

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

Di bagian ini akan dijelaskan tentang definisi serta tinjauan macam-macam cara penyediaan kelistrikan dilapangan, rencana rancangan, karakteristik dasar pemilihan bahan, rancang bangun alat, kumpulan rumus, teori dasar manajemen perawatan dan perbaikan dan rumus pengerjaan mesin yang digunakan pada perancangan alat penghasil sumber energi listrik ini.

#### **2.1 Macam-Macam Cara Penyediaan Kelistrikan Dilapangan**

Sumber energi listrik sangat dibutuhkan ketika melakukan pekerjaan perbaikan dan perawatan dilapangan, akan tetapi alat yang digunakan tidak terlalu efektif ataupun efisien. Diciptakannya alat penghasil energi listrik guna mempermudah pekerjaan perawatan dan perbaikan dilapangan serta memanfaatkan kondisi iklim tropis di indonesia. Berbagai contoh penyedia kelistrikan yang sering digunakan dalam pekerjaan perawatan dan perbaikan dilapangan sebagi berikut.

- **Generator Listrik**



Gambar 2.1 Generator  
(Sumber: lit.1)

Generator Listrik adalah sebuah mesin yang dapat mengubah energi gerak (mekanik) menjadi energi listrik (elektrik). Macam-macam jenis generator adalah sebagai berikut.

Generator listrik AC adalah generator yang memiliki kutub-kutub magnet yang berlawanan saling dihadapkan sehingga diantara kedua kutub magnet tersebut dihasilkan medan magnet. Di dalam medan magnet tersebut terdapat kumparan

yang mudah berputar pada porosnya. Karena kumparan selalu berputar, maka jumlah gaya magnet yang masuk ke dalam kumparan juga selalu berubah-ubah. Sifat dari arus listrik yang dihasilkan oleh generator listrik AC ini berjenis bolak-balik dengan bentuk seperti gelombang.

Generator listrik DC adalah generator listrik yang cara kerjanya mirip dengan cara kerja generator listrik AC. Yang membedakan hanya pada generator listrik DC ini, menggunakan sebuah cincin belah atau yang biasa disebut dengan komutator di bagian output-nya yang memungkinkan arus listrik induksi yang dialirkan ke rangkaian listrik berupa arus listrik DC, meskipun kumparan yang berada di dalamnya.

- **Pembangkit Listrik Tenaga Bayu/Angin**



Gambar 2.2 Pembangkit Listrik Tenaga Bayu/Angin di Sidrap  
(Sumber: lit.1)

Pembangkit listrik tenaga bayu atau lebih dikenal tenaga angin adalah penghasil energi listrik dimana mengubah rotasi dari pisau turbin menjadi arus listrik dengan menggunakan generator listrik.

- ***Mobile Light Tower***



Gambar 2.3 *mobile light tower*  
(Sumber: lit.2)

*Mobile light tower* atau *tower* penerang adalah alat yang digunakan untuk membantu proses perawatan di lapangan yang menggunakan generator 8000 Watt. yang dapat disesuaikan dan empat lampu 1000 Watt yang dapat berotasi hingga 360 ° untuk menerangi lapangan dengan luas hingga 7 hektar.

## 2.2 *SolidWorks*

Rancang bangun alat penghasil sumber energi listrik ini di bantu dengan perangkat lunak *SolidWorks* yang sangat membantu dan berpengaruh mulai dari perencanaan, pembuatan komponen-komponen beserta *assembling* rancang bangun ini.

*SolidWorks* adalah salah satu CAD *software* yang dibuat oleh *Dassault Systemes* digunakan untuk merancang komponen-komponen permesinan serta penyusunan dan penggabungannya dengan tampilan 3D untuk mempresentasikan komponen sebelum komponen sesungguhnya dibuat atau tampilan 2D (*drawing*) untuk gambar proses permesinan..

Seperti program aplikasi grafis 3D lainnya, *SolidWorks* dapat juga membuat berbagai model tergantung keinginan dan kemampuan penggunaanya, bukan untuk model mekanik, model *furniture*, bangunan dan benda-benda disekitarnya yang memiliki tingkat kesulitan yang tinggi. *SolidWork* dalam penggambaran/pembuatan model 3D menyediakan *feature-based*, *parametic solid modeling*. *Feature-based* dan *parametic* ini sangat mempermudah penggunaanya dalam membuat model 3D.

Sesuai intuisinya *SolidWorks* juga sangat membantu dalam perhitungan-perhitungan yang akurat dan efisien waktu. Didasari hal-hal inilah maka pembuatan alat penghasil sumber energi listrik juga menggunakan bantuan kemampuan dan permodelan di *software SolidWorks*

### **2.3 Karakteristik Dasar Pemilihan Bahan**

Dalam setiap perencanaan, pemilihan bahan merupakan faktor utama yang mempengaruhi ketahanan dan kesesuaian dengan peralatan yang dibuat sehingga harus diperhatikan jenis dan sifat bahan yang akan digunakan.

Kegiatan pemilihan bahan adalah pemilihan yang digunakan untuk pembuatan alat agar dapat ditekan seefisien mungkin didalam penggunaannya dan selalu berdasarkan pada dasar kekuatan dan sumber pengadaannya.

Faktor-faktor yang diperhatikan dalam pemilihan material dan komponen:

#### **1. Efisien Bahan**

Bahan harus diperhitungkan dan dirancang terlebih dahulu, agar saat pemilihan bahan tidak mengalami kerugian dan permasalahan ekonomi dan tidak mengalami kesalahan saat pemilihan bahan, namun juga hasil produksinya dapat bersaing dipasaran terhadap produk-produk lain dengan spesifikasi yang sama.

#### **2. Bahan Mudah Didapat**

Selain permasalahan ekonomi, bahan juga harus mudah didapat karena pemilihan bahan sangat penting, sehingga tidak terjadi kendala saat pembuatan komponen permesinan.

#### **3. Spesikasi Bahan yang Dipilih**

Dalam suatu alat permesinan biaya terdiri dari dua bagian yaitu bagian primer dan bagian sekunder, kedua bagian tersebut harus dibedakan dalam peletakannya karena sudah pasti kedua bagian tersebut berbeda dengan ketahanannya terhadap pembebanan. Bagian utama harus diprioritaskan dengan menempatkan bagian sekunder terhadap bagian primer. Perancangan juga harus memperhatikan kegunaan dan kemampuan bahan dalam menerima setiap kemungkinan gaya, berat, tekanan, dan ketahanan dari bahan yang akan dirancang. Dengan melihat setiap komponen permesinan yang akan dibuat memiliki tugas dan fungsi masing-masing,

sehingga setiap bahan komponen tidak akan sama, namun akan saling berkaitan dan saling mendukung satu dengan lainnya. Antara aplikasi dilapangan dengan karakteristik bahan yang digunakan tepat. Perencanaan bahan harus dengan fungsi dan kegunaan suatu rancang bangun.

#### 4. Kekuatan Bahan

Dalam pemilihan bahan harus diperhatikan batas kekuatan bahan dan sumber pengadaannya, baik itu batas kekuatan tariknya, tekanannya maupun ketahanannya terhadap daya puntir. Kekuatan bahan juga memengaruhi ketahanan dan keamanan waktu pemakaian suatu bahan dari komponen.

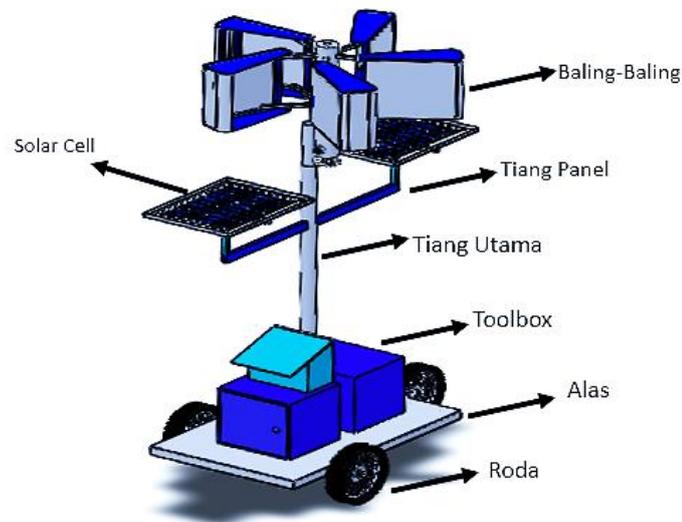
#### 5. Pertimbangan Khusus

Dalam pemilihan bahan ini ada hal yang tidak boleh diabaikan mengenai komponen-komponen yang menunjang atau mendukung pembuatan alat itu sendiri. Komponen-komponen penyusun alat tersebut terdiri dari dua jenis, yaitu komponen yang dibuat sendiri dan komponen yang telah terdapat di pasaran dan telah di standarkan. Jika komponen penyusun tersebut menguntungkan untuk dibuat, maka lebih baik dibuat sendiri. Apabila komponen tersebut sulit untuk dibuat tetapi terdapat di pasaran sesuai dengan standard, lebih baik dibeli karena menghemat waktu pengerjaan.

### 2.4 Rancang Bangun Alat

Untuk memenuhi kebutuhan energi listrik dilapangan, maka dirancang alat penghasil energi listrik yang dapat dilihat pada gambar 2.4 dengan sistem kerja sebagai berikut

1. Alat penghasil listrik ini menggunakan *solar cell* sebagai sumber energi listrik yang diteruskan ke *controller*, dari *controller* arus tegangan DC akan disalurkan ke aki/baterai lalu diubah arus DC ke AC dengan inverter.
2. Alat penghasil listrik ini juga menggunakan baling-baling sebagai sumber energi listrik dimana generator yang bergerak menghasilkan arus tegangan DC sehingga langsung diteruskan ke dalam baterai dan diubah menjadi arus tegangan AC dengan inverter.



Gambar 2.4 Rancangan Alat Penghasil Energi Listrik  
(Sumber: diolah)

- a. **Studi Literatur:** berkaitan dengan alat atau sistem penghasil energi listrik
- b. **Perancangan Alat:** bantuan program komputer (CAD) membuat Rancangan Alat Penghasil Energi Listrik.
- c. **Pembuatan Alat:** Cara kerja alat penghasil energi listrik adalah angin memutar baling-baling yang tersambung generator. Putaran generator akan menghasilkan energi listrik yang telah dikonversikan dari energi mekanik menjadi energi listrik sehingga dapat menghasilkan pengisian arus ke aki/batere. Panas matahari akan mengkonversikan energi panas menjadi energi listrik yang akan dialirkan menuju *Controller*, arus listrik DC yang dihasilkan dari panel surya akan mengisi aki/baterai dan diubah menjadi arus AC dengan menggunakan Inverter. Dengan demikian maka pemanfaatan sumber energi alam yang ada di Indonesia dapat digunakan secara efisien dan efektif dalam membantu perbaikan dan perawatan di lapangan.

## 2.5 Kumpulan Rumus-Rumus

Dalam penyusunan laporan akhir rancang bangun alat penghasil sumber energi listrik ini tentunya tak terlepas dari rumus-rumus yang digunakan ataupun diaplikasikan ke Rancang Bangun tersebut yang tidak lain adalah rumus-rumus yang didapat dari mata kuliah kami sendiri sebagai Mahasiswa Teknik Mesin Politeknik Negeri Sriwijaya.

### a) Hukum Kesetimbangan

Hukum kesetimbangan digunakan untuk menghitung gaya reaksi pada bagian-bagian rangka. Rangka didukung oleh tiga buah roda sebagai penunjang dari keseluruhan komponen tersebut. Masing-masing gaya reaksi dapat ditentukan besarnya dengan menggunakan rumus/persamaan kesetimbangan berikut.

$$\Sigma F_x = 0, \Sigma F_y = 0 \text{ dan } \Sigma M = 0 \quad (2.1, \text{ lit.3})$$

### b) Perhitungan Generator

Generator adalah sebuah alat yang mengubah energi mekanik (gerak) menjadi energi listrik (arus tegangan).



Gambar 2.5 Generator  
(Sumber: lit.2)

Torsi yang digunakan untuk memutar generator dapat dirumuskan

$$T = n \cdot I \cdot \alpha \quad (2.2, \text{ lit.3})$$

dengan

T	= Torsi (Nmm)
I	= momen inersia (Nmm)
n	= jumlah baling

$$I = m \cdot r^2 \quad (2.3, \text{ lit.3})$$

dengan  $m$  = massa baling-baling (kg)  
 $r$  = jari-jari baling ke poros (mm)

$$\alpha = \frac{\omega}{t} \quad (2.4, \text{ lit.3})$$

$$v = \omega \cdot r \quad (2.5, \text{ lit.3})$$

dengan  $v$  = kecepatan minimum generator (mm/s)  
 $r$  = jari-jari baling (mm)  
 $t$  = waktu (s)

### c) Perhitungan Baterai

Alat yang terdiri dari dua atau lebih sel elektrokimia yang mengubah energi kimia yang tersimpan menjadi energi listrik. Tiap sel memiliki kutub positif (katoda) dan kutub negatif (anoda).



Gambar 2.6 Baterai  
 (Sumber: lit.2)

untuk menghitung kapasitas baterai

$$I_{maks} = P_{maks} / V_s \quad (2.6, \text{ lit.3})$$

dengan  $I_{maks}$  = arus maksimum (Ah)  
 $P_{maks}$  = daya beban maksimum (watt)  
 $V_s$  = Voltase (Volt)

Rumus untuk menghitung pengisian baterai dari *solar cell* dan baling-baling

$$T_b = P_a / P_s \quad (2.7, \text{ lit.3})$$

dengan  $T_b$  = lama waktu pengisian batere (jam)

$P_a$  = daya baterai (watt)

$P_s$  = daya solar cell (watt)

Rumus untuk menghitung pemakaian batere

$$T_p = P_a / P_m \quad (2.8, \text{ lit.3})$$

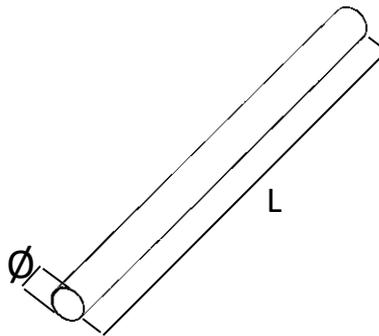
dengan  $T_p$  = waktu pemakaian batere

$P_a$  = daya batere (watt)

$P_m$  = daya alat yang dipakai (watt)

#### d) Perhitungan Poros

Poros adalah suatu bagian stasioner yang berputar, biasanya berpenampang bulat dimana terpasang elemen-elemen seperti roda gigi, *pulley*, *flywheel*, *sproket* dan elemen pemindah lainnya.



Gambar 2.7 Poros  
(Sumber: diolah)

Gandar merupakan poros roda yang tidak memindahkan gaya bahkan gandar terkadang tidak boleh ikut berputar, gandar hanya mendapat beban lentur, kecuali jika digerakkan oleh penggerak.

Diameter poros dapat dihitung dari besarnya tegangan bengkok maksimal ( $\sigma_{b\text{maks}}$ ) yang dapat dirumuskan sebagai berikut.

$$\sigma_b = \frac{32}{\pi \times d^3} M \quad (2.9, \text{ lit.3})$$

dengan  $d$  = diameter (mm)

$M$  = momen (Nmm)

Jadi tegangan ijin bahan adalah

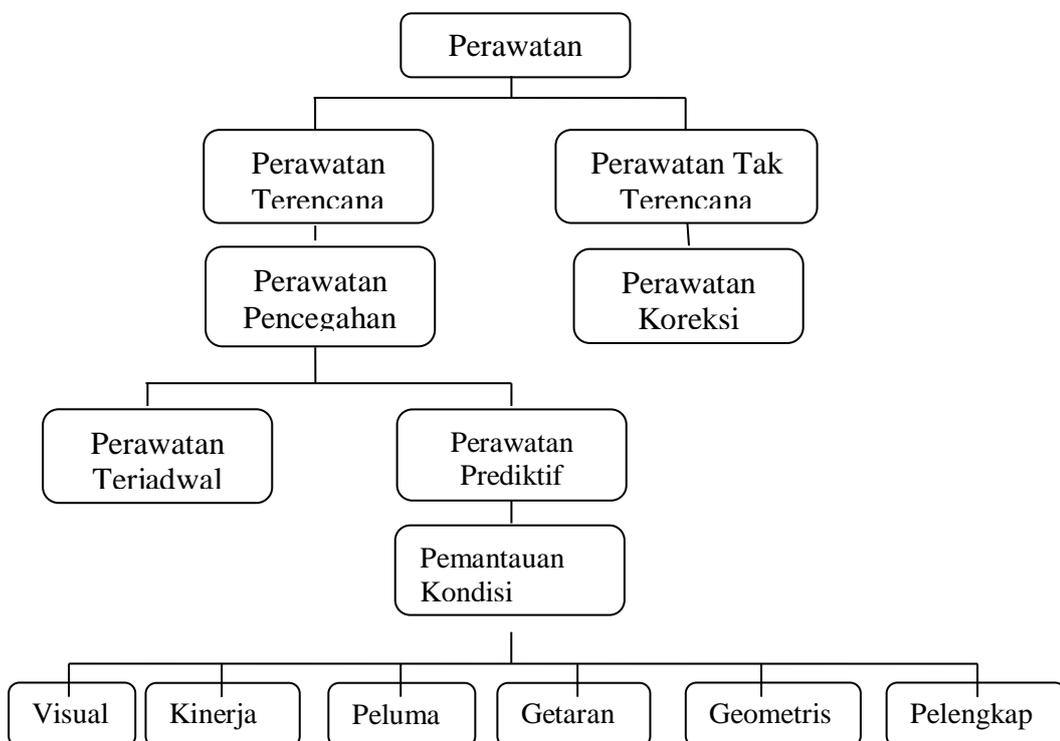
$$\sigma_{ijin} = \frac{\sigma_t}{S_f} \quad (2.10, \text{ lit.3})$$

dengan  $\sigma_t$  = tegangan tarik (N/mm<sup>2</sup>)  
 $sf$  = faktor keamanan

Tegangan bengkok harus lebih kecil daripada tegangan ijin.

## 2.6 Teori Dasar Manajemen Perawatan dan Perbaikan (M & R)

Perawatan adalah suatu komb inasi dari berbagai tindakan yang dilakukan untuk menjaga suatu produk atau barang dalam memperbaikinya sampai pada kondisi yang dapat diterima. Berbagai bentuk kegiatan pemeliharaan adalah



Gambar 2.10 Diagram Alir Perawatan  
 (Sumber: Lit.3)

- Pemeliharaan Terencana adalah pemeliharaan yang diorganisir dan dilakukann dengan pemikiran ke masa depan, pengendalian dan pencatatan sesuai dengan rencana yang telah ditentukan sebelumnya.
- Pemeliharaan Pencegahan adalah pemeliharaan yang dilakukan pada selang waktu yang ditentukan sebelumnya atau terhadap kriteria lain yang diuraikan, dan dimaksudkan untuk mengurangi kemungkinan bagian-bagian lain yang tidak memenuhi kondisi yang bisa diterima.

- c. Pemeliharaan Korektif adalah pemeliharaan yang dilakukan untuk memperbaiki suatu bagian (termasuk penyetelan dan reparasi) yang telah terhenti untuk memenuhi suatu kondisi yang bisa diterima.
- d. Pemeliharaan Jalan adalah pemeliharaan yang dapat dilakukan selama mesin dipakai.
- e. Pemeliharaan Berhenti adalah pemeliharaan yang hanya dapat dilakukan selama mesin berhenti digunakan.
- f. Pemeliharaan Darurat adalah pemeliharaan yang perlu segera dilakukan untuk mencegah akibat yang serius.

Beberapa strategi perawatan diantaranya adalah

1. *Break Down Maintenance*, suatu pekerjaan yang dilakukan terhadap suatu alat/fasilitas berdasarkan perencanaan sebelumnya yang diduga telah mengalami kerusakan.
2. *Schedule Maintenance*, suatu daftar menyeluruh yang berisi kegiatan *maintenance* dan kejadian-kejadian yang menyertainya.
3. *Preventive Maintenance*, suatu pekerjaan yang dilakukan untuk mencegah terjadinya kerusakan pada alat/fasilitas lebih lanjut.

## 2.7 Rumus-rumus Pengerjaan Mesin

Proses pengerjaan komponen-komponen alat ini dikerjakan menggunakan beberapa mesin yaitu mesin las, dan mesin gerinda dengan rumus-rumus perhitungan sebagai berikut:

Putaran pada mesin

$$n = \frac{1000 \times Vc}{\pi \times d} \quad (2.11, \text{ lit. } 4)$$

Proses pemotongan pada gerinda potong:

$$T_m = \frac{t_g \times l \times t_b}{S_r \times n} \quad (2.12, \text{ lit. } 4)$$

- dengan
- n = Putaran Mesin (rpm)
  - T<sub>m</sub> = Waktu pengerjaan (menit)
  - t<sub>g</sub> = Tebal mata gerinda (mm)
  - l = Panjang bidang pemotongan (mm)
  - t<sub>b</sub> = Ketebalan benda kerja (mm)
  - S<sub>r</sub> = Ketebalan pemakanan (mm/putaran)

Proses pengeboran

$$L = l + 0,3 \times d \quad (2.13, \text{ lit. 4})$$

$$T_m = \frac{L}{S_r \times n} \quad (2.14, \text{ lit. 4})$$

$T_m$  total =  $T_m$  x Banyak pengeboran

dengan  $n$  = Putaran Mesin (rpm)

$T_m$  = Waktu pengerjaan (menit)

$L$  = Kedalaman pemakanan (mm)

$l$  =  $0,3 + d$  (mm)

$S_r$  = Ketebalan pemakanan (mm/putaran)

Di samping menggunakan berbagai jenis pengerjaan mesin di atas, proses pengerjaan alat ini juga dikerjakan dengan cara manual, seperti:

a. Menggerinda

Merupakan proses menghaluskan permukaan yang digunakan pada tahap *finishing* dengan daerah toleransi yang sangat kecil sehingga mesin ini harus memiliki konstruksi yang sangat kokoh.

b. Mengikir

Mengikir adalah salah satu kegiatan meratakan permukaan benda kerja hingga mencapai ukuran, kerataan dan kehalusan tertentu dengan menggunakan kikir yang dilakukan dengan tangan

c. Mengecat

Merupakan proses *finishing* dari pembuatan alat, hal ini bertujuan untuk memperindah tampilan benda kerja juga untuk mencegah proses korosi.

### Rumus-rumus Sewa Mesin

$$KD = \frac{V - v}{N_U \times T_F} \quad (2.15, \text{ lit.4})$$

$$K_P = 20\% \times KD \quad (2.16, \text{ lit.4})$$

$$KM = (KD + K_P) T_e \quad (2.17, \text{ lit.4})$$

dengan KD	= Penyusutan harga mesin
$K_p$	= Faktor penunjang
KM	= harga sewa mesin (Rp/jam)
$T_e$	= waktu penggunaan mesin(jam)
V	= nilai ganti (1.5 x harga mesin)
v	= nilai sisa (10% x harga mesin)
$N_U$	= Umur mesin (diambil 13 tahun)
$T_f$	= pemakaian mesin efektif (2000 jam/tahun)

### Rumus-rumus Pengelasan

Kekuatan hasil lasan, momen bengkok dan tegangan maksimum lasan dapat dihitung dengan rumus berikut

$$P = A \cdot \tau \quad (2.18, \text{ lit.4})$$

dengan	P	= Gaya yang terjadi (N)
	A	= Luas Penampang (mm <sup>2</sup> )
	$\tau$	= Tegangan geser las (N/mm <sup>2</sup> )

$$M = P \cdot e \quad (2.19, \text{ lit. 4})$$

dengan	M	= Momen bengkok (N/mm)
	P	= Gaya yang terjadi (N)
	e	= Panjang benda yang dilas (mm)

$$\sigma_b = \frac{M}{Z} \quad (2.20, \text{ lit. 4})$$

dengan	$\sigma_b$	= Tegangan bengkok las (N/mm <sup>2</sup> )
	M	= Momen bengkok (N/mm)
	Z	= Momen tahanan terhadap bengkok (mm <sup>3</sup> )

$$\tau_{\max} = \frac{1}{2} \sqrt{(\sigma_b)^2 + 4\tau^2} \quad (2.21, \text{ lit. 4})$$

dengan	$\tau_{\max}$	= Tegangan maksimum lasan (N/mm <sup>2</sup> )
	$\sigma_b$	= Tegangan bengkok (N/mm <sup>2</sup> )
	$\tau$	= Tegangan geser las (N/mm <sup>2</sup> )

$$T_w = \frac{V_w \times l_w}{V_c \times F_o} \quad (2.22, \text{ lit. 4})$$

dengan  $T_w$  = Waktu pengelasan (menit)  
 $V_w$  = Kecepatan pengerjaan (44,5 menit/m)  
 $l_w$  = Panjang Pengelasan (m)  
 $F_o$  = Faktor Operasi

### Rumus-rumus Statistika

Beberapa rumus-rumus dasar yang akan digunakan dalam menganalisa data hasil pengujian nantinya adalah sebagai berikut

a. Rata-rata hitung/*arithmetical mean* (M)

1. Data tak tersusun (data mentah)

$$M = \frac{X_1 + X_2 + X_3 + \dots + X_n}{n} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n} \quad (2.23, \text{lit.4})$$

2. Data tersusun

$$M = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^k f_i \cdot x_i$$

Untuk memperkecil angka perhitungan maka rumus diatas disederhanakan dengan menggunakan cara *coding* yang rumusnya adalah

$$M = X_o + \frac{1}{n} \sum_{i=1}^k f_i \cdot C_i \quad (2.24, \text{lit.4})$$

dengan  $x_o$  = nilai tengah pada kode 0  
 $I$  = interval (jarak antar kelas)  
 $n$  = jumlah data  
 $f_i$  = frekuensi tiap tiap kelas  
 $c_i$  = kode tiap-tiap kelas (bebas)

b. Median atau nilai tengah (Md)

1. Data tak tersusun

Misal sekelompok data: 64, 67, 70, 66, 68, 70 dan 72. Dari *array* ini dapat diketahui bahwa data yang terletak ditengah adalah 67 atau median (Md) = 67

2. Data tersusun

Untuk data tersusun kedalam distribusi frekuensi, maka perhitungan nilai median akan sedikit mengalami kesulitan, karena harus berdasarkan grafik batang atau histogram.

$$Md = B_b + l \left( \frac{n/2 - \sum f_{sb}}{f_{md}} \right) \quad (2.25, \text{lit.4})$$

dengan  $B_b$  = batas bawah kelas median  
 $l$  = interval (jarak antar kelas)  
 $F_{md}$  = frekuensi kelas median  
 $\sum f_{sb}$  = jumlah frekuensi kelas sebelum median

c. Modus ( $M_o$ )

Modus adalah data yang sering kali muncul atau data yang mempunyai frekuensi terbanyak.

$$M_o = B_b + l \left( \frac{f_{mo} - f_{sb}}{f_{mo} - f_{sb} + f_{mo} - f_{sb}} \right) \quad (2.26, \text{lit.4})$$

dengan  $B_b$  = batas bawah kelas median  
 $l$  = interval (jarak antar kelas)  
 $f_{sb}$  = jumlah frekuensi kelas sebelum modus  
 $f_{mo}$  = frekuensi kelas modus