

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1. DEFINISI KONSEP

- Simulasi UM-Cyclone (University of Michigan - CYCLic Operation NEtwork) adalah program komputer untuk mensimulasikan sistem kejadian diskrit ke dalam model jaringan siklus yang terdiri dari dua jenis elemen dasar yaitu panah dan titik (Ioannou, 1990).
- Operasional perusahaan beton siap pakai adalah proses operasi untuk mentransportasikan beton yang diaduk dalam sebuah truk mixer, yang kemudian dipasok kepada pembeli di lapangan dalam keadaan segar (Soeparian, 1994).

3.2. DEFINISI OPERASIONAL

3.2.1. Definisi Elemen Dasar UM-Cyclone

- Panah adalah penghubung arah dari suatu titik ke titik lainnya sehingga menjadi satu kesatuan struktur operasi yang logis
- Titik antrian (Queue) adalah elemen untuk menampung sumber-sumber daya yang diperlukan untuk memproses aktivitas berikutnya
- Titik aktivitas kombinasi (Combi) adalah aktivitas yang hanya dapat didahului oleh beberapa titik antrian (queues).
- Titik aktivitas normal adalah aktivitas yang dapat didahului oleh elemen-elemen lain selain titik antrian (queue).

- Titik konsolidasi adalah titik yang merupakan gabungan fungsi dari titik aktivitas dummy normal dengan titik antrian yang memiliki fungsi GEN.

3.2.2. Operasional Perusahaan

Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam operasional perusahaan beton siap pakai yaitu :

- Waktu tempuh adalah waktu yang diperlukan oleh suatu aktivitas untuk menyelesaikan tugasnya
- Jarak tempuh adalah panjang perjalanan truk mixer dari pabrik ke lokasi-lokasi proyek.
- Sumber daya perusahaan adalah sumber daya yang digunakan perusahaan dalam menjalankan operasionalnya, meliputi conveyor belt, hopper, truk mixer, concrete pump.
- Biaya sumber daya adalah biaya operasional sumber daya yang berpengaruh pada operasional perusahaan beton siap pakai.
- Kapasitas batching plant adalah batasan produktivitas beton yang dapat diproduksi dan ditentukan berdasarkan waktu pengisian truk mixer di pabrik.

3.3. JENIS PENELITIAN

Studi literatur dan survei dengan pengamatan langsung di lapangan yang disertai wawancara.

3.7. Jadwal Penelitian

Tabel 3.1 Jadwal Penelitian

Kegiatan	September 01				Oktober 01				Nopember 01				Desember 01				Januari 02				Pebruari 02				Maret 02				April 02				Mei 02				Juni 02				Juli 02			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
Penelurusan literatur	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■																																
Penyusunan konsep penelitian		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■																																
Penyusunan proposal					■	■	■	■	■	■	■	■																																
Seminar dan perbaikan proposal									■	■	■	■	■	■	■	■																												
Pengumpulan data													■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■			
Pengolahan data																	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■			
Penyusunan laporan tesis																									■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■			
Penyusunan paper tesis																														■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■			
Persiapan seminar tesis																															■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■			
Perbaikan tesis																																■	■	■	■	■	■	■	■	■	■			
Persiapan ujian tesis																																	■	■	■	■	■	■	■	■	■			
Pengumpulan hard cover																																									■	■		

3.8. PROSES PENGOLAHAN DATA

Data yang telah dikumpulkan diolah terlebih dahulu dengan tujuan untuk menyederhanakan seluruh data, menyajikannya dalam susunan yang baik dan rapi, dan pada akhirnya lebih mudah untuk di analisis.

Pengolahan data ini terbagi menjadi tiga tahap yaitu pembuatan model UM-Cyclone operasional beton siap pakai untuk siklus yang terjadi di pabrik dan di proyek, pengumpulan data durasi waktu tiap aktivitas, dan pengolahan data durasi waktu menjadi parameter distribusi probabilitas statistik untuk model UM-Cyclone.

3.8.1. Pembuatan Model UM-Cyclone Operasional Beton Siap Pakai.

Model yang dibuat berdasarkan konsep CYCLONE untuk operasional beton siap pakai ini dibagi menjadi dua yaitu model operasional dengan dan yang tanpa menggunakan Concrete Pump.

Perbedaan model ini berdasarkan kenyataan di mana waktu operasional untuk model dengan menggunakan pengecoran manual (tanpa menggunakan concrete pump) pada umumnya lebih lama dari yang menggunakan concrete pump. Selain itu pada pengecoran manual, volume beton yang dipesan relatif sedikit sehingga alokasi truk mixer pun sedikit. Di proyek, truk mixer tidak mengalami antrian sehingga pada saat truk mixer datang langsung dituang jika kondisi lapangan dan tenaga kerja lapangannya telah siap.

3.8.2. Pengumpulan Data Durasi Waktu Tiap Aktivitas.

Dilakukan berdasarkan pengamatan langsung dan kemudian diolah untuk menentukan durasi waktu masing-masing sumber daya berdasarkan aktivitasnya (Lampiran 4). Tabel 3.2 berikut ini merupakan aktivitas-aktivitas di dalam operasional perusahaan beton siap pakai yang dilakukan oleh sumber daya.

Tabel 3.2 Aktivitas Sumber Daya

Sumber Daya	Aktivitas
1. Loader	Waktu pengisian Conveyor Belt 1 + Loader ke Tower Hopper
2. Conveyor Belt 1	Waktu pengisian Conveyor Belt 1 + Loader ke Tower Hopper
3. Conveyor Belt 2	Waktu pengisian Tower Hopper ke Conveyor Belt 2
4. Truk Mixer	• Waktu pengisian Truk Mixer • Waktu perjalanan ke proyek • Waktu tunggu Truk Mixer di proyek • Waktu penuangan Truk Mixer ke Concrete Pump (dengan concrete pump) • Waktu penuangan Truk Mixer (manual) • Waktu perjalanan ke pabrik • Waktu perbaikan Truk Mixer • Waktu tunggu Truk Mixer di pabrik
5. Concrete Pump	Waktu pengisian Truk Mixer ke Concrete Pump

3.8.3. Pengolahan Data Durasi Waktu Menjadi Parameter Distribusi Probabilitas Statistik.

Durasi dari tiap-tiap aktivitas dideskripsikan berdasarkan distribusi probabilitas yang terdapat dalam menu distribusi UM-Cyclone. Adapun menu distribusi di dalam UM-Cyclone meliputi enam distribusi probabilitas yaitu deterministik, distribusi uniform, distribusi normal, distribusi beta, distribusi gamma dan distribusi triangular. Durasi waktu masing-masing aktivitas ini dianalisa dengan dua cara yaitu:

1. Program STATFIT

Program ini digunakan agar data yang ada tidak salah dalam penentuan jenis distribusi statistiknya. Dasar pengambilan keputusan untuk penentuan jenis distribusi statistik dilakukan dengan dua cara, yaitu berdasarkan uji Chi-square dan nilai P (probabilitas). Laporan keselarasan data ditampilkan dalam bentuk pernyataan keputusan "*REJECT*" atau "*DO NOT REJECT*".

Uji Kuadrat Chi dipergunakan untuk menguji data yang diambil pada sebuah sampel menunjang hipotesis yang menyatakan bahwa populasi asal sampel tersebut mengikuti suatu distribusi yang telah ditetapkan. Untuk menguji sebuah sampel selaras (goodness of fit) dengan salah satu distribusi teoritis (distribusi normal, gamma, beta, uniform, triangular dan lainnya) maka dibandingkan antara

frekuensi-frekuensi harapan dengan frekuensi teramati. (Santoso, 1999).

Kriteria untuk uji kuadrat Chi adalah statistik Chi square (BestFit, 2000) yaitu:

$$X^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(N_i - E_i)^2}{E_i} \dots\dots\dots (1)$$

di mana:

X^2 = Statistik Kuadrat Chi.

N_i = frekuensi yang diamati pada kategori ke-i.

E_i = frekuensi yang diharapkan pada kategori ke-i.

k = jumlah kategori.

Nilai P mengukur probabilitas dari tingkat signifikan teramati. Jika nilai P mendekati nilai nol maka tingkat kepercayaan terhadap distribusi yang diberikan akan berkurang. Sebaliknya jika nilai P mendekati nilai satu, maka keputusan untuk menerima distribusi yang diberikan semakin bertambah karena distribusi tersebut selaras dengan sampel data (BestFit, 2001).

2. Analisa Regresi

Analisa regresi digunakan untuk menghitung waktu yang ditempuh dari perusahaan ke proyek dan dari proyek kembali ke perusahaan berdasarkan jarak yang berbeda. Hasil test ini membentuk suatu persamaan antara waktu dan jarak dengan waktu

sebagai variabel dependen dan jarak adalah variabel independennya. Variabel waktu diinputkan ke dalam UM-Cyclone sebagai waktu deterministik.

Pemeriksaan terhadap persamaan regresi dilakukan dengan menggunakan dua macam pengujian yaitu uji F dan uji T. Analisa Regresi ini dilakukan dengan menggunakan software SPSS versi 10,0.

Hubungan stokhastik dari variabel-variabel tersebut adalah (Nazir, 1999):

$$Y = A_0 + A_1X_1 + u_i \dots\dots\dots (2)$$

Estimasi terhadap hubungan di atas adalah:

$$Y = a_0 + a_1x_1 + e_i \dots\dots\dots (3)$$

Dengan teknik Ordinary Least Square (OLS), diestimasi terhadap parameter dikerjakan dengan menggunakan persamaan normal sebagai berikut:

$$\Sigma Y = a_0n + a_1 \Sigma X_1 \dots\dots\dots (4)$$

$$\Sigma X_1 Y = a_1 \Sigma X_1 + a_1 \Sigma X_1^2 \dots\dots\dots (5)$$

Jika dinyatakan dalam bentuk deviasi dari mean, di mana $x_i = (X_i - \bar{X})$, persamaan normal mempunyai bentuk:

$$\Sigma x_1 y = a_1 \Sigma x_1^2 \dots\dots\dots (6)$$

di mana:

Y = variabel independen

X_1 = variabel dependen

$\bar{X}$ = mean dari variabel dependen

n = jumlah observasi

a_0 = intercept

a_1 = estimator dari parameter atau koefisien regresi

Dari persamaan normal, dijabarkan untuk mencari estimasi parameter (koefisien regresi) yaitu:

$$a_1 = \frac{\sum x_i y}{\sum x_i^2} \dots\dots\dots (7)$$

$$a_0 = - \frac{\sum y - a_1 \sum x_i}{n} \dots\dots\dots (8)$$

di mana:

$$\sum x_i^2 = \sum x_i^2 - \frac{\sum x_i^2}{n} \dots\dots\dots (9)$$

$$\sum x_i y = \sum x_i y - \frac{(\sum x_i)(\sum y)}{n} \dots\dots\dots (10)$$

Dalam analisa regresi diperlukan juga untuk melihat berapa persen dari variasi variabel dependen dapat diterangkan oleh variasi variabel independen, Untuk ini digunakan koefisien determinasi (R^2), Harga R^2 berada dalam jangka 0 sampai dengan 1.

$$R^2 = \frac{\text{variasi yang dapat diterangkan}}{\text{variasi yang harus diterangkan}}$$

$$= \frac{a_1^2 \sum x^2}{\sum y^2} \dots\dots\dots (11)$$

Pengujian Bentuk Persamaan Regresi

Uji F atau uji Anova dilakukan untuk mengetahui ada tidaknya hubungan antara faktor jarak tempuh terhadap lama perjalanan. Pada penelitian ini digunakan tingkat keyakinan 95 %. Jaktor jarak tempuh mempunyai hubungan dengan lama perjalanan bila besarnya angka signifikansi (sig.) pada hasil perhitungan SPSS

berada di antara 0 sampai dengan 0,05. Apabila angka signifikansi berada keluar dari nilai 0 sampai dengan 0,05 berarti asumsi awal bahwa model persamaan adalah linear tidak terpenuhi. Sehingga dengan demikian harus digunakan model persamaan nonlinear.

Uji t digunakan untuk menguji signifikansi konstanta dan variabel dependen dari persamaan yang dibentuk.

Pengujian Persyaratan Persamaan Regresi

Untuk menganalisis persamaan regresi telah terpenuhi digunakan 3 persyaratan (Santoso, 1999) yaitu

- Persyaratan Normalitas

Persyaratan normalitas berdasarkan *Grafik Normal P-P Plot of Regression Standardized Residual*. Jika residual berasal dari distribusi normal, maka nilai-nilai sebaran data akan terletak di sekitar garis lurus.

- Persyaratan Kelayakan Model Regresi (Model Fit)

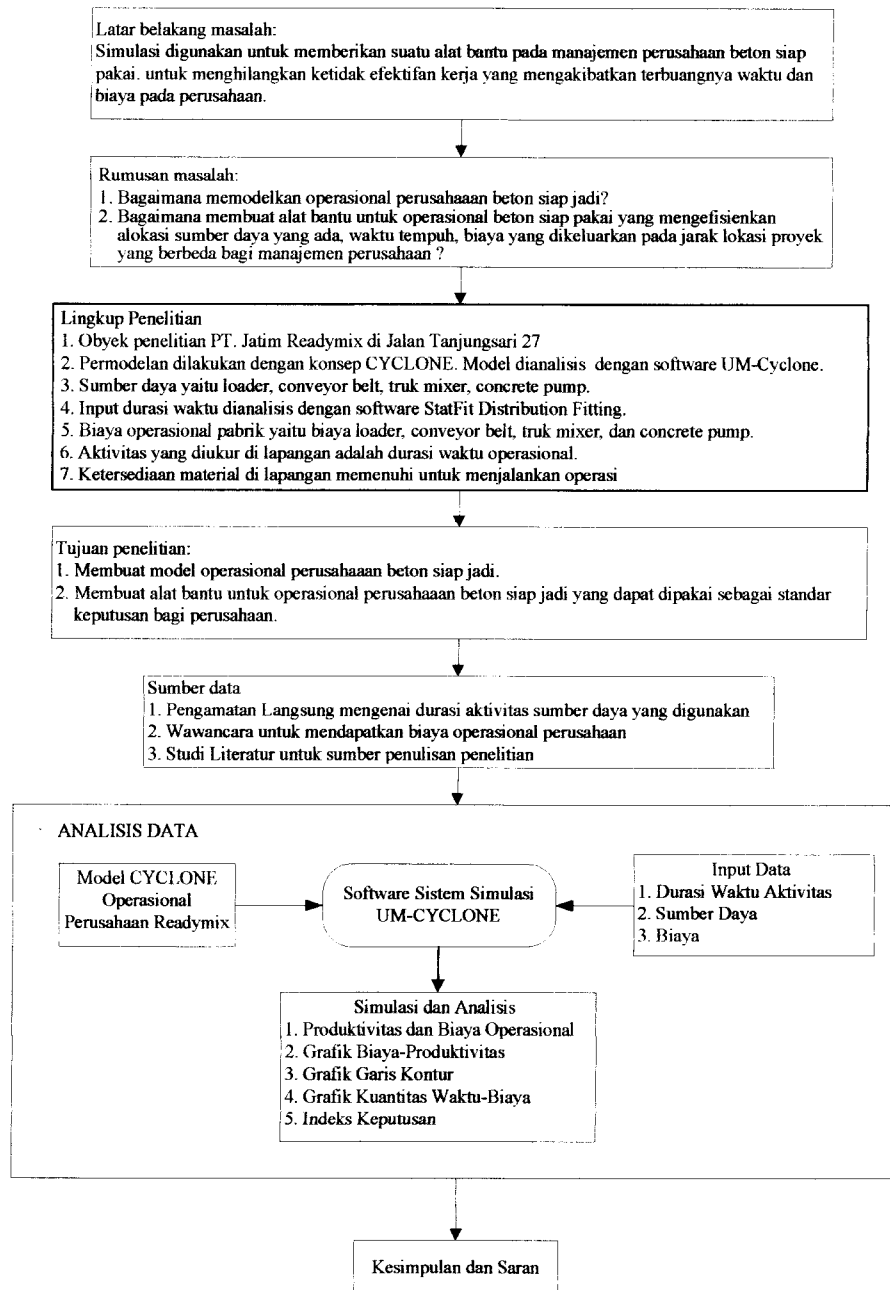
Persyaratan Kelayakan Model Regresi berdasarkan *Grafik Regression Studentized Deleted (Press) Residual* terhadap *Regression Standardized Predicted Value*. Jika model regresi layak dipakai untuk prediksi (fit), maka data akan berpecah dan tidak membentuk suatu pola atau trend tertentu.

- Persyaratan Model Fit tiap Data

Persyaratan Model Fit tiap Data berdasarkan hubungan antara variabel dependen dengan nilai prediksinya. Jika model

memenuhi syarat, maka sebaran data akan berada mulai dari kiri bawah lurus ke arah kanan atas.

3.9. KERANGKA KERJA PENELITIAN



3.10. TEKNIK ANALISA DATA

Hasil dari simulasi UM-Cyclone (Lampiran 8 dan 9), dengan mengkombinasikan antara sumber daya yang dipakai serta jarak tempuh, dianalisis dengan menggunakan analisa sensitivitas. Analisa ini digunakan untuk menghilangkan jawaban yang memiliki biaya tinggi dengan produktivitas yang kecil (Zayed dan Halpin, 2001).

Setelah menghilangkan jawaban yang tidak memenuhi syarat maka hasil yang ada digunakan untuk membuat tiga alat bantu bagi manajemen perusahaan beton siap pakai berupa grafik, yaitu:

1. Grafik Biaya-Produktivitas

Grafik ini merupakan suatu indikator dari semua jawaban yang memenuhi seleksi biaya dan produktivitas dengan kombinasi alokasi sumber daya berdasarkan jarak yang ditempuh. Grafik ini dibuat berdasarkan sejumlah jawaban yang telah memenuhi syarat dalam grafik seleksi biaya-produktivitas.

Produktivitas dari operasional beton siap pakai ini dihitung berdasarkan berdasarkan jumlah muatan rata-rata truk mixer terhadap waktu pengisian truk mixer di batching plant, dengan formula sebagai berikut:

$$\text{Produktivitas} = \frac{60 \times \text{volume rata - rata truk mixer}}{\text{waktu pengisian truk mixer}} \dots\dots\dots (12)$$

Biaya yang dipakai dalam analisis ini berasal dari biaya yang mempengaruhi operasional. Biaya operasional ini dapat dilihat pada Lampiran 3.

Dalam satu siklus biaya masing-masing sumber daya adalah sebagai berikut:

$$\text{Biaya Loader} = k_1 \times 27500 \times \frac{\text{waktu pengisian loader ke conveyor belt 1}}{60 \times \text{volume rata - rata truk mixer}} \dots (13)$$

$$\text{Biaya Con. Belt 1} = k_1 \times 1367 \times \frac{\text{waktu pengisian conveyor belt 1 ke hopper}}{60 \times \text{volume rata - rata truk mixer}} (14)$$

$$\text{Biaya Con. Belt 2} = 940 \times \frac{\text{waktu pengisian hopper ke conveyor belt 2}}{60 \times \text{volume rata - rata truk mixer}} \dots (15)$$

$$\text{Biaya TM} = 18550 \times \frac{\text{waktu pengisian} + \text{waktu perjalanan ke proyek} + (k_2 \times \text{waktu tunggu di proyek}) + \text{waktu penuangan} + \text{waktu perjalanan ke pabrik} + \text{waktu perbaikan} + (k_4 \times \text{waktu tunggu di pabrik})}{60 \times \text{volume rata - rata truk mixer}} \dots (16)$$

$$\text{Biaya Concrete Pump} = 385000 \times \frac{\text{waktu penuangan truk mixer}}{60 \times \text{volume rata - rata truk mixer}} \dots (17)$$

Dimana :

- k_1 = Koefisien probabilitas waktu pengisian loader dan conveyor belt 1 ke tower hopper
- k_2 = Koefisien probabilitas waktu tunggu truk mixer di proyek
- k_3 = Koefisien probabilitas waktu perbaikan truk mixer
- k_4 = Koefisien probabilitas waktu tunggu truk mixer di pabrik

2. Grafik Peta Garis Kontur.

Grafik peta garis kontur ini berguna untuk menentukan jarak tempuh lokasi proyek terhadap pabrik. Jarak tempuh ini digambarkan dalam radius km (berupa jaring-jaring).

3. Grafik Kuantitas Waktu-Biaya, terdiri atas dua yaitu :

- Grafik Kuantitas Waktu-Biaya dengan biaya terendah untuk tiap jarak tempuh.

- Grafik Kuantitas Waktu-Biaya dengan hasil terbaik yang memberikan produksi tinggi, namun dengan biaya yang rendah, sehingga dapat mengoptimalkan waktu dan biaya.

Grafik ini dibuat berdasarkan indeks keputusan yang menghasilkan suatu tabel yang memuat jawaban-jawaban yang memenuhi syarat berdasarkan kombinasi sumber daya yang ada untuk tiap jarak yang berbeda. Keputusan diambil berdasarkan biaya dan produktivitas dengan indeks keputusan terkecil.

Langkah-langkah untuk memperoleh indeks keputusan untuk model simulasi ini adalah sebagai berikut:

1. Biaya dibagi dengan produktivitas untuk tiap jawaban yang memenuhi syarat sesuai dengan grafik biaya-produktivitas.
2. Untuk membandingkan jawaban yang ada, maka dilakukan pembagian lagi hasil yang paling atas dengan dirinya sendiri. Sedangkan hasil-hasil yang ada di bawahnya dibagi dengan hasil yang ada paling atas. Hasil ini merupakan Indeks Keputusan untuk model yang berlaku.
3. Nilai satu adalah indeks keputusan pembanding untuk hasil yang ada paling atas dengan yang di bawah. Nilai ini diasumsikan merupakan nilai optimum untuk semua indeks keputusan yang ada. Sehingga jika ada indeks keputusan yang lebih kecil dari nilai satu maka kombinasi sumber daya tersebut mempunyai jawaban yang lebih memenuhi syarat.

4. Keputusan diambil berdasarkan nilai terkecil untuk tiap-tiap jarak yang ditempuh.

3.11. PENGUJIAN HIPOTESA

Pengujian hipotesa dilakukan dilakukan pada uji Chi-square untuk menguji tingkat keselarasan data untuk jenis distribusi statistik tertentu (goodness of fit data) dan pada analisa regresi yaitu untuk menguji persamaan regresi yang di dapat.

3.11.1. Uji Chi Square

Sampel data adalah waktu durasi masing-masing aktivitas dan dapat dilihat pada Lampiran 4 (tidak termasuk waktu perjalanan ke proyek dan ke pabrik).

Hipotesis untuk kasus ini:

H_0 : Sampel yang berasal dari populasi mengikuti salah satu jenis distribusi (Gamma, Normal, Uniform, Triangular, Beta)

H_1 : Sampel bukan berasal dari populasi yang mengikuti salah satu jenis distribusi (Gamma, Normal, Uniform, Triangular, Beta)

Pengambilan keputusan:

- Berdasarkan perbandingan Chi-Square Uji dan Tabel:

Jika Chi-square Hitung $<$ Chi-square Tabel, maka H_0 diterima.

Jika Chi-square Hitung $>$ Chi-square Tabel, maka H_0 ditolak.

Chi-square Tabel didapat berdasarkan tingkat signifikansi (α) dan derajat kebebasan (df) tertentu.

- Berdasarkan probabilitas (nilai P):

Jika Probabilitas > 0.05 , maka H_0 diterima

Jika Probabilitas < 0.05 , maka H_0 ditolak

Keseluruhan sampel input durasi waktu diuji hipotesisnya satu persatu terhadap lima jenis distribusi teoritis ini dan kemudian dibandingkan lagi hasilnya untuk distribusi-distribusi yang terpilih.

3.11.2. Analisa Regresi

Sampel data adalah waktu perjalanan ke proyek dan waktu perjalanan ke pabrik beserta jarak tempuhnya dan dapat dilihat pada Lampiran 4.

- Uji F atau Uji Anova:

H_0 : Model regresi tidak bisa dipakai untuk memprediksi waktu perjalanan atau tidak ada signifikansi regresi antara waktu perjalanan dengan jarak tempuh secara statistik.

H_1 : Model regresi bisa dipakai untuk memprediksi waktu perjalanan atau ada signifikansi regresi antara waktu perjalanan dengan jarak tempuh secara statistik.

Pengambilan keputusan:

Jika Probabilitas > 0.05 , maka H_0 diterima

Jika Probabilitas < 0.05 , maka H_0 ditolak

- Uji t

H_0 : Koefisien regresi tidak signifikan.

H_1 : Koefisien regresi signifikan.

Pengambilan keputusan:

Jika Probabilitas > 0.05 , maka H_0 diterima

Jika Probabilitas < 0.05 , maka H_0 ditolak