BAB II

KAJIAN PUSTAKA

1.1 Kajian Deduktif

Pada bagian ini membahas tentang teori-teori yang berkaitan dengan permasalahan yang diangkat dan metode yang digunakan dalam penelitian ini.

2.1.1 Kualitas Udara Ambien

Menurut Peraturan Gubernur DIY Nomor 8 Tahun 2010 tentang program Langit Biru tahun 2009-2013, definisi Udara Ambien adalah udara bebas di permukaan bumi pada lapisan troposfir yang berada di dalam wilayah yuridiksi Republik Indonesia yang dibutuhkan dan mempengaruhinya kesehatan manusia, makhluk hidup dan unsur lingkungan hidup lainnya. Adanya kegiatan makhluk hidup menyebabkan komposisi udara alami berubah. Jika perubahan komposisi udara alami melebihi konsentrasi tertentu yang menyebabkan udara ambien tidak dapat memenuhi fungsinya, maka udara tersebut dikatakan telah tercemar. Dalam upaya menjaga mutu udara ambien agar dapat memberikan daya dukung bagi makhluk hidup untuk hidup secara optimal, maka dilakukan pencegahan dan/atau penanggulangan pencemaran udara serta pemulihan mutu udara.

Sementara itu, pencemaran udara menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 41 tahun 1999 tentang pengendalian pencemaran udara diartikan sebagai turunnya kualitas udara sehingga udara mengalami penurunan mutu dalam penggunaanya yang akhirnya tidak dapat digunakan lagi sebagaimana mestinya sesuai dengan fungsinya. Untuk itu, dalam memastikan kualitas udara ambien tetap terjaga, terdapat beberapa parameter yang senantiasa dipantau. Beberapa parameter kualitas udara ambien yang digunakan yaitu factor fisika dan factor kimia. Faktor fisika yang mempengaruhi antara lain kebisingan, kelembapan, suhu udara, arah angin, dan kecepatan angin. Sementara itu, factor kimia yang mempengaruhi yaitu kadar Sulfur Dioksida (SO_2), konsentrasi debu PM.10, Ozon (O_3), Timbal Hitam (Pb), Nitrogen Dioksida (NO_2), dan Hidrokarbon (HC).

1. Sulfur Dioksida (SO2)

Pencemaran udara oleh sulfur oksida (SOx) terutama disebabkan oleh dua komponen gas oksida sulfur yang tidak berwarna, yaitu sulfur dioksida (SO2) dan sulfur trioksida (SO3). SO2 mempunyai karakteristik bau yang tajam dan tidak mudah terbakar di udara, sedangkan SO3 adalah gas yang tidak reaktif.

Pencemaran SOx menyebabkan iritasi sistem pernafasan dan iritasi mata, serta berbahaya terhadap kesehatan manula dan penderita penyakit sistem pernafasan kardiovaskular kronis. Selain berpengaruh terhadap kesehatan manusia, pencemaran SOx juga berbahaya bagi kesehatan hewan dan dapat merusak tanaman.

SO2 adalah kontributor utama hujan asam. Setelah berada di atmosfir, SO2 mengalami konversi menjadi SO3 yang kemudian menjadi H2SO4. Pada malam hari atau kondisi lembab atau selama hujan, SO2 di udara diabsorpsi oleh droplet air alkalin dan membentuk sulfat di dalam droplet.

Pembakaran bahan bakar fosil, seperti minyak bumi dan batubara serta bahan-bahan lain yang mengandung sulfur akan menghasilkan kedua bentuk sulfur oksida; SO2 selalu terbentuk dalam jumlah besar, sementara SO3 yang terbentuk bervariasi dari 1 sampai 10% dari total SOx. (Badan Lingkungan Hidup, 2013)

2. Nitrogen Dioksida (NO_2)

Nitrogen dioksida (NO_2) dan nitrogen monoksida (NO) adalah kelompok oksida nitrogen (NO_x) yang paling banyak diketahui sebagai bahan pencemar udara. NO merupakan gas yang tidak berbau dan tidak berwarna, sedangkan NO_2 berbau tajam dan berwarna coklat kemerahan.

Oksida nitrogen seperti NO dan NO_2 berbahaya bagi manusia. NO_2 bersifat racun, terutama menyerang paru-paru, yaitu mengakibatkan kesulitan bernafas pada penderita asma, batuk-batuk pada anak-anak dan orang tua, dan berbagai gangguan sistem pernafasan, serta menurunkan visibilitas.

Oksida nitrogen juga merupakan kontributor utama smog dan deposisi asam. Nitrogen oksida bereaksi dengan senyawa organik volatil membentuk ozon dan oksidan lainnya seperti peroksiasetilnitrat (PAN) di dalam smog fotokimia, dan dengan air hujan menghasilkan asam nitrat dan menyebabkan hujan asam. Deposisi asam basah (hujan asam) dan kering (bila gas NO_x membentuk partikel aerosol nitrat dan terdeposisi ke permukaan bumi) dapat membahayakan tanaman, pertanian, ekosistem perairan dan hutan. Hujan asam dapat mengalir memasuki danau dan sungai lalu melepaskan logam berat dari tanah serta mengubah komposisi kimia air. Hal ini pada akhirnya dapat menurunkan dan bahkan memusnahkan kehidupan air (Badan Lingkungan Hidup, 2013)

3. Hidrokarbon (HC)

Hidrokarbon tersusun atas elemen hydrogen dan karbon. Di dalam suhu kamar hidrokarbon dapat berwujud sebagai padat, cair dan gas. Sifat fisik dari masing – masing bentuk dipengaruhi oleh jumlah atom karbon yang menyusun molekul hidrokarbon tersebut. Hidrokarbon yang sering menimbulkan masalah dalam pencemaran udara adalah yang berbentuk has yakni hidrokarbon yang mempunyai 1-4 atom karbon, atau hidrokarbon yang bersifat sangat volatile (mudah menjadi gas) pada suhu kamar.

Hidrokarbon di atmosfer terutama metana, berasal dari sumber – sumber amalami seperti proses biologi dan aktivsd geothermal (sumber gas alam, minyak bumi, dana pi alam). Sedangkan hidrokarbon yang diproduksi oleh manusia terbanyak berasal dari transportasi (50%), pembakaran gas, minyak, arang, kayu, proses industry, pembuangan sampah, kebakaran hutan dan lading, serta evaporasi pelarut organic.

Berdasarkan hasil penelitian , didapatkan bahwa hidrokarbon aromatic lebih berbahaya dibandingkan dengan hidrokarbon alifatik dan alisiklis. Uapnya bersifat iritasi terhadap membrane mukosa dan luka dibagan dalam jika menghisap uap komponen aromatic. Tetapi pada konsentrasi kurang dari 25 ppm biasanya tidak berpengaruh (Badan Lingkungan Hidup, 2010).

4. Timah Hitam (Pb)

Sebagian besar pencemaran Pb di udara berasal dari senyawa Pborganik, seperti Pb-tetraetil dan Pb-tetrametil yang terdapat pada bensin. Hampir semua Pb-tetraetil diubah menjadi Pb organik dalam proses pembakaran bahan bakar bermotor dan dilepaskan ke udara. Selain dari kendaraan bermotor, pencemaran Pb dapat berasal dari penambangan dan peleburan batuan Pb, peleburan Pb sekunder, penyulingan dan industri senyawa dan barang-barang yang mengandung Pb, serta incinerator.

Senyawa Pb organik bersifat neurotoksik. Gangguan kesehatan yang ditimbulkan adalah akibat bereaksinya Pb dengan gugusan sulfhidril dari protein yang menyebabkan pengendapan protein dan menghambat pembuatan haemoglobin. Timbal dapat menyebabkan kerusakan sistem syaraf dan masalah pencernaan; sedangkan berbagai bahan kimia yang mengandung timbal dapat menyebabkan kanker (Badan Lingkungan Hidup, 2013)

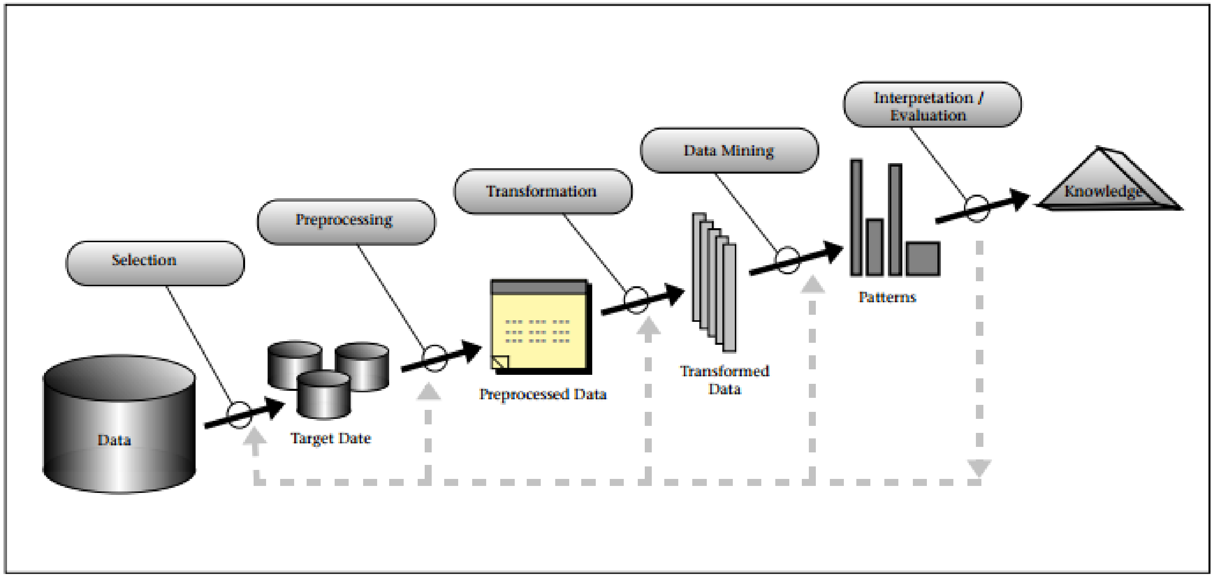
5. Konsentrasi Debu PM.10

Partikel adalah pencemar udara yang dapat berada bersama – sama dengan bahan atau bentuk pencemar lainnya. Partikel dapat diartikan secara murni atau sempit sebagai bahan pemcemar udara yang berbentuk padatan. Namun dalam pengertian yang lebih luas, dalam kaitannya dengan masalah pencemaran lingkungan, pencemar partikel dapat meliputi berbegai macam bentuk, mulai dari bentuk yang sederhana sampai dengan bentuk yang rumit atau kompleks yang kesemuanya merupakan bentuk pencemaran udara. Paramter debu diameter 10 (PM 10) merupakan debu dengan ukuran < 10 μm. Benda ini merupakan partikulat, asap dan jelaga disebut benda partikel tetapi bentuk yang paling berbahaya dari benda padat ini adalah partikel – partikel sangat kecil dan halus yang dapat menembus ke dalam paru – paru yang hanya dilindungi oleh dinding tipis setebal molekul. Kebanyakan partikel halus itu berasal dari senyawa sulfur dan nitrogen yang dalam selang waktu beberapa jam atau beberapa hari berubah dari gas menjadi padat.

Besarnya ukuran partikel debu yang dapat masuk ke dalam saluran pernafasan manusia adalah yang berukuran 0,1 μm sampai 10 μm (PM 10) dan berada di udara sebagai suspended particulate matter. Partikel debu dengan ukuran lebih > 10 μm akan lebih cepat mengendap ke permukaan sehingga kesempatan terjadinya kontaminasi pada manusia menjadi lebih kecil dan kalaupun terjadi akan tertahan oleh saluran pernafasan bagian atas. Debu yang dapat dihirup disebut debu inhalable dengan diameter ≤ 10 μm dan berbahaya bagi saluran pernafasan karena mempunyai kemampuan merusak paru – paru. Sebagian debu yang masuk ke saluran pernafasan berukuran 5 μm akan sampai ke alveoli (Badan Lingkungan Hidup, 2014).

2.1.2 Missing Value

Knowledge discovery in database (KDD) merupakan proses identifikasi pola dalam data yang menghasilkan sebuah informasi yang bermanfaat dengan teknik integrasi, penemuan ilmiah dan intepretasi dari pola sejumlah data yang dimiliki (Fayyad, 1997). Untuk itu dalam KDD tidak hanya melalui sebuah proses untuk menemukan hasil akhir akan tetapi perlu beberapa tahap proses untuk mendapatkan hasil akhir. Gambar 2.1 menunjukan ilustrasi tahapan dalam KDD.



Gambar 2. 1 Tahapan Knowledge Discovery in Database

Sumber : (Fayyad, 1997)

Berdasarkan Gambar 2.1 diatas dapat diketahui bahwa salah satu proses/ tahapan dalam Knowledge Discovery in Database adalah tahapan pre-processing. Tahapan tersebut merupakan tahapan yang akan membantu proses pengambilan informasi yang jauh lebih efisien karena tidak banyak waktu yang akan terbuang. Selain itu, kualitas informasi yang didapatkan akan lebih berkualitas baik. Dalam tahapan preprocessing terdapat beberapa hal yaitu data *cleaning, transformation data, reduction,* dan lainnya (Gurbuz, Ozbakir, & Yapici, 2011). Data hilang (*Missing value*) merupakan data yang akan diproses ketahap berikutnya tidak lengkap/ hilang. *Missing value* diidentifikasi ketika tahapan dalam *knowledge discovery in database* pada saat *preprocessing* data.

2.1.3 Regresi Linier

Menurut (Siregar, 2015) regresi linier adalah salah satu alat yang digunakan dalam memprediksi permintaan di masa yang akan datang dengan berdasarkan data masa lalu, atau untuk mengetahui pengaruh satu variabel bebas (*independent*) terhadap satu variabel tak bebas (*dependent*). Regresi linier dibagi kedalam dua kategori, yaitu regresi linier sederhana dan regresi linier berganda.

Regresi linier sederhana digunakan hanya untuk satu variabel bebas (*independent*) dan satu variabel terikat (*dependent*). Sementara itu, regresi linier berganda digunakan ketika memiliki satu variabel terikat (*dependent*) dan satu atau lebih variabel bebas (*independent*). Tujuan dari penerapan metode ini adalah untuk meramalkan atau memprediksi besaran suatu variabel tak bebas (*dependent*) yang dipengaruhi oleh variabel bebas (*independent*).

A. Kosep Dasar

Dalam (Basuki & Prawoto, 2016) model regresi merupakan suatu cara formal untuk mengekspresikan dua unsur penting suatu hubungan statistic :

1. Suatu kecenderungan berubahnya peubah tidak bebas *Y* secara sistematis sejalan dengan berubahnya peubah besar *X*
2. Perpencaran titik – titik di sekitar kurva hubungan statistic itu

Kedua ciri ini disatukan dalam suatu model regresi dengan cara mempostulatkan bahwa :

1. Ada suatu rencana peluang peubah *Y* untuk setiap taraf (level) peubah *X*
2. Rataan sebaran-sebaran peluang berubah secara sistematis sejalan dengan berubahnya nilai peubah *X*.

B. Model Regresi

Bentuk umum persamaan fungsi regresinya linier dapat dituliskan sebagai berikut :

$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \varepsilon_i$ .... (2.1)

Dalam hal ini :

Y_i = Nilai perubahan respons dalam amatan ke-i

β_0 *dan* β_1 = Parameter

X_1 = Konstanta yang diketahui, yaitu nilai peubah bebas dari amatan ke-*i*

ε_i = Suku galat yang bersifat acak dengan rataan $E\{\varepsilon_i\} = 0$ dan ragam $\sigma^2\{\varepsilon_i\} = \sigma^2$;

ε_i dan ε_j tidak berkorelasi sehingga peragam (*covariance*) $\sigma\{\varepsilon_i, \varepsilon_i\}= 0$ untuk semua i,j;i≠j

i = 1,2,. . . . ,n

Model regresi dikatakan sederhana, linier dalam parameter, dan linier dalam peubah bebas. Dikatakan “sederhana” karena hanya ada satu peubah bebas, “linier dalam parameter” karena tidak ada parameter yang muncul sebagai salah satu eksponen atau dikalikan atau divagi oleh parameter lain, dan “linier dalam peubah bebas” sebab peubah ini di dalam model berpangkat satu. Model yang linier dalam parameter dan linier dalam peubah bebas juga dinamakan *model ordo-pertama*.

C. Kegunaan Analisis Regresi

Terdapat beberapa kegunaan yang dapat dilakukan dalam penggunaan analisis regresi. Setidak – tidaknya terdapat tiga kegunaan analisis regresi, yaitu :

1. Untuk tujuan deskripsi dari fenomena data atau kasus yang sedang diteliti, regresi mampu mendeskripsikan fenomena data melalui terbentuknya suatu model hubungan yang bersifat numerik.
2. Untuk tujuan control, regresi juga dapat digunakan untuk melakukan pengendalian (*control*) terhadap suatu kasus atau hal-hal yang sedang diamati melalui penggunaan model regresi yang diperoleh.
3. Sebagai prediksi,model regresi juga dapat dimanfaatkan untuk melakukan prediksi variabel terikat.

D. Uji Hipotesis

Hipotesis adalah suatu kalimat atau suatu penyatan yang belum mempunyai nilai benar atau nilai salah, oleh sebab itu, perlu dilakukan pengujian untuk mendapatkan kepastian nilai dari pernyataan yang disebut hipotesis tersebut. Dengan menggunakan uji hipotesis, peneliti dapat menguji berbagai teori yang berhubungan dengan masalah-masalah yang sedang diteliti (Walpole, 2015).

Salah satu pengujian statistika yang termasuk dalam uji hipotesis adalah uji regresi. Didalam melakukan pengujian hipotesis kita harus melakukan pengambilan keputusan untuk menentukan apakah menerima atau menolak hipotesis dengan parameter nilai tingkat signifikansi alfa (α). Nilai signifikansi alfa (α) adalah harga probabilitas untuk menentukan batas – batas menolak atau menerima hipotesis yang kemunginan hipotesi yang ditolak adalah hipotesis yang benar. Nilai signifikansi alfa (α) digambarkan pada Tabel 2.1 berikut :

Tabel 2. 1 Kesalahan dalam pengambilan keputusan

Hipotesis / Keputusan	Ho BENAR	Ho SALAH
TERIMA	Tidak Ada Masalah	Kesalahan tipe 2 (β)
TOLAK	Kesalahan tipe 1 (α)	Tidak Ada Masalah

A. Regresi Linier Sederhana

Terdapat beberapa tahapan dalam pengujian uji regresi yang termasuk dalam uji hipotesis. Berikut merupakan tahapan dan langkah – langkah dalam menentukan pengujian regresi khususnya pengujian regresi linier sederhana :

1. Membangun model persamaan regresi linier sederhana

Model regresi linear sederhana adalah seperti yang ditunjukkan oleh Persamaan 2.2 berikut ini :

$Y_i = \mathrm{a} + b_1 \mathrm{X_i} \quad i = 1, 2, ..., n$ .... (2.2)

Keterangan:

- Y_i harga variabel respons pada trial ke i.
- X_i konstan yang diketahui , yaitu harga variabel independent pada trial ke i.
- a merupakan harga intersep, jika nilai X = 0 maka harga Y = a
- b merupakan koefisien arah garis regresi

Model di atas dapat dipahami sebagai model linear dengan melihat $Yi = a + b_1 X_i$. Sementara itu, berikut merupakan persamaan harga-harga koefisien regresi yang akan ditunjukkan oleh persamaan 2.3 berikut ini :

$b = \frac{n\sum xy - \sum x \sum y}{n\sum x^2 - (\sum x)^2}$.. (2.3)

Harga *b* sebagai koefisien regresi atau sebagai koefisien arah garis regresi. Sementara itu, berikut adalah persamaan untuk nilai a sebagai harga intersep yaitu harga y pada saat x=0 yang tertera pada persamaan 2.4 berikut :

$$a = \frac{\Sigma y}{n} - b\frac{\Sigma x}{n} \quad \text{.......... (2.4)}$$

2. Menentukan hipotesis parameter *B*

Berikut merupakan langkah – langkah uji hipotesis :

a) Membuat bentuk uji hipotesis

Uji hipotesis 2 sisi

H_0 : *B* = 0 → tidak terdapat pengaruh variabel *x* terhadap variabel *y*.

H_a : $B \neq 0$ → terdapat pengaruh variabel *x* terhadap variabel *y*.

Uji hipotesis satu sisi kanan

H_0 : *B* = 0 → tidak terdapat pengaruh variabel *x* terhadap variabel *y*.

H_a : $B > 0$ → terdapat pengaruh variabel *x* terhadap variabel *y*.

Uji hipotesis satu sisi kiri

H_0 : *B* = 0 → tidak terdapat pengaruh variabel *x* terhadap variabel *y*.

H_a : $B < 0$ → terdapat pengaruh variabel *x* terhadap variabel *y*.

b) Menentukan harga statistic penguji.

Dalam menentukan harga statistic penguji dapat dilakukan dengan menggunakan rumus pada persamaan 2.5 berikut ini :

$$T_{hitung} = \frac{b}{\sqrt{Se^2\left(\frac{1}{\Sigma(Xi-\bar{x})^2}\right)}} = \frac{b}{Sb} \quad \text{.......... (2.5)}$$

Persamaan tersebut menggunakan berdistribusi t dengan dk = (n-2).

c) Menentukan besarnya tingkat signifikansi α

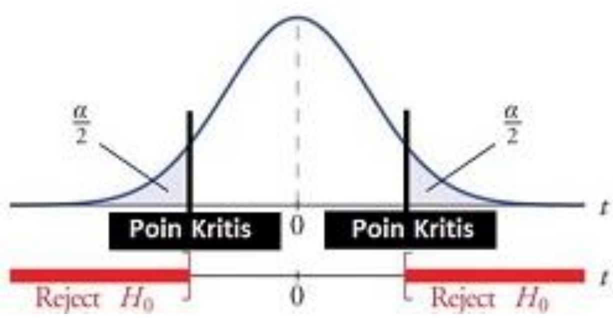
Dengan melihat tabel t pada tingkat signifikansi α yang telah ditentukan maka didapat batas-batas penerimaan dan penolakan hipotesis yang disebut dengan uji t_{tabel} yang harganya disesuaikan dengan bentuk uji hipotesisnya yaitu:

- Untuk uji hipotesis 2 sisi t_{tabel} adalah $-t_{\frac{\alpha}{2}}$ dan $+t_{\frac{\alpha}{2}}$
- Untuk uji hipotesis satu sisi kanan t_{tabel} adalah $+t_{\alpha}$

- Untuk uji hipotesis satu sisi kiri t_{tabel} adalah $-t_{\alpha}$

d) Membuat keputusan

Dalam menentukan keputusan dapat dilihat dari posisi letak nilai t hitung dan t tabel yang didapatkan. Pada Gambar 2.2 adalah aturan penerimaan dan penolakan hipotesis untuk uji hipotesis 2 sisi.



Gambar 2. 2 Kurva hipotesis dua sisi parameter B

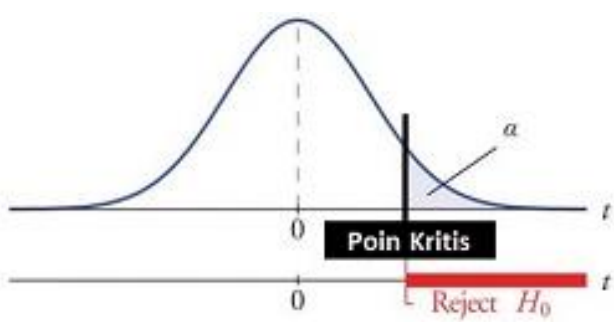
Keputusan:

Apabila $-t_{\frac{\alpha}{2}} \leq t_{hitung} \leq +t_{\frac{\alpha}{2}}$ maka H_0 diterima

Apabila $t_{hitung} > +t_{\frac{\alpha}{2}}$ atau $t_{hitung} < -t_{\frac{\alpha}{2}}$ maka H_0 ditolak.

- Untuk uji hipotesis satu sisi kanan

  Pada Gambar 2.3 adalah aturan penerimaan dan penolakan hipotesis untuk uji hipotesis satu sisi kanan seperti berikut :



Gambar 2. 3 Kurva hipotesis sisi kanan parameter *B*

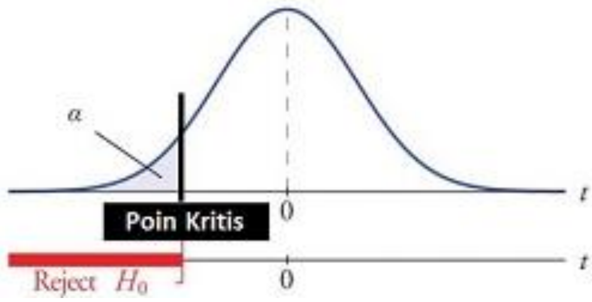
Keputusan :

Apabila $t_{hitung} \leq +t_{\alpha}$ maka H_0 diterima

Apabila $t_{hitung} > +t_{\alpha}$ maka H_0 ditolak.

- Untuk uji hipotesis satu sisi kiri

  Pada Gambar 2.4 adalah aturan penerimaan dan penolakan hipotesis untuk uji hipotesis satu sisi kiri seperti berikut :



Gambar 2. 4 Kurva hipotesis sisi kiri parameter *B*

Keputusan :

Apabila $t_{hitung} \geq -t_{\alpha}$ maka H_0 diterima

Apabila $t_{hitung} < -t_{\alpha}$ maka H_0 ditolak

3. Melakukan pengujian hipotesis korelasi

Uji korelasi atau uji asosiasi pada dasarnya adalah sebuah cara dalam pengolahan data statistik yang digunakan untuk menganalisis apakah sebuah variabel mempunyai hubungan yang signifikan dengan variabel lainnya. Kemudian jika ada hubungan, bagaimana keeratan hubungan tersebut, serta seberapa jauh variabel tersebut mempengaruhi variabel lainnya. Keeratan hubungan itu dinyatakan dengan nama koefisien korelasi (atau dapat disebut korelasi saja). Dalam suatu kasus, kita ingin mengukur hubungan antara kedua peubah *X* dan *Y*, apabila *X* adalah umur suatu mobil bekas dan *Y* nilai jual mobil tersebut, maka kita membayangkan nilai-nilai *X* yang kecil berpadanan dengan nilai-nilai *Y* yang besar. Rumus korelasi merupakan metoda untuk menghitung koefisien korelasi yang kemudian diberikan penafsiran menurut kriteria tertentu. Nilai ***r*** terbesar adalah +1 dan ***r*** terkecil adalah -1. Hubungan positif sempurna ditunjukkan dengan *r* = +1, sedangan hubungan negatif sempurna ditunjukkan dengan *r* = -1. Korelasi (*r*) tidak mempunyai satuan atau dimensi. Tanda (+) dan (-) hanya menunjukkan arah hubungan. Intrepretasi nilai ***r*** adalah sebagai berikut:

Tabel 2. 2 Interpretasi Nilai *R*

R	**Intrepretasi**
0	Tidak berkorelasi
0.01 – 0.20	Korelasi sangat rendah
0.21 – 0.40	Rendah
0.41 – 0.60	Agak rendah
0.61 – 0.80	Cukup
0.81 – 0.99	Kuat
1	Sangat kuat

Untuk menguji apakah eratnya hubungan antara variabel *x* dengan variabel *y* yang dinyatakan dengan koefisien korelasi sampel yaitu *r* berlaku untuk semua anggota populasi perlu dilakukan uji hipotesis dengan langkah-langkah sebagai berikut:

a) Membuat bentuk uji hipotesis

- Uji hipotesis 2 sisi

  H_0 : $R = 0 \rightarrow$ tidak ada hubungan variabel *x* terhadap variabel *y*

  H_a : $R \neq 0 \rightarrow$ ada hubungan variabel *x* terhadap variabel *y*

- Uji hipotesis satu sisi kanan

  H_0 : $R = 0 \rightarrow$ tidak ada hubungan variabel *x* terhadap variabel *y*

  H_a : $R > 0 \rightarrow$ ada hubungan positif variabel *x* terhadap variabel *y*

- Uji hipotesis satu sisi kiri

  H_0 : $R = 0 \rightarrow$ tidak ada hubungan variabel *x* terhadap variabel *y*

  H_a : $R < 0 \rightarrow$ ada hubungan negatif variabel *x* terhadap variabel *y*

b) Menghitung harga statistik Penguji

Dalam menentukan harga statistik dilakukan perhitungan mengenai nilai *R* menggunakan rumus persamaan 2.6 sebagai berikut :

$$R = \frac{\Sigma X_i Y_i - \frac{\Sigma X_i \Sigma Y_i}{n}}{\sqrt{(n\Sigma X_i^2 - \frac{(\Sigma X_i)^2}{n})(n\Sigma Y_i^2 - \frac{(\Sigma Y_i)^2}{n})}} \quad \text{...} (2.6)$$

Sementara itu, untuk mencari nilai T hitung dapat menggunakan rumus yang ditunjukkan pada persamaan 2.7 berikut:

$$t = \frac{r-R}{\sqrt{\frac{1-r^2}{(n-2)}}} \quad \text{.......} (2.7)$$

Namun, pada persamaan ini jika dihipotesiskan bahwa R = 0 maka dapat digambarkan seperti pada persamaan 2.8 berikut ini :

$$T_{hitung} = \frac{r}{\sqrt{\frac{1-r^2}{(n-2)}}} \quad \text{.......} (2.8)$$

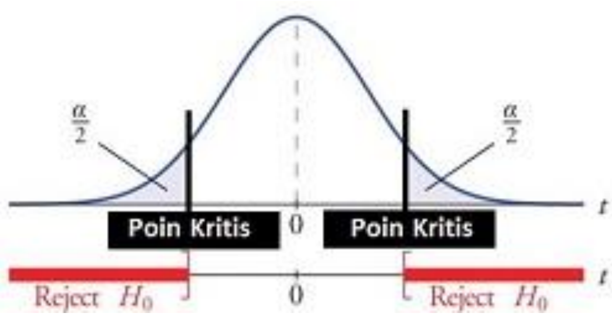
c) Menentukan besarnya tingkat signifikansi α

Dengan melihat tabel *t* pada tingkat signifikansi α yang telah ditentukan maka didapat batas-batas penerimaan dan penolakan hipotesis yang disebut dengan t_{tabel} yang disesuaikan dengan bentuk uji hipotesisnya yaitu:

- Untuk uji hipotesis 2 sisi t_{tabel} adalah $-t_{\alpha/2}$ dan + $t_{\alpha/2}$
- Untuk uji hipotesis satu sisi kanan t_{tabel} adalah + t_{α}
- Untuk uji hipotesis satu sisi kiri t_{tabel} adalah - t_{α}

d) Membuat keputusan

Dalam menentukan keputusan dapat dilihat dari posisi letak nilai t hitung dan t tabel yang didapatkan. Pada Gambar 2.5 adalah aturan penerimaan dan penolakan hipotesis untuk uji hipotesis 2 sisi parameter *R*.



Gambar 2. 5 Kurva hipotesis dua sisi parameter *R*

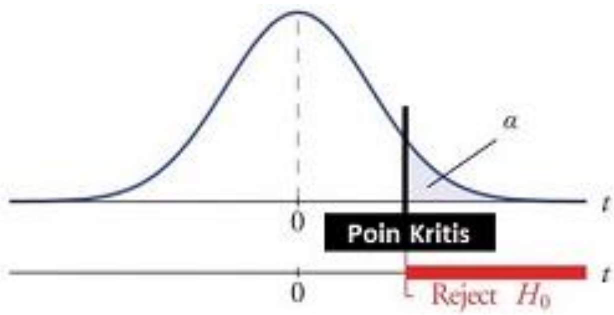
Keputusan:

Apabila $-t_{\frac{\alpha}{2}} \leq t_{hitung} \leq +t_{\frac{\alpha}{2}}$ maka H_0 diterima

Apabila $t_{hitung} > +t_{\frac{\alpha}{2}}$ atau $t_{hitung} < -t_{\frac{\alpha}{2}}$ maka H_0 ditolak.

- Untuk uji hipotesis satu sisi kanan

Pada Gambar 2.6 adalah aturan penerimaan dan penolakan hipotesis untuk uji hipotesis satu sisi kanan seperti berikut :



Gambar 2. 6 Kurva hipotesis satu sisi kanan pamater *R*

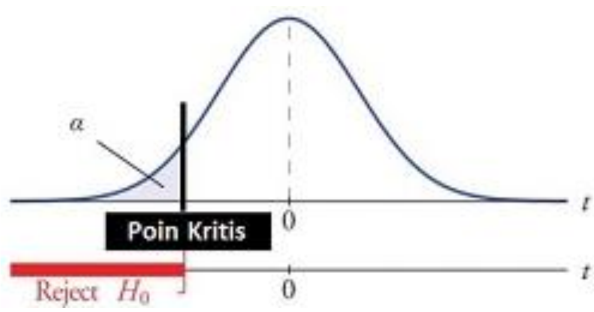
Keputusan :

Apabila Apabila $t_{hitung} \leq +t_{\alpha}$ maka H_0 diterima

Apabila Apabila $t_{hitung} > +t_{\alpha}$ maka H_0 ditolak.

- Untuk uji hipotesis satu sisi kiri

Pada Gambar 2.7 adalah aturan penerimaan dan penolakan hipotesis untuk uji hipotesis satu sisi kiri seperti berikut :



Gambar 2. 7 Kurva hipotesis sisi kiri parameter *R*

Keputusan :

Apabila Apabila $t_{hitung} \geq -t_{\alpha}$ maka H_0 diterima

Apabila Apabila $t_{hitung} < -t_{\alpha}$ maka H_0 ditolak

B. Regresi Linier Berganda

Analisis regresi adalah suatu analisis statistik yang memanfaatkan hubungan antara dua variable atau lebih yaitu variable *Y* (variabel dependen atau respons) pada beberapa variabel lain X_1, X_2, X_k, (variabel independent atau predictor).

Dalam bagian ini akan dijelaskan secara singkat bagaimana garis regresi dapat ditentukan dan yang akan ditinjau adalah garis regresi variable dependent (*Y*) atas variable-variabel independent (*Xi*) yang paling sederhana, yang selanjutnya disebut regresi linier berganda. Persamaan umum untuk regresi linier berganda yaitu:

Dengan:

$$Y = b1 + b_2 \mathrm{X}_1 + b_3 \mathrm{X}_2 + \ldots + b_k \mathrm{X}_{\mathrm{k-1}} \qquad (2.9)$$

B = konstan

$\beta_{1\ldots}\beta k$ = koefisien populasi variable independent

Koefisien-koefisien dari persamaan regresi berganda selanjutnya diestimasi dengan menggunakan sampel-sampel, yang prosesenya serupa dengan regresi linier sederhana yaitu dengan meminimalkan nilai *error*, sehingga diperoleh persamaan regresi:

Dengan:

$$Y = b_1 + b_2 \mathrm{X}_{1\mathrm{i}} + b_3 \mathrm{X}_{2\mathrm{i}} + \ldots + b_k \mathrm{X}_{(\mathrm{k-1})\mathrm{i}} \qquad (2.10)$$

b_1 = nilai estimasi untuk konstan

$b_2 \ldots b_{k-1}$ = nilai estimasi untuk koefisien variable independent

1. Persamaan Regresi linear berganda

   Penyelesaian yang digunakan untuk persamaan regresi linear berganda adalah dengan persamaan matriks, sebagai berikut:

Tabel Perhitungan Persamaan Regresi Linear Berganda

Y	x_1	x_2	x_1^2	x_2^2	x_1x_2
. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .
$\sum y$	$\sum x_1$	$\sum x_2$	$\sum x_1^2$	$\sum x_2^2$	$\sum x_1x_2$

$$\underbrace{\begin{bmatrix} n & \sum X_1 & \sum X_2 \\ \sum X_1 & \sum X_1{}^2 & \sum X_1 X_2 \\ \sum X_2 & \sum X_2 X_1 & \sum X_2{}^2 \end{bmatrix}}_{A} \underbrace{\begin{bmatrix} b_0 \\ b_1 \\ b_2 \end{bmatrix}}_{B} = \underbrace{\begin{bmatrix} \sum Y \\ \sum X_1 Y \\ \sum X_2 Y \end{bmatrix}}_{H}$$

Keterangan :

A = Matriks (diketahui)

H = Vektor Kolom (diketahui)

b = Vektor Kolom (tidak diketahui)

A^{-1} = Kebalikan (invers) dari matriks A

Mencari nilai b_1, b_2, b_3 dengan metode determinan matriks. Berikut ini adalah rumus penggunaan matriks dalam 3 persamaan 3 variabel

$$\left.\begin{matrix} a_{11}b_1 + a_{12}b_2 + a_{13}b_3 = h_1 \\ a_{21}b_1 + a_{22}b_2 + a_{23}b_3 = h_2 \\ a_{31}b_1 + a_{32}b_2 + a_{33}b_3 = h_3 \end{matrix}\right\} \rightarrow \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} b_1 \\ b_2 \\ b_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} h_1 \\ h_2 \\ h_3 \end{bmatrix}$$

$$b_1 = \frac{\det A_1}{\det A} \qquad b_2 = \frac{\det A_2}{\det A} \qquad b_3 = \frac{\det A_3}{\det A}$$

$$A_1 = \begin{bmatrix} h_1 & a_{12} & a_{13} \\ h_2 & a_{22} & a_{23} \\ h_3 & a_{32} & a_{33} \end{bmatrix} \quad A_2 = \begin{bmatrix} a_{11} & h_1 & a_{13} \\ a_{21} & h_2 & a_{23} \\ a_{31} & h_3 & a_{33} \end{bmatrix} \quad A_3 = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & h_1 \\ a_{21} & a_{22} & h_2 \\ a_{31} & a_{32} & h_3 \end{bmatrix}$$

Mencari nilai determinan suatu matriks dapat menggunakan cara berikut ini:

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{bmatrix}$$

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{bmatrix} \begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \\ a_{31} & a_{32} \end{vmatrix}$$

$$\det A = a_{11}a_{22}a_{33} + a_{12}a_{23}a_{31} + a_{13}a_{21}a_{32} - a_{31}a_{22}a_{13} - a_{32}a_{23}a_{11} - a_{33}a_{21}a_{12}$$

Setelah nilai b_0, b_1, b_2 diperoleh, maka nilai tersebut dimasukkan ke persamaan regresi linear berganda sebagai berikut:

$$Y = b_1 + b_2 X_{1i} + b_3 X_{2i} + \ldots + b_k X_{(k-1)i} \quad (2.11)$$

2. Uji hipotesis koefisien regresi berganda

A. Uji Hipotesis Parameter $B_{2 \text{ Dan } 3}$

Untuk mengetahui kebenaran bahwa variabel bebas x_i mempengaruhi variabel terikat y perlu dilakukan uji hipotesis koefisien regresi linier parameter B. Berikut ini merupakan langkah-lang uji hipotesis B, sebagai berikut:

a) Membuat bentuk uji hipotesis.

Parameter yang diuji adalah koefisien regresi populasi yaitu B_j untuk mengetahui apakah benar bahwa x_j mempengaruhi y sehingga bentuk uji hipotesis adalah:

- Uji hipotesis 2 sisi

  $H_0 : B_j = 0$; x_j tidak mempengaruhi y

  $H_0 : B_j \neq 0$; x_j mempengaruhi y

- Uji hipotesis satu sisi kan

  $H_0 : B_j = 0$; x_j tidak mempengaruhi y

  $H_0 : B_j > 0$; x_j mempengaruhi y

- Uji hipotesis satu sisi kiri

  $H_0 : B_j = 0$; x_j tidak mempengaruhi y

  $H_0 : B_j < 0$; x_j mempengaruhi y

b) Menentukan harga statistik penguji.

$$S_e^2 = \frac{\sum e_i^2}{n-k} \quad (2.12)$$

Rumus untuk $\sum e_i^2$

$$\sum e_i^2 = \sum y_i^2 - (b_1 \sum y_i + b_2 \sum x_{2i} y_i + \cdots + b_n \sum x_{ni} y_i \quad (2.13)$$

$$T_{hitung} = \frac{b_j}{s_e \sqrt{c_{jj}}} \rightarrow berdistribusi\ t\ dengan\ dk = n - k$$

c) Menentukan besarnya tingkat signifikansi α

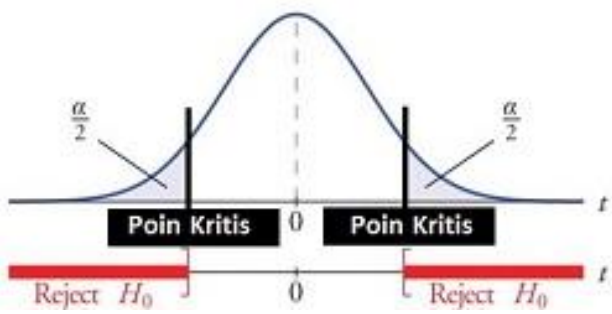
Dengan melihat tabel t pada tingkat signifikansi α yang telah ditentukan maka didapat batas-batas penerimaan dan penolakan hipotesis yang disebut dengan t_{tabel} yang disesuaikan dengan bentuk uji hipotesisnya yaitu:

- Untuk uji hipotesis 2 sisi t_{tabel} adalah $-t_{\alpha/2}$ dan $+ t_{\alpha/2}$
- Untuk uji hipotesis satu sisi kanan t_{tabel} adalah $+ t_{\alpha}$
- Untuk uji hipotesis satu sisi kiri t_{tabel} adalah $- t_{\alpha}$

d) Membuat keputusan

- Untuk uji hipotesis 2 sisi

Pada Gambar 2.8 adalah aturan penerimaan dan penolakan hipotesis untuk uji hipotesis dua sisi seperti berikut :



Gambar 2. 8 Kurva hipotesis dua sisi parameter *Bj*

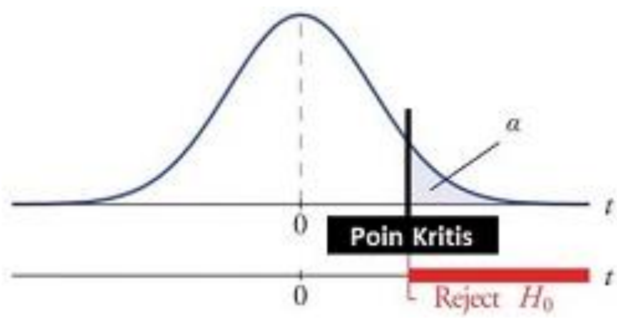
Keputusan :

Apabila $-t_{\frac{\alpha}{2}} \leq t_{hitung} \leq +t_{\frac{\alpha}{2}}$ maka H_0 diterima

Apabila $t_{hitung} > +t_{\frac{\alpha}{2}}$ atau $t_{hitung} < -t_{\frac{\alpha}{2}}$ maka H_0 ditolak.

- Untuk uji hipotesis satu sisi kanan

Pada Gambar 2.9 adalah aturan penerimaan dan penolakan hipotesis untuk uji hipotesis sisi kanan seperti berikut :



Gambar 2. 9 Kurva hipotesis sisi kanan parameter *Bj*

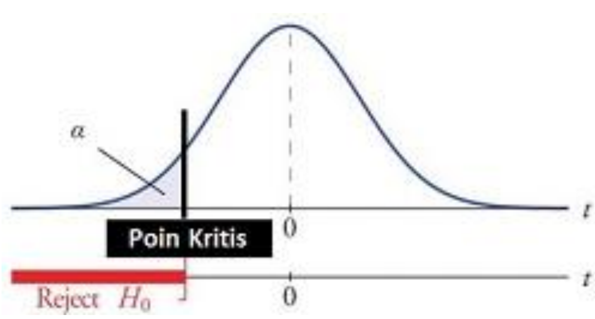
Keputusan :

Apabila Apabila $t_{hitung} \leq +t_{\alpha}$ maka H_0 diterima

Apabila Apabila $t_{hitung} > +t_{\alpha}$ maka H_0 ditolak.

- Untuk uji hipotesis satu sisi kiri

Pada Gambar 2.10 adalah aturan penerimaan dan penolakan hipotesis untuk uji hipotesis sisi kiri seperti berikut :



Gambar 2. 10 Kurva hipotesis sisi kiri parameter *Bj*

Keputusan :

Apabila Apabila $t_{hitung} \geq -t_{\alpha}$ maka H_0 diterima

Apabila Apabila $t_{hitung} < -t_{\alpha}$ maka H_0 ditolak

3. Koefisien Korelasi

a. Menghitung Nilai Koefisien Korelasi

Pada regresi linear berganda ada beberapa variabel terikat *y*, sehingga terjadi hubungan pengaruh antara variabel bebas *Xj* dengan variabel terikat *Y* maupun antar variabel bebas *Xj* itu sendiri.

Sebagai contoh misal terdapat persamaan regresi linear berganda *Y* yang hanya dipengaruhi oleh 2 variabel bebas X_2 dan X_3 yaitu $Y = b_1 + b_2x_2 + b_3x_3$ maka harga koefisien korelasi tiap pasangan adalah:

a) Harga Koefisien korelasi pasangan *Y* dengan x_2 :

$$r_{12} = \frac{\sum(y_i - \bar{y})(x_{2i} - \bar{x}_2)}{\sqrt{\sum(y_i - \bar{y})^2 \sum(x_{2i} - \bar{x}_2)^2}} \quad (2.14)$$

$$r_{12} = \frac{\Sigma x_{2i} y_i - \frac{\Sigma x_{2i} \Sigma y_i}{n}}{\sqrt{(\sum y_i{}^2 - \frac{(\Sigma yi)^2}{n})(\sum x_2{}^2 - \frac{(\Sigma x_{2i})^2}{n}}} \quad (2.15)$$

b) Harga Koefisien korelasi pasangan *Y* dengan x_3 :

$$r_{13} = \frac{\sum(y_i - \bar{y})(x_{3i} - \bar{x}_3)}{\sqrt{\sum(y_i - \bar{y})^2 \sum(x_{3i} - \bar{x}_3)^2}} \quad (2.16)$$

$$r_{13} = \frac{\Sigma x_{3i} y_i - \frac{\Sigma x_{3i} \Sigma y_i}{n}}{\sqrt{(\sum y_i{}^2 - \frac{(\Sigma yi)^2}{n})(\sum x_3{}^2 - \frac{(\Sigma x_{3i})^2}{n}}} \quad (2.17)$$

c) Harga Koefisien korelasi pasangan x_2 dengan x_3 :

$$r_{23} = \frac{\sum(x_{2i} - \bar{x}_2)(x_{3i} - \bar{x}_3)}{\sqrt{\sum(x_{2i} - \bar{x}_2)^2 \sum(x_{3i} - \bar{x}_3)^2}} \quad (2.18)$$

$$r_{23} = \frac{\Sigma x_{2i} x_{3i} - \frac{\Sigma x_{2i} \Sigma x_{3i}}{n}}{\sqrt{(\sum x_2{}^2 - \frac{(\Sigma x_2)^2}{n})(\sum x_3{}^2 - \frac{(\Sigma x_{3i})^2}{n}}} \quad (2.19)$$

b. Koefisien Korelasi Partial

Untuk variabel terikat *Y* yang hanya dipengaruhi variabel bebas x_2 dan x_3 sekarang dicari koefisien korelasi partial antara variabel *y* dengan x_2 bila x_3 dianggap sebagai harga konstanta yang disimbolkan dengan $r_{12.3}$.

Disini perlu dibuat persamaan regresi linear sederhana antara *y* dengan x_2 dan antara x_2 dengan x_3 yaitu :

- Koefisien korelasi partial *y* dengan x_2 bila x_3 sebagai harga konstanta adalah :

$$r_{12.3} = \frac{r_{12} - r_{13} r_{23}}{\sqrt{(1 - r_{13}^2)(1 - r_{23}^2)}} \quad (2.20)$$

- Koefisien korelasi partial *y* dengan x_3 bila x_2 sebagai harga konstanta adalah :

$$r_{13.2} = \frac{r_{13} - r_{12} r_{23}}{\sqrt{(1 - r_{12}^2)(1 - r_{23}^2)}} \quad (2.21)$$

- Koefisien korelasi partial x_2 dengan x_3 sebagai harga konstanta adalah :

$$r_{23.1} = \frac{r_{23} - r_{12} r_{13}}{\sqrt{(1 - r_{12}^2)(1 - r_{13}^2)}} \quad (2.22)$$

c. Menghitung Harga Koefisien Determinasi

Untuk variabel terikat (respon) *y* yang haya dipengaruhi oleh 2 variabel bebas *x2* dan *x3* harga koefisien determinasinya adalah:

$$R^2_{123} = r^2_{12} + r^2_{13.2} - r^2_{12}\, r^2_{13.2} \quad (2.23)$$

2.1.4 Curve Fitting

Curve Fitting salah satu model dengan melihat distribusi data secara kontinu yang dapat berfungsi untuk penjelasan data secara deskriptif maupun prediktif (Hook, Li.JS, Oba.N, & Nowden.S, 2011). Dalam penerapannya, curve terdapat banyak distribusi yang dapat digunakan dalam metode *curve fitting* tersebut, antara lain adalah eksponensial, gaussian, gamma, weibull, dan sebagainya (Chang & Feng, 2009). Dalam menjalankan metode *curve fitting* terdapat beberapa tahapan baku yang perlu untuk dilakukan, antara lain (Brant, 2010):

a. Memilih fungsi matematik yang sesuai dengan pola *data set* yang terbentuk
b. Membuat *curve fitting*, dan menerapkan batasan – batasan agar dapat diaplikasikan untuk mendapatkan hasil kesesuaian yang lebih baik , tidak terdapat yang tidak sesuai (*overfitting*)
c. Memperhitungkan model yang terbentuk apakah dapat merepresentasikan data tren untuk waktu yang akan datang.

Dalam proses menemukan rumus yang terbentuk dalam dua variabel yang terkait untuk mengetahui kurva yang paling sesuai dengan prediksi yang dilakukan, dapat digunakan dengan beberapa distribusi antara lain (Press, Falnnery, Teukolsky, & Venterling, 1988) :

1. Exponential

   Eksponensial model adalah penggambaran dengan menghitung kuadrat terkecil yang paling sesuai meskipun nilainya berupa suatu titik tertentu (Gamero, Fouch, & Lockridge, 2010). Berikut merupakan rumus yang menggambarkan persamaan 2.9 dari model eksponensial :

   $y = ce^{bx}$... (2.24)

   Dimana *c* dan *b* adalah kontanta, dan *e* adalah dasar dari bentuk alami persamaan logaritma.

2. Linier

   Linier model adalah penggambaran dengan menghitung kuadrat terkecil yang terbentuk dengan mereprentasikan dalam bentuk suatu garis (Gamero, Fouch, & Lockridge, 2010). Berikut merupakan rumus yang menggambarkan persamaan dari model linier :

   $y = mx + b$... (2.25)

   Dimana m merupakan *slope* dan b adalah intersep.

3. Logaritmatic

   Logaritma model adalah penggambaran dengan menghitung kuadrat terkecil yang paling sesuai meskipun nilainya berupa suatu titik tertentu (Gamero, Fouch, & Lockridge, 2010). Berikut merupakan rumus yang menggambarkan persamaan 2.11 dari model logaritma :

   $y = c \ln x + b$... (2.26)

   Dimana *c* dan *b* merupakan konstanta, dan *ln* adalah fungsi alami dari persamaan logaritma.

4. Polinomial

   Polinomial model adalah penggambaran dengan menghitung kuadrat terkecil yang paling sesuai meskipun nilainya berupa suatu titik tertentu (Gamero, Fouch, &

Lockridge, 2010). Berikut merupakan rumus yang menggambarkan persamaan 2.12 dari model polynomial:

$$y = b + c_1x + \ c_2x^2 + \ c_3x^3 + \cdots + c_6x^6 \quad (2.27)$$

Dimana b dan C_1 . . . C_6 adalah suatu konstanta

5. Power

Power model adalah penggambaran dengan menghitung kuadrat terkecil yang paling sesuai meskipun nilainya berupa suatu titik tertentu (Gamero, Fouch, & Lockridge, 2010). Berikut merupakan rumus yang menggambarkan persamaan 2.13 dari model power ;

$$y = cx^b \quad (2.28)$$

Dimana c dan b adalah suatu konstanta

2.2 Kajian Induktif

Beberapa penelitian terdahulu telah dilakukan yang berhubungan dengan penelitian ini. Pada sub bab ini akan dijelaskan beberapa penelitian terdahulu untuk memposisikan penelitian yang akan dilakukan. Penelitian yang dilakukan oleh Zhang, et al., (2016) adalah salah satu penelitian yang mampu membuktikan menggunakan pendekatan probabilistik dengan distribusi Gaussian dapat memunculkan kembali data yang telah hilang. Namun, metode ini memperlihatkan bahwa data yang hilang membutuhkan sumber informasi atau variabel – variabel yang cukup banyak. Selain itu, data hasil yang didapatkan ditunjukkan dalam bentuk kelompok-kelompok (*cluster*) tidak dalam data individu.

Dalam penelitian lain yang dilakukan oleh Fang & Shao, (2016) , kehilangan data (*missing value*) dapat dilakukan dengan mensimulasikan variabel respon dan nilai kovariat dengan menentukan nilai MAR terlebih dahulu. Metode ini lebih mudah jika dibandingkan dengan iterasi manual karena dapat lebih cepat diselesaikan. Namun, dalam metode ini menunjukkan bahwa subjektifitas dalam menentukan nilai MAR yang tepat. Diperlukan adanya studi pendahuluan untuk menentukan nilai MAR yang digunakan dalam iterasi.

Penelitian lain yang dilakukan oleh Markovsky, (2016) menghasilkan penelitian dengan membandingkan dua metode yang berbeda sekaligus untuk mengestimasi kehilangan data (missing value). Berdasarkan hasil yang didapatkan tingkat akurasi, yang menunjukkan metode subspace type lebih handal digunakan untuk kasus ini. Namun, perlu adanya studi lanjutan yang dapat membuktikan bahwa metode subspace type dapat juga digunakan untuk kasus selain komputasi dalam sebuah pemrograman yang menjadi objek dalam penelitian ini.

Dalam penelitian lain yang telah dilakukan oleh Jiang, et al., (2016) menunjukkan bahwa dengan metode kombinasi antara Cuckoo Search, Fractal Interpolation kemudian memilih hasil yang terbaik dengan *Winner Combination* dapat membuktikan bahwa data yang hilang *(missing value*) yang berkaitan dengan *electricity price* dan *electricity demand* mampu kembali setelah dilakukan interpolasi menggunakan metode tersebut. Metode tersebut dilakukan dengan mempertimbangkan 4 kriteria yang berbeda diantaranya reliabilitas dan juga kompleksitas.

Penelitian lain yang dilakukan oleh Tsai & Chang, (2016) menhasilkan penelitian dengan dilakukan proses untuk mengestimasi terhadap nilai yang hilang (*missing value*) digunakan dua metode sekaligus yaitu menggunakan SVM dank kk-N. Hasil menunjukkan bahwa ketika dua metode ini digabungkan, akurasi yang didapatkan jauh lebih baik jika deibandingkan dengan metod tersebut berdiri sendiri untuk mengestimasi nilai yang hilang.

Penelitian lain yang telah dilakukan oleh Ergu, et al., (2016) menjelaskan bahwa berdasarkan pernelitian yang dilakukan, pada jurnal ini ingin menunjukkan bahwa melakukan estimasi terhadap data yang hilang tidak hanya diperuntukkan untuk data langsung, melainkan data yang bersifat *judgment* juga dapat dilakukan estimasi menggunakan LSM dan LAE. Hasil menunjukkan bahwa model yang terbentul dapat dikatakan efektif digunakan dalam mengestimasi *judgment* pada matriks yang terbentuk.

Berdasarkan hasil dari beberapa penelitian terdahulu dapat diketahui bahwa terbukti terdapat beberapa metode yang dapat dilakukan untuk mengestimasi nilai yang hilang (*missing value*).

Dalam penelitain ini digunakan dua metode yang berbeda yakni kombinasi antara metode regresi linier dan juga metode *curve fitting.* Jika dilihat dari sisi subjek penelitian yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan subjek penelitian yang sebelumnya belum digunakan yakni kualitas udara ambien yang terdiri dari variabel fisika dan juga variabel kimia. Sementara itu, dalam memilih model yang terbaik dalam penelitian ini menggunakan perhitungan error menggunakan nilai MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*). Untuk itu, jika disimpulkan dapat diketahui bahwa penelitian ini menunjukkan porsi yang berbeda jika dibandingkan dengan penelitian sebelumnya yang telah dilakukan.