengumpulan data tersebut.
4. Berdasarkan Waktu Pengumpulan
 - Data *Cross Section* adalah data yang dikumpulkan pada suatu waktu tertentu saja (*at a point of time*).
 - Data Berkala (*time series*) adalah data yang dikumpulkan pada rentang waktu tertentu untuk menggambarkan pertumbuhan suatu objek.

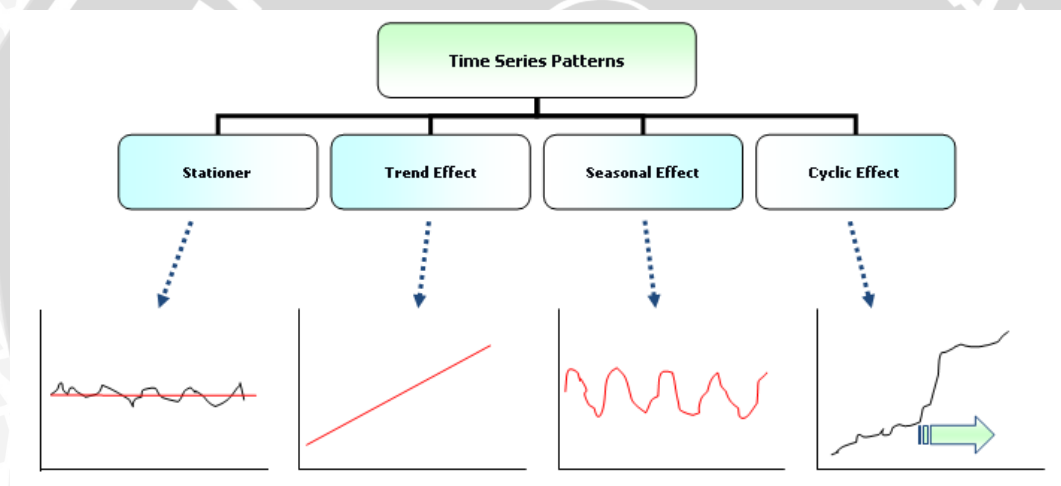
2.2 Klasifikasi Pola Data Berkala (*Time Series*)

Pada klasifikasi pola data *time series* terbagi menjadi empat jenis yang memiliki karakteristik berbeda, yaitu:

1. Random (*Stationer*)

Pola acak yang disebabkan oleh peristiwa yang tidak dapat diprediksi atau tidak beraturan, seperti perang, pemilu, longsor maupun bencana alam lainnya.

2. *Tren (Trend)*
Pola perkembangan data ini membentuk karakteristik yang mendekati garis linier. Naik turunnya gradient menunjukkan adanya peningkatan dan penurunan nilai data berdasarkan waktu.
3. *Musiman (Seasonality)*
Pola yang terbentuk karena terdapat pola kebiasaan dari data dalam suatu periode kecil sehingga menghasilkan grafik yang serupa pada jangka waktu tertentu secara berulang-ulang.
4. *Siklis (Cycle)*
Pola yang memiliki karakteristik mirip seperti pola musiman, namun memiliki periode perulangan yang lebih panjang. Berikut Gambar 2.1 merupakan klasifikasi pola data berkala.



Gambar 2.1 Pola Data Berkala (*Time Series*)
(Sumber: PT PLN (Persero), 2014)

2.3 Peramalan Beban Listrik

Peramalan adalah suatu dugaan atau perkiraan atas terjadinya peristiwa di waktu yang akan datang. Ramalan beban listrik merupakan alat yang penting dan digunakan untuk memastikan bahwa energi yang disediakan oleh penyedia (PLN) memenuhi beban ditambah dengan rugi energi pada sistem. Ramalan dapat memiliki sifat kualitatif atau kuantitatif seperti pada penjelasan mengenai data sebelumnya. Ramalan kuantitatif terbagi menjadi dua yaitu ramalan tunggal (*point forecast*) dan ramalan selang (*interval forecast*).

Menurut S.A.Soliman (2010:15), peramalan beban listrik berdasarkan jangka waktu terbagi menjadi tiga kategori, yaitu:

1. *Long-range forecasting* (peramalan jangka panjang) digunakan untuk memprediksi beban hingga 50 tahun ke depan sehingga perencanaan pengembangan dapat difasilitasi.
2. *Medium-range forecasting* (peramalan jangka menengah) digunakan untuk memprediksi beban mingguan, bulanan, dan beban puncak tahunan hingga 10 tahun ke depan sehingga perencanaan operasional yang efisien dapat dilakukan.
3. *Short-range forecasting* (peramalan jangka pendek) digunakan untuk memprediksi beban hingga seminggu ke depan yang dilakukan setiap harinya.

Ketiga jenis peramalan beban listrik tersebut memiliki perbedaan pada metode yang digunakan. Selain itu, ketersediaan data juga mempengaruhi jenis peramalan beban listrik yang akan digunakan.

2.4 Metode Peramalan Beban Listrik

Keluaran dari peramalan beban umumnya berupa perkiraan penjualan energi tahunan. Penyedia energi listrik biasanya memperkirakan penjualan energi tahunan pertama dan penggunaan penjualan energi dalam menentukan perkiraan permintaan beban puncak tahunan. Terdapat tiga metode yang digunakan dalam peramalan beban energi listrik, yaitu metode ekonometrik (*econometric regression analysis*), metode saturasi terapan (*appliance saturation method*), dan metode penggunaan energi akhir (*end-use energy method*).

2.4.1 Metode Ekonometrik (*Econometric Regression Analysis*)

Analisis regresi ekonometrik adalah metode yang menggunakan histori energi tahunan dan data ekonomi untuk menentukan elastisitas pelanggan. Elastisitas adalah ukuran bagaimana pelanggan akan mengubah pola pembelian dalam menanggapi perubahan harga, kenyamanan, keandalan, serta faktor lainnya. Berdasarkan elastisitas pelanggan, dan dengan asumsi bahwa elastisitas ini tidak berubah dari waktu ke waktu maka perkiraan energi dapat dibuat. Metode ini secara luas diterapkan pada peramalan konsumsi energi listrik (kilowatt-jam) (Pindyck, 1976:169).

2.4.2 Metode Saturasi Terapan (*Appliance Saturation Method*)

Metode saturasi terapan adalah jenis metodologi "teknik" dengan melakukan survei penelitian beban untuk menentukan jumlah pelanggan menggunakan alat tertentu (misalnya, sentral ac) dan jumlah energi tahunan yang dikonsumsi oleh alat tersebut. Berdasarkan perkiraan jumlah peralatan yang diharapkan di masa depan, dan perkiraan

penggunaan energi tahunan per alat akan berubah maka perkiraan beban energi dibuat. Metode ini umumnya digunakan untuk meramalkan penjualan energi sektor perumahan (Pindyck, 1976:169).

2.4.3 Metode Penggunaan Energi Akhir (*End-Use Energy Method*)

Metode penggunaan energi akhir mirip dengan metode saturasi alat, tetapi penggunaan alat menjadi dasar ramalan pada metode saturasi alat, sedangkan metode penggunaan energi akhir menggunakan histori penggunaan terakhir sebagai dasar peramalan. Sebenarnya pendekatan ini lebih akurat namun sangat sensitif terhadap data acuan konsumen dan minim data historis beban. Misalnya, metode ini dapat digunakan untuk meramalkan sektor komersial (Pindyck, 1976:169).

Masing-masing metode ini dapat ditemukan pada aplikasi yang luas. Ketika 10-15 tahun data historis yang tersedia, metode regresi ekonometrik yang berlaku. Bila alat dan penggunaan akhir data rinci tersedia, maka dapat menggunakan model hybrid.

2.5 Peramalan Beban Listrik dengan Metode Ekonometrik

Ekonometrika adalah hasil dari suatu tinjauan tertentu tentang peran ilmu ekonomi, mencakup aplikasi statistik matematik atas data ekonomi guna memberikan dukungan empiris terhadap model yang disusun berdasarkan matematika ekonomi serta memperoleh hasil berupa angka-angka. Metode ekonometrik menggunakan analisis regresi untuk mendapatkan model yang digunakan dalam peramalan beban listrik.

Peramalan beban listrik dengan metode ekonometrik didasarkan pada historis data untuk mendapatkan model matematis baik berupa model linier maupun log-linier. Pada umumnya untuk peramalan beban listrik sering digunakan model log-linier karena angka yang dihasilkan lebih sederhana. Tujuan peramalan beban listrik dengan ekonometrik adalah untuk meramalkan penjualan listrik berdasarkan perkiraan makroekonomi. Variabel makroekonomi (disebut juga *drive*), antara lain produk domestik regional bruto (PDRB), jumlah konsumsi energi listrik, jumlah penduduk (demografi) dan tarif tenaga listrik. Pemilihan variabel (*driver*) tergantung pada ketersediaan data historis.

2.5.1 Faktor-faktor yang Mempengaruhi Konsumsi Energi Listrik

Dalam penelitian ini menggunakan tiga faktor yang dianggap mempengaruhi beban listrik yang akan datang. Faktor-faktor yang dianggap mempengaruhi yaitu produk domestik regional bruto (PDRB), jumlah pelanggan listrik, dan tarif tenaga listrik (TTL).

a. Produk Domestik Regional Bruto (PDRB)

Menurut Departemen Statistik Ekonomi dan Moneter Bank Indonesia, Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) merupakan jumlah nilai tambah yang dihasilkan oleh seluruh unit usaha dalam suatu daerah tertentu, atau merupakan jumlah nilai barang dan jasa akhir yang dihasilkan oleh seluruh unit ekonomi pada suatu daerah. Adapun PDRB sesuai kelompok tarif terbagi menjadi empat, yaitu PDRB kelompok rumah tangga (*total without oil, gas & product*), PDRB kelompok komersial (*construction, trade, restaurant, hotel, transportation, communication, finance, rent of build, and business service*), PDRB kelompok publik (*services*), dan PDRB kelompok industri (*mining, quarrying, manufacturing industries, electric, gas, and water supply*).

b. Jumlah Pelanggan Listrik

Pada data statistik PLN, menyebutkan bahwa pelanggan terbagi menjadi:

- Kelompok rumah tangga, adalah penjumlahan golongan tarif S-1, R-1, R-2, dan R-3.
- Kelompok bisnis atau komersial, adalah penjumlahan golongan tarif B-1, B-2, B-3, T, C dan tarif multiguna.
- Kelompok industri, adalah penjumlahan golongan tarif I-1, I-2, I-3, dan I-4 .
- Kelompok sosial, adalah penjumlahan golongan tarif S-2 dan S-3.
- Kelompok gedung kantor pemerintah, adalah penjumlahan golongan tarif P-1 dan P-2.
- Kelompok penerangan jalan umum, adalah golongan tarif P-3.

Pada perhitungan menggunakan empat golongan pelanggan, yaitu rumah tangga, komersial, industri, dan publik (kelompok gedung kantor pemerintah dan penerangan jalan umum).

c. Tarif Tenaga Listrik

Penentuan tarif tenaga listrik (TTL) telah diatur dalam Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 8 Tahun 2011 tentang Tarif Tenaga Listrik yang Disediakan oleh Perusahaan Perseroan (PERSERO) PT Perusahaan Listrik Negara. Dalam peraturan tersebut, menyatakan bahwa tarif tenaga listrik yang disediakan oleh PT PLN dinyatakan dalam Tarif Dasar Listrik berdasarkan Golongan Tarif Dasar Listrik.

2.5.2 Model Regresi Linier

Regresi linier menurut Gurajati (2006) adalah kajian terhadap hubungan satu variabel yang disebut sebagai variabel yang diterangkan (*the explained variable* atau

variabel tergantung) dengan satu atau dua variabel yang menerangkan (*the explanatory* atau variabel bebas). Jika variabel bebas lebih dari satu, maka analisis regresi disebut regresi linier berganda. “*Harus selalu dicamkan bahwa regresi tidak selalu menyiratkan hubungan sebab-akibat. Hubungan sebab-akibat harus dilandasi, atau disimpulkan, dari teori yang mendasari fenomena yang diuji secara empiris*”. (Gujarati, 2006:116).

Pada perhitungan peramalan listrik ini digunakan empat variabel yang terdiri dari satu variabel terikat atau tak bebas dan tiga variabel bebas, sehingga untuk mendapatkan model ekonometrik digunakan analisis linier berganda dengan menggunakan model log-linier.

2.5.3 Regresi Linier Berganda

Dalam banyak kasus, satu *driver* atau variabel bebas tidak sepenuhnya dapat menjelaskan besar konsumsi energi listrik, sehingga diperlukan regresi berganda dimana beberapa faktor dapat mempengaruhi variabel tergantung. Regresi berganda merupakan perkembangan dari regresi tunggal. Regresi berganda ditulis dalam notasi matriks, namun mirip dengan regresi tunggal. Pada jenis regresi ini, terdapat Y_i sebagai variabel tak bebas pada data tahun ke- i yang diramalkan dalam kasus ini adalah konsumsi energi listrik. X_{i1} , X_{i2} , dan X_{i3} sebagai variabel bebas pada data tahun ke- i . β_0 , β_1 , β_2 , dan β_3 sebagai koefisien regresi.

Pada Persamaan (2.1) berikut menunjukkan rumus untuk regresi berganda, dimana Y_i adalah konsumsi energi listrik (GWh), X_{i1} adalah PDRB, X_{i2} adalah jumlah pelanggan listrik, dan X_{i3} adalah tarif tenaga listrik, yang dapat dituliskan sebagai berikut: (Gujarati, 2006:181)

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_{i1} + \beta_2 X_{i2} + \beta_3 X_{i3} + \varepsilon \quad (2.1)$$

Dimana, ε adalah kesalahan antara nilai aktual dan nilai prediksi dari variabel tak bebas. Untuk mengetahui besar nilai koefisien regresi dapat digunakan metode kuadrat terkecil pada Persamaan (2.2) dengan meminimumkan bentuk kuadrat, sebagai berikut:

$$J = \sum_{i=1}^n \varepsilon_i^2 = \sum_{i=1}^n (Y_i - \beta_0 - \beta_1 X_{i1} - \beta_2 X_{i2} - \beta_3 X_{i3})^2 \quad (2.2)$$

Nilai minimum diperoleh dengan mencari turunan J terhadap β_0 , β_1 , β_2 , dan β_3 yang menghasilkan Persamaan (2.3) dengan mengubah β_0 , β_1 , β_2 , dan β_3 dengan penaksirnya b_0 , b_1 , b_2 , dan b_3 .

$$\begin{aligned} \frac{\partial J}{\partial \beta_0} &= -2 \sum (Y_i - \beta_0 - \beta_1 X_{i1} - \beta_2 X_{i2} - \beta_3 X_{i3}) = 0 \\ \frac{\partial J}{\partial \beta_1} &= -2 \sum (Y_i - \beta_0 - \beta_1 X_{i1} - \beta_2 X_{i2} - \beta_3 X_{i3}) X_{i1} = 0 \end{aligned} \quad (2.3)$$

$$\frac{\partial J}{\partial \beta_2} = -2 \sum (Y_i - \beta_0 - \beta_1 X_{i1} - \beta_2 X_{i2} - \beta_3 X_{i3}) X_{i2} = 0$$

$$\frac{\partial J}{\partial \beta_3} = -2 \sum (Y_i - \beta_0 - \beta_1 X_{i1} - \beta_2 X_{i2} - \beta_3 X_{i3}) X_{i3} = 0$$

Sehingga dapat disederhanakan menjadi Persamaan (2.4), berikut (Gujarati, 2006:185):

$$\begin{aligned} nb_0 + b_1 \sum X_{i1} + b_2 \sum X_{i2} + b_3 \sum X_{i3} &= \sum Y_i \\ b_0 \sum X_{i1} + b_1 \sum X_{i1}^2 + b_2 \sum X_{i1} X_{i2} + b_3 \sum X_{i1} X_{i3} &= \sum Y_i X_{i1} \\ b_0 \sum X_{i2} + b_1 \sum X_{i1} X_{i2} + b_2 \sum X_{i2}^2 + b_3 \sum X_{i2} X_{i3} &= \sum Y_i X_{i2} \\ b_0 \sum X_{i3} + b_1 \sum X_{i1} X_{i3} + b_2 \sum X_{i2} X_{i3} + b_3 \sum X_{i3}^2 &= \sum Y_i X_{i3} \end{aligned} \quad (2.4)$$

Untuk mempermudah perhitungan dapat menggunakan matrik yang dapat dituliskan menjadi Persamaan (2.5) berikut,

$$X'Xb = X'Y \quad (2.5)$$

dengan,

$$Y = \begin{bmatrix} Y_1 \\ Y_2 \\ Y_3 \\ \vdots \\ Y_n \end{bmatrix}, \quad X = \begin{bmatrix} 1 & X_{11} & X_{21} & X_{31} \\ 1 & X_{12} & X_{22} & X_{32} \\ 1 & X_{13} & X_{23} & X_{33} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ 1 & X_{1n} & X_{2n} & X_{3n} \end{bmatrix}, \quad b = \begin{bmatrix} b_0 \\ b_1 \\ b_2 \\ b_3 \end{bmatrix}$$

$$X'X = \begin{bmatrix} n & \sum X_{i1} & \sum X_{i2} & \sum X_{i3} \\ \sum X_{i1} & \sum X_{i1}^2 & \sum X_{i1} X_{i2} & \sum X_{i1} X_{i3} \\ \sum X_{i2} & \sum X_{i1} X_{i2} & \sum X_{i2}^2 & \sum X_{i2} X_{i3} \\ \sum X_{i3} & \sum X_{i1} X_{i3} & \sum X_{i2} X_{i3} & \sum X_{i3}^2 \end{bmatrix}$$

$$X'Y = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & \dots & 1 \\ X_{11} & X_{12} & X_{13} & \dots & X_{1n} \\ X_{21} & X_{22} & X_{23} & \dots & X_{2n} \\ X_{31} & X_{32} & X_{33} & \dots & X_{3n} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Y_1 \\ Y_2 \\ Y_3 \\ \vdots \\ Y_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \sum Y_i \\ \sum X_{1i} Y_i \\ \sum X_{2i} Y_i \\ \sum X_{3i} Y_i \end{bmatrix}$$

Sehingga untuk memperoleh nilai koefisien regresi digunakan Persamaan (2.6) sebagai berikut,

$$b = (X'X)^{-1} X'Y \quad (2.6)$$

2.5.4 Model Log Linier

Dalam metode ekonometrika terdapat penentuan elastisitas pelanggan dengan menggunakan model log-linier (Gujarati, 2010:207). Model log-linier yang didasari oleh regresi eksponensial yang ditunjukkan pada Persamaan (2.7) berikut,

$$Y_i = \beta_0 X_1^1 e^{u_i} \quad (2.7)$$

dan dapat dinyatakan dalam bentuk Persamaan (2.8) berikut,

$$\ln Y_i = \ln \beta_0 + \beta_1 \ln X_i \quad (2.8)$$

dengan \ln adalah logaritma natural (yaitu log dengan basis e , dimana $e=2,718$), dan dapat ditulis dalam bentuk Persamaan (2.9).

$$\ln Y_i = \alpha + \beta_1 \ln X_i \quad (2.9)$$

dengan, $\ln Y_i$ = logaritma natural variabel terikat pada data tahun ke- i

$\ln X_i$ = logaritma natural variabel bebas pada data tahun ke- i

$$\alpha = \ln \beta_0$$

β_0, β_1 = koefisien regresi

Model ini linier dalam parameter α dan β_1 , linier dalam logaritma dari variabel X dan Y .

Oleh karena itu, karena sifat linier ini maka disebut model log-linier.

2.5.5 Uji Statistik

Pada penelitian ini terdapat beberapa pengujian model yang telah diperoleh untuk mengetahui korelasi antar variabel dan tingkat keakuratan model tersebut. Pengujian yang dilakukan antara lain:

a. Koefisien Determinasi R^2

Koefisien determinasi menyatakan proporsi atau persentase dari total variasi variabel tak bebas Y yang dijelaskan oleh banyak variabel penjelas X_1, X_2, X_3 . Sebelum mendapatkan koefisien determinasi, berikut Persamaan (2.10) sebagai identitas, (Gujarati, 2006:187)

$$TSS = ESS + RSS \quad (2.10)$$

dengan, TSS = total jumlah kuadrat variabel tak bebas Y ($\sum Y_i^2$)

ESS = jumlah kuadrat yang dijelaskan oleh semua variabel X

RSS = jumlah kuadrat residu

Koefisien determinasi dapat dicari dengan Persamaan (2.11) berikut,

$$R^2 = \frac{ESS}{TSS} = \frac{b_1 \sum Y_i X_{1i} + b_2 \sum Y_i X_{2i} + b_3 \sum Y_i X_{3i}}{\sum Y_i^2} \quad (2.11)$$

atau dapat dicari dengan Persamaan lain, yang ditunjukkan pada Persamaan (2.12).

$$R^2 = \frac{SSR}{SST} = \frac{\sum (\hat{Y}_i - \bar{Y})^2}{\sum (Y_i - \bar{Y})^2} \quad (2.12)$$

dengan, \hat{Y}_i = nilai prediksi dari variabel tak bebas pada data tahun ke- i

Y_i = nilai aktual dari variabel tak bebas pada data tahun ke- i

\bar{Y} = nilai rata-rata dari variabel tak bebas

b. Uji t

Uji t merupakan pengujian yang bertujuan mengetahui pengaruh variabel bebas secara individual terhadap variabel terikat. Dalam pengujian ini terdapat dua hipotesis, yaitu:

➤ $H_0 : b_i = 0$

Hipotesis ini menjelaskan bahwa variabel bebas bukan merupakan penjelas yang signifikan terhadap variabel tak bebas.

➤ $H_1 : b_i \neq 0$

Hipotesis ini menjelaskan bahwa variabel bebas merupakan penjelas yang signifikan terhadap variabel tak bebas.

Adapun langkah-langkah untuk melakukan uji t, yaitu:

1. Menentukan hipotesis penelitian
2. Menentukan hipotesis statistik
3. Mencari t_{hitung}
4. Menentukan kriteria pengujian dan tentukan posisi pengujian sisi kiri, sisi kanan, atau uji dua sisi
5. Mencari t_{tabel} dengan cara tentukan α (0,01 atau 0,05) dan $dk=n-1$
6. Membandingkan t_{hitung} dengan t_{tabel}
7. Diakhiri dengan penarikan kesimpulan

Untuk memperoleh nilai t_{hitung} dapat digunakan Persamaan (2.13) berikut, (Gujarati, 2006:189)

$$t_{hitung} = \frac{b_i}{se(b_i)} \quad (2.13)$$

dengan, t_{hitung} = nilai uji t berdasarkan perhitungan

b_i = penaksir koefisien regresi ke-i

$se(b_i)$ = standar deviasi penaksir koefisien regresi ke-i

Nilai standar deviasi dapat dicari dengan Persamaan (2.14), sebagai berikut

$$se(b_i) = \sqrt{var(b_i)} \quad (2.14)$$

dengan, $var(b_i)$ adalah varians penaksir koefisien regresi ke-i. Jika $t_{hitung} > t_{tabel}$, maka H_0 ditolak dan H_1 diterima yang artinya ada pengaruh antara variabel bebas terhadap variabel terikat. Jika $t_{hitung} < t_{tabel}$, maka H_0 diterima dan H_1 ditolak yang artinya tidak ada pengaruh antara variabel bebas terhadap variabel terikat.

c. Uji F

Uji F dilakukan untuk mengetahui pengaruh variabel bebas secara simultan (bersama-sama) terhadap variabel tak bebas. Rumusan hipotesis yang diuji, yaitu:

- $H_0 : b_0 = b_1 = b_2 = b_3 = 0$, yang menandakan secara simultan variabel bebas tidak berpengaruh terhadap variabel tak bebas.
- $H_0 : b_0 \neq b_1 \neq b_2 \neq b_3 \neq 0$, yang menandakan secara simultan variabel bebas berpengaruh terhadap variabel tak bebas.

Untuk memperoleh nilai uji F dapat digunakan Persamaan (2.15), sebagai berikut (Gujarati, 2006:195):

$$F_{hitung} = \frac{R^2/(k-1)}{(1-R^2)/(n-k)} \quad (2.15)$$

dengan, F_{hitung} = nilai uji F berdasarkan perhitungan

R^2 = koefisien determinasi

n = jumlah observasi

k = jumlah variabel

Seperti halnya uji t, hasil uji F selanjutnya dibandingkan dengan F_{tabel} dan langkah akhir adalah penarikan kesimpulan. Jika $F_{hitung} > F_{tabel}$, maka H_0 ditolak dan H_1 diterima yang artinya semua variabel bebas secara simultan berpengaruh terhadap variabel terikat. Jika $F_{hitung} < F_{tabel}$, maka H_0 diterima dan H_1 ditolak yang artinya semua variabel bebas secara simultan tidak berpengaruh terhadap variabel terikat.

d. Uji Multikolinieritas

Uji multikolinieritas dilakukan bertujuan untuk mengetahui ada tidaknya korelasi antar variabel bebas. Bila terdapat hubungan antar variabel bebas maka variabel ini tidak orthogonal dengan kata lain nilai korelasi antar variabel bebas tidak sama dengan nol. Untuk menentukan apakah terdapat multikolinieritas dalam model regresi dapat dilihat dari nilai VIF (*Variance Inflation Factor*) yang dapat diperoleh dengan Persamaan (2.16), sebagai berikut (Gujarati, 2006:70):

$$VIF = \frac{1}{(1-R^2)} \quad (2.16)$$

dengan, VIF = *Variance Inflation Factor*

R^2 = koefisien detrmniasi

Jika hasil perhitungan VIF mencapai > 10 , maka persamaan atau model tersebut terdapat multikolinieritas.

e. Uji Autokorelasi

Uji autokorelasi dilakukan bertujuan untuk mengetahui ada tidaknya korelasi antara suatu periode t dengan periode sebelumnya ($t-1$). Dalam analisis regresi tidak boleh ada korelasi antara data observasi dengan data observasi sebelumnya. Uji autokorelasi hanya dapat dilakukan pada data *time series* dan tidak perlu dilakukan pada data *cross section*. Beberapa uji statistik yang dapat digunakan untuk mendeteksi ada tidaknya autokorelasi adalah uji Durbin-Watson, uji dengan *Run Test*, dan jika data observasi lebih dari 100 dapat menggunakan uji *Lagrange Multiplier*.

Pengujian dengan uji Durbin-Watson dapat didefinisikan dengan Persamaan (2.17) sebagai berikut (Gujarati, 2006:119):

$$d = \frac{\sum_{i=2}^n (e_i - e_{(i-1)})^2}{\sum_{i=1}^n e_i^2} \quad (2.17)$$

dengan, d = nilai uji Durbin-Watson

$e_i - e_{(i-1)}$ = selisih antara nilai prediksi dan nilai aktual pada tahun ke- i dikurangi tahun sebelumnya ($i-1$)

Sama seperti pengujian sebelumnya, hasil uji Durbin-Watson juga dibandingkan dengan tabel Durbin-Watson. Penarikan kesimpulan dapat dilakukan dengan melihat ketentuan pada Tabel 2.1 sebagai berikut (Gujarati, 2006:122):

Tabel 2.1 Uji Durbin-Watson: Aturan Keputusan
(Sumber: Gujarati, 2006)

| Hipotesis nol | Keputusan | Jika |
|---|---------------------|-------------------------|
| Tidak ada autokorelasi positif | Tolak | $0 < d < dL$ |
| Tidak ada autokorelasi positif | Tidak ada keputusan | $dL \leq d \leq dU$ |
| Tidak ada autokorelasi negatif | Tolak | $4-dL < d < 4$ |
| Tidak ada autokorelasi negatif | Tak ada keputusan | $4-dU \leq d \leq 4-dL$ |
| Tidak ada autokorelasi positif atau negatif | Jangan tolak | $dU < d < 4-dU$ |

2.5.5 Metode Selisih Pertama (*First Difference Equation*)

Multikolinieritas dan autokorelasi sangat dihindari dalam suatu analisis regresi. Untuk menghindari hal tersebut, perlu dilakukan perbaikan model yang dapat mengurangi atau menghilangkan adanya multikolinieritas maupun autokorelasi. Metode selisih pertama merupakan metode yang dapat mengatasi adanya multikolinieritas dan autokorelasi sekaligus. Metode ini digunakan pada data *time series* karena diterapkan pada tahun i dengan tahun $i-1$, yang didefinisikan pada Persamaan (2.18). (Gujarati, 2006:123)

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_i + e_i \quad (2.18)$$

$$\rho Y_{i-1} = \rho \beta_0 + \rho \beta_1 X_{i-1} + \rho e_{i-1} \quad (2.19)$$

Kemudian dengan mengurangkan Persamaan (2.18) dengan (2.19), didapatkan

$$(Y_i - \rho Y_{i-1}) = \beta_0(1 - \rho) + \beta_1(X_i - \rho X_{i-1}) + (e_i - \rho e_{i-1}) \quad (2.20)$$

Sehingga, jika disederhanakan menjadi Persamaan (2.21), berikut:

$$Y_i^* = \beta_0^* + \beta_1 X_i^* + v_i \quad (2.21)$$

dimana, nilai ρ didapatkan dari estimasi d pada hasil statistik Durbin-Watson

$d \approx 2(1 - \rho)$ yang ditunjukkan pada Persamaan (2.22).

$$\rho \approx 1 - \frac{d}{2} \quad (2.22)$$

dengan, Y_i = variabel terikat

β_0, β_1 = koefisien regresi

X_i = variabel bebas

e_i = selisih antara nilai aktual dan nilai prediksi

ρ = koefisien autokorelasi

d = nilai dari uji Durbin-Watson

