

## ABSTRAKSI

RSUD DR. Soetomo merupakan rumah sakit yang tergolong memiliki sistem informasi ortopedi yang memadai. Departemen Rekam Medik Ortopedi yang bertugas mengelola segala informasi yang diperlukan untuk mendukung keputusan yang harus diambil oleh manajemen, kenyataannya belum secara optimal mampu menjalankan fungsinya bagi pihak eksekutif manajemen. Pihak eksekutif manajemen mengalami kesulitan dalam pendistribusian data untuk mendapatkan informasi dalam bentuk laporan. Pengolahan data membutuhkan waktu yang cukup lama karena belum tersedianya *tools* yang mempermudah pembuatan laporan. Kesulitan tersebut bertambah dengan jumlah data yang semakin besar.

*On-line Analytical Processing* (OLAP) dengan cara pandang multidimensional database, menawarkan suatu solusi yang memungkinkan kemudahan pengolahan data untuk dapat dianalisa dan disajikan dalam suatu bentuk laporan yang berguna. Kelebihan dari OLAP adalah memiliki kemampuan untuk mengolah data besar dengan cepat, interaktif, fleksibel, dan multidimensional.

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang Masalah

Dengan berkembangnya dunia teknologi khususnya komputer yang semakin baik dalam hal perangkat lunak maupun perangkat keras dan pentingnya informasi yang dikelola, maka tidak sedikit instansi maupun badan usaha yang ada memanfaatkan peluang tersebut untuk melengkapi dan mendukung usahanya. Perkembangan teknologi dalam berbagai bidang menuntut informasi yang cepat dan benar.

Pertamina adalah salah satu badan usaha atau instansi milik negara yang bergerak dibidang penyediaan bahan bakar umum. Sebagai badan usaha yang mempunyai peranan yang sangat penting, tentunya Pertamina harus memperhatikan sistem pemeliharaan peralatannya agar tidak merugikan badan usaha itu sendiri maupun para pengguna jasa Pertamina tersebut. Jika pemeliharaan peralatan tidak diperhatikan maka bisa berkembang kemasalah ketidakpuasan pengguna jasa yang mungkin tidak ingin menunggu terlalu lama untuk dilayani.

Berdasarkan survei yang telah penulis laksanakan, dalam melakukan pencatatan pemeliharaan/perbaikan peralatan masih dilakukan secara manual. Selain itu belum terdapat sistem yang dapat menggabungkan semua informasi yang dibutuhkan dalam sebuah laporan. Hal ini akan berpengaruh terhadap pelayanan pengguna jasa. Bagi pihak badan usaha atau instansi sendiri mungkin sudah berusaha semaksimal mungkin untuk memenuhi kebutuhan dari pengguna

jasa Pertamina tersebut. Tapi kendala teknis dan non teknis peralatan pengisi bahan bakar umum juga mempengaruhi pencapaian tujuan tersebut. Misal kesiapan peralatan pengisi bahan bakar umum, dalam hal ini adalah kondisi peralatan atau mesin.

Untuk menghindari terjadinya hal seperti di atas diperlukan sistem pendukung keputusan pemeliharaan peralatan yang nantinya akan dapat membantu pimpinan untuk mengambil keputusan yang lebih baik untuk masalah pemeliharaan peralatannya. Dalam hal ini diterapkan simulasi karena simulasi adalah sebuah model matematika yang menjelaskan tingkah laku sebuah sistem dalam beberapa waktu dengan mengobservasi tingkah laku dari sebuah model matematika yang dibuat sesuai dengan karakter sistem yang asli sehingga seorang analis bisa mengambil kesimpulan tentang tingkah laku dari sistem dunia nyata yang disimulasikan (Byron S.Gottfried, 1984).

### **1.2 Perumusan Masalah**

Dari uraian latar belakang, perumusan permasalahan dalam Tugas Akhir ini yaitu bagaimana melakukan rancang bangun sistem pendukung keputusan pemeliharaan peralatan pengisi bahan bakar umum di Pertamina dengan menggunakan pendekatan simulasi perbaikan/pemeliharaan peralatan.

### **1.3 Pembatasan Masalah**

Dalam pembuatan Tugas Akhir ini, permasalahan akan dibatasi pada hal-hal sebagai berikut:

1. Perancangan sistem pendukung keputusan ini hanya membahas tentang pemeliharaan peralatan dan tidak membahas tentang cara pelayanan pengguna jasa Pertamina dan sistem antrian yang digunakan.
2. Evaluasi terhadap pemeliharaan dan perbaikan peralatan pengisi bahan bakar umum tidak melibatkan faktor teknis.
3. Sistem pendukung keputusan di sini tidak menghasilkan keputusan mutlak secara langsung tetapi hanya memberikan saran keputusan yang lebih baik dengan melihat perbandingan *kumulatif total cost per maintenance* atau total biaya perbaikan/pemeliharaan setiap peralatan dengan harga beli unit baru peralatan.
4. Harga beli di sini hanya digunakan sebagai pembanding untuk memberikan saran keputusan, bukan sebagai parameter untuk melakukan analisa biaya.
5. Biaya yang dimaksud tidak termasuk penggantian spare part.
6. Data peralatan yang dipakai pada sistem ini adalah data peralatan yang ada di Pertamina Tabanan Bali yang diambil secara random.
7. Keanekaragaman distribusi yang digunakan hanya distribusi Normal, distribusi Exponensial, dan distribusi Poisson.
8. Metode penelitian yang digunakan adalah model simulasi perbaikan/pemeliharaan peralatan.

#### 1.4 Asumsi

1. Biaya perbaikan yang dimaksud adalah biaya hanya pada saat peralatan dalam proses selesai diperbaiki, jadi biaya untuk *down timenya* tidak diperhitungkan.
2. Biaya untuk satu hari perbaikan adalah sebesar Rp 300.000 (tiga ratus ribu rupiah).

#### 1.5 Tujuan

Adapun tujuan yang diharapkan dalam pengembangan Tugas Akhir ini adalah membuat suatu sistem pendukung keputusan dengan menerapkan model simulasi perbaikan/pemeliharaan peralatan sehingga nantinya dapat memberikan saran keputusan yang lebih baik.

#### 1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika yang digunakan dalam penulisan Tugas Akhir ini dibagi menjadi beberapa Bab dan Sub-Bab. Adapun pembagian Bab ini sebagai berikut:

##### **BAB I : PENDAHULUAN**

Bab ini mengulas beberapa masalah yang meliputi: Latar belakang yang menjadi dasar pertimbangan timbulnya permasalahan, permasalahan yang disoroti, pembatasan masalah, tujuan pembuatan Tugas Akhir ini, dan dilanjutkan dengan Sistematika penulisan Tugas Akhir.

##### **BAB II : LANDASAN TEORI**

Bab ini memberikan uraian tentang teori yang digunakan dalam penyusunan tugas akhir. Menjelaskan Sistem

Informasi yang digunakan serta beberapa teori yang berkaitan dengan Sistem Informasi yang akan dirancang dalam penyusunan Tugas Akhir ini.

**BAB III : METODE PENELITIAN DAN PERANCANGAN SISTEM**

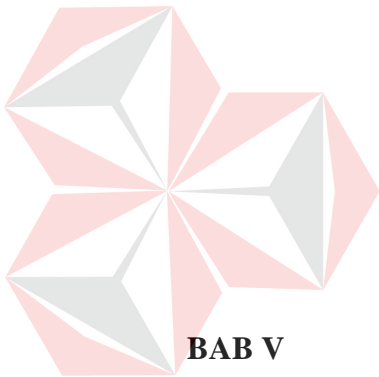
Bab ini membahas tentang pengidentifikasian masalah, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan, studi lapangan dan pustaka, pengujian data lapangan, pembuatan model, evaluasi, dan kesimpulan dan saran.

**BAB IV : IMPLEMENTASI DAN EVALUASI**

Membahas tentang langkah-langkah dalam melakukan implementasi pada aplikasi ini, serta bagaimana penggunaannya. Selanjutnya melakukan evaluasi dari hasil implementasi tersebut.

**BAB V : PENUTUP**

Pada bab ini merupakan bab yang berisi tentang kesimpulan dan saran dari perancangan dan pembuatan proyek ini.



UNIVERSITAS  
Dinamika

## **BAB II**

### **LANDASAN TEORI**

#### **2.1 Sistem Pendukung Keputusan**

Sistem Pendukung Keputusan (SPK) merupakan suatu sistem informasi berbasis komputer yang mempunyai fungsi utama untuk menyediakan informasi bagi manajemen tingkat eksekutif maupun lini dalam pembuatan keputusan. SPK dirancang untuk memberikan informasi yang dapat membantu proses pengambilan keputusan dan kemampuan komunikasi untuk menjawab problema semi-terstruktur. Kemampuan komunikasi ini diperlukan dalam situasi dimana permasalahan dihadapi oleh sekelompok manajer, bukan individual. Sebuah permasalahan dikatakan terstruktur jika ketiga elemen yaitu intelegensia, rancangan, dan pilihan secara jelas dapat teridentifikasi. Artinya, masih mungkin untuk menjelaskan algoritma atau pola pengambilan keputusan yang memungkinkan sebuah problema dapat dikenali dan dipahami, alternatif solusi dapat dicari dan dievaluasi, serta solusi dapat dipilih. Problema tidak terstruktur, sebaliknya, adalah permasalahan dimana ketiga aspek di atas tidak dapat teridentifikasi sama sekali, problema semi-terstruktur adalah bilamana salah satu atau dua dari ketiga aspek di atas jelas (Efrem G. Mallach, 2000). Adapun tujuan dibuatnya SPK adalah:

1. Membantu manajer dalam pengambilan keputusan atas masalah semi-terstruktur. Dalam dunia nyata sulit sekali untuk menemukan permasalahan yang sangat terstruktur atau tidak terstruktur, sebagian besar permasalahan justru bersifat semi-terstruktur. Jelas bahwa SPK akan memberikan peranan yang besar bagi manajer dalam mengambil keputusan.
2. Memberikan dukungan bagi pertimbangan manajer dan bukannya dimaksudkan untuk menggantikan fungsi manajer. Komputer dapat ditugaskan untuk memecahkan bagian permasalahan yang terstruktur, sedangkan manajer lebih dituntut tanggung jawabnya untuk menghadapi porsi permasalahan yang tidak terstruktur. Manajer dan komputer bekerja bersama sebagai sebuah tim untuk memecahkan masalah yang sebagian besar berada di area semi-terstruktur.
3. Meningkatkan efektifitas keputusan yang diambil manajer lebih daripada perbaikan efisiensinya. Artinya, SPK tidak dimaksudkan untuk membuat proses pengambilan keputusan seefisien mungkin. Sekalipun waktu manajer sangat berarti dan karenanya tidak layak untuk disia-siakan, namun manfaat SPK yang terutama adalah mendapat keputusan yang lebih baik.

## 2.2 Simulasi Secara Umum

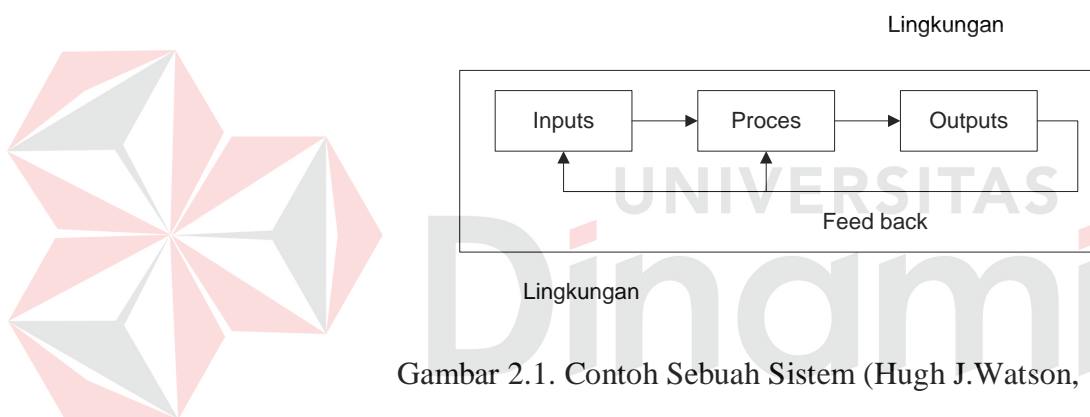
### 2.2.1 Umum

Simulasi adalah proses perancangan model dari suatu sistem nyata (*riil*) dan pelaksanaan eksperimen-eksperimen dengan model ini untuk tujuan memahami tingkah laku sistem atau untuk menyusun strategi (dalam suatu batas atau limit yang ditentukan oleh sebuah satu atau beberapa kriteria) sehubungan dengan operasi sistem tersebut (Byron S.Gottfried, 1984).



Simulasi adalah sebuah model matematika yang menjelaskan tingkah laku sebuah sistem dalam beberapa waktu dengan mengobservasi tingkah laku dari sebuah model matematika untuk beberapa waktu seseorang analis bisa mengambil kesimpulan tentang tingkah laku dari sistem dunia nyata yang disimulasikan.

Karena simulasi di dalamnya cerita tentang tingkah laku dari sebuah sistem untuk beberapa waktu, maka perlu mengerti sedikit tentang sistem. Sebuah sistem bisa dikatakan merupakan sebuah himpunan dari elemen yang saling berhubungan yang secara keseluruhan berfungsi untuk mencapai sasaran yang telah ditetapkan seperti yang terlihat pada gambar 2.1.



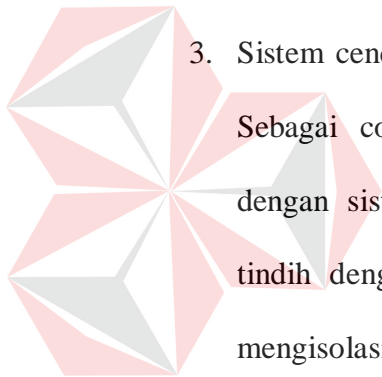
Gambar 2.1. Contoh Sebuah Sistem (Hugh J.Watson, 1981)

Konsep sistem yang baik pasti mengandung umpan balik. Umpan balik ini akan memantau tingkah laku sistem yang sebenarnya, yang dibuat dan dibandingkan dengan tingkah laku standard. Bila terjadi deviasi dari standard informasi ini akan dikirim pada titik tertentu dalam sistem, sehingga sistem akan beraksi bekerja ke arah normal.

Hampir semua sistem tidak akan bisa dibuat secara lengkap. Sistem berfungsi di dalam sebuah lingkungan yang mempengaruhi tingkah laku sistem. Sebagai contoh permintaan publik terhadap suatu produk memperbaiki organisasi dari sistem produksi, sebaiknya kualitas dari produk secara pasti mempengaruhi

tingkah laku pelanggan. Sehingga dapat disimpulkan untuk membuat sebuah sistem terpadu secara konsepsi sangat sulit. Ada beberapa sebab adanya kesulitan yaitu:

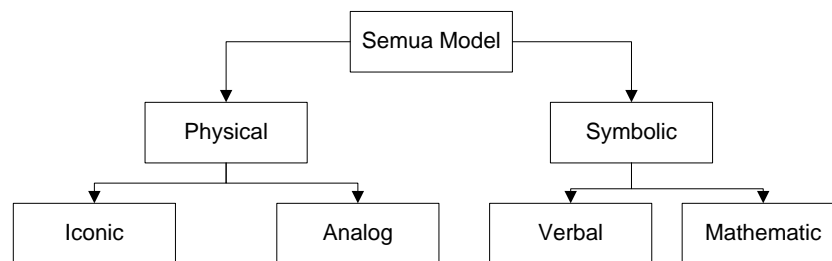
1. Hampir semua sistem terdiri dari subsistem. Sebagai contoh sistem produksi terdiri dari subsistem bahan baku, subsistem penanganan material, subsistem pengendalian material, dan subsistem pemeliharaan material, kadang-kadang sulit menentukan seberapa jauh level dari subsistem.
2. Hampir semua sistem merupakan subsistem dari sistem yang lebih besar. Sebagai contoh sistem produksi hanya merupakan subsistem dari sistem total organisasi.
3. Sistem cenderung berinteraksi atau tumpang tindih dengan sistem yang lain. Sebagai contoh dalam sebuah organisasi sistem pemasaran berinteraksi dengan sistem produksi. Sistem accounting dan sistem personal tumpang tindih dengan sistem produksi, sehingga sering sulit bagi seorang analis mengisolasi sebuah sistem untuk dianalisa.
4. Perlu ada hubungan dengan lingkungan. Meskipun sebuah sistem terpadu telah terdefinisi, perlu ada hubungan dengan lingkungan, sebab hampir semua sistem dipengaruhi oleh lingkungannya. Sebagai contoh kondisi dari ekonomi nasional, ketersediaan dari tenaga kerja, dan aksi yang sedang dilaksanakan oleh saingan harus masuk dalam perhitungan sistem yang dibuat. Sesungguhnya beberapa dari faktor yang sangat penting yang mempengaruhi dari lingkungan luar.



UNIVERSITAS  
Dinamika

### 2.2.2 Macam-macam Model

Telah dijelaskan bahwa model matematika, model yang akan dibahas, namun ada baiknya sedikit dikenal macam-macam model, seperti yang terlihat pada gambar 2.2.

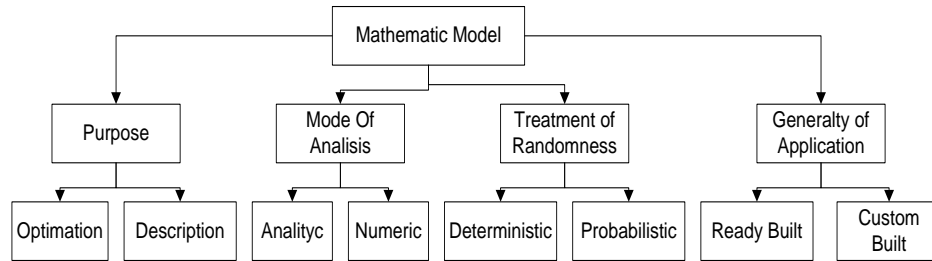


Gambar 2.2 Macam-macam Model (Hugh J.Watson, 1981)

Pada prinsipnya model ada dua macam yaitu:

1. *Physical Model*, model ini ada dua macam yaitu:
  - a. *Iconic Model*, kelihatan seperti memperlihatkan kenyataan (contoh: pendaratan di bulan)
  - b. *Analog Model*, seperti nyata (*wind tunnel*) untuk test Air Plane
2. *Symbolic Model*, model ini juga dibagi dua yaitu:
  - a. *Verbal Model*, dengan kata-kata untuk menyatakan kenyataan
  - b. *Mathematical Model*, dengan matematika untuk menyatakan kenyataan

Model matematika mempunyai bermacam-macam karakteristik dalam hal penggunaan (*purpose*), *mode of analysis*, *treatment of randomness* dan *generality of application*, bisa dilihat seperti pada gambar 2.3 berikut:



Gambar 2.3 Model Matematika (Hugh J.Watson, 1981)

a. *Purpose*

1. *Optimization model*: adalah model untuk menemukan titik maksimum atau minimum.
2. *Description model*: akan menerangkan tingkah laku dari sistem. Model simulasi adalah contoh baik untuk model deskriptif.

b. *Mode of Analysis*

1. *Analytic model*: termasuk di dalamnya penggunaan matematik tradisional dan statistik untuk melaksanakan analisis.
2. *Numeric model*: model numerik sering menggantikan matematik kompleks dan operasi statistik dengan angka yang sangat besar dari perhitungan.

c. *Treatment of Randomness*

1. *Probabilistic model*: berusaha menguasai alam probabilitas dengan input probabilistik dan output probabilistik.
2. *Deterministic model*: memakai harga tunggal untuk variabel-variabel dengan keluaran harga tunggal.

d. *Generalty of Application*

1. *Ready Built model*: untuk banyak masalah yang jelas tidak bisa berubah.

2. *Custom Built model*: untuk satu macam masalah yang unik.

Untuk menyusun model simulasi diperlukan input dari sistem yang akan disimulasikan. Input tersebut adalah variabel acak yang mempunyai distribusi tertentu. Alasan dipilihnya metode simulasi dalam penyelesaian masalah tugas akhir ini adalah:

1. Simulasi sering digunakan untuk mempelajari sistem tanpa biaya dan resiko percobaan yang besar dengan sistem yang nyata, misalnya simulasi perang
2. Alternatif desain sistem yang diusulkan bisa dibandingkan melalui simulasi untuk melihat yang terbaik yang sesuai dengan kebutuhan
3. Simulasi bisa mempelajari sistem dalam rentang waktu yang lama dalam waktu singkat
4. Sebagian besar masalah-masalah kompleks yang melibatkan *element stochastic* (random) tidak bisa secara akurat dianalisa melalui model matematika biasa, hanya simulasi yang memungkinkan
5. Menurut hasil penelitian di Amerika dan Eropa, simulasi mencapai peringkat ke-3 dalam membantu penyelesaian masalah

### 2.2.3 Konsep Dasar Terminologi

Ada baiknya untuk mengetahui konsep dasar dan terminologi sebelum membahas model simulasi yang sebenarnya. Karena beberapa konsep dasar dari terminologi ini akan diaplikasikan pada hampir semua model matematika, sedang simulasi yang akan dibahas adalah simulasi yang didasari matematika.

- a. Model Matematika: termasuk di dalamnya penggunaan simbol-simbol dan operator-operator yang menyatakan item yang dibahas dan hubungan diantara

item-item yang dibahas. Contoh total ongkos fungsi dari: *Fixed Cost*, *Variable Cost/Unit*, dan *Output* dapat ditulis dengan:

Total Cost = f(fixed cost, var cost/unit, output) dengan simbol:

$$TC = FC + VC * O \dots \dots \dots (2.1)$$

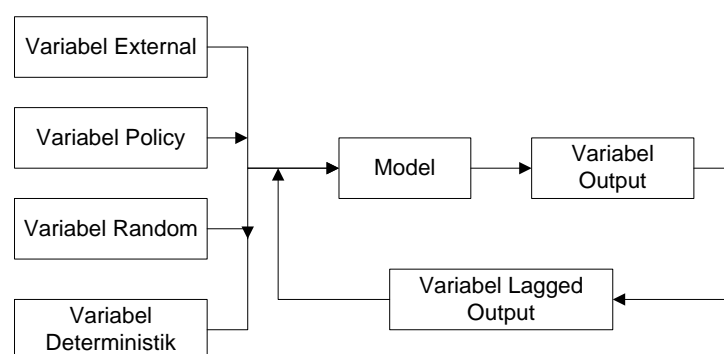
(Hugh J.Watson, 1981)

Dengan input FC (*fixed cost*), VC (*variable cost/unit*), dan O (*output*) nilai TC (*total cost*) bisa diestimasi, semua simbol ini adalah variabel dengan model accounting.

b. Variabel Dalam Model Matematika: variabel dalam model matematika menjadi sangat bermacam-macam, hal ini disebabkan begitu luasnya penggunaan matematika seperti pada: *Linear Programming*, *Aljabar Linear*, *Kalkulus*, *Game Theory*, *Simulasi* dan lain-lain.

c. Variabel Dalam Model Simulasi: Naylor dan Gattis menyarankan terminologi yang akan sangat berguna, variabel dapat dikategorikan sebagai: Variabel output, *variabel lagged output*, variabel external, *variabel policy*, variabel random, dan juga variabel deterministik karena banyak simulasi yang tidak probabilistik.

Semua variabel di atas diilustrasikan pada gambar 2.4.



Gambar 2.4 Variabel dalam model simulasi (Hugh J.Watson, 1981)

a. Variabel output:

Memberikan hasil yang siap diolah lagi atau informasi akhir yang diperlukan analis atau manajer.

b. Variabel *lagged output*:

Simulasi-waktu-dinamis yaitu variabel lagged output membawa informasi tentang status dari sistem dari waktu ke waktu.

c. Variabel external:

Variabel yang mempengaruhi tingkah laku dari sistem, misal: lingkungan, variabel tak terkendali.

d. Variabel *policy*:

Kebijakan misal dalam pembelian mesin, pemasaran, pemilihan depresiasi, dan lain-lain.

e. Variabel random:

Untuk menerangkan tingkah laku sistem perlunya menguasai alam probabilistik dari sistem.

f. Variabel deterministik:

Meskipun kebanyakan sistem probabilistik sering juga ada model deterministik memberikan informasi yang cukup.

#### 2.2.4 Istilah Dasar Dalam Simulasi

1. Sistem: sekumpulan komponen yang saling berinteraksi yang terisolasi atau himpunan dari subsistem-subsistem yang bermanfaat untuk mencapai suatu tujuan yang telah ditetapkan. Sistem ada dua:

Sistem statis: lebih mudah dalam simulasi kejadian acak tidak tergantung pada waktu.

Sistem dinamis: kejadian acak merupakan kejadian yang tergantung pada fungsi waktu.

2. Status atau State: status sebuah sistem bisa dibayangkan merupakan totalitas semua karakteristik terkait yang relevan. Jadi status dari sebuah sistem bisa ditentukan dengan memberi harga-harga khusus dari setiap atribut.

(Mathematika:  $S_1, S_2, \dots, S_{m-1}$ )

3. Variabel Status: bila setiap atribut yang menentukan status dari sebuah sistem bisa dikuantitatifikasi, maka sebuah variabel unik bisa digunakan untuk menyatakan status setiap atribut, variabel ini disebut variabel status.

Untuk mendapat variabel status perlu hitungan-hitungan yang untuk ini perlu harga-harga *desicion* variabel dan parameter sistem.

4. Variabel Keputusan: variabel yang harga-harga bisa ditentukan oleh analisis, harga-harga yang dipilih mempengaruhi sistem, sehingga variabel status tergantung pada variabel keputusan dimana variabel status sebagai variabel tergantung dan variabel keputusan sebagai variabel bebas.

(Mathematika:  $x_1, x_2, \dots, x_n \rightarrow X$ )

5. Parameter Sistem: serupa dengan variabel keputusan. Dalam pengertian bahwa harga-harganya bisa dispesifikasi secara apriori.

(Mathematika:  $c_1, c_2, \dots, c_n \rightarrow C$ )

Hubungan variabel status (S), variabel keputusan (X) dan parameter sistem (C) adalah:

$S = f(C, X)$  dimana f menunjukkan sebuah persamaan khusus atau himpunan persamaan yang menerangkan tingkah laku sistem yang nyata.



### 2.3 Simulasi Perbaikan Peralatan

Dalam simulasi perbaikan peralatan terdapat beberapa simbol penting yang digunakan yaitu:

1.  $A_i$  yaitu waktu terjadinya kerusakan ke- $i$  (sama dengan waktu kedatangan team pemeliharaan dan perbaikan (harkan) yang akan memperbaiki).
2.  $D_i$  yaitu waktu telah selesainya diperbaiki peralatan yang rusak sama dengan waktu perginya team yang memperbaiki dan langsung keluar dari sistem.
3.  $DT_i$  yaitu interval waktu antar penyelesaian perbaikan ke  $(i-1)$  dengan kejadian rusak  $i$  (sama dengan lamanya peralatan berfungsi sebelum terjadi kerusakan. Biasanya acak).
4.  $RT_i$  yaitu waktu yang dibutuhkan untuk memperbaiki kerusakan ke- $i$ . Ini juga biasanya bilangan acak.
5.  $MT$  yaitu waktu yang dibutuhkan untuk melaksanakan pemeliharaan *preventive* rutin (diasumsikan input parameter).
6.  $CT$  yaitu waktu siklus (yaitu waktu antara servis pemeliharaan rutin dan ini merupakan input parameter).
7.  $MC$  yaitu maintenance cost, per unit waktu pemeliharaan rutin (input parameter).
8.  $TOTC$  yaitu kumulatif total *cost per maintenance cycle* (kriteria penampilan sistem).
9.  $NC$  yaitu jumlah dari siklus pemeliharaan dalam periode simulasi (input parameter).

Model matematisnya didasarkan pada dua persamaan, yang menerangkan kejadian rusak untuk suatu peralatan, dan waktu yang dibutuhkan untuk memperbaiki masing-masing kerusakan.

$$A_i = D_i - 1 + DT_i \dots\dots\dots(2.2)$$

$$D_i = A_i + RT_i \dots\dots\dots(2.3)$$

Kumulatif total *cost* harus selalu *diupdate* bila peralatan diservis dengan rumus:

Untuk setiap perbaikan:

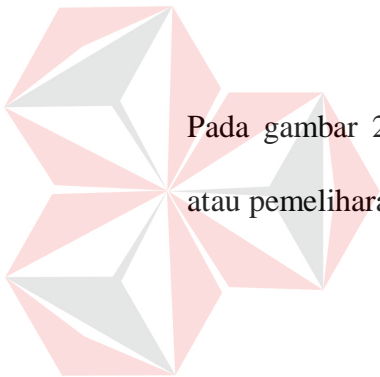
$$TOTC = TOTC + RC * RT_i \dots\dots\dots(2.4)$$

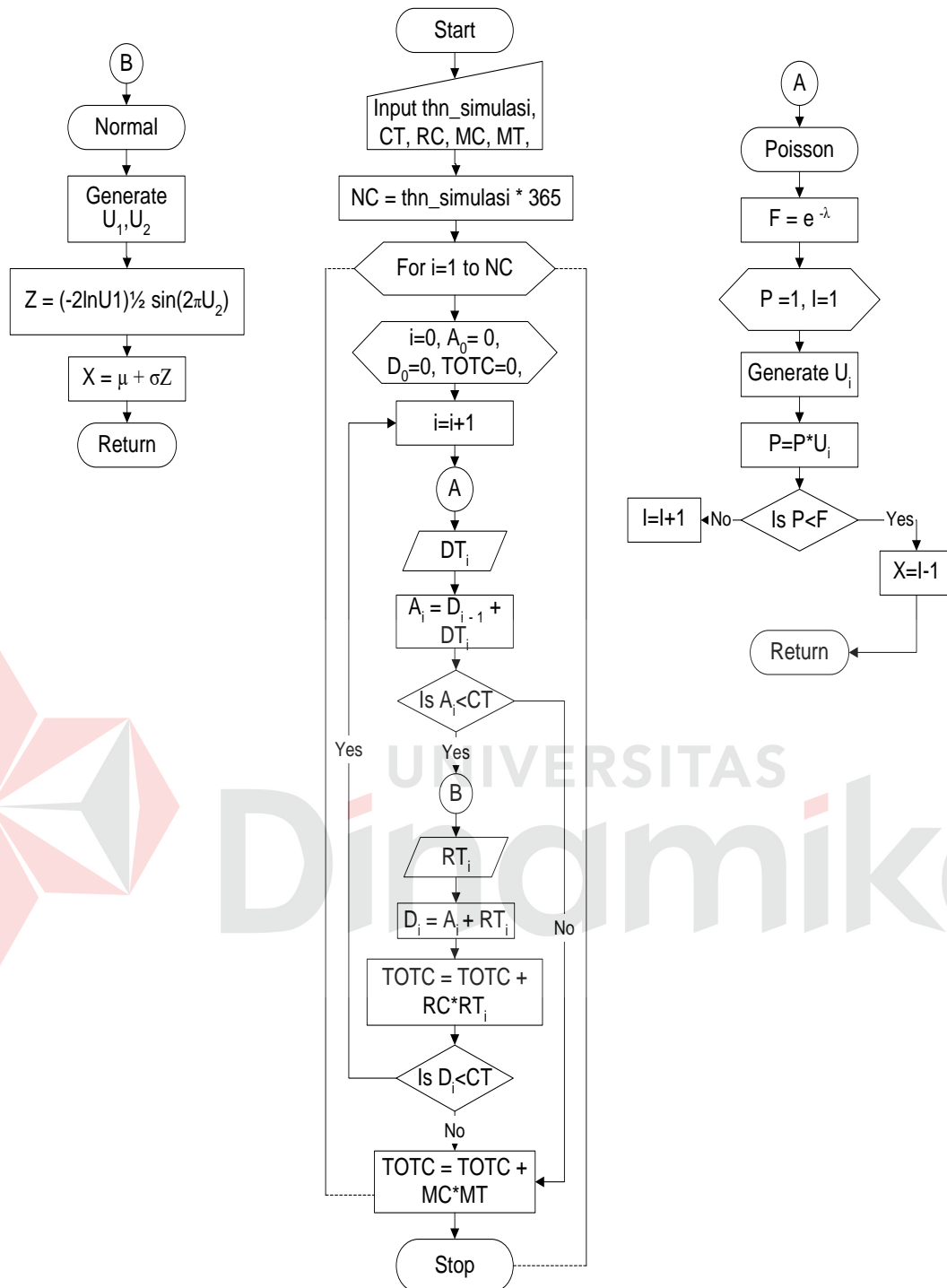
Bila dilaksanakan pemeliharaan rutin:

$$TOTC = TOTC + MC * MT \dots\dots\dots(2.5)$$

(Byron S.Gottfried, 1984)

Pada gambar 2.5, diberikan contoh diagram alir dari model simulasi perbaikan atau pemeliharaan.





Gambar 2.5 Diagram Alir (Byron S.Gottfried, 1984)



UNIVERSITAS  
Diponegoro

## 2.4 Pembangkitan Bilangan Acak

Statistik khi squer digunakan untuk menentukan bagaiman sejumlah observasi bisa dinyatakan dengan distribusi tertentu, dimana setiap observasi dalam salah satu dari sejumlah k kategori.

*Observed number of events* sering diberi simbol  $O_i$

*Expected number of events* diberi symbol  $E_i$  diketahui untuk masing-masing kategori dengan rumus:

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^k (O_i - E_i)^2 / E_i \dots\dots\dots(2.6)$$

(Byron S.Gottfried, 1984)

dimana:  $E_i$  = frekuensi harapan

$O_i$  = frekuensi pengamatan

k = banyaknya kategori

Dalam simulasi dikenal beberapa cara untuk membangkitkan bilangan acak antara lain dengan:

### 1. *Distribusi Normal*

Dalam sehari-hari distribusi normal paling sering digunakan, baik dalam perhitungan nilai maupun lain-lainnya. Distribusi Normal berbentuk simetri dengan densitas peluang berbentuk bell:

$$f(x) = (1 / \sigma \sqrt{2\pi}) \{^{-1/2(x-\mu)/\sigma)^2} \dots\dots\dots(2.7)$$

Dimana  $\mu$  = nilai rata-rata dan  $\sigma$  = standar deviasi.

Seperti halnya fungsi gamma, poisson distribusi normal juga tidak diintegrasikan langsung, sehingga kita menggunakan simulasi langsung.

Untuk sekedar mempermudah dalam pemecahan masalah distribusi normal diambil nilai  $\sigma = 1$ . Sehingga akan didapat nilai standar normal  $Z$  dimana  $Z = (x - \mu) / \sigma$  sehingga persamaan di atas akan menjadi:

$$f(z) = 1/\sqrt{2\pi} e^{-z^2/2} \dots\dots\dots(2.8)$$

$$Z = \sum_{i=1}^{12} U_i - 6 \dots\dots\dots(2.9)$$

Fungsi densitas peluang ini adalah distribusi standard normal.

”Central Limit Theorem” dengan *sample size* yang besar akan menjadi distribusi normal atau bisa dianggap distribusi normal.

Dalam hal khusus, bila rata-rata sampel didapat dari sejumlah  $N$  bilangan acak

$U(0,1)$  adalah besar, maka:

$$Z = ((1/n) \sum_{i=1}^N U_i - (1/2)) / \sqrt{1/(12N)} ; i = 1, 2, \dots, n \dots\dots\dots(2.10)$$

Dengan mengacu pada persamaan distribusi normal sebelumnya, maka distribusi yang di atas ini akan merupakan persamaan distribusi normal dengan menset  $N$  lebih besar dari 10.

Persamaan terakhir di atas pembilang dan penyebutnya dibagi dengan  $N$  maka akan:

$$Z = (\sum_{i=1}^N U_i - (N/2)) / \sqrt{N(1/12)} ; i = 1, 2, \dots, n \dots\dots\dots(2.11)$$

Dari rumus ini untuk mencari  $Z$  maka jumlahkan saja sebanyak 12  $U(0,1)$  dan hasilnya dikurangi dengan 6.

Selanjutnya bila dikehendaki membangkitkan bilangan acak berdistribusi normal dengan rata-rata =  $\mu$  dan standard deviasi =  $\sigma$  maka dengan mudah bisa dicari dengan persamaan berikut:

$$X = \mu + \sigma Z \dots\dots\dots(2.12)$$

Dalam simulasi pada Tugas Akhir ini untuk membangkitkan bilangan acak berdistribusi normal menggunakan rumus:

$$Z = (-2\ln U_1)^{1/2} \sin(2\pi U_2) \dots\dots\dots(2.13)$$

Keterangan: Z = standar normal

$\sigma$  = standar deviasi

$\mu$  = mean, rata-rata

X = bilangan acak berdistribusi normal

U = bilangan uniform

(Byron S.Gottfried, 1984)

Untuk nilai  $\mu$  dan  $\sigma$  didapat dari rumus-rumus di bawah ini:

$$\mu = \frac{\sum_{j=1}^N |X_j - \bar{X}|}{N} \dots\dots\dots(2.14)$$

Keterangan: N = jumlah bilangan

$X_j$  = bilangan yang ke-j

$\bar{X}$  = nilai tengah hitung

$\mu$  = nilai rata-rata (Murray R. Spiegel, 1994)

$$\sigma = \frac{\sqrt{\sum (X - \bar{X})^2}}{N} \dots\dots\dots(2.15)$$

Keterangan: X = bilangan yang ke berapa

$\bar{X}$  = nilai tengah hitung

N = jumlah bilangan

$\sigma$  = standar deviasi (Murray R. Spiegel, 1994)

## 2. Distribusi Eksponensial

Dalam simulasi sering kita butuhkan suatu bilangan berdistribusi exponential seperti yang sering digunakan model antrean (misalnya dalam kehidupan sehari-hari : pada bank, airport, pompa bensin dan sebagainya).

Bagaimana membangkitkan bilangan acak yang berdistribusi exponential.

Untuk itu misal  $x =$  waktu.  $\alpha \Delta x$  adalah peluang terjadinya kejadian acak antara  $x$  dan  $(x+\alpha \Delta x)$ .  $\alpha$  positif diketahui sehingga peluang tidak akan terjadinya kejadian dalam waktu ini adalah  $(1 - \alpha \Delta x)$ . Sekarang pertimbangan untuk interval batas waktu yang besar  $0-x$ , dimana interval ini dibagi menjadi  $n$  dengan interval  $\Delta x$  yang sama sehingga  $x = n * \Delta x$ . .....(2.16)

Sehingga peluang tidak terjadinya kejadian acak pada batas waktu yang ditentukan bisa ditulis dengan :

$$\lim_{\substack{\Delta x \rightarrow 0 \\ n \rightarrow \infty}} (1 - \alpha \Delta x)^n = \lim_{\Delta x \rightarrow 0} (1 - \alpha \Delta x)^{x/\Delta x} \dots\dots\dots (2.17)$$

$$= \lim_{\Delta x \rightarrow 0} [(1 - \alpha \Delta x)^{-1/\alpha \Delta x - \alpha x}]$$

$$\Delta x \rightarrow 0$$

$$= e^{-\alpha x} \text{ dimana } e \text{ adalah bilangan napier}$$

Dari sini bisa didapat peluang terjadinya kejadian :

$$P(0 \leq X \leq x) = F(x) = 1 - e^{-\alpha x} \dots\dots\dots (2.18)$$

Dengan fungsi densitas peluang :

$$f(x) = \alpha e^{-\alpha x} \quad \text{mean} = \mu = 1/\alpha \dots\dots\dots (2.19)$$

Untuk bisa menggunakan metode invers terlebih dahulu selesaikan persamaan :

$$F(x) = \alpha e^{-\alpha x} \dots\dots\dots(2.20)$$

Didapat  $x = -(1/\alpha)\ln[1-F(x)]$ ; karena  $F(x)$  berdistribusi uniform, maka harga  $(1-F(x))$  juga berdistribusi uniform dan bisa ditulis dengan cara berikut :  $X = -(1/\alpha)\ln(U)$ ,  $X$  adalah bilangan acak yang terdistribusi exponential sedang  $U$  adalah bilangan terdistribusi uniform  $(0,1)$ .

Keterangan:  $\alpha$  = parameter distribusi exponential

$X$  = variabel berdistribusi exponential

$U$  = bilangan uniform

(Byron S.Gottfried, 1984)

### 3. Distribusi Poisson

Distribusi Poisson sering terkait dengan distribusi exponential dan sering digunakan dengan yang terkait dengan waktu kedatangan dan waktu kepergian. Khususnya bila waktu antara kejadian berikutnya terdistribusi exponential, maka jumlah kejadian yang terjadi pada interval waktu tertentu akan berdistribusi Poisson dengan densitas peluang sebagai berikut :

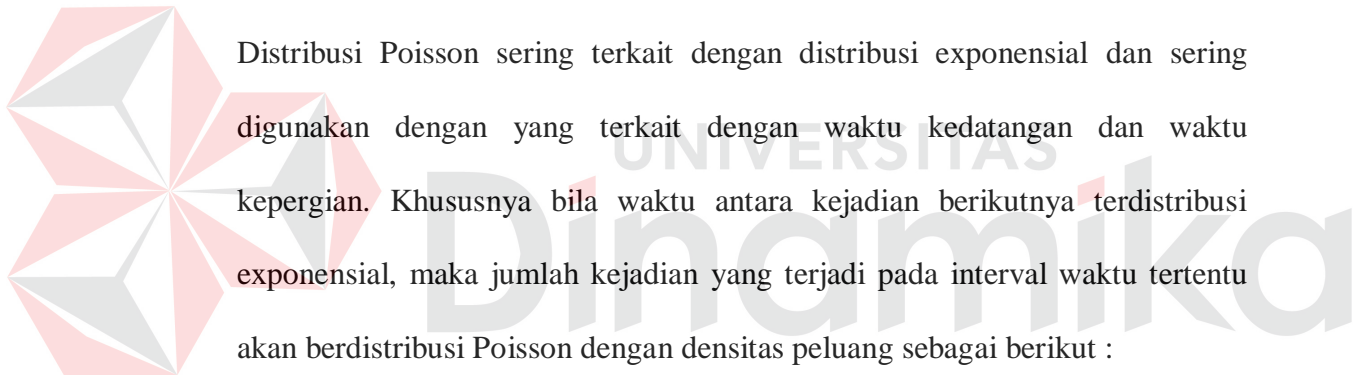
$$f(x) = ((\lambda t)^x / x!) e^{-\lambda t} \dots\dots\dots(2.21)$$

Dimana  $\lambda$  dan  $t$  konstanta positif;

$$\mu = \sigma^2 = \lambda t \dots\dots\dots(2.22)$$

sedang  $x$  adalah bilangan bulat non negatif, karena  $x$  menyatakan jumlah kejadian yang terjadi pada waktu  $t$ . Bilangan acak distribusi Poisson tidak bisa dipecahkan dengan cara analitik maka sebaiknya akan digunakan simulasi langsung. Dengan kendala :

$$\sum_{i=1}^x t_i \leq t < \sum_{i=1}^{x+1} t_i \dots\dots\dots(2.23)$$





dimana  $t$  ditentukan dan  $t_i$  bilangan acak distribusi eksponensial yang bisa dinyatakan dengan :

$$t_i = -(1/\lambda)\ln U_i \dots\dots\dots(2.24)$$

maka akan dicari harga terkecil  $k$  yang memenuhi ketidaksamaan berikut :

$$\sum_{i=1}^x t_i - (1/\lambda) \ln U_i > t \dots\dots\dots(2.25)$$

merupakan bilangan acak yang dicari.

$$\sum_{i=1}^{k+1} \ln U_i < \lambda t \dots\dots\dots(2.26)$$

Untuk mempermudah prosedur perhitungan persamaan di atas ditulis ulang dengan cara lain :

$$\ln \prod_{i=1}^{k+1} U_i < -\lambda t \dots\dots\dots(2.27)$$

Keterangan:  $t$  = waktu, diasumsikan 1

$k$  = bilangan random yang dicari

$\lambda$  = parameter distribusi poisson

$U_i$  = bilangan random berdistribusi uniform

(Byron S.Gottfried, 1984)

#### 4. Validasi

Validasi pada dasarnya menitik beratkan hubungan antara model dan realita sistem yang meliputi:

### 1. *Black Box Validation*

Struktur internal dan cara kerja dari model dan real sistem tidak diketahui. Oleh karena itu titik berat dari *Black Box Validation* adalah untuk menganalisa fungsi dari real sistem dan model untuk memutuskan apakah fungsi keduanya mirip atau tidak, apakah output dari hasil simulasi sudah cukup akurat dan efektif dalam merefleksi sistem.

### 2. *White Box Validation*

Struktur internal dari real sistem dan model diketahui dan dipahami dengan baik. Titik berat dari *White Box Validation* adalah cara kerja internal dari model secara detail.

## 2.5 Visual Basic 6.0

*Visual Basic 6.0 Enterprise Edition* merupakan *software* buatan *Microsoft* yang lebih dikhususkan untuk pembuatan desain database untuk aplikasi bisnis.

*Visual Basic* menggabungkan kemudahan pemakaian suatu aplikasi pemrograman berbasis visual, kecepatan, dan kemampuan manajemen database yang disediakan terintegrasi penuh, dan mampu berkomunikasi dengan bermacam-macam tipe database. Dirancang dengan kelebihan tertentu yang juga dapat mendukung database *Microsoft Access*.

Secara umum ada beberapa manfaat yang diperoleh dari pemakaian program *Visual Basic*, diantaranya:

1. Dipakai dalam membuat program aplikasi berbasis *windows*.
2. Dipakai dalam membuat objek-objek pembantu program, seperti fasilitas *Help*, *Control Active X*, aplikasi Internet dan sebagainya.

3. Digunakan untuk menguji program (*Debugging*) dan menghasilkan program akhir *EXE* yang bersifat *Executable*, atau dapat langsung dijalankan.

## 2.6 Microsoft Access 2000

*Access* merupakan perangkat lunak dari *Microsoft* yang dapat digunakan sebagai *tool* untuk membuat database yang berisi tabel yang diperlukan oleh aplikasi yang nantinya menentukan rancangan antar muka untuk aplikasi tersebut. Dengan menggunakan *Access*, pembuatan database ini menjadi sangat mudah karena *Access* mudah dimengerti dan tidak terlalu rumit dalam proses pembuatannya.

Program database memungkinkan untuk bekerja dengan beberapa tabel.

Dalam proses kerjanya, pengoperasian data pada tabel dalam database didukung oleh enam objek database, yaitu :

1. *Query* adalah sebuah objek database yang digunakan untuk menampilkan, menyunting dan menganalisis suatu data dengan cara lain.
2. *Form* adalah sebuah objek database yang digunakan untuk membuat kontrol-kontrol proses memasukkan, memeriksa dan memperbaiki data.
3. *Report* adalah sebuah objek yang digunakan untuk menampilkan data dengan format yang rendah.
4. *Pages* adalah sebuah objek khusus yang digunakan untuk menampilkan dan bekerja dengan data yang diambil dari internet atau intranet.
5. *Macro* adalah rangkaian dari beberapa perintah yang dapat disimpan dan dijalankan ulang secara otomatis.
6. *Module* adalah program-program yang ditulis *Access Basic*.

## 2.7 Perancangan Sistem

Perancangan adalah langkah pertama dalam fase pengembangan untuk semua sistem atau produk yang terencana. Didefinisikan sebagai proses mengaplikasikan bermacam-macam teknik dan prinsip untuk tujuan pendefinisian suatu alat, proses, atau sistem dalam detail yang cukup untuk mencapai realisasi fisik. Tujuan dari perancangan adalah untuk menghasilkan suatu model atau representasi dari *entity* yang akan dibuat. Pendekatan perancangan *software* komputer melibatkan disiplin ilmu yang lain, berubah secara berkelanjutan, analisa yang lebih baik, dan pengetahuan yang terus berkembang.

Pentingnya perancangan *software* dapat dinyatakan dengan satu kata yaitu kualitas. Perancangan adalah tempat dimana kualitas dibantu dalam pengembangan *software*. Perancangan *software* adalah sebuah proses dimana permintaan diterjemahkan dalam representasi *software*. Perancangan adalah satu-satunya cara yang secara akurat menerjemahkan permintaan customer ke dalam sistem atau produk *software* yang sudah jadi. Perancangan sistem adalah dasar dari semua *software engineering*. Tanpa perancangan, dapat beresiko membangun sistem yang tidak stabil.

Beberapa karakteristik dari perancangan yang baik adalah sebagai berikut :

1. Perancangan haruslah *modular*, yaitu *software* haruslah secara logika dibagi dalam komponen-komponen yang menjalankan fungsi tertentu.
2. Perancangan haruslah berisi representasi data dan prosedur yang berbeda dan terpisah.

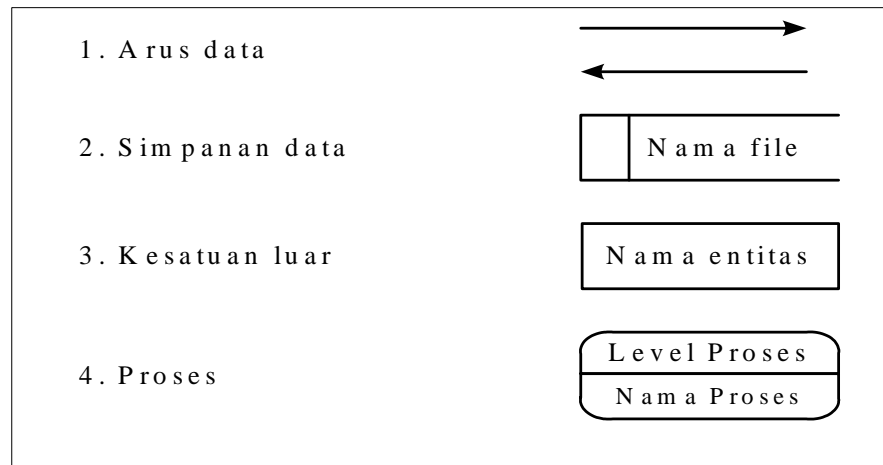
### 2.7.1 Sistem Flowchart

*Sistem Flowchart* merupakan alat bantu yang banyak digunakan untuk menggambarkan sistem secara fisik. Di dalam menggambarkan arus data dokumen serta proses yang dilakukan terhadap data dan dokumen dalam sistem, serta dengan cara menggunakan simbol-simbol standard yang biasa dipakai. Sistem flow dalam sistem ini ada dua yaitu Sistem Flow Manual dan Sistem Flow Komputerisasi.

### 2.7.2 Data Flow Diagram

*Data Flow Diagram (DFD)* adalah suatu alat yang digunakan untuk pemodelan atau menggambarkan sistem yang akan dirancang. Perancangan sistem dengan menggunakan DFD ini diawali dengan masuknya arus data kedalam proses dan dihasilkan arus data yang keluar dari proses. Dan setiap proses dilengkapi dengan penjelasan yang lengkap mengenai identifikasi proses dan nama proses. Meskipun suatu analisa yang disebut dengan DFD mempunyai struktur tersendiri, namun sistem analisa dapat meletakkan secara bersamaan sebuah gambar yang merepresentasikan seluruh proses-proses data dalam sebuah organisasi. Pendekatan data *flow* menitik beratkan pada logika yang tersirat dari suatu sistem. Dengan menggunakan kombinasi simbol, sistem analisa dapat membuat sebuah gambaran dari suatu proses yang sebenarnya dengan menggunakan dokumen sistem.

Simbol yang digunakan pada DFD dalam Tugas Akhir ini menggunakan Gane & Sarson yaitu :



Gambar 2.6. Simbol DFD Gane & Sarson

*Arus data* diDFD diberi simbol suatu panah. Arus data ini digunakan untuk menunjukkan arah aliran data dari proses, kesatuan luar dan file yang dibuat.

*Simpanan data* merupakan nama file untuk menyimpan data atau untuk mengambil data sesuai proses apa yang sedang dikerjakan.

*Kesatuan luar* merupakan kesatuan (*entity*) di lingkungan luar sistem yang dapat berupa orang, organisasi atau sistem lainnya yang berada di lingkungan luarnya yang akan memberikan input atau menerima output dari sistem.

*Proses* adalah kegiatan atau kerja yang dilakukan oleh orang, mesin atau komputer dari hasil suatu arus data yang akan keluar dari proses. Identifikasi proses dapat berupa angka yang ditulis pada bagian atas proses yang digunakan sebagai nomor acuan dari proses. Nama proses menunjukkan kegiatan yang dilakukan oleh proses tersebut dan diletakkan di bawah identifikasi proses.

### A. Keuntungan Pembuatan Data Flow

*Data flow* mempunyai lima keuntungan utama dari penjelasan-penjelasan jalannya data dalam sistem, yaitu:

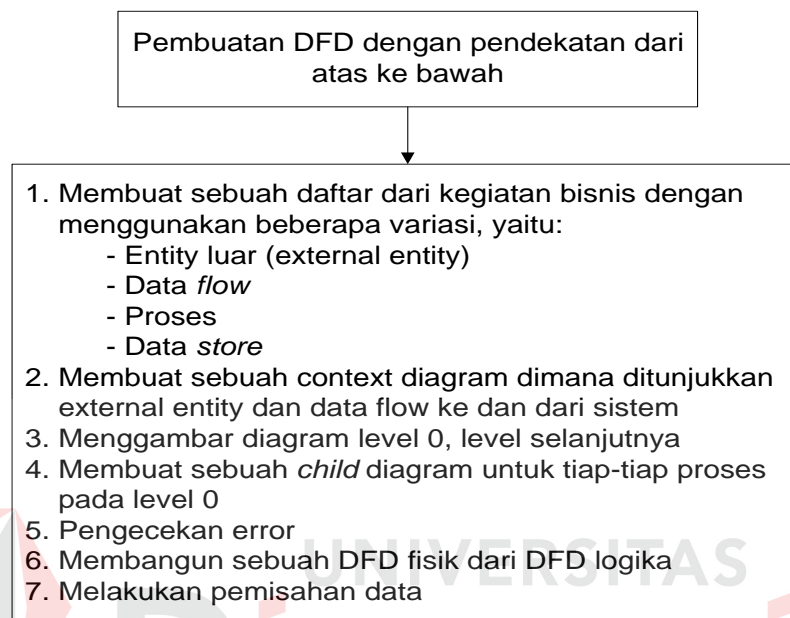
1. Kebebasan yang berasal dari kepercayaan untuk mengimplementasikan secara benar teknik sistem dari suatu sistem yang baru.
2. Memberikan pengertian dari hubungan sistem-sistem dan subsistem yang ada.
3. Komunikasi mengenai pengetahuan sistem bagi *user* melalui DFD.
4. Analisa dari sebuah usulan sistem untuk menentukan jika data dan proses-proses yang ada dapat didefinisikan secara mudah.
5. Penggunaan *data flow* merupakan keuntungan tambahan yang dapat digunakan

sebagai latihan bagi sistem analis, kesempatan sistem analis menjadi lebih baik untuk mengerti tentang hubungan sistem dan subsistem yang ada didalamnya.

Keuntungan dari kelima penggunaan *data flow* tersebut dapat digunakan sebagai *tools* yang interaktif dengan *user*. Hal yang menarik dalam penggunaan DFD adalah ditunjukkannya kepada *user* gambaran-gambaran secara lengkap dari sistem. *User* dapat menanyakan guna memberikan komentar pada konsep, sistem analis dapat merubah sistem berdasarkan keinginan *user*. Keuntungan terakhir dari penggunaan DFD adalah dapat mengikuti sistem analis untuk mendeskripsikan komponen-komponen yang digunakan dalam suatu diagram. Analisa dapat ditampilkan untuk menjamin bahwa semua *output* mempunyai isi atau memperoleh data inputan dari prosesnya.

## B. Pembuatan DFD (Data Flow Diagram)

DFD dapat dan harus digambarkan secara sistematis. Pertama, dibutuhkan sistem analisis untuk mengkonsep data *flow*, dari atas ke bawah seperti di tunjukkan pada gambar 2.7 berikut:



Gambar 2.7 Pembuatan data flow diagram

Untuk memulai sebuah DFD dari suatu sistem biasanya dituangkan dalam sebuah daftar dengan empat kategori yaitu *entity* luar, arus data, proses, dan penyimpanan data. Daftar ini akan membantu menentukan batasan-batasan dari suatu sistem yang akan digambarkan. Pada dasarnya daftar itu berisi elemen-elemen data yang dikarang. Elemen-elemen tersebut terdiri dari:

### a. Pembuatan konteks diagram

Konteks diagram adalah level yang tertinggi dalam sebuah DFD dan hanya berisi satu proses serta merupakan representasi dari sebuah sistem. Proses dimulai dengan penomoran ke-0 dan untuk seluruh *entity* luar akan di



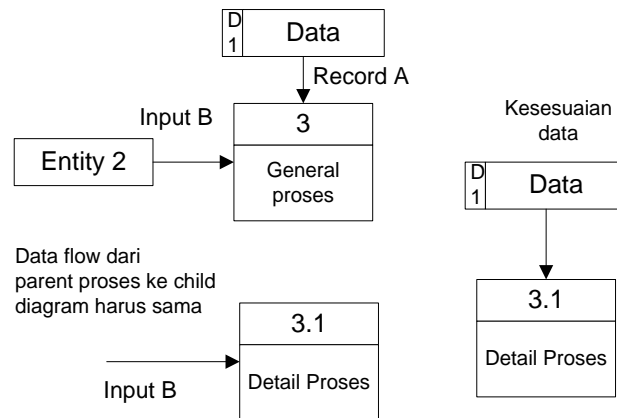
tunjukkan dalam konteks diagram yang sama seperti data awal yang di kirim dari *entity* luar. Konteks diagram tidak berisi penyimpanan data.

b. Pembuatan diagram level 0 serta level berikutnya

Diagram level 0 dihasilkan oleh konteks diagram dan berisi proses-proses. Pengisian proses-proses yang berlebihan pada level ini akan menghasilkan sebuah diagram yang salah, sehingga sulit untuk dimengerti. Masing-masing proses diberikan penomoran dengan sebuah integer. Umumnya dimulai dari kiri atas dan penyelesaiannya di kanan bawah dalam sebuah bentuk diagram.

c. Pembuatan *child* diagram

*Child* diagram diberikan nomor yang sama seperti proses di atasnya (*parent* proses) dalam diagram level 0. Contohnya, proses 3 harus di turunkan kediagram 3, proses pada *child* diagram menggunakan penomoran unik untuk masing-masing proses dengan mengikuti penomoran proses di atasnya. Contohnya, dalam diagram 3 proses-proses diberikan nomor 3.1, 3.2, 3.3 dan seterusnya. Konversi ini diikuti oleh analis sistem untuk menelusuri seri-seri dari proses-proses yang dikeluarkan oleh beberapa level, jika ada proses diagram level 0 digambarkan sebagai 1, 2, , dan 3 maka *child* diagramnya 1, 2, dan 3 pada level yang sama. Ilustrasi level detil dengan sebuah *child* DFD dapat di tunjukkan pada gambar 2.8 yaitu:

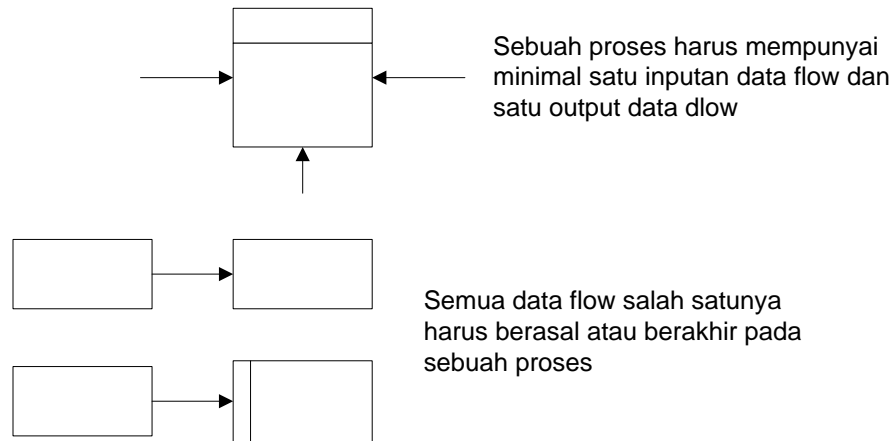


Gambar 2.8. Pembuatan *Child Diagram*

- d. Pengecekan kesalahan-kesalahan pada diagram digunakan untuk melihat kesalahan-kesalahan yang terdapat pada sebuah DFD. Beberapa kesalahan-kesalahan yang umum terjadi ketika penggambaran atau pembuatan DFD, ditunjukkan pada gambar 2.9 dan 2.10 berikut yaitu:



Gambar 2.9 Contoh 1 kesalahan penggambaran DFD

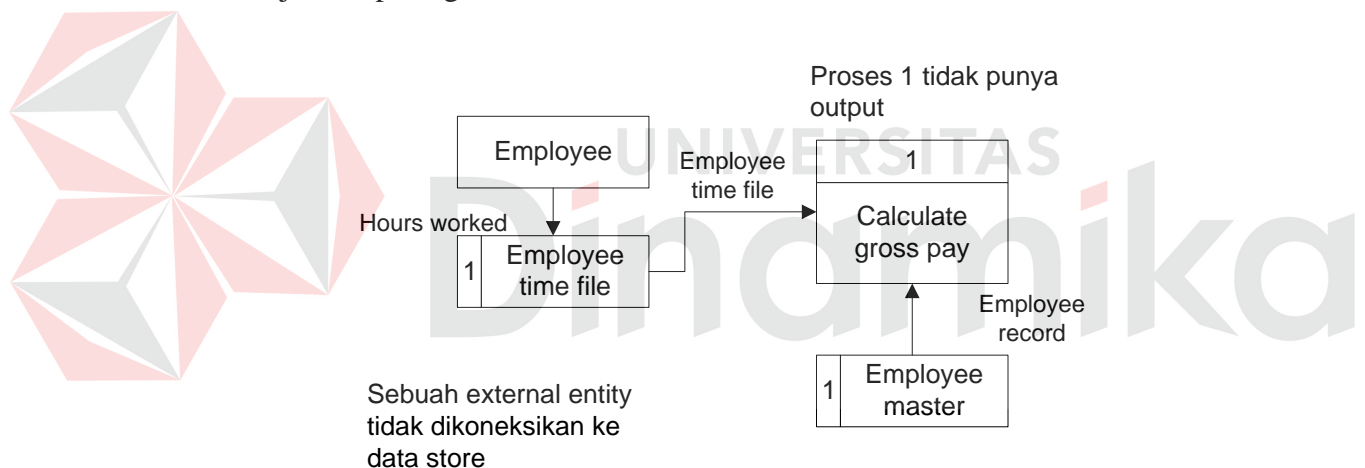


Gambar 2.10 Contoh 2 kesalahan penggambaran DFD

1. Lupa untuk menginputkan sebuah arus data atau arah panah langsung. Sebagai contoh adalah penggambaran proses yang menunjukkan sebuah data *flow* seperti *input* atau seperti *output*. Tiap-tiap proses pengubahan data harus menerima *input* dan *output*. Tipe kesalahan ini terjadi ketika sistem analis lupa memasukkan sebuah data *flow* atau meletakkan sebuah arah panah ditempat yang salah.
2. Hubungan penyimpanan data dan entity luar secara langsung satu sama lain. Data *store* dan entity tidak mungkin dikoneksikan satu sama lain, data *store* dan entity luar harus dikoneksikan melalui sebuah proses.
3. Kesalahan penamaan (label) pada proses-proses atau data *flow*. Pengecekan DFD untuk memastikan bahwa tiap-tiap objek atau data *flow* telah diberikan label. Sebuah proses haruslah diindikasikan seperti nama dari sistem atau menggunakan format kata kerja-kata benda. Tiap data *flow* haruslah dideskripsikan dengan sebuah kata benda.
4. Memasukkan lebih dari sembilan proses dalam sebuah DFD. Memiliki banyak proses akan mengakibatkan kekacauan pada diagram sehingga dapat

menyebabkan kebingungan dalam pembacaan sebuah proses dan akan menghalangi tingkat komunikasi. Jika lebih dari sembilan proses dalam sebuah sistem, maka beberapa grup dalam proses dilakukan bersama-sama ke dalam sebuah sub sistem dan meletakkannya dalam sebuah *child* diagram.

5. Menghilangkan suatu arus data. Pengujian dari suatu diagram yang menunjukkan garis atau arah (*flow*), dimana untuk setiap proses data *flow* hanya mempunyai *input* data, *output* kecuali dalam kasus dari detail (*child*). Setiap *child* data dari DFD, arah arus data seringkali digambarkan untuk mengidentifikasi bahwa diagram tersebut kehilangan data *flow*. Seperti di tunjukkan pada gambar 2.11 berikut:



Gambar 2.11 Contoh mengidentifikasi diagram kehilangan data *flow*

6. Buat ketidaksesuaian komposisi dalam *child* diagram, dimana tiap *child* diagram harus mempunyai *input* dan *output* arus data yang sama seperti proses dilevel atasnya (*parent* proses). Pengecualian untuk rule ini adalah kurangnya *output*, seperti kesalahan garis yang ada di dalam *child* diagram

### C. Perbedaan DFD (Logika dan Fisik)

Tabel 2.1. Perbedaan DFD (Logika dan Fisik)

Disain	Logika	Fisik
Gambaran model	Operasi-operasi bisnis	Bagaimana sistem akan diimplementasikan (atau bagaimana sistem dijalankan)
Apa yang ditampilkan oleh proses	Aktivitas bisnis	Program-program, modul program, dan prosedur-prosedur manual
Apa yang ditampilkan oleh data <i>store</i>	Koleksi-koleksi dari data yang dikesampingkan dari bagaimana data tersebut di simpan	File-file fisik dan database-database dari file manual
Kontrol sistem	Menunjukkan kontrol-kontrol bisnis	Menunjukkan kontrol-kontrol untuk validasi <i>input</i> data, untuk memperoleh sebuah <i>record</i> , untuk memastikan kesuksesan proses dan untuk keamanan sistem

### 2.7.3 Entity Relationship Diagram

*Entity Relationship Diagram (ERD)* digunakan untuk menginterpretasikan, menentukan dan mendokumentasikan kebutuhan untuk sistem pemrosesan database. ERD menyediakan bentuk untuk menunjukkan struktur keseluruhan kebutuhan data dari aplikasi. Adapun elemen-elemen dari ERD ini adalah :

1. *Entitas*, adalah sesuatu yang dapat diidentifikasi di dalam lingkup pemakai, sesuatu yang penting bagi pemakai dari sistem yang akan dikembangkan.
2. *Atribut*, entitas memiliki atribut yang berfungsi untuk menjelaskan karakteristik dari entitas.
3. *Pengidentifikasi*, data-data entitas memiliki nama yang berfungsi untuk mengidentifikasi mereka. Sebuah identifikasi dapat bersifat unik atau tidak unik.

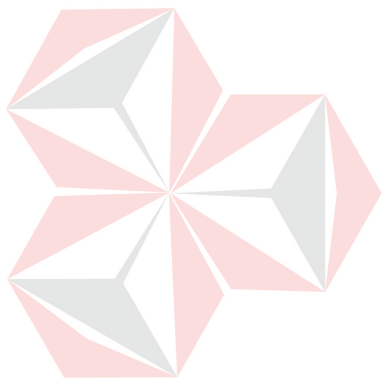
Hubungan atau relasi berfungsi untuk menunjukkan hubungan satu entitas dengan entitas yang lain. Hubungan ini boleh memiliki atribut. Banyaknya entitas dalam suatu relasi menunjukkan tingkat dari relasi yang bersangkutan, namun yang banyak digunakan dalam aplikasi-aplikasi adalah model yang menggunakan relasi tingkat dua atau yang disebut dengan hubungan biner. Hubungan biner ini memiliki tiga tipe yaitu hubungan biner satu ke satu, hubungan biner satu ke banyak dan hubungan biner banyak ke banyak.

### 2.8 Seagate Crystal Report 8.5

*Seagate Crystal Report* merupakan suatu aplikasi pendukung yang dipergunakan untuk membuat suatu laporan yang saling terintegrasi dengan *Visual*

*Basic*. Pada *Seagate Crystal Report*, dapat membuat suatu laporan yang sesuai dengan hasil program dari *Visual Basic*.

*Seagate Crystal Report* juga dapat terkoneksi dengan berbagai macam database seperti, *ODBC* diantaranya adalah *Microsoft Access Database*, *Visual Fox Pro Database*, *Excel Files*, *dbase files*. Dengan demikian *Seagate Crystal Report* sangat mendukung dalam pembuatan laporan yang sesuai dengan keinginan user.



UNIVERSITAS  
Dinamika

## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN & PERANCANGAN SISTEM**

#### **3.1 Identifikasi Permasalahan**

Pertamina adalah salah satu badan usaha atau instansi milik negara yang bergerak di bidang penyediaan bahan bakar umum. Sebagai badan usaha yang mempunyai peranan yang sangat penting, tentunya Pertamina harus memperhatikan sistem pemeliharaan peralatannya agar tidak merugikan badan usaha itu sendiri maupun para pengguna jasa Pertamina tersebut. Bagi pihak badan usaha atau instansi sendiri mungkin sudah berusaha semaksimal mungkin untuk memenuhi kebutuhan dari pengguna jasa Pertamina tersebut. Tapi kendala teknis dan non teknis peralatan pengisi bahan bakar umum juga mempengaruhi pencapaian tujuan tersebut. Misal kesiapan peralatan pengisi bahan bakar umum, dalam hal ini adalah kondisi peralatan atau mesin. Identifikasi masalah yang ada adalah bagaimana melakukan rancang bangun sistem pendukung keputusan pemeliharaan peralatan pengisi bahan bakar umum di Pertamina sehingga diharapkan pihak pengambil keputusan akan dapat mengambil keputusan yang tepat bagi pemeliharaan atau perbaikan peralatan yang tentunya dengan biaya pemeliharaan atau perbaikan yang minimal.

#### **3.2 Analisa Permasalahan**

Sistem pemeliharaan dan perbaikan peralatan pengisi bahan bakar umum di Pertamina Tabanan Bali masih belum terkomputerisasi. Pencatatan pemeliharaan dan perbaikan dilakukan dengan cara manual menggunakan



*Microsoft Word* dan *Excel*. Kinerja karyawan lambat karena pengerjaan datanya belum diotomatisasi. Pencarian data tertentu harus dilakukan dengan membuka arsip yang tersimpan dalam jumlah banyak sehingga memakan waktu yang lama. Data-data yang disimpan dalam arsip tersebut juga rentan terhadap kerusakan karena menggunakan kertas.

Hal ini dirasa sangat tidak tepat waktu dan tepat guna karena jumlah peralatan pengisi bahan bakar umum semakin bertambah dan semakin banyak data yang akan disimpan. Dalam hal penjadwalan, karyawan membutuhkan waktu lama dalam menentukan pemeliharaan dan perbaikan peralatan pengisi bahan bakar umum yang bisa meminimalkan biaya perawatan dan perbaikan, karena begitu banyak transaksi baik perpindahan peralatan, transaksi rekondisi, perbaikan dan transaksi pemeliharannya. Dalam penyajian, semua data yang akan dilampirkan harus diketik terlebih dahulu dengan melihat arsip-arsip yang diperlukan karena belum ada sistem yang dapat menggabungkan semua informasi yang diperlukan dalam sebuah laporan.

### **3.3 Model Pengembangan**

Penelitian yang dilakukan termasuk pada pengembangan (proyek) karena sistem ini menentukan waktu pemeliharaan dan perbaikan. Sistem akan menerima data lapangan dimana data lapangan tersebut akan diuji terlebih dahulu dengan menggunakan uji distribusi apakah data berdistribusi normal, distribusi poisson, distribusi eksponensial atau lainnya. Dari pengujian tersebut akan didapatkan bilangan random sebagai input, yang selanjutnya akan dilakukan proses simulasi. Dalam hal ini waktu terjadinya kerusakan mesin ( $A_i$ ) dengan waktu selesainya

peralatan diperbaiki ( $D_i$ ) akan diusahakan seminimal mungkin agar tidak terjadi antrian *dummy* sehingga peralatan akan dapat lebih cepat diperbaiki. Dalam menyusun sistem ini jenis metode untuk menghasilkan saran keputusan yang digunakan adalah metode simulasi pemeliharaan dan perbaikan peralatan karena model matematika ini dapat menjelaskan tingkah laku sebuah sistem dalam beberapa waktu dengan mengobservasi tingkah laku dari sebuah model matematika yang dibuat sesuai dengan karakter sistem yang asli sehingga seorang analis bisa mengambil kesimpulan tentang tingkah laku dari sistem dunia nyata yang disimulasikan (Byron S.Gottfried, 1984). Selain itu pengguna aplikasi ini nantinya adalah orang yang sudah ahli (*expert*) di bidang yang bersangkutan.

Sebelum proses simulasi dimulai, distribusi tersebut harus ditetapkan pola distribusi yang digunakan sesuai hasil uji distribusi yang harus dilakukan sebelum proses simulasi dimulai adalah:

#### 1. Pendugaan Distribusi Probabilitas

Langkah pertama dalam menentukan distribusi probabilitas adalah menduga distribusi probabilitasnya. Pendugaan tersebut berdasarkan pada distribusi teknis yang telah ada seperti distribusi eksponensial, distribusi poisson, distribusi normal, atau distribusi yang lainnya. Salah satu *tool* yang bisa digunakan untuk pendugaan distribusi adalah *SPSS (Statistical Product and Service Solution)*. Berikut hasil *test* distribusi yang diperoleh melalui *tool* SPSS:

##### a. Distribusi Normal

Hipotesis 1 : *Waiting Time*/ $WT_i$  (waktu tunggu sejak peralatan rusak sampai siap dikerjakan).

H0 : Data berdistribusi normal

H1 : Data  $WT_i$  tidak berdistribusi normal

Keputusan : H0 ditolak bila  $Asymp.sig < 0.05$ ,  $WT_i$  tidak berdistribusi normal

Tabel 3.1. Deskripsi Statistik Normal untuk  $WT_i$

	N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum
WTI	131	2.84	.967	1	4

Tabel 3.2. Kolmogorov-Smirnov Test Normal untuk  $WT_i$

		WTI
N		131
Normal Parameters <sup>a,b</sup>	Mean	2.84
	Std. Deviation	.967
Most Extreme Differences	Absolute	.192
	Positive	.181
	Negative	-.192
Kolmogorov-Smirnov Z		2.195
Asymp. Sig. (2-tailed)		.000

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

Hipotesis 2 : *Repair Time/RT<sub>i</sub>* (waktu yang dibutuhkan untuk memperbaiki peralatan).

H0 : Data berdistribusi normal

H1 : Data  $RT_i$  tidak berdistribusi normal

Keputusan : H0 ditolak bila  $Asymp.sig < 0.05$ ,  $RT_i$  berdistribusi normal

Tabel 3.3. Deskripsi Statistik Normal untuk  $RT_i$

	N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum
RTI	131	2.992	.8321	1.3	4.8

Tabel 3.4. Kolmogorov-Smirnov Test Normal untuk  $RT_i$ 

		RTI
N		131
Normal Parameters <sup>a,b</sup>	Mean	2.992
	Std. Deviation	.8321
Most Extreme Differences	Absolute	.114
	Positive	.092
	Negative	-.114
Kolmogorov-Smirnov Z		1.308
Asymp. Sig. (2-tailed)		.065

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

Hipotesis 3 : *Inter Arrival Breakdown/DT<sub>i</sub>* (waktu lamanya peralatan berfungsi sebelum terjadinya kerusakan).

H<sub>0</sub> : Data berdistribusi normal

H<sub>1</sub> : Data  $DT_i$  tidak berdistribusi normal

Keputusan : H<sub>0</sub> ditolak bila *Asymp.sig* < 0.05,  $DT_i$  tidak berdistribusi normal

Tabel 3.5. Deskripsi Statistik Normal untuk  $DT_i$ 

	N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum
DTI	131	3,05	1,189	1	5

Tabel 3.6. Kolmogorov-Smirnov Test Normal untuk  $DT_i$ 

		DTI
N		131
Normal Parameters <sup>a,b</sup>	Mean	3,05
	Std. Deviation	1,189
Most Extreme Differences	Absolute	,177
	Positive	,177
	Negative	-,163
Kolmogorov-Smirnov Z		2,025
Asymp. Sig. (2-tailed)		,001

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

## b. Distribusi Uniform

Hipotesis 1 : *Waiting Time*/ $WT_i$  (waktu tunggu sejak peralatan rusak sampai siap dikerjakan).

H0 : Data berdistribusi uniform

H1 : Data  $WT_i$  tidak berdistribusi uniform

Keputusan : H0 ditolak bila *Asymp.sig* < 0.05,  $WT_i$  tidak berdistribusi uniform

Tabel 3.7. Deskripsi Statistik Uniform untuk  $WT_i$ 

	N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum
WTI	131	2.84	.967	1	4

Tabel 3.8. Kolmogorov-Smirnov Test Uniform untuk  $WT_i$ 

		WTI
N		131
Uniform Parameters <sup>a,b</sup>	Minimum	1
	Maximum	4
Most Extreme Differences	Absolute	.305
	Positive	.092
	Negative	-.305
Kolmogorov-Smirnov Z		3.495
Asymp. Sig. (2-tailed)		.000

a. Test distribution is Uniform.

b. Calculated from data.

Hipotesis 2 : *Repair Time*/ $RT_i$  (waktu yang dibutuhkan untuk memperbaiki peralatan).

H0 : Data berdistribusi uniform

H1 : Data  $RT_i$  tidak berdistribusi uniform

Keputusan : H0 ditolak bila *Asymp.sig* < 0.05,  $RT_i$  tidak berdistribusi uniform

Tabel 3.9. Deskripsi Statistik Uniform untuk  $RT_i$ 

	N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum
RTI	131	2.992	.8321	1.3	4.8

Tabel 3.10. Kolmogorov-Smirnov Test Uniform untuk  $RT_i$ 

		RTI
N		131
Uniform Parameters <sup>a,b</sup>	Minimum	1.3
	Maximum	4.8
Most Extreme Differences	Absolute	.181
	Positive	.181
	Negative	-.137
Kolmogorov-Smirnov Z		2.067
Asymp. Sig. (2-tailed)		.000

a. Test distribution is Uniform.

b. Calculated from data.

Hipotesis 3 : *Inter Arrival Breakdown/DT<sub>i</sub>* (waktu lamanya peralatan berfungsi sebelum terjadinya kerusakan).

H<sub>0</sub> : Data berdistribusi uniform

H<sub>1</sub> : Data  $DT_i$  tidak berdistribusi uniform

Keputusan : H<sub>0</sub> ditolak bila *Asymp.sig* < 0.05,  $DT_i$  tidak berdistribusi uniform

Tabel 3.11. Deskripsi Statistik Uniform untuk  $DT_i$ 

	N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum
DTI	131	3,05	1,189	1	5

Tabel 3.12. Kolmogorov-Smirnov Test Uniform untuk  $DT_i$ 

		DTI
N		131
Uniform Parameters <sup>a,b</sup>	Minimum	1
	Maximum	5
Most Extreme Differences	Absolute	,158
	Positive	,126
	Negative	-,158
Kolmogorov-Smirnov Z		1,813
Asymp. Sig. (2-tailed)		,003

a. Test distribution is Uniform.

b. Calculated from data.

### c. Distribusi Exponensial

Hipotesis 1 : *Waiting Time*/ $WT_i$  (waktu tunggu sejak peralatan rusak sampai siap dikerjakan).

H<sub>0</sub> : Data berdistribusi exponensial

H<sub>1</sub> : Data  $WT_i$  tidak berdistribusi exponensial

Keputusan : H<sub>0</sub> ditolak bila *Asymp.sig* < 0.05,  $WT_i$  tidak berdistribusi exponensial

Tabel 3.13. Deskripsi Statistik Exponensial untuk  $WT_i$ 

	N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum
WTI	131	2.84	.967	1	4

Tabel 3.14. Kolmogorov-Smirnov Test Exponensial untuk  $WT_i$ 

		WTI
N		131
Exponential parameter. <sup>a, b</sup> Mean		2.84
Most Extreme Differences	Absolute	.414
	Positive	.244
	Negative	-.414
Kolmogorov-Smirnov Z		4.738
Asymp. Sig. (2-tailed)		.000

a. Test Distribution is Exponential.

b. Calculated from data.

Hipotesis 2 : *Repair Time/RT<sub>i</sub>* (waktu yang dibutuhkan untuk memperbaiki peralatan).

H<sub>0</sub> : Data berdistribusi exponensial

H<sub>1</sub> : Data  $RT_i$  tidak berdistribusi exponensial

Keputusan : H<sub>0</sub> ditolak bila *Asymp.sig* < 0.05,  $RT_i$  tidak berdistribusi exponensial

Tabel 3.15. Deskripsi Statistik Exponensial untuk  $RT_i$ 

	N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum
RTI	131	2.992	.8321	1.3	4.8

Tabel 3.16. Kolmogorov-Smirnov Test Exponensial untuk  $RT_i$ 

		RTI
N		131
Exponential parameter. <sup>a, b</sup> Mean		2.992
Most Extreme Differences	Absolute	.403
	Positive	.207
	Negative	-.403
Kolmogorov-Smirnov Z		4.618
Asymp. Sig. (2-tailed)		.000

a. Test Distribution is Exponential.

b. Calculated from data.



Hipotesis 3 : *Inter Arrival Breakdown/DT<sub>i</sub>* (waktu lamanya peralatan berfungsi sebelum terjadinya kerusakan).

H<sub>0</sub> : Data berdistribusi eksponensial

H<sub>1</sub> : Data DT<sub>i</sub> tidak berdistribusi eksponensial

Keputusan : H<sub>0</sub> ditolak bila *Asymp.sig* < 0.05, DT<sub>i</sub> tidak berdistribusi eksponensial

Tabel 3.17. Deskripsi Statistik Eksponensial untuk DT<sub>i</sub>

	N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum
DTI	131	3,05	1,189	1	5

Tabel 3.18. Kolmogorov-Smirnov Test Eksponensial untuk DT<sub>i</sub>

		DTI
N		131
Exponential parameter. <sup>a</sup> Mean		3,05
Most Extreme Differences	Absolute	,390
	Positive	,194
	Negative	-,390
Kolmogorov-Smirnov Z		4,462
Asymp. Sig. (2-tailed)		,000

a. Test Distribution is Exponential.

b. Calculated from data.

#### d. Distribusi Poisson

Hipotesis 1 : *Waiting Time/WT<sub>i</sub>* (waktu tunggu sejak peralatan rusak sampai siap dikerjakan).

H<sub>0</sub> : Data berdistribusi poisson

H<sub>1</sub> : Data WT<sub>i</sub> tidak berdistribusi poisson

Keputusan : H<sub>0</sub> ditolak bila *Asymp.sig* < 0.05, WT<sub>i</sub> berdistribusi poisson

Tabel 3.19. Deskripsi Statistik Poisson untuk  $WT_i$ 

	N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum
WTI	131	3.02	1.180	1	5

Tabel 3.20. Kolmogorov-Smirnov Test Poisson untuk  $WT_i$ 

		WTI
N		131
Poisson Parameter <sup>a,b</sup>	Mean	3.02
Most Extreme Differences	Absolute	.104
	Positive	.086
	Negative	-.104
Kolmogorov-Smirnov Z		1.192
Asymp. Sig. (2-tailed)		.117

a. Test distribution is Poisson.

b. Calculated from data.

Hipotesis 2 : *Repair Time/RT<sub>i</sub>* (waktu yang dibutuhkan untuk memperbaiki peralatan).

H<sub>0</sub> : Data berdistribusi poisson

H<sub>1</sub> : Data RT<sub>i</sub> tidak berdistribusi poisson

Keputusan : RT<sub>i</sub> tidak berdistribusi poisson

Tabel 3.21. Deskripsi Statistik Poisson untuk RT<sub>i</sub>

	N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum
RTI	131	2.992	.8321	1.3	4.8

Tabel 3.22. Kolmogorov-Smirnov Test Poisson untuk  $RT_i$ 

	RTI
N	131
Poisson Parameter <sup>a,1</sup> Mean	2.992
Mean	<sup>c</sup>

- a. Test distribution is Poisson.  
 b. Calculated from data.  
 c. Poisson variables are non-negative integers.  
 The value 1.3 occurs in the data. One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test cannot be performed.

Hipotesis 3 : *Inter Arrival Breakdown/DT<sub>i</sub>* (waktu lamanya peralatan berfungsi sebelum terjadinya kerusakan).

H<sub>0</sub> : Data berdistribusi poisson

H<sub>1</sub> : Data  $DT_i$  tidak berdistribusi poisson

Keputusan : H<sub>0</sub> ditolak bila *Asymp.sig* < 0.05,  $DT_i$  berdistribusi poisson

Tabel 3.23. Deskripsi Statistik Poisson untuk  $DT_i$ 

	N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum
DTI	131	3,05	1,189	1	5

Tabel 3.24. Kolmogorov-Smirnov Test Poisson untuk  $DT_i$ 

		DTI
N		131
Poisson Parameter <sup>a,b</sup>	Mean	3,05
Most Extreme Differences	Absolute	,101
	Positive	,089
	Negative	-,101
Kolmogorov-Smirnov Z		1,154
Asymp. Sig. (2-tailed)		,139

- a. Test distribution is Poisson.  
 b. Calculated from data.

## 2. Uji Kesesuaian Distribusi

Untuk menentukan pola distribusi probabilitas suatu data dilakukan dengan cara melakukan uji kesesuaian distribusi probabilitas tertentu terhadap data hasil penelitian. Langkah ini adalah untuk membuktikan apakah pemilihan distribusi sudah sesuai. Ada beberapa cara untuk pengujian, diantaranya adalah dengan metode khi-kuadrat (*Chi-Square*), dimana antara frekuensi amatan dan harapan dinyatakan dalam suatu besaran:

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^k (O_i - E_i)^2 / E_i \dots\dots\dots (3.1)$$

dimana:  $E_i$  = frekuensi harapan

$O_i$  = frekuensi pengamatan

$k$  = banyaknya kategori

(Byron S. Gottfried, 1984)

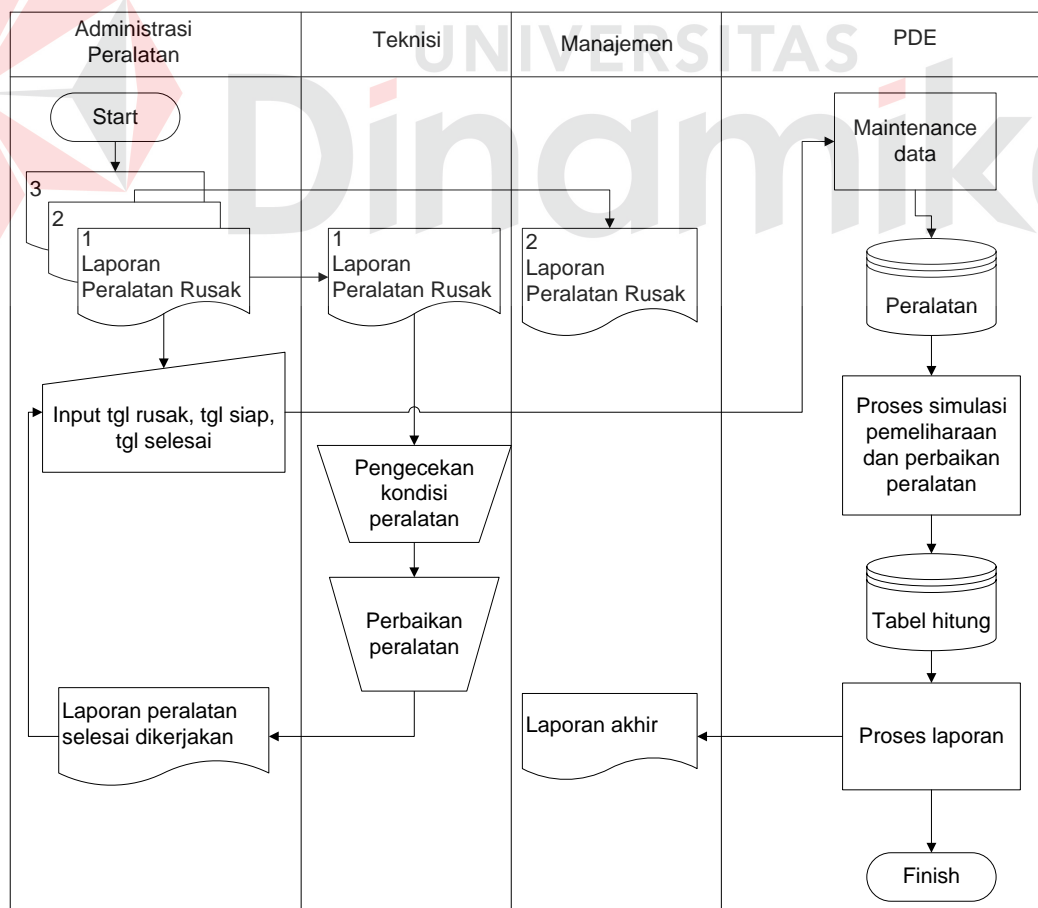
Bila frekuensi amatan lebih dekat dengan fekuensi harapan padanannnya maka nilai  $\chi^2$  akan lebih kecil dan menunjukkan kesesuaian yang baik, sebaliknya bila frekuensi amatan cukup berbeda dengan frekuensi harapan maka nilai  $\chi^2$  akan besar dan menunjukkan kesesuaian yang jelek. Kesesuaian yang baik akan mendukung penolakan yaitu  $H_1$ . Kesesuaian akan dibandingkan dengan daerah penolakan hipotesa yang terjadi pada ujung kanan khi-kuadrat untuk taraf keberartian  $\alpha$ , kemudian dicari nilai kritis  $\chi^2 \alpha$  dari tabel khi-kuadrat untuk  $\chi^2 > \chi^2 \alpha$  menyatakan tolak hipotesa  $H_0$ . Uji statistik khi-kuadrat akan diterima bila  $\chi^2 < \chi^2 \alpha$ .

### 3.4 Perancangan Sistem

Setelah tahap analisa sistem selesai dilakukan, tahap berikutnya dari siklus pengembangan sistem adalah perancangan sistem. Pada tahap ini terdapat aktifitas pendefinisian kebutuhan-kebutuhan fungsional dan persiapan untuk rancang bangun hingga implementasi dari sistem informasi. Langkah-langkah yang dilakukan dalam tahap perancangan sistem adalah:

#### 3.4.1 Membuat diagram alir dari sistem

Aliran sistem adalah bagan yang menunjukkan arus perhitungan pekerjaan secara menyeluruh dari suatu sistem yang menjelaskan urutan prosedur-prosedur yang terdapat di dalam sistem.



Gambar 3.1. Sistem Flow Simulasi Pemeliharaan atau Perbaikan Peralatan

Keterangan:

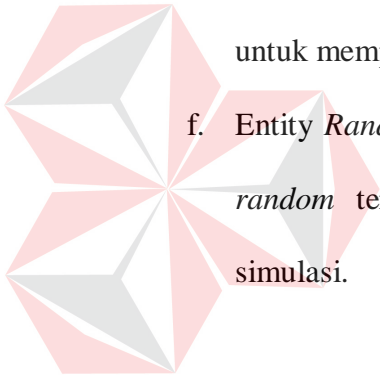
- a. Administrasi peralatan akan memberikan laporan setiap kali ada kerusakan atau pemeliharaan peralatan keteknisi dan pihak manajemen sekaligus mencatat data kerusakan termasuk tanggal rusak atau tanggal pemeliharannya.
- b. Dari laporan yang dibuat oleh administrasi peralatan maka pihak teknisi melakukan pengecekan terhadap kondisi peralatan dan memberikan laporan balik ke pihak administrasi peralatan ketika peralatan tersebut siap dikerjakan dan telah selesai perbaikan atau pemeliharannya.
- c. Berdasarkan laporan kerusakan dari administrasi peralatan serta laporan kesiapan dan penyelesaian perbaikan atau pemeliharaan terhadap peralatan dengan data *store* peralatan yang berperan dalam proses simulasi selanjutnya.
- d. Hasil proses simulasi disimpan ke data *store* tabel hitung yang nantinya bermanfaat untuk menghasilkan laporan dan saran keputusan bagi pihak manajemen.

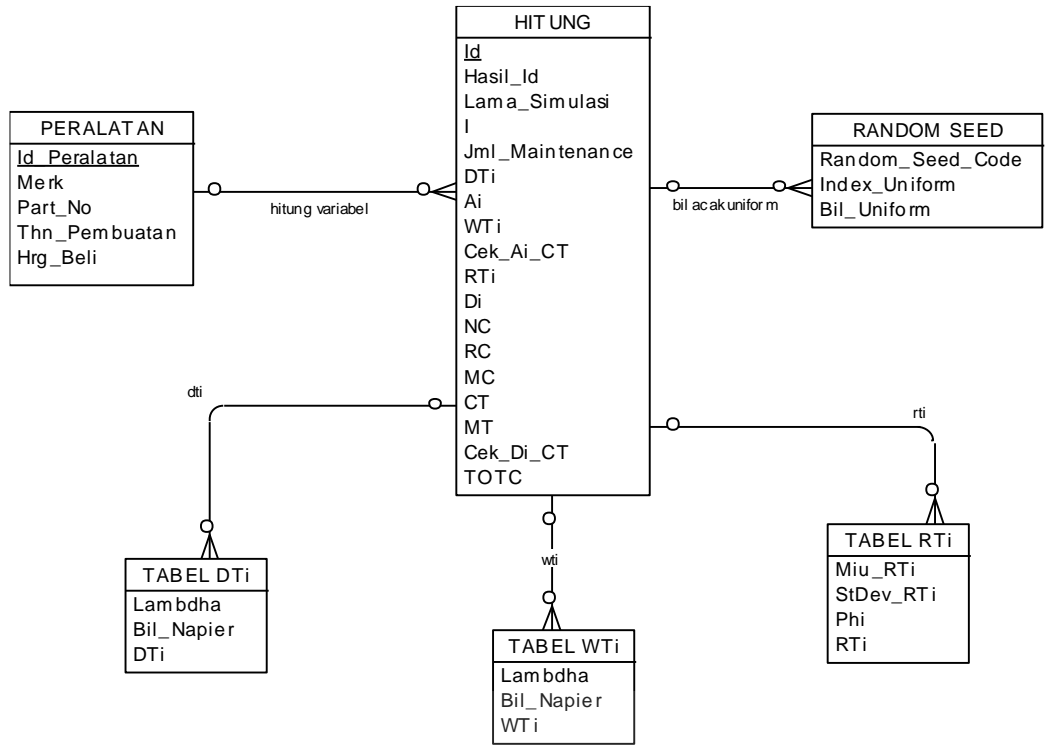
### 3.4.2 Membuat Entity Relationship Diagram

*Entity relationship diagram* (ERD) digunakan untuk menginterpretasikan, menentukan dan mendokumentasikan kebutuhan-kebutuhan untuk sistem pemrosesan database. ERD menyediakan bentuk untuk menunjukkan struktur keseluruhan kebutuhan data dari pemakai.

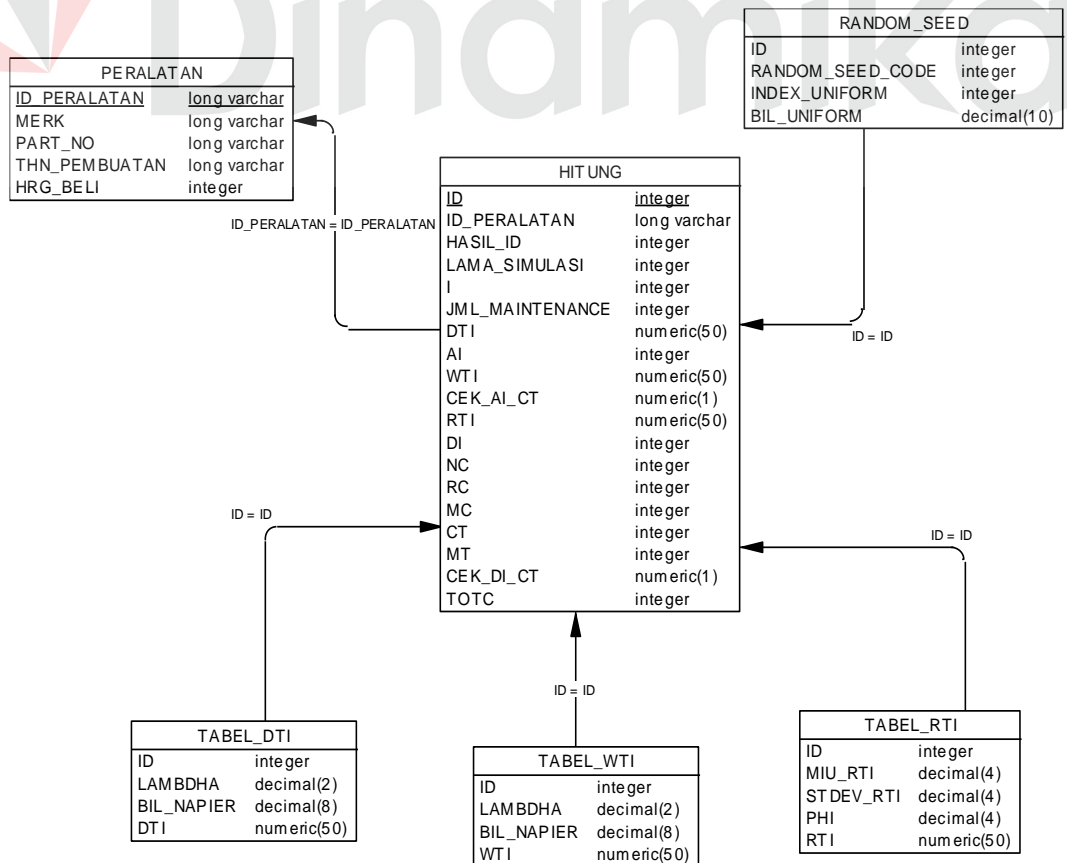
Dalam perancangan sistem ini penulis membuat beberapa *entity* yang saling terkait untuk menyediakan data-data yang dibutuhkan oleh sistem yaitu:

- a. Entity Peralatan, menyimpan master data peralatan.
- b. Entity Hitung, menyimpan data perhitungan variabel-variabel yang sudah *digenerate* secara detail.
- c. Entity Tabel\_DT<sub>i</sub>, menyimpan nilai variabel DT<sub>i</sub> (lamanya peralatan berfungsi sebelum terjadinya kerusakan).
- d. Entity Tabel\_WT<sub>i</sub>, menyimpan nilai variabel WT<sub>i</sub> (waktu tunggu untuk siap dikerjakan).
- e. Entity Tabel\_RT<sub>i</sub>, menyimpan nilai variabel RT<sub>i</sub> (waktu yang dibutuhkan untuk memperbaiki kerusakan ke-i).
- f. Entity *Random\_Seed*, menyimpan nilai *random seed* dan index dari bilangan *random* termasuk bilangan random yang akan digunakan dalam proses simulasi.





Gambar 3.2 CDM (Conseptual Data Model)





Gambar 3.3 PDM (*Physical Data Model*)

### 3.4.3 Membuat Struktur Database

Dalam hal merancang struktur tabel yang diperlukan, meliputi nama tabel, nama *field*, tipe data, serta data pelengkap seperti *primary key*, *foreign key* dan sebagainya. Rancangan basis data aplikasi ini terdiri dari tabel-tabel sebagai berikut:

#### a. Database Peralatan

Nama Tabel : Peralatan

Fungsi : Untuk menyimpan master data peralatan

Primary Key : Id\_Peralatan

Foreign Key : -

Tabel 3.25. Peralatan

Nama Field	Tipe Data	Key	Keterangan
Id_Peralatan	Text	PK	Id Peralatan
Merk	Text		Merk Peralatan
Thn_Pembuatan	Text		Tahun Pembuatan atau Pembelian
Part_No	Text		Deskripsi Peralatan Pengisi Bahan Bakar Umum
Hrg_Beli	Integer		Harga Pembelian Peralatan

#### b. Database DT<sub>i</sub>

Nama Tabel : Tabel\_DT<sub>i</sub>

Fungsi : Untuk menyimpan nilai variabel DT<sub>i</sub> (lamanya peralatan berfungsi sebelum terjadi kerusakan).

Primary Key : -

Foreign Key : -

Tabel 3.26. Tabel\_DT<sub>i</sub>

<b>Nama Field</b>	<b>Tipe Data</b>	<b>Key</b>	<b>Keterangan</b>
Lambdha	Decimal		Nilai lambdha untuk DT <sub>i</sub>
Bil_Napier	Decimal		Bilangan Napier
DT <sub>i</sub>	Number		Nilai DT <sub>i</sub>

**c. Database WT<sub>i</sub>**

Nama Tabel : Tabel\_WT<sub>i</sub>

Fungsi : Untuk menyimpan nilai variabel WT<sub>i</sub> (waktu tunggu untuk siap dikerjakan).

Primary Key : -

Foreign Key : -

Tabel 3.27. Tabel\_WT<sub>i</sub>

<b>Nama Field</b>	<b>Tipe Data</b>	<b>Key</b>	<b>Keterangan</b>
Lambdha	Decimal		Nilai lambdha untuk WT <sub>i</sub>
Bil_Napier	Decimal		Bilangan Napier
WT <sub>i</sub>	Number		Nilai WT <sub>i</sub>

**d. Database RT<sub>i</sub>**

Nama Tabel : Tabel\_RT<sub>i</sub>

Fungsi : Untuk menyimpan nilai variabel RT<sub>i</sub> (waktu yang dibutuhkan untuk memperbaiki kerusakan ke-i).

Primary Key : -

Foreign Key : -

Tabel 3.28. Tabel\_RT<sub>i</sub>

<b>Nama Field</b>	<b>Tipe Data</b>	<b>Key</b>	<b>Keterangan</b>
Miu_RT <sub>i</sub>	Decimal		Nilai mean untuk RT <sub>i</sub>

Stdev_RT <sub>i</sub>	Decimal		Nilai standar deviasi untuk RT <sub>i</sub>
Phi	Decimal		Nilai phi
RT <sub>i</sub>	Number		Nilai RT <sub>i</sub>

### e. Database Hitung

Nama Tabel : Hitung

Fungsi : Untuk menyimpan data perhitungan variabel-variabel yang sudah digenerate secara detail

Primary Key : Id

Foreign Key : -

Tabel 3.29. Hitung

Nama Field	Tipe Data	Key	Keterangan
Id	Integer	PK	Id untuk setiap proses perhitungan
I	Integer		Proses ke-i
DT <sub>i</sub>	Number		Interval waktu antara penyelesaian perbaikan ke (i-1) dengan kejadian rusak i
A <sub>i</sub>	Integer		Waktu terjadinya kerusakan ke-i
Hasil_Id	Integer		Banyaknya percobaan simulasi yang pernah dilakukan
WT <sub>i</sub>	Number		Waktu tunggu sejak peralatan rusak sampai kondisi siap dikerjakan
CekA <sub>i</sub> <CT	Boolean		Apakah A <sub>i</sub> <CT
RT <sub>i</sub>	Number		Waktu yang dibutuhkan untuk memperbaiki kerusakan ke-i
D <sub>i</sub>	Integer		Waktu telah selesainya diperbaiki peralatan yang rusak
RC	Number		Biaya perbaikan
CekD <sub>i</sub> <CT	Boolean		Apakah D <sub>i</sub> <CT
MC	Number		Biaya pemeliharaan
NC	Integer		Jumlah siklus pemeliharaan dalam periode simulasi
RC	Integer		Biaya perbaikan
MC	Integer		Biaya pemeliharaan
CT	Integer		Waktu siklus
MT	Integer		Waktu yang dibutuhkan untuk melaksanakan pemeliharaan rutin
TOTC	Integer		Total biaya perbaikan dan biaya pemeliharaan

#### f. Database Random\_Seed

Nama Tabel	: Random_Seed
Fungsi	: Untuk menyimpan nilai random seed maupun bilangan random yang digunakan
Primary Key	: -
Foreign Key	: -

Tabel 3.30. Random\_Seed

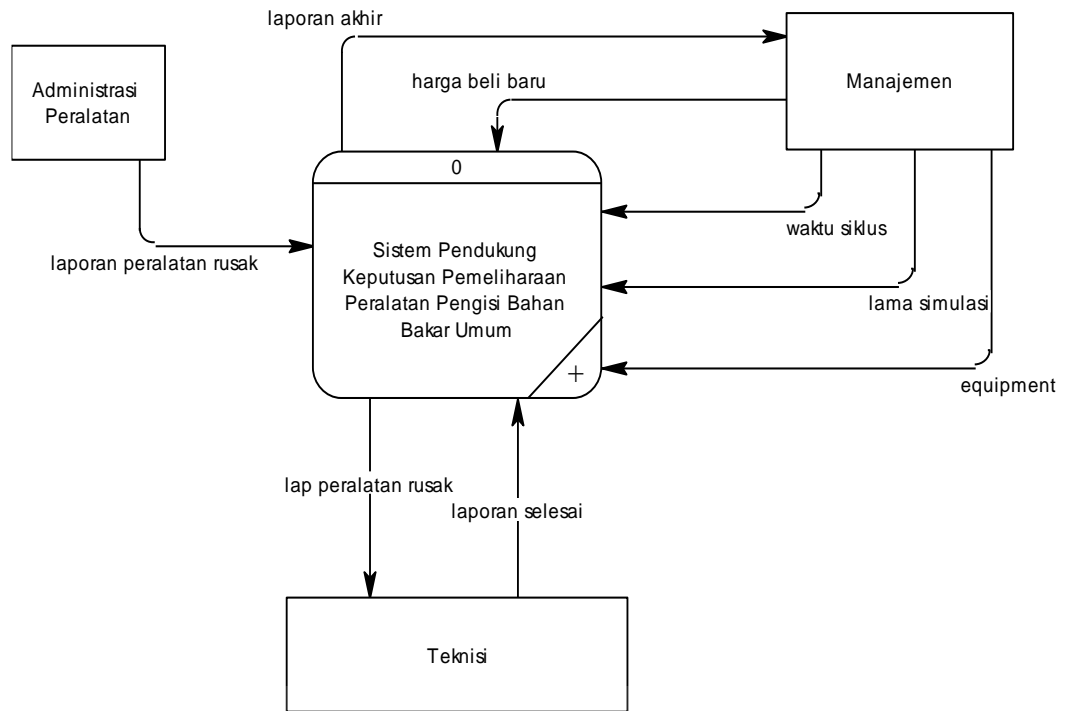
Nama Field	Tipe Data	Key	Keterangan
Random_Seed_Code	Integer		Nilai dari random seed
Index_Unifom	Integer		Index dari bilangan random
Bil_Uniform	Decimal		Bilangan random yang digunakan

#### 3.4.4 Membuat Data Flow Diagram

Data Flow Diagram berfungsi untuk menggambarkan proses aliran data yang terjadi dalam sistem dari tingkat tertinggi sampai yang terendah, yang memungkinkan untuk melakukan dekomposisi atau membagi sistem ke dalam bagian-bagian yang lebih kecil dan lebih sederhana. Data Flow Diagram dari aplikasi ini dapat dilihat pada gambar berikut :

##### a. Context Diagram

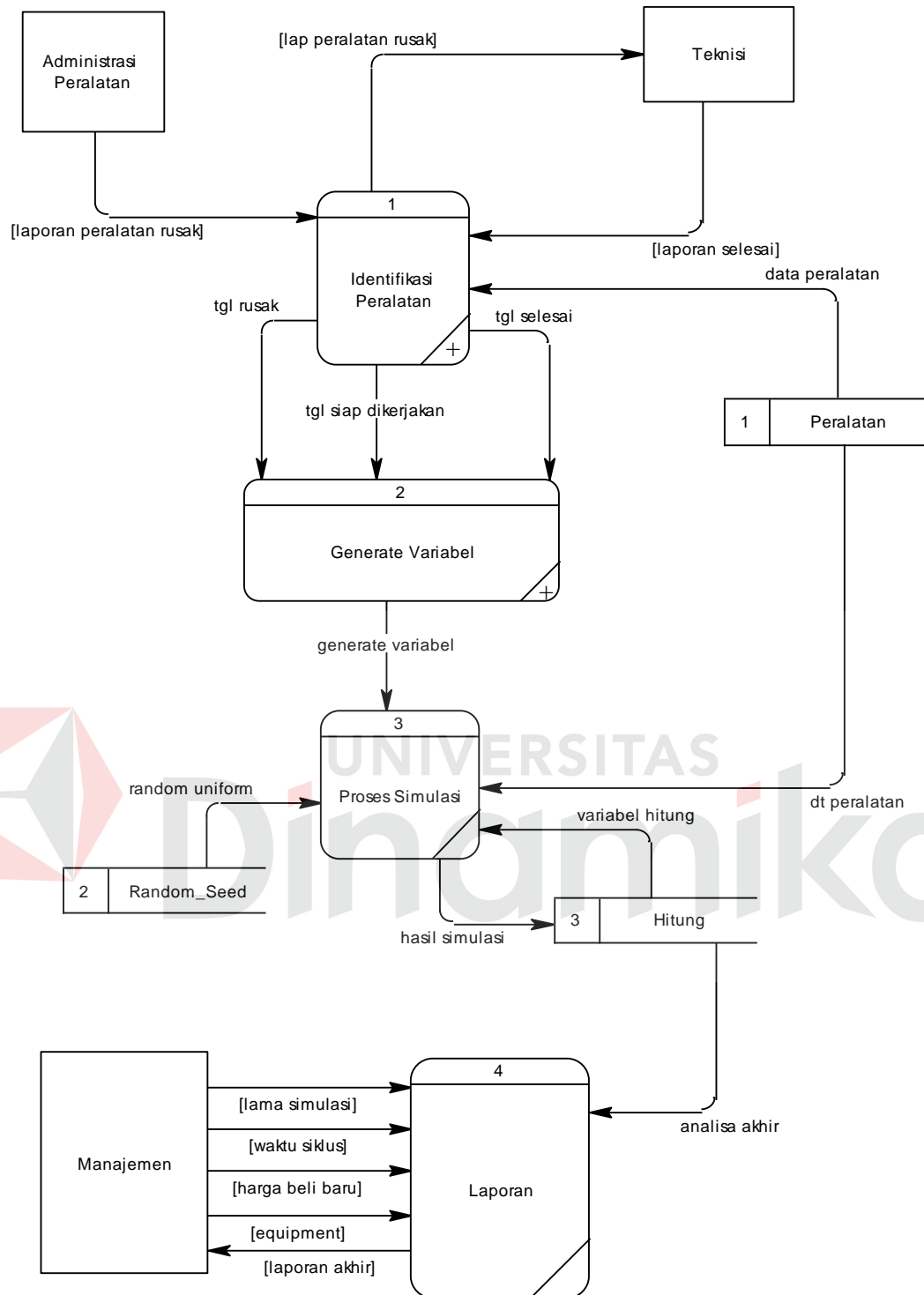
*Context diagram* menggambarkan proses aliran data yang terjadi dalam sistem secara garis besarnya. Selanjutnya *context diagram* dapat didekomposisi menjadi Data Flow Diagram level 0 yang menjelaskan proses pada level yang lebih tinggi.



Gambar 3.4. Context Diagram

## b. DFD Level 0

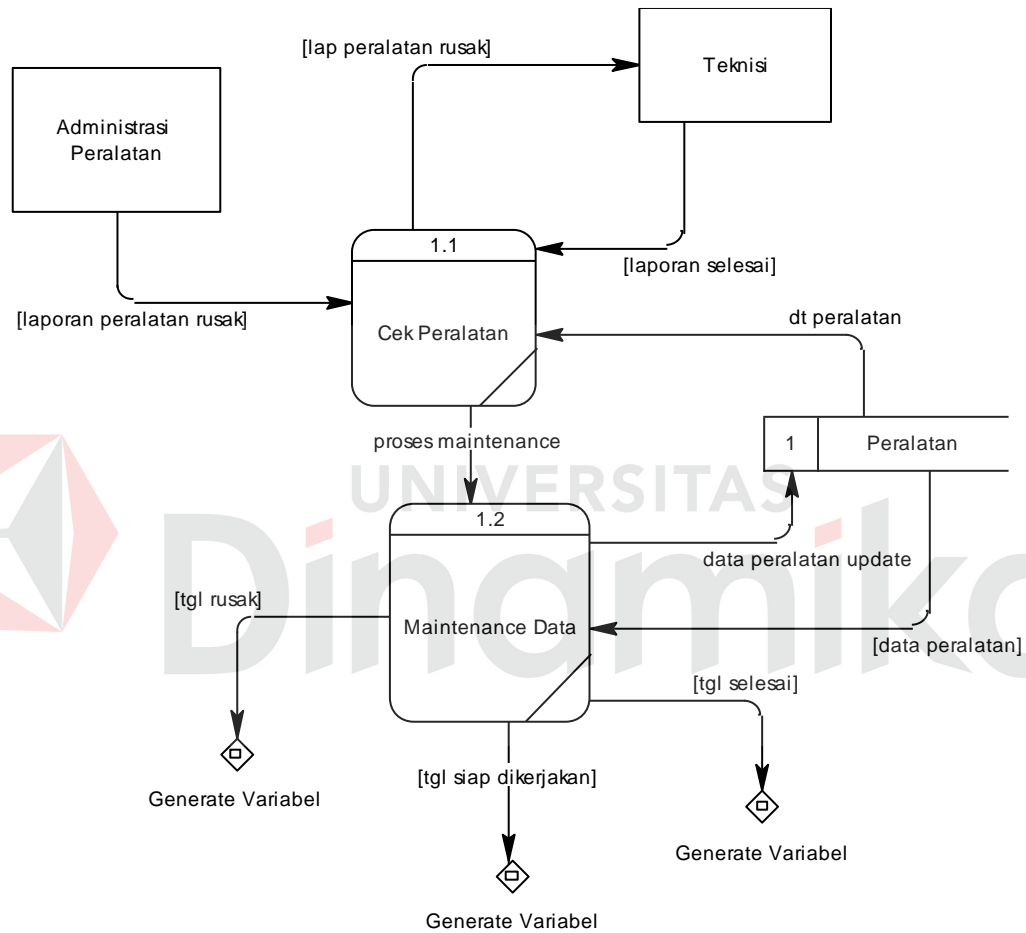
Data Flow Diagram Level 0 terdiri atas empat proses yaitu proses identifikasi peralatan, proses generate variabel, proses simulasi dan proses laporan. Selain itu terdapat entitas yang berperan dan manajemen.



Gambar 3.5. DFD Level 0

c. DFD Level 1 Proses Identifikasi Peralatan

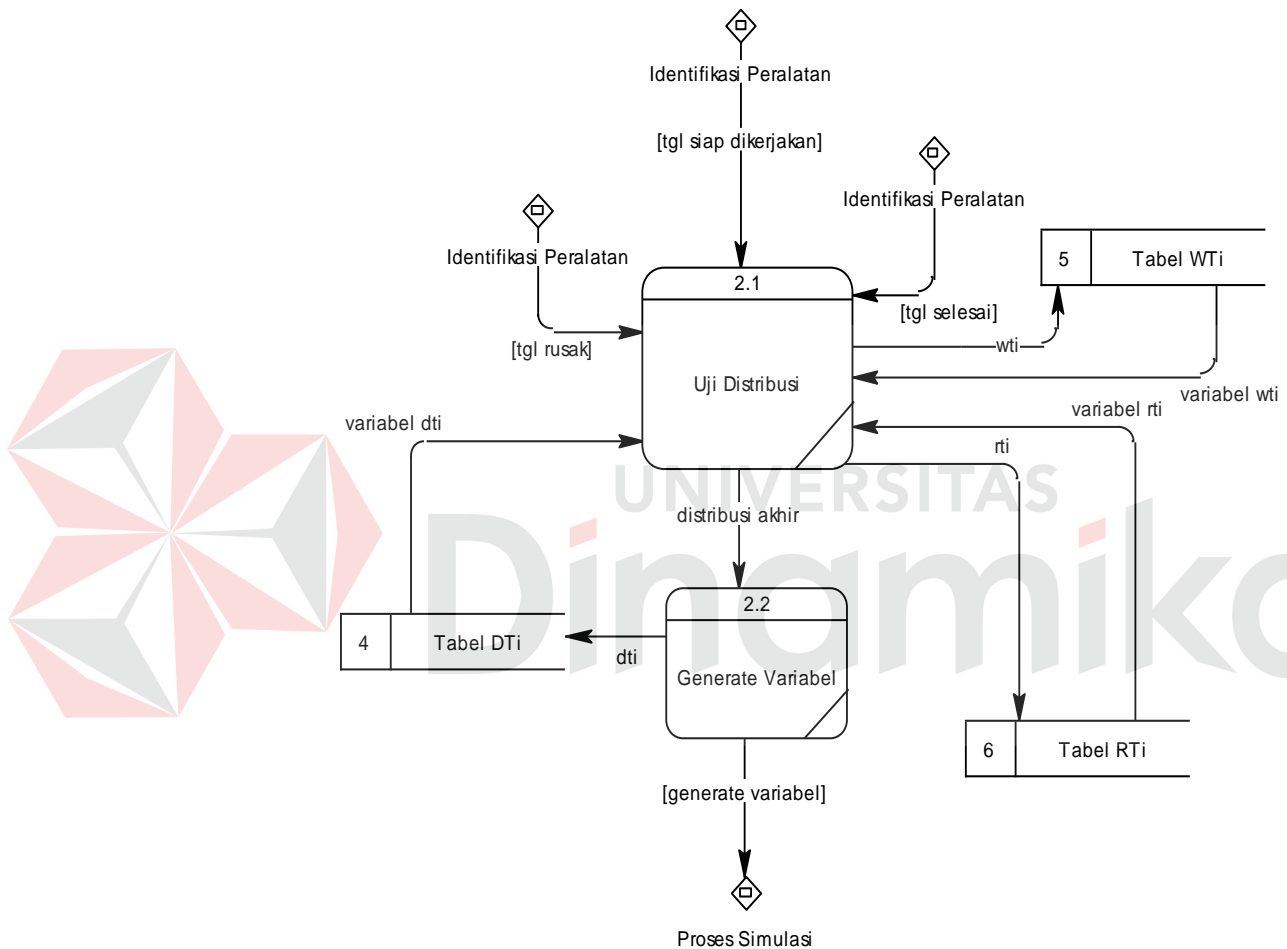
Pada level ini dijelaskan dekomposisi dari proses identifikasi peralatan. Pada level ini ada dua proses yaitu proses cek peralatan dan proses maintenance data peralatan dan dari proses tersebut akan berlanjut ke proses *generate* variabel. Selain itu terdapat entitas yang berperan.



Gambar 3.6. DFD Level 1 Identifikasi Peralatan

d. DFD Level 1 Proses Generate Variabel

Pada level ini dijelaskan dekomposisi dari proses *generate* variabel. Pada level ini ada dua proses yaitu proses uji distribusi dan proses *generate* variabel dan dari proses tersebut akan berlanjut ke proses simulasi.



Gambar 3.7. DFD Level 1 Generate Variabel

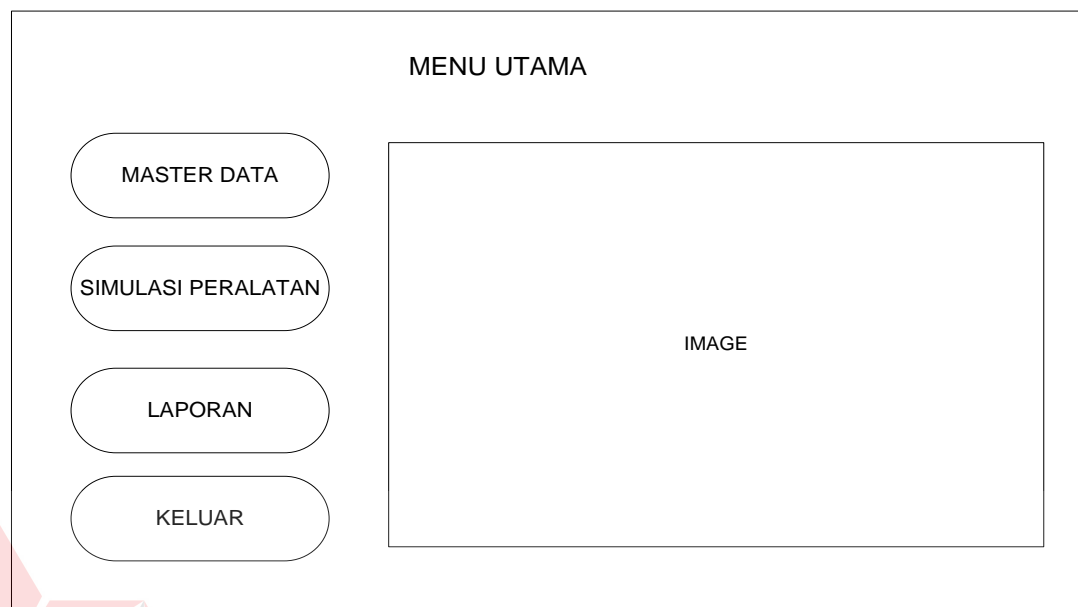
### 3.5 Rancangan Input Output

Rancangan input yang digunakan pada sistem ini dibuat berdasarkan konsep interaksi manusia dan komputer. Rancangan input output sistem ini terdiri



atas dialog proses demi proses yang dilakukan selama pengguna memberikan input dan mendapatkan output sistem. Rancangan input output ini meliputi :

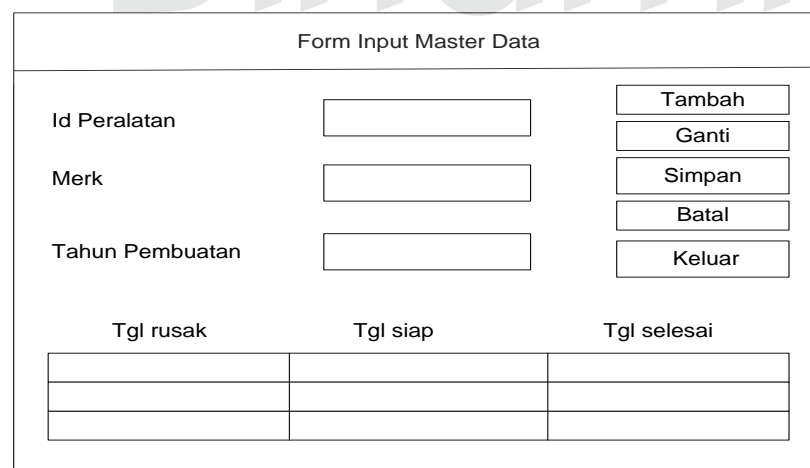
### A. Desain Form Menu Utama



The image shows a main menu form titled "MENU UTAMA". On the left side, there are four rounded rectangular buttons stacked vertically, labeled "MASTER DATA", "SIMULASI PERALATAN", "LAPORAN", and "KELUAR". To the right of these buttons is a large rectangular area labeled "IMAGE", which is currently empty.

Gambar 3.8. Desain Form Menu Utama

### B. Desain Form Input Data Master



The image shows a form titled "Form Input Master Data". It contains several input fields and buttons. On the left, there are three rows of labels and input boxes: "Id Peralatan", "Merk", and "Tahun Pembuatan". To the right of these are five buttons: "Tambah", "Ganti", "Simpan", "Batal", and "Keluar". Below these are three columns of labels: "Tgl rusak", "Tgl siap", and "Tgl selesai". At the bottom, there is a table with three columns and three rows, corresponding to the labels above.

Tgl rusak	Tgl siap	Tgl selesai

Gambar 3.9. Desain Form Input Data Master

### C. Desain Form Cari Peralatan

Find Equipment			
Nomor	Merk	Thn Pembelian	PartNo

Find

Refresh

Exit

Gambar 3.10. Desain Form Cari Peralatan

### D. Desain Form Simulasi Peralatan

Simulasi Peralatan				
Simulasi berapa tahun	Biaya tiap peralatan	Jenis Distribusi DTi	Jenis Distribusi WTi	Jenis Distribusi RTi
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Waktu siklus pemeliharaan rutin	Waktu untuk pemeliharaan rutin	Mean DTi	Lambdha WTi	Mean RTi
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Jumlah hari simulasi		Standar deviasi DTi		Standar deviasi RTi
<input type="text"/>		<input type="text"/>		<input type="text"/>
Biaya setiap perbaikan				
<input type="text"/>				
Peralatan	<input type="text"/>			
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

Simpan

Refresh

Generate

Gambar 3.11. Desain Form Simulasi Peralatan

### E. Desain Form Laporan

Laporan				
<p>Berdasarkan</p> <p> <input type="radio"/> Semua           <input type="radio"/> Lama simulasi <input style="width: 80px;" type="text"/> <input type="radio"/> Peralatan <input style="width: 80px;" type="text"/> <input type="radio"/> Waktu siklus <input style="width: 80px;" type="text"/> </p>				
			<input type="button" value="Generate Laporan"/>	
			<input type="button" value="Grafik"/>	
			<input type="button" value="Refresh"/>	
Laporan Sistem Pendukung Keputusan Peralatan				

Gambar 3.12. Desain Form Laporan

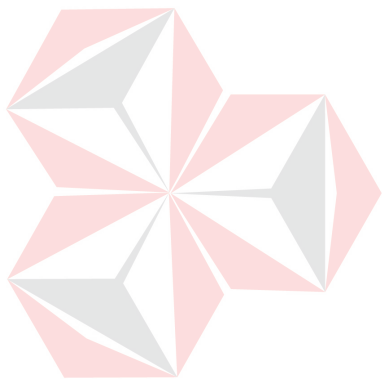
### F. Desain Form Sub Laporan

Laporan Simulasi Hari , Tanggal					
Nomor : Merk : Thn Beli : Part No :					
Lama simulasi	TOTC	Waktu siklus rutin	Biaya perbaikan	Biaya pemeliharaan	Waktu pemeliharaan
Nilai TOTC berdasarkan lama simulasi dan siklus rutin					
TOTC					
	Lama simulasi				

Gambar 3.13. Desain Form Sub Laporan

### 3.6 Uji Coba Rancangan Sistem

Dari uji coba rancangan sistem tersebut dapat ditarik kesimpulan bahwa rancangan sistem ini dapat menjelaskan langkah-langkah dalam implementasi aplikasi yang akan dibuat hingga menghasilkan laporan yang diperlukan oleh pihak manajemen.



UNIVERSITAS  
**Dinamika**

## BAB IV

### IMPLEMENTASI DAN EVALUASI

#### 4.1 Implementasi Sistem

Implementasi perangkat lunak ini berupa aplikasi pemrograman yang menerapkan model simulasi perbaikan dan pemeliharaan peralatan untuk mensimulasikan pemeliharaan peralatan pengisi bahan bakar umum di PT. Pertamina.

Perangkat lunak ini dibuat dengan menggunakan bahasa pemrograman *Visual Basic 6.0* yang dijalankan pada Sistem Operasi Windows. Dan dari hasil analisa permasalahan dan perancangan sistem diperoleh rancangan input dan output yang selanjutnya diimplementasikan menjadi sebuah sistem baru yang diharapkan.

##### 4.1.1 Kebutuhan Sistem

Dalam tahap ini dijelaskan mengenai implementasi perangkat lunak yang telah dikembangkan. Sistem pendukung keputusan pemeliharaan dan perbaikan peralatan pengisi bahan bakar umum ini memerlukan perangkat lunak (*software*) dan perangkat keras (*hardware*) agar dapat berjalan sesuai dengan yang diharapkan dimana spesifikasi perangkat lunak yang digunakan antara lain sebagai berikut:

- a. Sistem operasi windows XP dan 9x
- b. Database untuk mengolah data adalah *Microsoft Access*
- c. Program aplikasi adalah *Microsoft Visual Basic 6.0*

- d. Untuk pembuatan desain menggunakan *Power Designer 6 32-bit*
- e. Untuk laporan menggunakan *Seagate Crystal Report 8.5*

Sedangkan perangkat keras yang digunakan antara lain:

- a. Processor minimal Intel Pentium II
- b. RAM minimal 256 DDR 3200 MB
- c. Harddisk 20 GB
- d. VGA HIS Atiradeon 9250 128 MB
- e. Monitor LG 15 inch
- f. Mouse dan keyboard

#### **4.1.2 Instalasi Program**

Untuk menjalankan Sistem Pendukung Keputusan Pemeliharaan dan Perbaikan Peralatan Pengisi Bahan Bakar Umum, dibutuhkan perangkat lunak yang sudah terinstal. Adapun tahap instalasi antara lain:

- a. Instal Sistem Operasi Windows XP atau 9x
- b. Instal aplikasi pemrograman *Microsoft Visual Basic 6.0*
- c. Instal aplikasi database *Microsoft Access*
- d. Instal aplikasi *Seagate Crystal Report 8.5*

#### **4.1.3 Penjelasan Pemakaian Program**

Setelah melakukan tahap-tahap instalasi program, pengguna yang dalam hal ini adalah pengambil keputusan dapat berinteraksi dengan sistem melalui form-form berikut ini yaitu:

### A. Form Menu Utama



Gambar 4.1. Form Menu Utama

Pada form utama ini terdiri atas menu master data, simulasi peralatan, laporan, info programmer, dan keluar dari aplikasi.

## B. Form Master Data

Form Master Data

Master Data  
maintenance data peralatan...

Nomor: 1004

Tahun Pembelian: 1999

Merk: GIBRALTAR

Manuf. Part. No.: GBL-001

Harga Beli: Rp 2.500.000

Simpan Batal


Insert Update Delete Exit

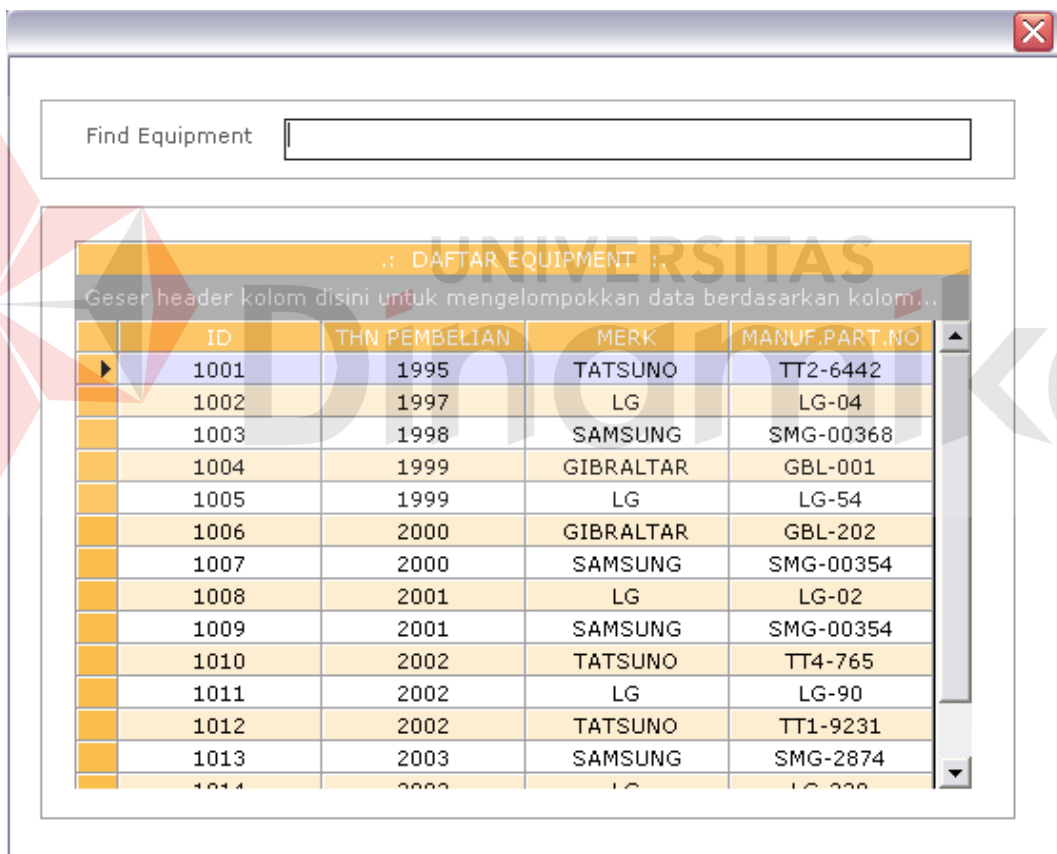
PROSES KEJADIAN RUSAK PERALATAN		
Geser header kolom disini untuk mengelompokkan data berd.		
TGL RUSAK	TGL SIAP KERJA	TGL SELESAI
15/12/1999	16/12/1999	20/12/1999
03/04/2000	03/04/2000	07/04/2000
12/10/2001	13/10/2001	21/10/2001
22/03/2001	23/03/2001	26/03/2001
17/09/2002	18/09/2002	22/09/2002
06/02/2002	07/02/2002	11/02/2002

Gambar 4.2. Form Master Data

Pada menu master data ini merupakan menu yang berfungsi untuk proses menginputkan data, mengedit data, dan menghapus data peralatan beserta input transaksi tanggal setiap ada perbaikan atau pemeliharaan peralatan. Adapun



fasilitas tombol yang ada pada form master data terdiri atas tombol simpan untuk menyimpan data, tombol batal untuk membatalkan proses-proses seperti proses simpan, proses insert, proses update, dan proses hapus. Tombol insert untuk menginputkan data, tombol update untuk mengedit data, tombol delete untuk menghapus data, dan tombol exit untuk keluar dari aplikasi. Sedangkan tombol  digunakan untuk melakukan menu pencarian berdasarkan merk peralatan untuk memudahkan proses maintenance data peralatan seperti gambar 4.3 di bawah ini.



ID	THN PEMBELIAN	MERK	MANUF.PART.NO
1001	1995	TATSUNO	TT2-6442
1002	1997	LG	LG-04
1003	1998	SAMSUNG	SMG-00368
1004	1999	GIBRALTAR	GBL-001
1005	1999	LG	LG-54
1006	2000	GIBRALTAR	GBL-202
1007	2000	SAMSUNG	SMG-00354
1008	2001	LG	LG-02
1009	2001	SAMSUNG	SMG-00354
1010	2002	TATSUNO	TT4-765
1011	2002	LG	LG-90
1012	2002	TATSUNO	TT1-9231
1013	2003	SAMSUNG	SMG-2874
1014	2003	LG	LG-288

Gambar 4.3. Form Menu Pencarian

### C. Form Simulasi Peralatan

: SIMULASI PERALATAN :								
i	Interval W...	Jml Mainte...	Terjadinya...	Waktu Tun...	0<A1<CT	Waktu Per...	Waktu	
1	4	0	4	4	Yes	4,33277	12,33	
2	8	0	20,33277	8	Yes	3,20851	31,54	
3	12	0	43,54128	12	Yes	3,89968	59,44	
4	14	0	73,44096	14	Yes	3,72471	91,16	
5	20	0	111,16567	20	Yes	3,1856	134,3	
6	23	0	157,35127	23	Yes	4,56371	184,9	

Gambar 4.4. Form Simulasi Peralatan dengan Inputan Seed 4

Pada form simulasi peralatan ini dijelaskan proses simulasi perbaikan/pemeliharaan peralatan. Adapun penjelasan dari masing-masing komponen adalah sebagai berikut:

1. Textbox lama simulasi merupakan input parameter untuk menentukan berapa lama simulasi dilakukan (dalam hitungan tahun)

2. Textbox waktu siklus pemeliharaan rutin merupakan inputan waktu setiap berapa lama peralatan memerlukan pemeliharaan rutin
3. Textbox jumlah hari simulasi merupakan hasil perkalian dari inputan lama simulasi dengan jumlah hari dalam 1 tahun, yaitu 365 hari
4. Textbox waktu pemeliharaan rutin merupakan input waktu yang dibutuhkan untuk melakukan pemeliharaan setiap peralatan
5. Textbox biaya setiap perbaikan merupakan input untuk biaya setiap dilakukan perbaikan peralatan
6. Textbox biaya setiap pemeliharaan merupakan input untuk biaya setiap dilakukan pemeliharaan peralatan
7. Combobox jenis distribusi untuk  $DT_i$  merupakan pilihan untuk menentukan jenis distribusi yang digunakan untuk menggenerate  $DT_i$  (interval waktu lamanya peralatan berfungsi sebelum terjadi kerusakan), adapun pilihannya adalah jenis distribusi normal, poisson, dan eksponensial. Jika yang dipilih distribusi normal, maka yang aktif adalah textbox mean  $DT_i$  dan standard deviasi  $DT_i$ . Jika yang dipilih distribusi poisson, maka yang aktif adalah textbox lambdha  $DT_i$ . Jika yang dipilih adalah distribusi eksponensial, maka yang aktif adalah textbox alpha  $DT_i$ .
8. Mean  $DT_i$  merupakan inputan nilai mean untuk  $DT_i$  yang berdistribusi normal
9. Standard Deviasi  $DT_i$  merupakan inputan nilai standard deviasi untuk  $DT_i$  yang berdistribusi normal
10. Lambdha  $DT_i$  merupakan inputan nilai lambdha untuk  $DT_i$  yang berdistribusi poisson

11. Alpha  $DT_i$  merupakan inputan nilai alpha untuk  $DT_i$  yang berdistribusi eksponensial
12. Combobox jenis distribusi untuk  $RT_i$  merupakan pilihan untuk menentukan jenis distribusi yang digunakan untuk menggenerate  $RT_i$  (waktu yang dibutuhkan untuk memperbaiki peralatan), adapun pilihannya adalah jenis distribusi normal, poisson, dan eksponensial. Jika yang dipilih distribusi normal, maka yang aktif adalah textbox mean  $RT_i$  dan standard deviasi  $RT_i$ . Jika yang dipilih distribusi poisson, maka yang aktif adalah textbox lambdha  $RT_i$ . Jika yang dipilih adalah distribusi eksponensial, maka yang aktif adalah textbox alpha  $RT_i$ .
13. Mean  $RT_i$  merupakan inputan nilai mean untuk  $RT_i$  yang berdistribusi normal
14. Standard Deviasi  $RT_i$  merupakan inputan nilai standard deviasi untuk  $RT_i$  yang berdistribusi normal
15. Lambdha  $RT_i$  merupakan inputan nilai lambdha untuk  $RT_i$  yang berdistribusi poisson
16. Alpha  $RT_i$  merupakan inputan nilai alpha untuk  $RT_i$  yang berdistribusi eksponensial
17. Combobox jenis distribusi untuk  $WT_i$  merupakan pilihan untuk menentukan jenis distribusi yang digunakan untuk mengenerate  $WT_i$  (waktu tunggu sejak peralatan rusak sampai siap dikerjakan), adapun pilihannya adalah jenis distribusi normal, poisson, dan eksponensial. Jika yang dipilih distribusi normal, maka yang aktif adalah textbox mean  $WT_i$  dan standard deviasi  $WT_i$ . Jika yang dipilih distribusi poisson, maka yang aktif adalah textbox lambdha

WT<sub>i</sub>. Jika yang dipilih adalah distribusi eksponensial, maka yang aktif adalah textbox alpha WT<sub>i</sub>.

18. Mean WT<sub>i</sub> merupakan inputan nilai mean untuk WT<sub>i</sub> yang berdistribusi normal

19. Standard Deviasi WT<sub>i</sub> merupakan inputan nilai standard deviasi untuk WT<sub>i</sub> yang berdistribusi normal

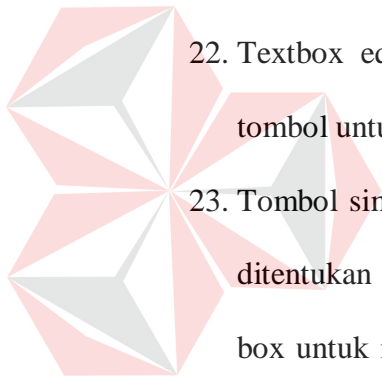
20. Lambdha WT<sub>i</sub> merupakan inputan nilai lambdha untuk WT<sub>i</sub> yang berdistribusi poisson

21. Alpha WT<sub>i</sub> merupakan inputan nilai alpha untuk WT<sub>i</sub> yang berdistribusi eksponensial

22. Textbox equipment merupakan input id equipment dengan cara mengklik tombol untuk pencarian

23. Tombol simulasi untuk proses simulasi peralatan dengan inputan yang sudah ditentukan terlebih dahulu. Ketika tombol simulasi diklik akan muncul input box untuk meminta memasukkan nilai seed yang berguna untuk menampung hasil simulasi agar tetap konstan tidak berubah bersamaan dengan terciptanya bilangan acak. Nilai seed yaitu antara  $-2^{16}$  sampai dengan  $2^{16} - 1$ . Tombol refresh untuk membersihkan tampilan sehingga bisa untuk melakukan proses simulasi lainnya

24. Tombol exit untuk keluar dari aplikasi



#### D. Form Laporan berdasarkan Semua Data

**Form Laporan**

Laporan  
cetak laporan simulasi...

Pilihan Analisa

Semua Data

Lama Simulasi

Equipment

Waktu Siklus

Harga Beli Unit Baru Rp 2,500.000

Analisa Laporan Grafik Refresh Exit

: LAPORAN SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN :

Geser header kolom disini untuk mengelompokkan data berdasarkan kolom...

HARGA BELI	LAMA SIMULASI	HARGA BELI B...	TOTC	SARAN
1.000.000	3	2500000	3.075	DIPERTAHANKAN
2.000.000	5	2500000	6.165	DIPERTAHANKAN
2.000.000	4	2500000	20.701.000	TIDAK DIPERTAHANKAN
2.000.000	4	2500000	11.401.250	TIDAK DIPERTAHANKAN
2.500.000	4	2500000	25.150	DIPERTAHANKAN
2.500.000	5	2500000	3.650	DIPERTAHANKAN

Keterangan Saran

Hasil Analisa Saran Keputusan :


**"Dipertahankan"** Apabila Jumlah Total Biaya Pemeliharaan (TOTC) < Harga Beli Unit Baru

**"Tidak Dipertahankan"** Apabila Jumlah Total Biaya Pemeliharaan (TOTC) > Harga Beli Unit Baru

Gambar 4.5. Form Laporan berdasarkan Semua Data

Pada form laporan ini dilakukan analisa berdasarkan semua data yang ada. Textbox harga beli unit baru adalah untuk memasukkan nilai dari pembelian unit peralatan yang baru saat ini sekaligus sebagai kontrol untuk memberikan saran kepada pihak manajemen. Untuk saran keputusan dilihat dari harga beli unit baru dan total biaya pemeliharaan (TOTC). Jika harga beli unit baru > TOTC maka dipertahankan, namun jika harga beli unit baru < TOTC maka tidak

dipertahankan. Setelah dilakukan analisa maka akan muncul laporan dan grafik total biaya pemeliharaan seperti gambar di bawah ini:



### LAPORAN ANALISA SIMULASI

PEMELIHARAAN PERALATAN PENGISIAN BAHAN BAKAR

powered by Crystal Reports 8.5

HARGA BELI : Rp **2500000**

MANUF PART NO	MERK	THN BELI	LAMA SIMULASI	TOTC	SARAN
LG-04	LG	1997	4	77.000.000,00	TIDAK DIPERTAHANKAN
LG-04	LG	1997	5	3.187,00	DIPERTAHANKAN
LG-04	LG	1997	5	9.894,00	DIPERTAHANKAN
LG-04	LG	1997	5	10.973,00	DIPERTAHANKAN
LG-04	LG	1997	5	17.256,00	DIPERTAHANKAN
LG-04	LG	1997	8	9.669.615,00	TIDAK DIPERTAHANKAN
LG-04	LG	1997	4	69.000.000,00	TIDAK DIPERTAHANKAN
SMG-00368	SAMSUNG	1998	5	2.740.000,00	TIDAK DIPERTAHANKAN
SMG-00368	SAMSUNG	1998	5	2.740.000,00	TIDAK DIPERTAHANKAN
GBL-001	GIBALTAR	1999	4	66.000.000,00	TIDAK DIPERTAHANKAN
GBL-001	GIBALTAR	1999	4	70.000.000,00	TIDAK DIPERTAHANKAN
SMG-00354	SAMSUNG	2000	5	820.000,00	DIPERTAHANKAN
SMG-00354	SAMSUNG	2001	2	100.876,00	DIPERTAHANKAN

Gambar 4.6. Laporan berdasarkan Semua Data

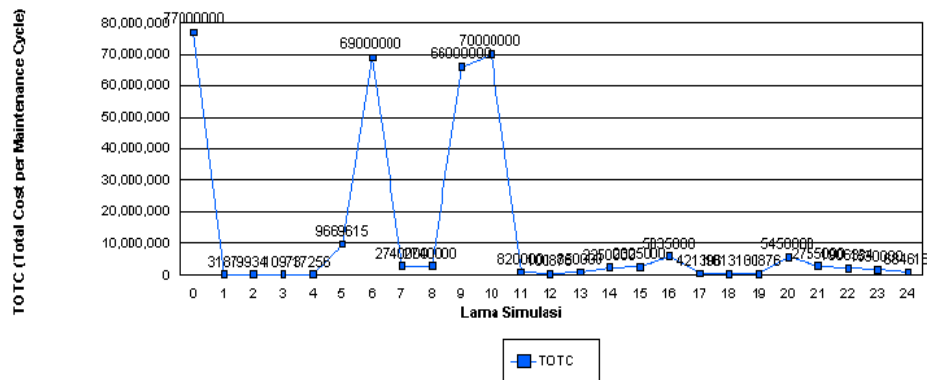


## GRAFIK ANALISA SIMULASI

PEMELIHARAAN PERALATAN PENGISTAN BAHAN BAKAR

powered by Crystal Reports 8.5

### NILAI TOTC DARI SEMUA PERALATAN



Gambar 4.7. Grafik TOTC berdasarkan Semua Data



UNIVERSITAS  
Dinamika



### E. Form Laporan berdasarkan Lama Simulasi

Form Laporan

Laporan  
cetak laporan simulasi...

Pilihan Analisa

Semua Data

Lama Simulasi 4

Equipment

Waktu Siklus

Harga Beli Unit Baru Rp 2.500.000

Analisa Laporan Grafik Refresh Exit

..: LAPORAN SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN :.

Geser header kolom disini untuk mengelompokkan data berdasarkan kolom...

	THN BELI	HARGA BELI	LAMA SIMULASI	HARGA BELI B...	TOTC	
▶	1998	2.000.000	4	2500000	20.701.000	TIDAK
	1998	2.000.000	4	2500000	11.401.250	TIDAK
	1999	2.500.000	4	2500000	25.150	DIF
	2000	3.000.000	4	2500000	6.876.244	TIDAK
	2000	3.000.000	4	2500000	12.301.000	TIDAK
	2003	4.000.000	4	2500000	12.600.225	TIDAK

Keterangan Saran

Hasil Analisa Saran Keputusan :


**"Dipertahankan"** Apabila Jumlah Total Biaya Pemeliharaan (TOTC) < Harga Beli Unit Baru

**"Tidak Dipertahankan"** Apabila Jumlah Total Biaya Pemeliharaan (TOTC) > Harga Beli Unit Baru

Gambar 4.8. Form Laporan berdasarkan Lama Simulasi

Pada form laporan ini dilakukan analisa berdasarkan lama simulasi yang pernah diinputkan pada waktu melakukan proses simulasi. Textbox harga beli unit baru adalah untuk memasukkan nilai dari pembelian unit peralatan yang baru saat ini sekaligus sebagai kontrol untuk memberikan saran kepada pihak manajemen. Untuk saran keputusan dilihat dari harga beli unit baru dan total biaya pemeliharaan (TOTC). Jika harga beli unit baru > TOTC maka dipertahankan, namun jika harga beli unit baru < TOTC maka tidak dipertahankan. Setelah

dilakukan analisa maka akan muncul laporan dan grafik total biaya pemeliharaan seperti gambar di bawah ini:




## LAPORAN ANALISA SIMULASI

PEMELIHARAAN PERALATAN PENGISIAN BAHAN BAKAR

powered by Crystal Reports 8.5

**HARGA BELI : Rp 2500000**

MANUF.PART.NO	MERK	THN BELI	LAMA SIMULASI	TOTC	SARAN
LG-04	LG	1997	4	77.000.000,00	TIDAK DIPERTAHANKAN
LG-04	LG	1997	4	69.000.000,00	TIDAK DIPERTAHANKAN
GBL-001	GIBALTAR	1999	4	70.000.000,00	TIDAK DIPERTAHANKAN
GBL-001	GIBALTAR	1999	4	66.000.000,00	TIDAK DIPERTAHANKAN
SMG-00354	SAMSUNG	2001	4	5.835.000,00	TIDAK DIPERTAHANKAN
TT1-9231	TATSUNO	2002	4	1.530.000,00	DIPERTAHANKAN



UNIVERSITAS  
**Dinamika**

Gambar 4.9. Laporan berdasarkan Lama Simulasi

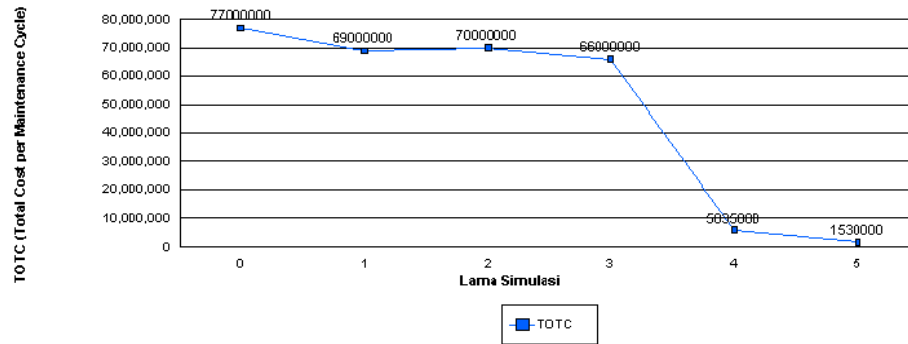


## GRAFIK ANALISA SIMULASI

PEMELIHARAAN PERALATAN PENGISIAN BAHAN BAKAR

powered by Crystal Reports 8.5

### NILAI TOTC BERDASARKAN LAMA SIMULASI



UNIVERSITAS

Dinamika

Gambar 4.10. Grafik TOTC berdasarkan Lama Simulasi

## F. Form Laporan berdasarkan Equipment

**Form Laporan**

Laporan  
cetak laporan simulasi...

Pilihan Analisa

Semua Data

Lama Simulasi

Equipment

Waktu Siklus

Harga Beli Unit Baru Rp 2.500.000

Analisa Laporan Grafik Refresh Exit

: LAPORAN SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN :

Geser header kolom disini untuk mengelompokkan data berdasarkan kolom...

	THN BELI	HARGA BELI	LAMA SIMULASI	HARGA BELI B...	TOTC	S
▶	1999	2.500.000	4	2500000	25.150	DIPER
	1999	2.500.000	5	2500000	3.650	DIPER
	1999	2.500.000	2	2500000	8.700.050	TIDAK DI
	1999	2.500.000	2	2500000	3.315	DIPER

Keterangan Saran

Hasil Analisa Saran Keputusan :


**"Dipertahankan"** Apabila Jumlah Total Biaya Pemeliharaan (TOTC) < Harga Beli Unit Baru

**"Tidak Dipertahankan"** Apabila Jumlah Total Biaya Pemeliharaan (TOTC) > Harga Beli Unit Baru

Gambar 4.11. Form Laporan berdasarkan Equipment

Pada form laporan ini dilakukan analisa berdasarkan jumlah equipment yang pernah disimulasikan. Textbox harga beli unit baru adalah untuk memasukkan nilai dari pembelian unit peralatan yang baru saat ini sekaligus sebagai kontrol untuk memberikan saran kepada pihak manajemen. Untuk saran keputusan dilihat dari harga beli unit baru dan total biaya pemeliharaan (TOTC). Jika harga beli unit baru > TOTC maka dipertahankan, namun jika harga beli unit

baru < TOTC maka tidak dipertahankan. Setelah dilakukan analisa maka akan muncul laporan dan grafik total biaya pemeliharaan seperti gambar di bawah ini:



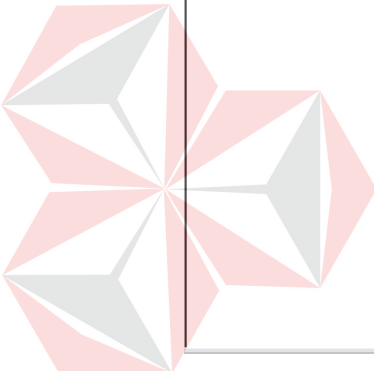
### LAPORAN ANALISA SIMULASI

PEMELIHARAAN PERALATAN PENGISIAN BAHAN BAKAR

powered by Crystal Reports 8.5

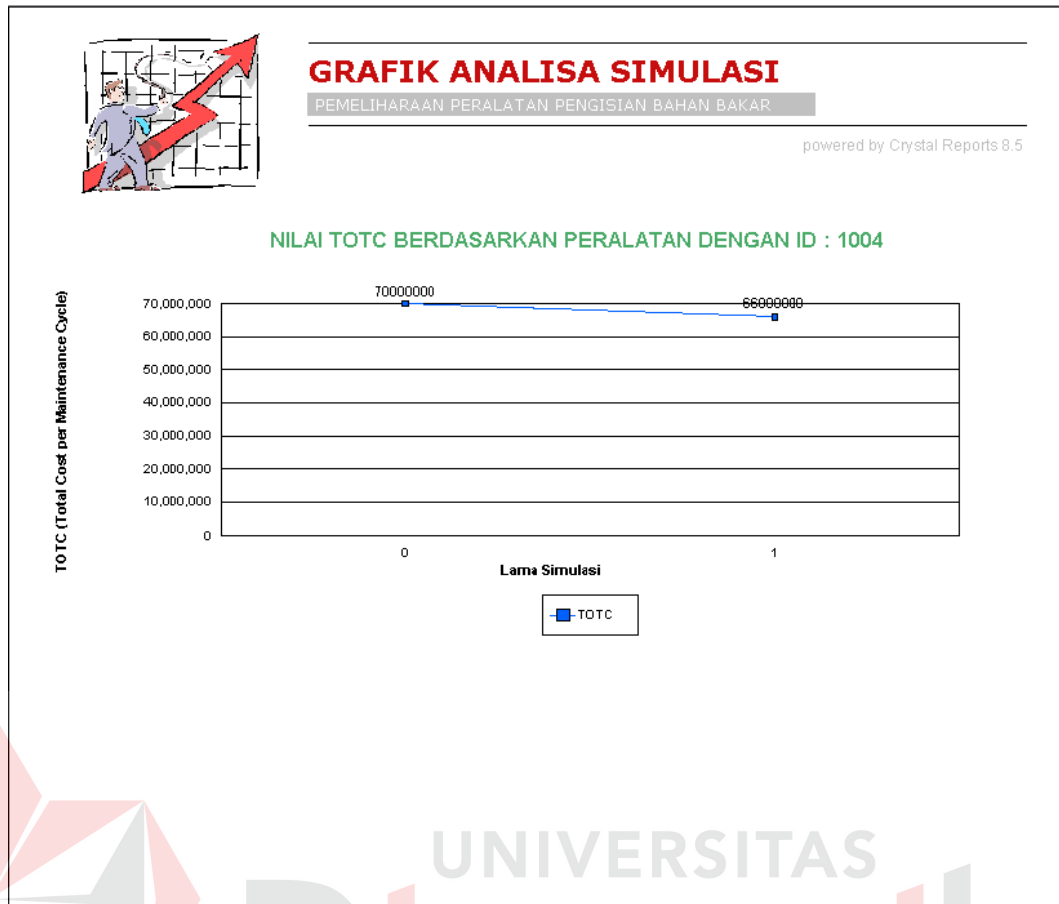
HARGA BELI : Rp **2500000**

MANUF.PART.NO	MERK	THN BELI	LAMA SIMULASI	TOTC	SARAN
GBL-001	GBRALTAR	1999	4	70.000.000,00	TIDAK DIPERTAHANKAN
GBL-001	GBRALTAR	1999	4	66.000.000,00	TIDAK DIPERTAHANKAN



UNIVERSITAS  
**Dinamika**

Gambar 4.12. Laporan berdasarkan Equipment



Gambar 4.13. Grafik TOTC berdasarkan Equipment

### G. Form Laporan berdasarkan Waktu Siklus

**Form Laporan**

Laporan  
cetak laporan simulasi...

Pilihan Analisa

Semua Data

Lama Simulasi

Equipment

Waktu Siklus

Harga Beli Unit Baru Rp 2.500.000

Analisa Laporan Grafik Refresh Exit

: LAPORAN SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN :

Geser header kolom disini untuk mengelompokkan data berdasarkan kolom...

MERK	THN BELI	HARGA BELI	LAMA SIMULASI	HARGA BELI B...	
TATSUNO	1995	1.000.000	3	2500000	
SAMSUNG	1998	2.000.000	4	2500000	11.
LG	1999	2.500.000	5	2500000	
LG	1999	2.500.000	2	2500000	
GIBRALTAR	1999	2.500.000	5	2500000	10.
GIBRALTAR	2000	3.000.000	4	2500000	12.

Keterangan Saran

Hasil Analisa Saran Keputusan :


**"Dipertahankan"** Apabila Jumlah Total Biaya Pemeliharaan (TOTC) < Harga Beli Unit Baru

**"Tidak Dipertahankan"** Apabila Jumlah Total Biaya Pemeliharaan (TOTC) > Harga Beli Unit Baru

Gambar 4.14. Form Laporan berdasarkan Waktu Siklus

Pada form laporan ini dilakukan analisa berdasarkan waktu siklus yang pernah disimulasikan. Textbox harga beli unit baru adalah untuk memasukkan nilai dari pembelian unit peralatan yang baru saat ini sekaligus sebagai kontrol untuk memberikan saran kepada pihak manajemen. Untuk saran keputusan dilihat dari harga beli unit baru dan total biaya pemeliharaan (TOTC). Jika harga beli unit baru > TOTC maka dipertahankan, namun jika harga beli unit baru < TOTC maka

tidak dipertahankan. Setelah dilakukan analisa maka akan muncul laporan dan grafik total biaya pemeliharaan seperti gambar di bawah ini:



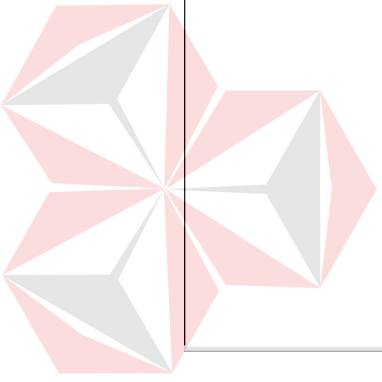
## LAPORAN ANALISA SIMULASI

PEMELIHARAAN PERALATAN PENGISIAN BAHAN BAKAR

powered by Crystal Reports 8.5

**HARGA BELI : Rp 2500000**

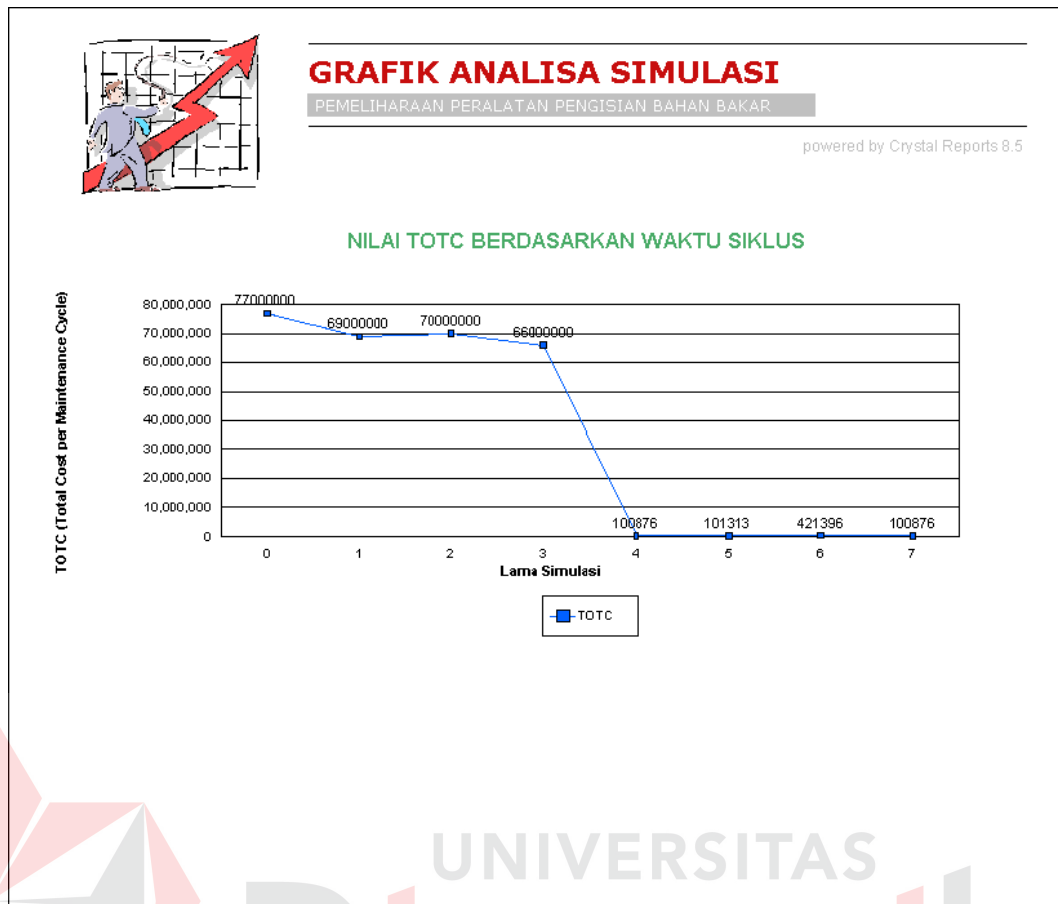
MANUF.PART.NO	MERK	THN BELI	LAMA SIMULASI	TOTC	SARAN
LG-04	LG	1997	4	77.000.000,00	TIDAK DIPERTAHANKAN
LG-04	LG	1997	4	69.000.000,00	TIDAK DIPERTAHANKAN
GIBL-001	GIBALTAR	1999	4	70.000.000,00	TIDAK DIPERTAHANKAN
GIBL-001	GIBALTAR	1999	4	66.000.000,00	TIDAK DIPERTAHANKAN
SMG-00354	SAMSUNG	2001	2	100.876,00	DIPERTAHANKAN
SMG-00354	SAMSUNG	2001	2	101.313,00	DIPERTAHANKAN
SMG-00354	SAMSUNG	2001	3	421.396,00	DIPERTAHANKAN
SMG-00354	SAMSUNG	2001	2	100.876,00	DIPERTAHANKAN



UNIVERSITAS  
**Dinamika**

Gambar 4.15. Laporan berdasarkan Waktu Siklus





Gambar 4.16. Grafik TOTC berdasarkan Waktu Siklus

## 4.2 Evaluasi

Pada sistem pendukung keputusan untuk pemeliharaan dan perbaikan peralatan pengisi bahan bakar umum di PT. Pertamina ini, dilakukan testing pada program yang telah dibuat untuk evaluasi sehingga diperoleh hasil evaluasi sebagai berikut:

- Sistem dapat memberikan informasi mengenai data kerusakan tiap peralatan pengisi bahan bakar umum
- Sistem ini dapat melakukan simulasi pemeliharaan dan perbaikan tiap *equipment* berdasarkan inputan berapa lama waktu simulasinya.

Selain itu juga dilakukan testing pada program yang telah dibuat untuk memastikan apakah sistem yang dibuat bekerja dengan baik atau tidak. Adapun testing yang dilakukan adalah sebagai berikut:

#### **4.3 Testing Kinerja Sistem**

Testing ini dilakukan untuk menguji kinerja sistem untuk mendapatkan hasil yang optimal. Tujuan pengujian ini untuk mensimulasikan pemeliharaan dan perbaikan peralatan untuk mendapatkan informasi tentang data kerusakan tiap peralatan pengisi bahan bakar umum. Dari serangkaian uji coba yang telah dilakukan maka didapat hasil sebagai berikut:



UNIVERSITAS  
**Dinamika**

**Form Simulasi Peralatan**

## Simulasi Peralatan

proses simulasi peralatan...

Lama Simulasi:  tahun

Waktu Siklus Pemeliharaan Rutin:  hari

Jumlah hari Simulasi:  hari

Waktu Pemeliharaan Rutin:  hari

Biaya setiap Perbaikan: Rp

Biaya setiap Pemeliharaan: Rp

Equipment:  ...

DTI

Jenis Distribusi:

Lambda DTi:

WTi

Jenis Distribusi:

Lambda WTi:

RTi

Jenis Distribusi:

Mean RTi:

Standart Deviasi:

.: SIMULASI PERALATAN .:								
Jml Mainte...	Terjadinya...	Waktu Tun...	0<Ai<CT	Waktu Per...	Waktu Sel...	0<Di<CT	Total C	
0	2	2	Yes	3,57444	7,57444	Yes	1.072	
0	10,57444	3	Yes	3,47308	17,04752	Yes	2.114	
0	27,04752	10	Yes	3,24134	40,28886	Yes	3.086	
0	55,28886	15	Yes	3,04585	73,33471	No	4.000	

Gambar 4.17. Simulasi Peralatan dengan Waktu Siklus 60 hari

**Form Simulasi Peralatan**

## Simulasi Peralatan

proses simulasi peralatan...

Lama Simulasi:  tahun

Waktu Siklus Pemeliharaan Rutin:  hari

Jumlah hari Simulasi:  hari

Waktu Pemeliharaan Rutin:  hari

Biaya setiap Perbaikan: Rp

Biaya setiap Pemeliharaan: Rp

Equipment:  ...

DTI

Jenis Distribusi:

Lambda DTi:

WTi

Jenis Distribusi:

Lambda WTi:

RTi

Jenis Distribusi:

Mean RTi:

Standart Deviasi:

: SIMULASI PERALATAN :								
	i	Interval W...	Jml Mainte...	Terjadinya...	Waktu Tun...	0 < Ai < CT	Waktu Per...	Waktu
▶	1	3	0	3	3	Yes	3,76278	9,76
	2	6	0	15,76278	6	Yes	3,87072	25,6
	3	9	0	34,6335	9	Yes	3,71093	47,34
	4	11	0	58,34443	11	Yes	4,03172	73,37
	5	13	0	86,37615	13	Yes	3,76149	103,1

Gambar 4.18. Simulasi Peralatan dengan Waktu Siklus 90 hari

**Form Simulasi Peralatan**

## Simulasi Peralatan

proses simulasi peralatan...

Lama Simulasi:  tahun

Waktu Siklus Pemeliharaan Rutin:  hari

Jumlah hari Simulasi:  hari

Waktu Pemeliharaan Rutin:  hari

Biaya setiap Perbaikan: Rp

Biaya setiap Pemeliharaan: Rp

Equipment:  ...

DTI

Jenis Distribusi:

Lambda DTI:

WTI

Jenis Distribusi:

Lambda WTI:

RTI

Jenis Distribusi:

Mean RTI:

Standart Deviasi:

: SIMULASI PERALATAN :								
i	Interval W...	Jml Mainte...	Terjadinya...	Waktu Tun...	0 < A1 < CT	Waktu Per...	Waktu	
1	2	0	2	2	Yes	4,08802	8,088	
2	4	0	12,08802	4	Yes	3,75275	19,84	
3	9	0	28,84077	9	Yes	3,2191	41,05	
4	11	0	52,05987	11	Yes	3,39936	66,45	
5	18	0	84,45923	18	Yes	3,26141	105,72	
6	22	0	127,72064	22	No	3,67499	184,91	

Gambar 4.19. Simulasi Peralatan dengan Waktu Siklus 110 hari

**Form Simulasi Peralatan**

## Simulasi Peralatan

proses simulasi peralatan...

Lama Simulasi:  tahun

Waktu Siklus Pemeliharaan Rutin:  hari

Jumlah hari Simulasi:  hari

Waktu Pemeliharaan Rutin:  hari

Biaya setiap Perbaikan: Rp

Biaya setiap Pemeliharaan: Rp

Equipment:  ...

DTi

Jenis Distribusi:

Lambda DTi:

WTi

Jenis Distribusi:

Lambda WTi:

RTi

Jenis Distribusi:

Mean RTi:

Standart Deviasi:

: SIMULASI PERALATAN :								
	i	Interval W...	Jml Mainte...	Terjadinya...	Waktu Tun...	0<AI<CT	Waktu Per...	Waktu
▶	1	3	0	3	3	Yes	3,71155	9,71:
	2	7	0	16,71155	7	Yes	3,75037	27,46
	3	10	0	37,46192	10	Yes	4,08377	51,54
	4	16	0	67,54569	16	Yes	3,99027	87,53
	5	19	0	106,53596	19	Yes	3,28879	128,8:

Gambar 4.20. Simulasi Peralatan dengan Waktu Siklus 180 hari

**Form Simulasi Peralatan**

## Simulasi Peralatan

proses simulasi peralatan...

Lama Simulasi:  tahun

Waktu Siklus Pemeliharaan Rutin:  hari

Jumlah hari Simulasi:  hari

Waktu Pemeliharaan Rutin:  hari

Biaya setiap Perbaikan: Rp

Biaya setiap Pemeliharaan: Rp

Equipment:  ...

DTi

Jenis Distribusi:

Lambda DTi:

WTi

Jenis Distribusi:

Lambda WTi:

RTi

Jenis Distribusi:

Mean RTi:

Standart Deviasi:

: SIMULASI PERALATAN :								
	i	Interval W...	Jml Mainte...	Terjadinya...	Waktu Tun...	0 < Ai < CT	Waktu Per...	Waktu
▶	1	6	0	6	6	Yes	3,85491	15,85
	2	9	0	24,85491	9	Yes	4,29173	38,14
	3	14	0	52,14664	14	Yes	4,21066	70,35
	4	16	0	86,3573	16	No	3,5161	87,53

Gambar 4.21. Simulasi Peralatan dengan Waktu Siklus 80 hari

**Form Simulasi Peralatan**

**Simulasi Peralatan**  
proses simulasi peralatan...

Lama Simulasi:  tahun

Waktu Siklus Pemeliharaan Rutin:  hari

Jumlah hari Simulasi:  hari

Waktu Pemeliharaan Rutin:  hari

Biaya setiap Perbaikan: Rp

Biaya setiap Pemeliharaan: Rp

Equipment:  ...

DTI

Jenis Distribusi:

Lambda DTi:

WTi

Jenis Distribusi:

Lambda WTi:

RTi

Jenis Distribusi:

Mean RTi:

Standart Deviasi:

i	Interval W...	Jml Mainte...	Terjadinya...	Waktu Tun...	0<Ai<CT	Waktu Per...	Waktu
1	2	0	2	2	Yes	3,91653	7,91653
2	5	0	12,91653	5	Yes	3,27329	21,18982
3	12	0	33,18982	12	Yes	3,28265	48,47247
4	16	0	64,47247	16	Yes	4,18904	84,66151
5	22	0	106,66151	22	Yes	3,60741	132,26892

Gambar 4.22. Simulasi Peralatan dengan Waktu Siklus 120 hari

#### 4.4 Persentase Hasil Uji Coba

Setelah dilakukan uji coba seperti di atas, maka didapat jumlah persentase untuk masing-masing saran keputusan yang dihasilkan. Jumlah persentase ini tergantung dari berapa kali dilakukan simulasi peralatan. Dalam hal ini diujikan pada sepuluh peralatan yang telah disimulasikan. Ketentuannya sebagai berikut:

1. Waktu siklus 90 hari, lima (5) simulasi
2. Waktu siklus 120 hari, sembilan (9) simulasi



3. Waktu siklus 80 hari, empat (4) simulasi
4. Waktu siklus 180 hari, tujuh (7) simulasi
5. Waktu siklus 110 hari, tiga (3) simulasi
6. Waktu siklus 60 hari, dua (2) simulasi

**Form Hasil Analisa**

## *HASIL UJI ANALISA*

Dari hasil uji coba maka didapat persentase dari masing-masing waktu siklus yang berdasarkan dari jumlah peralatan yang disimulasikan.

	Dipertahankan	Tidak Dipertahankan
<b>Waktu Siklus</b>		
<b>60 hari</b>	20%	80%
<b>80 hari</b>	60%	40%
<b>90 hari</b>	50%	50%
<b>110 hari</b>	30%	70%
<b>120 hari</b>	90%	10%
<b>180 hari</b>	70%	30%

Gambar 4.23. Persentase Hasil Uji Analisa

## BAB V

### PENUTUP

#### 5.1 Kesimpulan

Pada proses pengembangan sistem pendukung keputusan untuk pemeliharaan dan perbaikan peralatan pengisi bahan bakar umum di PT. Pertamina dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

- a. Berdasarkan pada hasil uji coba sistem menunjukkan bahwa sistem berjalan dengan baik dan benar sesuai dengan yang diharapkan. Sehingga sistem pendukung keputusan pemeliharaan peralatan pengisi bahan bakar umum ini telah berhasil. Selain itu sistem ini juga dapat digunakan untuk melihat data kerusakan peralatan selama jangka waktu tertentu.
- b. Dari hasil uji coba yang dilakukan, maka didapat persentase untuk masing-masing waktu siklus yaitu waktu siklus 90 hari: dipertahankan 50%, tidak dipertahankan 50%, waktu siklus 120 hari: dipertahankan 90%, tidak dipertahankan 10%, waktu siklus 80 hari: dipertahankan 60%, tidak dipertahankan 40%, waktu siklus 180 hari: dipertahankan 70%, tidak dipertahankan 30%, waktu siklus 110 hari: dipertahankan 30%, tidak dipertahankan 70%, waktu siklus 60 hari: dipertahankan 20%, tidak dipertahankan 80%.
- c. Berdasarkan hasil uji coba yang dilakukan maka didapatkan jenis-jenis distribusi yang digunakan dan hasil simulasi yang tetap yang tergantung dari sama tidaknya inputan *random seed*. Untuk waktu lamanya peralatan berfungsi sebelum

terjadinya kerusakan ( $DT_i$ ) adalah berdistribusi poison, waktu tunggu peralatan diperbaiki ( $WT_i$ ) adalah berdistribusi poison dan waktu yang dibutuhkan untuk memperbaiki kerusakan ( $RT_i$ ) adalah berdistribusi normal. Untuk ketetapan hasil simulasi sangat tergantung pada random seed yang diinputkan, jika inputan random seed sama dengan inputan sebelumnya maka hasil simulasi akan tetap. Namun jika inputan *random seed* berbeda dengan inputan sebelumnya maka hasil simulasi akan berbeda.

- d. Dengan menggunakan analisa model simulasi perbaikan/pemeliharaan dalam aplikasi ini dapat memberikan saran keputusan yang lebih baik untuk dijadikan landasan dalam pendukung keputusan berikutnya. Saran keputusan yang diberikan disini tergantung dari total biaya pemeliharaan keseluruhan dan harga beli unit baru, yaitu “dipertahankan” jika total biaya pemeliharaan lebih kecil dari harga beli unit baru dan “tidak dipertahankan” jika total biaya pemeliharaan lebih besar dari harga beli unit baru, namun aplikasi ini tidak menghasilkan keputusan mutlak secara langsung.

## 5.2 Saran

Untuk pengembangan lebih lanjut dari sistem pendukung keputusan pemeliharaan dan perbaikan peralatan pengisi bahan bakar umum dapat disarankan sebagai berikut:

- a. Sistem pendukung keputusan dapat dikembangkan dalam suatu sistem yang *online* sehingga dapat terintegrasi dengan sistem-sistem atau bagian-bagian yang lain yang terkait sehingga memudahkan koordinasi di PT. Pertamina

- b. Sistem pendukung keputusan tersebut tidak hanya untuk peralatan pengisi bahan bakar umum saja tetapi dapat dikembangkan untuk peralatan yang lain
- c. Sistem pendukung keputusan dapat dikembangkan dengan faktor-faktor perhitungan yang lain untuk tujuan yang lain pula
- d. Sistem ini dapat ditambahkan metode yang lain untuk bisa menghasilkan keputusan yang mutlak secara langsung



UNIVERSITAS  
Dinamika

## DAFTAR PUSTAKA

Alam, M.A., 2000, *Manajemen Database dengan Microsoft Visual Basic 6.0*, PT. Elex Media Komputindo, Jakarta.

Gottfried, B.S., *Elements Of Stochastic Process Simulation*, Prentice Hall Inc, Englewood Cliffs New Jersey 07632, 1984.

Law, A.M., Kelton, W.D., *Simulation Modelling And Analysis*, Mc. Graw-Hill, Inc, 1991.

Mallach, E.G., 2000, *Decision Support And Data Warehouse Systems*, McGraw-Hill Company, Singapore.

Payne, J.A., *Introduction to Simulation*, McGraw-Hill International Editions, 1988.

Setiawan, S., *Simulasi Teknik Pemrograman dan Metode Analisis*, Andi Offset Yogyakarta.

Shannon, R.E, *System Simulation : The Art and Science*, Prentice Hall, Englewood Cliffs, N.J., 1975.

Suryadi, K. dan Ramdhani, M.A., *Sistem Pendukung Keputusan*, PT. Remata Rosdakarya, Bandung.

Watson, H.J., *Computer Simulation in Bussiness*, Copyright @ 1981 by John Willey, 1981.

Siegel, M.R., *Statistika Seri Buku Schaum: Teori dan Soal-soal*, Erlangga, 1994