

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 1. PERMODELAN SISTEM

#### 1.1 Sistem

Sistem merupakan sekumpulan objek yang saling bergantung dan berinteraksi satu sama lain untuk mencapai suatu tujuan tertentu. Sedangkan yang dimaksud dengan lingkungan sistem adalah segala sesuatu di luar dari sistem yang mempengaruhi sistem tersebut. Contoh dari sistem antara lain, untuk publik sistem seperti pelayanan kesehatan di rumah sakit, sistem transportasi contohnya adalah pengaturan pesawat di bandar udara dan lain sebagainya.

Komponen dari sistem meliputi:

- *Entity*, yaitu objek pengamatan dari sistem
- *Attribut*, yaitu **perlengkapan-perlengkapan** dari *entity*
- *Event*, yaitu kejadian sesaat yang mengubah keadaan sistem.
- *Activity*, yaitu menyatakan suatu periode waktu dengan panjang tertentu.
- *State*, yaitu suatu variabel yang diperlukan untuk menggambarkan keadaan dari sistem pada suatu waktu.
- *Endogenous*, yaitu *activity* dan *event* yang berada dalam sistem.
- *Exogenous*, yaitu *activity* dan *event* yang berada di luar sistem.

Contoh tabel komponen sistem:

Tabel 2.1

Sistem Diskrit dan Sistem Kontinu

| Sistem             | <i>Entity</i>         | <i>Attribut</i>                              | <i>Activity</i>                       | <i>Event</i>                                   |
|--------------------|-----------------------|----------------------------------------------|---------------------------------------|------------------------------------------------|
| Bank               | Pelanggan             | * Status pelanggan<br>* Jenis <i>account</i> | Transaksi                             | Kedatangan,<br>Meninggalkan                    |
| Lantai<br>Produksi | * Mesin<br>* Operator | Kecepatan,<br>laju <i>break down</i>         | Proses permesinan                     | <b><i>Break Down</i></b>                       |
| Persediaan         | Gudang                | Kapasitas                                    | Proses penambahan<br>atau pengambilan | Tingkat persediaan,<br><b><i>backorder</i></b> |

Sistem diskrit

Pengertian dari sistem diskrit adalah sistem dimana variabel keadaan berubah hanya pada himpunan waktu yang diskrit. Contoh sistem di bank, dimana jumlah pelanggan berubah jika ada pelanggan yang masuk atau pun ada pelanggan yang keluar.

Sistem *continue*

Pengertian dari sistem *continue* adalah sistem dimana variabel keadaan berubah secara kontinu sepanjang waktu. Contoh kecepatan pada saat mengendarai mobil.

## 1.2 Model

Model merupakan suatu perwakilan dari suatu sistem yang dibuat untuk tujuan tertentu.

Jenis-jenis model:

- Model fisik (*physical model*), contoh *prototype* suatu produk.

- Model Matematis (*matematical model*).

Sistem dinyatakan dalam bentuk hubungan logika-logika kuantitatif yang kemudian diubah-ubah nilainya untuk mengetahui reaksi dari sistem. Contoh:  $s = V \times t$

dimana:  $s$  = jarak tempuh

$v$  = kecepatan

$t$  = waktu yang dibutuhkan

Berdasarkan model matematis yang dibuat, maka terdapat 2 jenis solusi, yaitu solusi analitik dan solusi numerik.

*Performance* suatu sistem dapat dianalisa dengan menggunakan:

- Model matematik (penyelesaian analitik)
- Simulasi (imitasi dari suatu sistem sepanjang waktu)

Perbedaan penyelesaian antara model analitik dan model simulasi adalah:

Tabel 2.2

Perbedaan Model Analitik dan Model Simulasi

| No | Model analitik                | Model simulasi                               |
|----|-------------------------------|----------------------------------------------|
| 1  | Simple Sistem                 | Mampu untuk menganalisa sistem yang kompleks |
| 2  | Kurang memuat dinamika proses | Mampu menjelaskan dinamika proses            |

Model Simulasi terbagi atas:

- Model simulasi statis dan model simulasi dinamis

Waktu tidak memegang peranan penting dalam model simulasi statis, model ini hanya menyatakan sistem pada suatu waktu tertentu saja

Waktu memegang peranan utama dalam model simulasi dinamis, dimana model simulasi ini menyatakan kinerja sistem sebagai fungsi waktu. Contoh simulasi rantai produksi dengan jam kerja 07:00 - 16:00.

- Model simulasi deterministik dan model simulasi stokastik  
Simulasi deterministik digunakan untuk suatu komponen sistem yang tidak memuat karakteristik *random*, tetapi jika terdapat komponen yang bersifat *random*, maka digunakan simulasi stokastik karena sifat *random* tersebut maka hasil-hasil dari simulasi stokastik hanya merupakan estimasi dari karakteristik sesungguhnya.

Kegunaan dari simulasi antara lain:

- Mempelajari suatu studi atau eksperimen dengan interaksi internal.
- Menyelidiki efek dari suatu perubahan.
- Mengadakan eksperimen dari suatu desain yang baru
- Mempelajari analisa suatu solusi.
- Mendesain suatu sistem yang baru, seperti suatu saran perbaikan sistem.

### 1.3 Distribusi Fitting

Pola keluaran dari waktu produksi suatu mesin ataupun waktu transportasi dapat diketahui dengan menggunakan uji Kolmogorov-Smirnov ataupun uji Chi Square. Untuk *exp frequency* lebih dari lima sebaiknya digunakan uji Chi Square, sedangkan untuk *exp frequency* yang

kurang dari 5 sebaiknya digunakan uji Kolmogorov-Smirnov. Contohnya adalah membandingkan data-data yang ada dibandingkan dengan distribusi Uniform

$$H_0: \text{data} = U \text{ (lower point, upper point)}$$

$$H_1: \text{data} \neq U \text{ (lower point, upper point)}$$

Distribusi-distribusi lain dengan parameternya masing-masing juga dapat dilakukan uji *distribusi fitting* yang serupa, sehingga diperoleh  $D_n = \max(D_n^+, D_n^-)$ , namun karena nilai  $D_n$  masih bias maka yang digunakan adalah nilai *modified form* yang dibandingkan dengan nilai *modified critical value* (lihat lampiran 18)

Tingkat *confidence interval* sebesar  $(1-\alpha)100\%$ , dengan ketentuan untuk tolak  $H_0$  jika nilai *modified form* > nilai *modified critical value*. Tolak  $H_0$  berarti distribusi tersebut tidak baik atau tidak dapat mewakili data-data yang telah ada. Uji *distribusi fitting* yang dilakukan terkadang sering menemui suatu kumpulan data yang memiliki satu atau lebih distribusi dengan nilai *modified form* > nilai *modified critical value*, sehingga apabila ditemui hal yang demikian, dipilih distribusi yang memiliki nilai *modified form* terkecil. Perhitungan  $D_n^+$ ,  $D_n^-$ ,  $D_n$ , serta *modified form* dapat dilakukan pada *software statgraph*.

#### 1.4 Steady State

Data yang diambil untuk dianalisa selanjutnya harus menggunakan data yang berasal dari simulasi proses dalam keadaan stabil (*steady state*).

Sistem harus memiliki *warm-up time*-nya (masa pemanasan untuk mencapai kondisi stabil) sebelum mencapai keadaan *steady state*.

Cara untuk mengetahui simulasi tersebut memasuki kondisi stabil adalah dengan cara plotting jumlah *output* dalam jangka waktu tertentu. Hasilnya dapat kita ketahui berapa lama waktu pemanasan yang dibutuhkan agar sistem dalam keadaan stabil.

### 1.5 Replikasi

*Replikasi* digunakan untuk mengetahui taksiran nilai rata-rata proses setelah *steady state*. Jumlah replikasi berbanding terbalik dengan selang kepercayaan, semakin besar replikasi maka selang kepercayaan semakin pendek. Jumlah replikasi yang harus dilakukan bergantung pada standart deviasi dan error yang kita inginkan

$R \geq [(Z_{\alpha/2} \cdot S) / e]^2$ , dimana:

R=jumlah replikasi yang dilakukan

S= standart deviasi dari replikasi yang telah dilakukan.

e= batas error.

Tingkat kepercayaan yang digunakan sebesar  $100(1-\alpha)\%$  sehingga selang kepercayaannya adalah:

$\theta = Y \pm [(t_{\alpha/2, R-1} \cdot S) / R^{1/2}]$ , dimana:

$\theta$ = nilai rata-rata sesungguhnya

Y= taksiran nilai rata-rata

$D_f$ = derajat kebebasan (R-1)

## 2. EKONOMI TEKNIK

### 2.1 Analisa *Present Value*

Analisa *present value* atau nilai sekarang adalah suatu analisa yang digunakan untuk membandingkan nilai investasi, penerimaan tiap periode dan nilai sisa dengan tidak mengabaikan nilai waktu dari uang. Perhitungan pada analisa tersebut dilakukan dengan cara nilai penerimaan tiap periode dan nilai sisa diubah dalam nilai pada waktu sekarang dengan dipengaruhi suku bunga tertentu, dimana:

$$PV = \text{Pendapatan } \textit{annual} (P/A, i\%, n) + \text{Nilai sisa } (P/F, i\%, n) - \text{investasi}$$

Investasi dikatakan menguntungkan jika PV bernilai positif, dimana artinya pendapatan dan nilai sisa dari mesin dapat memenuhi biaya investasi yang telah dikeluarkan dengan tingkat bunga sebesar  $i\%$  dan dalam  $n$  tahun. Analisa lainnya yang dapat digunakan adalah analisa *annual* dan *future value*.

### 2.2 Istilah dalam Ekonomi Teknik

- Modal adalah dana atau sumber dana yang digunakan untuk membangun atau meneruskan operasi suatu proyek atau usaha.
- Nilai buku adalah nilai awal suatu aset atau properti setelah dikurangi dengan nilai akumulasi depresiasi sampai saat ini.
- Nilai sekarang adalah nilai dari semua pengeluaran atau pemasukan selama horizon perencanaan yang dikonversi ke suatu titik yang didefinisikan sebagai waktu sekarang.

- Aliran kas adalah aliran keluar masuknya uang tunai pada sebuah perusahaan atau organisasi.
- Depresiasi adalah penurunan nilai suatu aset yang disebabkan karena waktu dan pemakaian.
- Bunga adalah jumlah uang yang menjadi kompensasi atas dipinjamnya sejumlah uang pada suatu periode tertentu.
- Investasi adalah suatu pengeluaran atau pengorbanan yang dikeluarkan untuk suatu harapan di masa yang akan datang.
- Nilai mendatang adalah nilai dari semua pengeluaran atau pemasukan selama horizon perencanaan yang dikonversikan ke dalam suatu titik yang didefinisikan sebagai waktu yang akan datang.
- Umur depresiasi adalah waktu dimana suatu aset atau alat boleh didepresiasi.

### 3. Tata Letak Fasilitas Pabrik

#### 3.1 Analisa Teknis Perencanaan dan Pengukuran Aliran Bahan

Pengaturan departemen-departemen dalam sebuah **pabrik** (dimana fasilitas-fasilitas produksi akan diletakkan dalam masing-masing departemen sesuai dengan pengelompokannya) akan didasarkan pada aliran bahan (material) yang bergerak diantara fasilitas-fasilitas produksi atau departemen-departemen tersebut. Alternatif perencanaan tata letak departemen (departemen *layout*) atau tata letak fasilitas produksi (*facilities*

*layout* atau *machine layout*) dievaluasi dengan menggunakan aktivitas pengukuran aliran bahan dalam sebuah analisa teknis.

Disini ada 2 macam analisa teknis yang biasa digunakan di dalam perencanaan aliran bahan, yaitu:

- Analisa konvensional.

Metode ini umum digunakan selama bertahun-tahun, relatif mudah untuk digunakan, dan terutama cara ini akan berbentuk gambar grafis yang sangat tepat untuk maksud penganalisa aliran semacam ini.

- Analisa modern.

Analisa ini merupakan suatu metode baru yang mempergunakan cara yang canggih (*sophisticated*) dalam bentuk perumusan-perumusan dan pendekatan yang bersifat *deterministic* maupun *probabilistic*. Metode analisa ini termasuk teknik penganalisaan modern yang merupakan bagian dari aktivitas *operation research*, dimana perhitungan yang kompleks akan dapat pula disederhanakan dengan penerapan komputer. Teknis analisa ini bisa pula digunakan untuk merencanakan tata letak pabrik secara optimal. Beberapa metode seperti program linier, analisa keseimbangan lintasan, teori antrian dan lain-lain yang merupakan beberapa contoh daripada penggunaan metode analisa kuantitatif untuk perencanaan aliran bahan yang optimal.

Teknik konvensional seringkali menghendaki kerja yang detail untuk membuat catatan dari gerakan perpindahan untuk seluruh operasi

yang ada. Beberapa macam data yang merupakan aspek perpindahan bahan sedapat mungkin dikumpulkan, seperti :

- *Route* yang melukiskan arah lintasan dari perpindahan bahan.
- Volume atau berat dari bahan/ material yang akan dipindahkan dan juga frekuensi perpindahannya per satuan waktu.
- Jarak perpindahan bahan dari suatu lokasi ke lokasi lainnya.
- Kecepatan gerak perpindahan yang dikehendaki.
- Biaya yang diperlukan untuk proses perpindahan itu.

Ada beberapa teknik konvensional yang umum dipakai dan berguna dalam proses perencanaan aliran bahan antara lain:

- *Operation process chart* (**peta** proses operasi).
- *Flow process chart* (peta aliran proses)
- *Multi product and activity process chart*.
- *Flow diagram* (diagram aliran).

### 3.1.1 Metode kuantitatif guna menganalisa aliran bahan

Pada analisa kuantitatif, aliran bahan akan diukur berdasarkan kuantitas material yang dipindahkan, seperti berat, volume, jumlah unit atau satuan kuantitatif lainnya. Peta yang umum digunakan untuk melakukan analisa kuantitatif ini adalah *From to Chart*

*From to Chart* kadang-kadang disebut pula sebagai *trip frequency chart* atau *travel chart* adalah salah satu teknik konvensional yang umum digunakan untuk perencanaan tata letak

pabrik dan pemindahan bahan dalam suatu proses produksi. Teknik ini sangat berguna untuk kondisi-kondisi dimana banyak items yang mengalir melalui suatu area seperti *job shop*, bengkel permesinan, kantor dan lain-lain. Pada dasarnya *from to chart* adalah merupakan adaptasi dari "*mileage chart*" yang umum dijumpai pada suatu peta perjalanan (*road map*). Angka-angka yang terdapat dalam suatu from to chart akan menunjukkan beberapa ukuran yang perlu diketahui untuk analisa aliran bahan, antara lain seperti jumlah total dari berat beban yang harus dipindahkan, jarak perpindahan bahan, volume atau kombinasi-kombinasi dari faktor-faktor ini.

### 3.1.2 Metode kualitatif guna menganalisa aliran bahan (*Activity Relationship Chart*)

Aliran bahan bisa diukur secara kualitatif dengan menggunakan tolak ukur derajat kedekatan hubungan antara satu fasilitas (departemen) dengan lainnya. Nilai-nilai yang menunjukkan derajat hubungan dicatat sekaligus dengan alasan-alasan yang mendasarinya dalam sebuah peta hubungan aktivitas (*activity relationship chart*) yang telah dikembangkan oleh Richard Muther dalam bukunya "*Systematic Layout Planning (Bottom Cahners Books, 1973)*". Suatu peta hubungan aktivitas dapat dikonstruksikan dengan prosedur sebagai berikut:

- Mengidentifikasi semua fasilitas kerja atau departemen-departemen yang akan diatur tata letaknya dan dituliskan daftar urutannya dalam peta.
- Melakukan *interview* (wawancara) atau *survey* terhadap karyawan dari setiap departemen yang tertera dalam daftar peta dan juga dengan manajemen yang berwenang.
- Mendefinisikan kriteria hubungan antar departemen yang akan diatur letaknya berdasarkan derajat keterdekatan hubungan serta alasan masing-masing dalam **peta**. Selanjutnya menetapkan nilai hubungan tersebut untuk setiap aktivitas hubungan antar departemen yang ada dalam peta.
- Mendiskusikan hasil penilaian hubungan aktivitas yang telah dipetakan tersebut dengan kenyataan dasar manajemen. Secara bebas memberikan kesempatan untuk evaluasi atau perubahan yang lebih sesuai. *Checking, rechecking* dan tindakan koreksi perlu dilakukan agar ada konsistensi atau kesamaan persepsi dari mereka yang terlibat dalam hubungan kerja. Sebagai contoh bila di departemen **A** dinyatakan memiliki nilai hubungan aktivitas “penting (*important*)” dengan departemen B; maka hal inipun harus memiliki arti sebaliknya yaitu departemen B juga memiliki nilai hubungan aktivitas “penting (*important*)” dengan departemen **A**. Disini individu karyawan atau manajer departemen **A** harus memberikan penilaian

hubungan aktivitas yang sama dengan individu karyawan atau manajer departemen B.

Peta hubungan aktivitas atau *activity relationship chart* (selanjutnya disingkat dengan ARC) adalah suatu cara atau teknik yang sederhana di dalam merencanakan tata letak fasilitas atau departemen berdasarkan derajat hubungan aktivitas yang sering dinyatakan dalam penilaian “kualitatif” dan cenderung berdasarkan pertimbangan-pertimbangan yang bersifat subyektif dari masing-masing fasilitas/ departemen.

Pada dasarnya *activity relationship chart* ini hampir sama dengan *from to chart*, hanya saja disini analisisnya lebih bersifat kualitatif. Kalau dalam *from to chart* analisa dilaksanakan berdasarkan angka-angka berat/ volume dan jarak perpindahan bahan dari suatu departemen ke departemen yang lain, maka *activity relationship chart* ini akan menggantikan kedua hal tersebut dengan kode-kode huruf yang akan menunjukkan derajat hubungan aktivitas secara kualitatif dan juga kode angka yang akan menjelaskan alasan untuk pemilihan kode huruf tersebut. Di sini kode huruf seperti A, E, I, dan seterusnya menunjukkan bagaimana aktivitas dari masing-masing departemen tersebut akan mempunyai hubungan secara langsung atau erat kaitannya satu sama lain. Kode-kode huruf ini akan diletakkan pada bagian atas dari kotak yang tersedia dan pemberian warna yang khusus juga diberikan untuk lebih mempermudah analisisnya. Selanjutnya kode angka

seperti 1, 2, 3 dan seterusnya yang diletakkan pada bagian bawah kotak yang ada mencoba menjelaskan alasan-alasan pemilihan/ penentuan derajat hubungan antara masing-masing departemen tersebut. Kode huruf yang menjelaskan derajat hubungan antara masing-masing departemen ini secara khusus telah distandartkan, yaitu sebagai berikut :

Tabel 2.3

## Nilai Derajat Kedekatan

| DERAJAT (NILAI)<br>KETERDEKATAN | DESKRIPSI                   | NILAI |
|---------------------------------|-----------------------------|-------|
| <b>A</b>                        | <i>Absolutely important</i> | 10000 |
| E                               | <i>Epecially important</i>  | 1000  |
| I                               | <i>Important</i>            | 100   |
| O                               | <i>Ordinary important</i>   | 10    |
| U                               | <i>Unimportant</i>          | 0     |
| X                               | <i>Undesirable</i>          | -10   |

Alasan-alasan untuk pemilihan derajat hubungan ini (yang akan diberikan kode angka) dapat diambil berdasarkan sifat/ karakteristik dari aktivitas masing-masing departemen tersebut, misalnya seperti:

- Kebisingan, debu, getaran, bau dan lain-lain.
- Penggunaan mesin atau peralatan, data informasi, *material handling equipment* secara bersama-sama.
- Kemudahan aktivitas supervisi.
- Kerjasama yang erat kaitannya dari operator masing-masing departemen yang ada.

*Activity relationship chart* sangat berguna untuk perencanaan dan analisa hubungan aktivitas antar masing-masing departemen. Hasil yang diperoleh dari data yang diperoleh selanjutnya akan dimanfaatkan untuk penentuan letak masing-masing departemen tersebut, yaitu lewat apa yang disebut dengan *activity relationship diagram*. Pada dasarnya diagram ini menjelaskan mengenai hubungan pola aliran bahan dan lokasi dari masing-masing departemen penunjang terhadap departemen produksinya.

*Activity relationship chart* pada dasarnya sangat baik dipergunakan untuk menganalisa tata letak pabrik dengan memperhatikan faktor-faktor yang bersifat kualitatif, seperti mengatur tata letak departemen/ bagian dari suatu perkantoran, gudang, tempat pembuangan limbah, dan lain-lain. Pemakaian *activity relationship chart* yang dikombinasikan dengan metode kuantitatif seperti *from to chart* sangat diperlukan dalam pengaturan fasilitas-fasilitas dari departemen produksi suatu pabrik,.

### 3.2 Penentuan Tata Letak Fasilitas Pabrik dengan Metode Craft

Craft menghitung jarak antar setiap titik pusat fasilitas serta momen perpindahan yang sebanding dengan biaya perpindahan material (*cost*) pada *layout* awal.

$$m = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n f_{ij} \times d_{ij}$$

dimana:  $m$  adalah *momen*

$f_{ij}$  adalah *flow material* dari  $i$  ke  $j$

$d_{ij}$  adalah jarak dari  $i$  ke  $j$

Craft menukar lokasi failitas-fasilitas tertentu yang memiliki atau berada dalam area yang sama ataupun bersebelahan dimana craft mampu mengevaluasi maksimum  $n(n-1)/2$  pasangan pada setiap ( $n$ = jumlah fasilitas), kenyataannya kurang dari  $n(n-1)/2$  pasangan yang dievaluasi karena tidak semua fasilitas mempunyai area yang sama.

Craft menghasilkan *layout* baru yang memperkecil momen/ biaya perpindahan (*cost*) dari *initial layout* yang ada.

## 4. METODE PERAMALAN

### 4.1 Dekomposisi

Merupakan suatu metode peramalan secara kuantitatif berdasarkan data masa lalu dengan memperhitungkan unsur *seasonal*, acak dan siklus dan kemudian memadukan data-data komponen ini.

Modelnya adalah sebagai berikut

$$Y_t = TR_t * SN_t * CL_t * IR_t$$

Dimana:

- $Y_t$  = Data *time series* pada periode  $t$
- $TR_t$  = Komponen ***trend*** pada periode  $t$

- $SN_t$  = Komponen musiman pada periode t
- $CL_t$  = Komponen siklus pada periode t
- $IR_t$  = Komponen acak pada periode t

#### 4.2 Multiplicative Winter

Merupakan pemulusan *eksponensial* terhadap data-data musiman.

Metode ini dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$Y_t = (\beta_0 + \beta_{1t}) SN_t + \varepsilon_t$$

$SN_t$  menyatakan komponen musiman pada waktu t dari persamaan di atas, dapat diasumsikan *trend linier* berubah perlahan-lahan, demikian juga pada pola musiman. Metode Winter digunakan jika variasi musiman cenderung konstan. Estimasi awal dari komponen trend adalah

$$b_1(0) = \frac{Y_m - Y_1}{(m-1)L}$$

Dimana:

- $Y_i$  = Rata-rata observasi pada tahun pertama,  $i=1, 2, \dots$
- $m$  = Jumlah tahun **data** historis
- $L$  = Jumlah **periode** pengamatan **per** tahun

Estimasi awal dari komponen permanen  $\beta_0$ :  $\alpha_0(0) = Y_1 - L/2 \beta_1(0)$

Faktor musiman  $St$  yang dihitung untuk tiap periode atau musiman adalah

$$St = Y_t / Y_1 - [(L+1)/2 - j] b_1(0)$$

Dimana:

- $St$  = *Seasonal* pada tahun ke t

- $Y_i$  = Rata-rata observasi pada tahun yang mana periode  $t$  dalamnya.
- $j$  = Periode ke  $j$  dalam 1 tahun

Peramalan dalam bentuk bulanan, akan menghasilkan persamaan  $S_t$  yang memberikan  $m$  estimasi faktor musiman untuk setiap bulan,  $m$  estimasi ini kemudian dirata-rata untuk menghasilkan satu estimasi.

#### 4.3 Perhitungan MAD (*Mean Absolute Deviation*)

Pada peramalan selalu terdapat *error*. Peramalan yang baik adalah peramalan yang sesuai dengan pola data, biaya rendah dan menghasilkan keputusan yang akurat serta *error* sekecil mungkin. *Error* dapat dinyatakan sebagai berikut

$$E_t = Y_t - \hat{Y}_t$$

Dimana:

- $Y_t$  = Data masa lalu
- $\hat{Y}_t$  = hasil peramalan

Nilai MAD dapat dihitung setelah diperoleh nilai *error*, dimana semakin kecil nilai MAD berarti peramalan semakin akurat.

$$MAD = \frac{\sum_{i=1}^n |e_i|}{n}$$

dimana  $n$  = jumlah data