

## **BAB II**

### **KERANGKA TEORI**

#### **2.1 Kerangka Teori**

##### **2.1.1 Modul Pembelajaran**

Modul pembelajaran merupakan satuan program belajar mengajar yang terkecil, yang dipelajari oleh siswa sendiri secara perseorangan atau diajarkan oleh siswa kepada dirinya sendiri (*self-instructional*)<sup>3</sup>. Modul pembelajaran adalah bahan ajar yang disusun secara sistematis dan menarik yang mencakup isi materi, metode dan evaluasi yang dapat digunakan secara mandiri untuk mencapai kompetensi yang diharapkan<sup>4</sup>.

Modul pembelajaran sebagai sejenis satuan kegiatan belajar yang terencana, di desain guna membantu siswa menyelesaikan tujuan-tujuan tertentu. Modul adalah semacam paket program untuk keperluan belajar. Suatu modul pembelajaran adalah suatu paket pengajaran yang memuat satu unit konsep daripada bahan pelajaran. Pengajaran modul merupakan usaha penyelenggaraan pengajaran individual yang memungkinkan siswa menguasai satu unit bahan pelajaran sebelum dia beralih kepada unit berikutnya. Berdasarkan beberapa pengertian modul di atas maka dapat disimpulkan bahwa modul pembelajaran adalah salah satu bentuk bahan ajar yang dikemas secara sistematis dan menarik sehingga mudah untuk dipelajari secara mandiri.

##### **a. Ciri-ciri/ Karakteristik Modul**

---

<sup>3</sup> Winkel, W.S. *Psikologi Pengajaran* (Yogyakarta:media abadi,2004) hlm.472

<sup>4</sup> Anwar, *Pengembangan bahan ajar* (Bahan Kuliah Online. Direktori UPI. Bandung )

Modul pembelajaran merupakan salah satu bahan belajar yang dapat dimanfaatkan oleh siswa secara mandiri. Modul yang baik harus disusun secara sistematis, menarik, dan jelas. Modul dapat digunakan kapanpun dan dimanapun sesuai dengan kebutuhan siswa. Anwar<sup>5</sup>, menyatakan bahwa karakteristik modul pembelajaran sebagai berikut :

- 1) *Self instructional*, Siswa mampu membelajarkan diri sendiri, tidak tergantung pada pihak lain.
- 2) *Self contained*, Seluruh materi pembelajaran dari satu unit kompetensi yang dipelajari terdapat didalam satu modul utuh.
- 3) *Stand alone*, Modul yang dikembangkan tidak tergantung pada media lain atau tidak harus digunakan bersama-sama dengan media lain.
- 4) Adaptif, Modul hendaknya memiliki daya adaptif yang tinggi terhadap perkembangan ilmu dan teknologi.
- 5) *User friendly*, Modul hendaknya juga memenuhi kaidah akrab bersahabat/akrab dengan pemakainya.
- 6) Konsistensi, Konsisten dalam penggunaan font, spasi, dan tata letak.

cMenurut wijaya<sup>6</sup> iri-ciri pengajaran modul pembelajaran adalah :

- 1) Siswa dapat belajar individual, ia belajar dengan aktif tanpa bantuan maksimal dari guru.
- 2) Tujuan pelajaran dirumuskan secara khusus. Rumusan tujuan bersumber pada perubahan tingkah laku.

---

<sup>5</sup> Anwar. *Pengembangan Bahan Ajar*. Bahan Kuliah Online. Direktori UPI. Bandung.

<sup>6</sup> Wijaya. *Upaya Pembaharuan Dalam Pendidikan dan Pengajaran*. (Bandung : Remadja karya, 1988) hlm.129

- 3) Tujuan dirumuskan secara khusus sehingga perubahan tingkah laku yang terjadi pada diri siswa segera dapat diketahui. Perubahan tingkah laku diharapkan sampai 75% penguasaan tuntas (*mastery learning*)
- 4) Membuka kesempatan kepada siswa untuk maju berkelanjutan menurut kemampuannya masing-masing.
- 5) Modul merupakan paket pengajaran yang bersifat self-instruction, dengan belajar seperti ini, modul membuka kesempatan kepada siswa untuk mengembangkan dirinya secara optimal.
- 6) Modul memiliki daya informasi yang cukup kuat. Unsur asosiasi, struktur, dan urutan bahan pelajaran terbentuk sedemikian rupa sehingga siswa secara spontan mempelajarinya.
- 7) Modul banyak memberikan kesempatan kepada siswa untuk berbuat aktif.

#### **b. Kelemahan Pembelajaran dengan Menggunakan Modul**

Belajar dengan menggunakan modul juga sering disebut dengan belajar mandiri. Menurut Suparman<sup>7</sup> menyatakan bahwa bentuk kegiatan belajar mandiri ini mempunyai kekurangan-kekurangan sebagai berikut :

- 1) Biaya pengembangan bahan tinggi dan waktu yang dibutuhkan lama.
- 2) Menentukan disiplin belajar yang tinggi yang mungkin kurang dimiliki oleh siswa pada umumnya dan siswa yang belum matang pada khususnya.
- 3) Membutuhkan ketekunan yang lebih tinggi dari fasilitator untuk terus menerus memantau proses belajar siswa, memberi motivasi dan konsultasi secara individu setiap waktu siswa membutuhkan.

---

<sup>7</sup> Suparman, *Desain Intruksional* (Jakarta : Rineka cipta,1993) hlm.197

Beberapa hal yang memberatkan belajar dengan menggunakan modul, yaitu :

- 1) Kegiatan belajar memerlukan organisasi yang baik
- 2) Selama proses belajar perlu diadakan beberapa ulangan/ujian, yang perlu dinilai sesegera mungkin

Berdasarkan beberapa pendapat di atas maka dapat disimpulkan bahwa dalam pembelajaran menggunakan modul juga memiliki beberapa kelemahan yang mendasar yaitu bahwa memerlukan biaya yang cukup besar serta memerlukan waktu yang lama dalam pengadaan atau pengembangan modul itu sendiri, dan membutuhkan ketekunan tinggi dari guru sebagai fasilitator untuk terus memantau proses belajar siswa.

### **c. Kelebihan Pembelajaran dengan Menggunakan Modul**

Belajar menggunakan modul sangat banyak manfaatnya, siswa dapat bertanggung jawab terhadap kegiatan belajarnya sendiri, pembelajaran dengan modul sangat menghargai perbedaan individu, sehingga siswa dapat belajar sesuai dengan tingkat kemampuannya, maka pembelajaran semakin efektif dan efisien. Menurut Tjipto<sup>8</sup> beberapa keuntungan yang diperoleh jika belajar menggunakan modul antara lain :

- 1) Motivasi siswa dipertinggi karena setiap kali siswa mengerjakan tugas pelajaran dibatasi dengan jelas dan yang sesuai dengan kemampuannya.
- 2) Sesudah pelajaran selesai guru dan siswa mengetahui benar siswa yang berhasil dengan baik dan mana yang kurang berhasil.
- 3) Siswa mencapai hasil yang sesuai dengan kemampuannya.

---

<sup>8</sup> Tjipto, *Peningkatan dan Pengembangan Pendidikan*. (Jakarta: Gramedia Pustaka Utama. 1997) hlm.72

- 4) Beban belajar terbagi lebih merata sepanjang semester.
- 5) Pendidikan lebih berdaya guna.

Beberapa keuntungan yang diperoleh dari pembelajaran dengan penerapan modul adalah sebagai berikut :

- 1) Meningkatkan motivasi siswa, karena setiap kali mengerjakan tugas pelajaran yang dibatasi dengan jelas dan sesuai dengan kemampuan.
- 2) Setelah dilakukan evaluasi, guru dan siswa mengetahui benar, pada modul yang mana siswa telah berhasil dan pada bagian modul yang mana mereka belum berhasil.
- 3) Bahan pelajaran terbagi lebih merata dalam satu semester.
- 4) Pendidikan lebih berdaya guna, karena bahan pelajaran disusun menurut jenjang akademik.

### **2.1.2 Teknik Instalasi Penerangan Kapal**

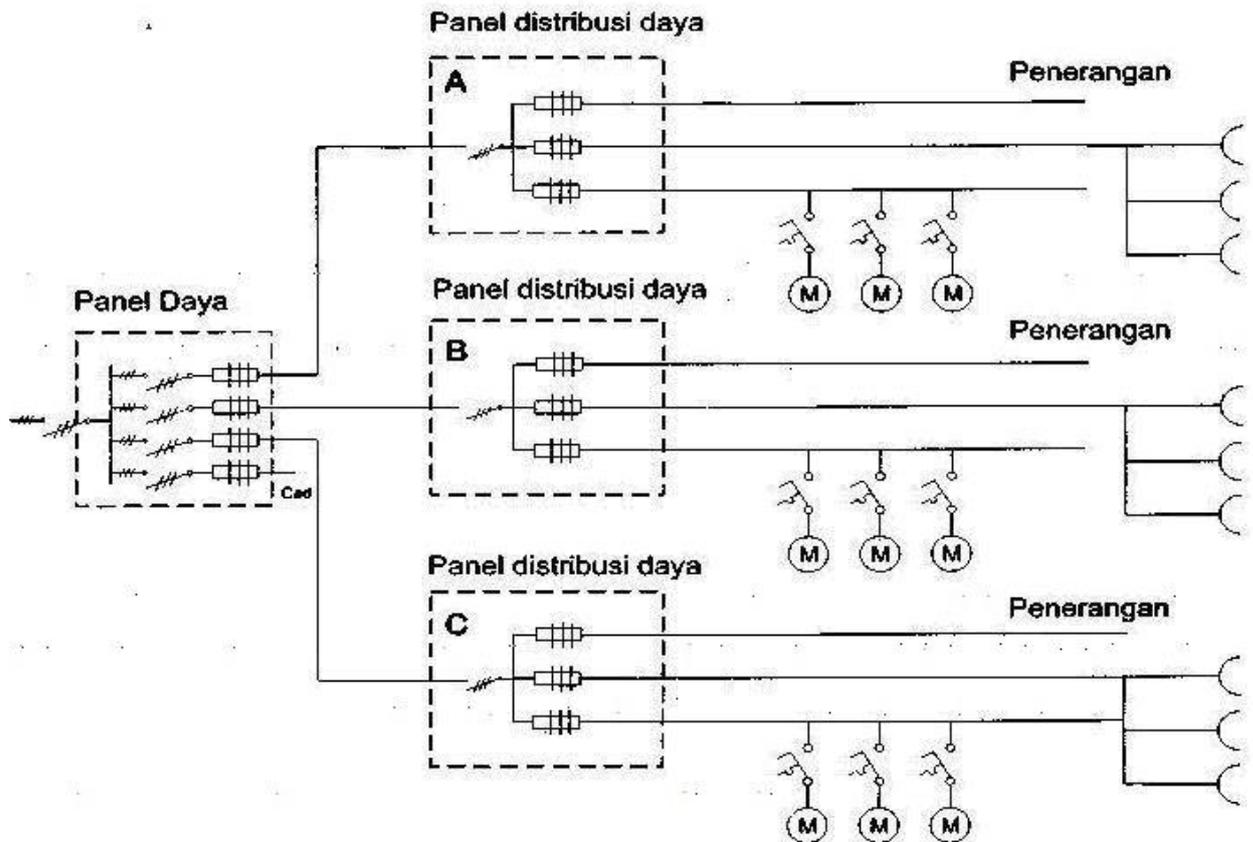
Sistem instalasi kelistrikan merupakan sistem yang paling penting di kapal, karena itu perencanaan yang meliputi dalam pemilihan komponen-komponen listrik yang akan dipasang, gambar instalasi dan perhitungan harus dilakukan dengan cermat serta mengacu pada peraturan sebagai standar dalam pembangunan sebuah kapal. Jika perencanaan dilakukan dengan baik, maka sistem operasi kapal yang dipengaruhi oleh adanya sumber listrik akan menjadi optimal. Namun hal ini kurang mendapat perhatian dari para pemilik galangan yang akan membangun sebuah kapal. kelistrikan di kapal dapat diterapkan secara nyata dan sesuai dengan ketentuan yang berlaku sehingga pada saat pemasangan instalasi listrik di kapal

dan tujuan di masa yang akan datang dapat diandalkan serta kepuasan bagi pemilik kapal.

Kabel sebagai bahan penghantar aliran listrik yang digunakan untuk instalasi di kapal terbuat dari bahan tembaga kecuali pada kasus kabel termokopel untuk peralatan instrumen dimana bahan logam khusus dan campuran seperti Cupro-nikel digunakan pada beberapa kabel. Kabel las yang digunakan pada reparasi kapal dan pekerjaan pada bangunan pengeboran minyak lepas pantai (*off-shore drilling rig*), dan lain-lain menggunakan aluminium sebagai kawat konduktornya (kawat kabel)—(*deter pilfering*). Kabel dari bahan tembaga (kawat kabel) biasanya menggunakan bahan PVC atau beberapa bahan lainnya sebagai bahan isolasi. Isolasi kabel sangatlah penting karena isolasi kabel tersebut harus mampu melindungi konduktor dari kerusakan yang disebabkan oleh kondisi buruk dari lingkungan kabel seperti air laut, beban mekanis, perubahan suhu dan lain-lain. Selain itu isolasi kabel harus sesuai dengan karakteristik listrik listrik dari konduktor dan juga arus listrik akan tergantung pada kondisi dari konduktor. Secara singkat beberapa kerusakan pada konduktor akan mengurangi area luasan dari penampang konduktor sehingga akan menyebabkan tahanan listrik dari konduktor akan meningkat. Selanjutnya akan menyebabkan suhu konduktor akan menjadi lebih tinggi dari yang direncanakan. Kerusakan pada isolasi kabel akan berakibat pada tahanan isolasi yang keseluruhan mendekati nol yang selanjutnya akan berakibat terjadinya short sirkuit. Jadi jelaslah, perlu identifikasi kondisi yang ada di kapal dan di sekitar lokasi dimana kabel akan ditempatkan sebelum

mempertimbangkan standar mutu (tipe) kabel yang mampu melindungi kabel dari situasi yang bersifat dapat merusak.

Distribusi penerangan dari tiap distribusi switchboard disuplai oleh bank transformator 3 fase. Dimana tiap bank terdiri dari 3 buah 450 V, 120 V trafo 1 fase hubungan-delta. Pada beberapa instalasi yang menggunakan lampu fluorescent start cepat (tanpa starter), bank trafo kedua dengan hubungan wye sehingga pengganti hubungan delta dengan menghubungkan bagian netral ke badan kapal (*ground*) untuk memastikan keandalan sistem start cepat dari lampu. Semua panel distribusi penerangan disuplai dengan saluran (*feeder*) 3 fase dari bus penerangan dari switchboard distribusi yang dapat dipakai. Panel ini didisain untuk sistem suplai 3 fase dan distribusi 1 fase. Beban 1 fase dihubungkan ke bus suplai 3 fase untuk menjamin kira-kira *balance* daya per fase.



Gambar 2.1 Panel distribusi penerangan<sup>9</sup>

Pada gambar 2.1 Menerangkan pembagian panel daya distribusi penerangan dan tenaga di berbagai jenis kapal.

### 2.1.2.1 Daya dan Penerangan Kondisi Darurat.

Beberapa bentuk penerangan untuk kondisi darurat harus tersedia diatas kapal yang berupa sistem penerangan dengan tenaga listrik. Kecuali untuk :

1. Kapal penumpang kecil yang hanya dioperasikan mulai matahari terbit sampai dengan matahari terbenam.
2. Kapal penumpang kecil yang dioperasikan tidak lebih dari 15 mil dari garis pantai yang daya untuk sistem penerangan umum sumbernya terpisah dari sistem propulsi dan terletak pada deck diatas sekat kedap.

<sup>9</sup> Praktical Marine."Panel listrik distribusi" h.12

Daya sesaat untuk kebutuhan pada kondisi darurat/*emergency* diwajibkan ada pada kapal penumpang yang besar kapasitasnya terbatas. Sehingga perlu mempertimbangkan beban-beban apa saja yang akan disuplai untuk waktu yang singkat. Daya terbesar yang terjadi pada kondisi darurat adalah pada saat start. Beban-beban yang harus disuplai dayanya dari sumber tenaga sesaat adalah sebagai berikut ;

- a. Lampu-lampu navigasi
- b. Beberapa lampu di kamar mesin yang digunakan untuk menunjukkan kondisi operasional peralatan pada kondisi darurat.
- c. Penerangan untuk gang-gang, tangga, jalur untuk penyelamatan, ruang penumpang dan ABK, kamar mesin.
- d. Lampu-lampu untuk penunjuk arah jalan keluar ruangan kapal seperti tanda “keluar/exit” dengan tulisan warna merah.
- e. Penerangan umum untuk pengamanan keselamatan pengoperasian pintu kedap.
- f. Satu atau lebih lampu penerangan untuk di dapur, ruang makan, ruang radio, ruang mesin kemudi, ruang *emergency generator*, ruang peta, ruang kendali/anjungan, ruang ABK.
- g. Penerangan pada deck sekoci.
- h. Sistem komunikasi elektrik utama yang tidak memiliki sumber penyimpanan daya sendiri.
- i. Daya untuk pengoperasian pintu kedap.
- j. Sistem pengeras suara darurat.
- k. Satu pompa bilga, pompa pemadam kebakaran dan pompa sprinkler.

l. Sistem untuk smoke detector.

Daya yang disuplai dari sistem darurat harus bekerja secara otomatis dan paling lambat 45 detik setelah terjadi kegagalan dari sistem daya listrik utama.

Suplai daya dari sistem emergency harus memenuhi ketentuan sebagai berikut :

- a. Untuk kapal penumpang diatas 65 m perairan samudra, daya yang disuplaikan harus mampu memenuhi kebutuhan untuk kondisi emergency selama 36 jam. Untuk suplai daya dengan menggunakan aki/battery harus mampu melayani untuk kebutuhan selama 30 menit.
- b. Selain kapal penumpang perairan samudra, pada kapal 100 GT keatas yang sumber tenaga untuk kondisi darurat menggunakan penggerak diesel dan gas turbin harus dapat menyuplai kebutuhan selama 8 jam terus-menerus.
- c. Selain kapal penumpang perairan samudra, pada kapal 15 - 100 GT keatas yang sumber tenaga untuk kondisi darurat menggunakan penggerak diesel dan gas turbin harus dapat menyuplai kebutuhan selama 8 jam terus-menerus.
- d. Untuk kapal barang 1600 ton keatas yang sumber tenaga untuk kondisi darurat menggunakan penggerak diesel dan gas turbin harus dapat menyuplai kebutuhan selama 12 jam terus-menerus.
- e. Kapal barang 300 - 1600 GT keatas yang sumber tenaga untuk kondisi darurat menggunakan penggerak diesel dan gas turbin harus dapat menyuplai kebutuhan selama 12 jam.

### 2.1.2.2 Kabel

#### 1. Instalasi Listrik

Kabel instalasi listrik digunakan sebagai saluran penghantar daya listrik dari sumber tenaga listrik ke peralatan pemakaian daya listrik. Kawat kabel yang digunakan di kapal haruslah sesuai dengan ketentuan dari Biro Klasifikasi Indonesia (BKI).

Pada distribusi instalasi listrik kapal, penggunaan kabel sebagai penghantar diklasifikasikan atas:

- 1) Kabel instalasi tenaga
- 2) Kabel instalasi penerangan
- 3) Kabel instalasi control dan sinyal
- 4) Kabel instalasi telepon dan instrument.

#### 2. Jalur Kabel

Jalur kabel adalah kabel-kabel terentang yang disatukan dalam suatu alur penyangga kabel (kabel hanger) dan diatur sedemikian rupa sehingga memudahkan dalam pengerjaan perbaikan dan pemeliharaan. Jalur kabel terdiri dari:

- 1) Penyangga kabel, yang terbuat dari material baja galvanis yang berbentuk seperti huruf U dengan berbagai tipe dan ukuran nominal penyangga penyangga kabel serta konstruksinya.
- 2) Pengikat kabel, yang berfungsi menyatukan kabel-kabel yang diletakkan pada jalur kabel. Pengikat kabel ini terdiri dari pita pengikat dan kancing pengikat. Bahan pengikat kabel ini terbuat dari bahan baja galvanis yang lebarnya 14

mm. penentuan jarak antara pengikat harus sesuai ketentuan yang telah ditetapkan oleh Biro Klasifikasi Indonesia (BKI).

- 3) Tembusan kabel, ini digunakan untuk intalasi kabel yang menghendaki adanya tembusan kabel yang digunakan pada kabel,
- 4) Pipa pelindung kabel, yang bertujuan untuk melindungi intalasi kabel dari kemungkinan terjadinya kerusakan fisik kabel. Jenis pelindung kabel yang digunakan; antara lain:
  - a. Pipa pelindung non metalik (bukan logam), digunakan di ruang akomodasi dan intalasi penerangan yang mempunyai tegangan kerja sampai 250 volt.
  - b. Pipa pelindung non metalik (*plice tube PA-2*), digunakan di bawah lantai grating atau sejenisnya dalam kamar mesin
  - c. Pipa pelindung untuk tembusan kabel, digunakan bila intalasi kabel menghendaki adanya tembusan sehingga dinamakan pipa coming. Tipe dan dimensi pipa pelindung ini diberi symbol PV.

Biro Klasifikasi Indonesia (BKI) mensyaratkan pengisian kabel dalam pipa pelindung maksimum 40% luas penampang pipa pelindung. Luas penampang kabel adalah jumlah dari masing-masing luas penampang kabel yang dihitung dari garis tengah luar kabel.

### **2.1.2.3 Distribusi Penerangan**

Distribusi penerangan dari tiap distribusi switchboard disuplai oleh bank transformator 3 fase. Dimana tiap bank terdiri dari 3 buah 450 V, 120 V trafo 1 fase hubungan-delta. Pada beberapa instalasi yang menggunakan lampu fluorescent start cepat (tanpa starter), bank trafo kedua dengan hubungan wye

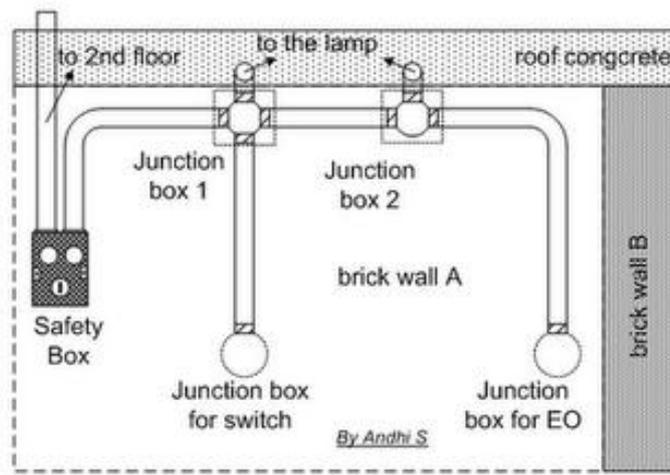
sehingga pengganti hubungan delta dengan menghubungkan bagian netral ke badan kapal (ground) untuk memastikan keandalan sistem start cepat dari lampu. Semua panel distribusi penerangan disuplai dengan saluran (*feeder*) 3 fase dari bus penerangan dari switchboard distribusi yang dapat dipakai. Panel ini didisain untuk sistem suplai 3 fase dan distribusi 1 fase. Beban 1 fase dihubungkan ke bus suplai 3 fase untuk menjamin kira-kira *balance* daya per fase.

#### **2.1.2.4 Lighting Feeder (saluran/instalasi penerangan)**

Semua kebutuhan penerangan kapal disuplai dengan beberapa *feeder* dari sistem distribusi dari switchboard melalui panel distribusi penerangan. Secara umum hal ini bersifat ekonomis dalam operasionalnya sampai batas beban yang disuplai oleh tiap *feeder* penerangan kurang dari 100 Ampere sehingga *feeder* mungkin disuplai dari sirkuit breaker 100 ampere. Paling kurang 2 *feeder* disediakan untuk melayani keperluan penerangan pada setiap ruang mesin. Suatu *feeder* yang terpisah disediakan untuk penerangan pada ruang muat. Satu *feeder* biasanya tersedia untuk tiap *cargo hold* yang dapat dimatikan pada switchboard ketika kapal sedang berlayar. Sehingga mencegah kemungkinan bahaya kebakaran akibat listrik pada ruangan tersebut. Suatu *feeder* yang terpisah dari yang lain juga diperlukan untuk menyuplai semua kebutuhan daya untuk penerangan pada saat operasional dan ruangan yang tak tertutup.

Pada kapal penumpang hal tersebut terbagi lagi menjadi daerah-daerah dengan sekat kedap tahan api. *Feeder* yang terpisah disediakan untuk tiap daerah kedap tahan api sebagai penyuplai kebutuhan penerangan diantara sekat tersebut. *Feeder* untuk pelayanan utama dan *emergency* ini menyuplai wilayah yang sama

atau berdekatan secara terpisah guna mengurangi kemungkinan kerusakan kedua feeder dari penyebab yang sama. Untuk feeder penerangan, ukuran kabel didasarkan pada 100 % dari total daya terhubung ditambah rata-rata beban aktif sirkuit untuk tiap bagian *switch* atau sirkuit breaker (stop kontak) pada panel pada saat dialiri atau disuplai.



Gambar 2.2. Instalasi sederhana saluran penerangan di kapal<sup>10</sup>

Pada Gambar 2.2 menunjukkan gambar sederhana instalasi pemipaan dan jalur listrik diatas kapal seperti pada umumnya di perumahan.

### 2.1.2.5 Lokasi Panel Penerangan

Untuk ruang mesin, panel layanan penerangan biasanya pada tingkat operasional utama. Panel untuk penerangan muatan biasanya terletak pada rumah geladak dari mesin alat angkat sehingga mudah dijangkau dan penerangan pada tiap ruang muat dapat dimatikan pada saat pemuatan telah selesai. Panel juga dapat diletakkan di dalam ruang muat. Jumlah dari panel penerangan ini

<sup>10</sup> Praktical Marine. "Panel listrik distribusi" h.15

tergantung dari ukuran dan disain dari kapal. Umumnya 1 panel untuk tiap ruang muat.

Lokasi panel penerangan pada kapal penumpang dan ruangan ABK ditentukan berdasarkan sedikit banyak dari struktur dan bagian daerah kebakaran diatas kapal. Umumnya terdapat 1 atau lebih panel pada tiap deck dan tiap bagian atau daerah kebakaran. Tetapi 2 atau lebih *deck* bisa saja dilayani dengan 1 panel, jika disainnya memungkinkan. Tiap panel dapat diletakkan pada tengah-tengah lokasi untuk membatasi turun tegangan pada sirkuit cabang. Panel ini biasanya terpasang di samping pintu sekat kedap. Untuk ruangan umum panel diletakkan disamping pintu keluar dimana operator dapat melihat lampu pengontrol.

#### **2.1.2.6 Sirkuit Cabang Penerangan**

Sirkuit cabang untuk penerangan biasanya berkapasitas 15 Ampere, 20 Ampere, atau 30 Ampere tergantung penggunaan. sirkuit cabang dengan 15 A digunakan untuk penerangan umum dan tiap sirkuit, batas maksimum beban terhubung adalah 12 A (1380 W) untuk penggunaan kawat kabel standar No. 12 AWG. Sedangkan untuk kawat konduktor standar no. 14 AWG batas maksimum beban terhubung adalah 880 watt. Cabang dengan 20 A normalnya digunakan hanya untuk menyuplai peralatan lampu tanpa saklar/tombol untuk ruang muat atau penerangan deck. Tiap sirkuit diberi batas maksimal beban terhubung sebesar 16 A dan kawatnya tidak boleh kurang dari standar No. 12 AWG.

Sirkuit cabang dengan 30 A secara normal digunakan hanya untuk menyuplai peralatan lampu tanpa saklar dengan daya lampu diatas 300 watt. Tiap

sirkuit diberi batas maksimum beban terhubung 24 A dan kawat konduktor tidak boleh kurang dari standar No. 10 AWG.

Beban peralatan, beban pemanas dan peralatan-peralatan kecil menggunakan tegangan sistem penerangan boleh jadi disuplai dari panel distribusi penerangan. Tiap cabang sirkuit diberi batas maksimum beban terhubung sebesar 30 A. Beban terhubung pada sirkuit cabang penerangan umum berdasarkan ukuran sebenarnya dari lampu yang terpasang (lampu pijar). Tapi tidak boleh kurang dari 50 watt tiap lampu kecuali disain peralatan tidak mengijinkan penggunaan lampu dengan tegangan yang lebih tinggi dari yang terpasang semula. Beban terhubung untuk sirkuit menyuplai jenis lampu elektik discharge (flourescent dan mercury) didasarkan pada ballast dari arus masuk untuk tiap peralatan. Stop kontak jalur keluar dipasang untuk memberikan kenyamanan bagi penumpang dan ABK tidak termasuk sebagai beban terhubung.

Peralatan penerangan khusus memiliki jumlah yang besar pada lampu dengan tegangan rendah disuplai oleh sebuah sirkuit 3 fase bilamana total beban dari peralatan tidak melebihi 12 Ampere. Sirkuit penyuplai dikontrol hanya dari panel distribusi dan arus listrik yang melalui konduktor dibatasi samapai 12 Ampere. Perlindungan terhadap arus listrik berlebih untuk sirkuit cabang cabang penerangan dibatasi dengan sekring sampai arus 10 Ampere atau dengan sirkuit breaker untuk 15 Ampere pada sirskit daya 880 watt, sekring 15 Ampere untuk sirkuit daya 1380 watt

Secara umum sirkuit cabang penerangan pada kamar mesin dirancang dengan grup pengganti penerangan pada sirkuit cabang yang berbeda sehingga untuk wilayah yang besar tidak akan gelap karena kegagalan dari salah satu sirkuit cabang. Pada ruangan ini lampu dikontrol hanya dengan tombol pada panel dan bukan tombol tersendiri.

Setiap ruangan tempat tinggal penumpang dan ruangan umum disuplai dengan paling sedikit 2 layanan sirkuit cabang penerangan. Sehingga dirancang apabila terjadi kegagalan pada salah satu cabang akan mampu tetap memberikan penerangan pada ruangan tersebut. Sirkuit cabang yang terpisah disediakan khusus untuk penerangan lorong. Penerangan pada tiap lorong dapat terbagi antara pelayanan sirkuit cabang dan sirkuit cabang darurat yang mana untuk kondisi normal dan darurat persyaratan tentang penerangan (cahaya) dapat terpenuhi. Sirkuit cabang tidak boleh melalui pagar api atau sekat kedap.

#### **2.1.2.7 Metode Menghitung Kebutuhan Lumen Ruang**

##### 1). Lumen

Lumen adalah fluks cahaya yang di pancarkan oleh sumber penerangan buatan (lampu). Besarnya fluks cahaya (diukur dalam lumen) yang diperlukan untuk menerangi suatu ruangan dapat dihitung dengan rumus:

$$\text{Fluks cahaya} = E \times A \dots\dots\dots(i)$$

$$CU \times MF$$

Dimana, E = Kuat cahaya (iluminasi) yang dibutuhkan pada permukaan bidang (lux)

A = Luas ruangan (m<sup>2</sup>)

F = Total lumen yang dibutuhkan (lumen)

CU = Koefisien pemanfaatan

MF = Faktor pemeliharaan

Illuminasi atau kuat penerangan yang diinginkan pada permukaan bidang kerja yang perlu diterangi, diukur dalam lux. Besarnya lux tergantung dari fungsi ruangan.

## 2. Menghitung jumlah unit lampu (N)

Jumlah unit lampu yang diperlukan dapat dihitung dengan rumus:

$N = \frac{\text{Lumen yang dibutuhkan}}{\text{Lumen lampu perunit}}$  ..... (ii)

Lumen lampu perunit

## 3. Perbandingan ruangan / *Room Ratio (RR)*

Perbandingan ruangan (RR) adalah indeks ruangan yang diberi penerangan, indeks ini dimasukkan dalam perhitungan dan secara langsung berhubungan dengan panjang, lebar, dan tinggi dari ruangan. Ini dapat ditulis dengan rumus:

$RR = \frac{p \times l}{Hrc}$  .....(iii)

**Hrc ( p + l )**

Dimana, p = panjang (m)

l = lebar (m)

Hrc = tinggi lampu terhadap bidang kerja (m)

## 4. Indeks ruangan / *Room Indeks (RI)*

Nilai indeks ruangan dapat diketahui setelah mendapatkan atau mengetahui nilai *room ratio (RR)* dan selanjutnya disesuaikan dengan tabel.

## 5. Koefisien refleksi ruangan

Besar nilai koefisien factor refleksi untuk dinding, lantai, dan langit-langit yang dipengaruhi oleh cat yang digunakan dapat dilihat pada tabel.

#### 6. Koefisien penggunaan (CU)

Faktor penggunaan didefinisikan sebagai persen dari lumen lampu kosong yang mengeluarkan cahaya dan mencapai bidang kerja. Faktor ini bertanggungjawab langsung terhadap cahaya dari lumener dan cahaya yang dipantulkan permukaan ruangan. Dengan menggunakan tabel faktor penggunaan (CU) yang tersedia dari pabrik untuk pemasangan berbagai cahaya jika pantulan dari dinding dan langit-langit diketahui, indeks ruangan telah ditentukan dan jenis lumener diketahui.

### 2.1.2.8 Alat ukur listrik dan pengecekan peralatan listrik di atas kapal

#### a. Alat Ukur Listrik



Gambar 2.3 Alat ukur listrik pada panel listrik di kapal

Pada gambar 2.3 adalah jenis –jenis alat ukur yang umum dipakai pada panel distribusi diatas kapal.

Amperemeter adalah suatu alat yang digunakan untuk mengukur arus yang mengalir pada suatu penghantar listrik. Untuk arus kecil dibawah 40 A bisa

menggunakan *Type Direct*, alat dengan *Type Direct* ini digunakan secara “Direct” atau dipasang langsung., adapun caranya langsung dipasang seri dengan beban yang akan diukur Namun bila beban yang diukur lebih besar dari 50 A, alat ini harus menggunakan Trafo Arus (CT). adapun arus pengeluaran dari trafo arus yang di-ijinkan antara 1 – 5 A. misalnya : untuk beban antara 0-50 A menggunakan CT 50/5 atau 50/1 dengan menggunakan type ampere meter dengan range scale 0 – 50 A.

Voltmeter AC dan DC Berfungsi sebagai alat untuk mengukur tegangan AC maupun tegangan DC. Rating disesuaikan dengan skala yang tercantum pada alat tersebut. Bila alat tersebut mempunyai rating 0-200 V, maka tegangan yang akan diukur jangan sampai melebihi dari 200 V,

Frequensi meter Alat yang digunakan untuk mengukur frekwensi pada suatu sumber tegangan. Tegangan yang di ijinan 0 – 220 V.

Watt meter adalah alat yang di gunakan untuk mengetahui daya yang dikonsumsi beban listrik. Tegangan yang di ijinan 380 V. Sytem wiring 3 phase 4 wire. Frekwensi 50 Hz. Cara pemasangan sama seperti pemasangan kwh meter 3 phase.

Varmeter Alat yang digunakan untuk mengetahui balance atau tidak suatu beban listrik 3 phase. Bila arus balance, maka Varmeter akan mununjuk pada angka 0, namun bila tidak balance jarum penunjuk akan menunjukkan ke IND ( terjadi beban induktif), atau CAP (terjadi beban capacitif).

Cos Q Meter Alat yang digunakan untuk mengetahui cos q. Pemsangan sama seperti pemasangan kwh 3 phase.

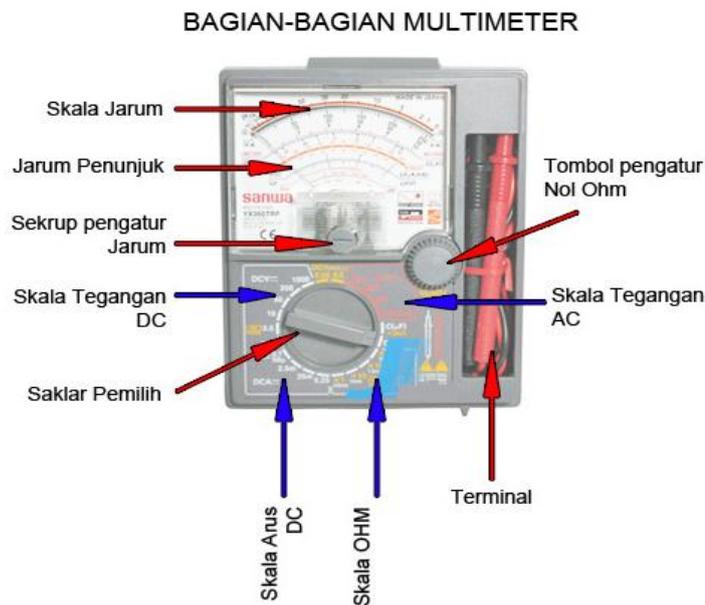
Syncroscop Alat yang digunakan untuk mengetahui urutan phase pada sumber tegangan. Bila sumber tegangan sudah benar ( R S T ) tidak terbalik maka petaran lampu led akan bergerak ke kanan. Bila salah satu phase terbalik maka putaran lampu led akan kekiri tegangan yang dipakai 380 V.

1p Kwh Meter Alat yang digunakan untuk mencatat pemkaian beban listrik pada suatu waktu. Max arus yang di ijinan 20 A. tegangan 220 V.

## 2. Pengecekan dan perawatan peralatan listrik diatas kapal

### a. Penggunaan alat ukur Multimeter

Penggunaan alat ukur AVOMeter adalah singkatan dari Ampere Volt Ohm Meter, jadi hanya terdapat 3 komponen yang bisa diukur dengan AVOMeter sedangkan Multimeter , dikatakan multi sebab memiliki banyak besaran yang bisa di ukur, misalnya Ampere, Volt, Ohm, Frekuensi, Konektivitas Rangkaian (putus ato tidak), Nilai Kapasitif, dan lain sebagainya. Terdapat 2 (dua) jenis Multimeter yaitu Analog dan Digital, yang Digital sangat mudah pembacaannya disebabkan karena Multimeter digital telah menggunakan angka digital sehingga begitu melakukan pengukuran Listrik, Nilai yang diinginkan dapat langsung terbaca asalkan sesuai atau Benar cara pemasangan alat ukurnya.



Gambar 2.4 Bagian-Bagian Multimeter

Pada gambar 2.4 menunjukkan Bagian-Bagian Multimeter yaitu :

1. Sekrup jarum pengatur, sekrup ini dapat di putar dengan obeng atau plat kecil, sekrup ini berfungsi mengatur Jarum agar kembali atau tepat pada posisi 0 (NOL), terkadang jarum tidak pada posisi NOL yang dapat membuat kesalahan pada pengukuran, posisikan menjadi NOL sebelum digunakan.
2. Tombol pengatur nol hm. Tombol ini hampir sama dengan sekrup pengatur jarum, hanya saja bedanya yaitu tombol ini digunakan untuk membuat jarum menunjukkan angka nol pada saat saklar pemilih di posisikan menunjuk skala ohm. Saat saklar pemilih pada posisi ohm biasanya pilih x1 pada skala ohm kemudian hubungkan kedua ujung terminal (ujung terminal merah bertemu dengan ujung terminal hitam) dan lihat pada layar penunjuk, jarum akan bergerak ke kanan (Disitu terdapat

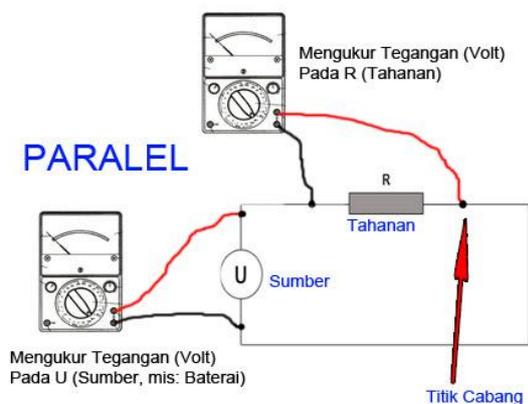
angka nol (0), Putar tombol pengatur Nol Ohm sampai jarum menunjukkan angka nol). Proses ini dinamakan KALIBRASI OhmMeter. Hal ini mutlak dilakukan sebelum melakukan pengukuran tahanan (OHM) suatu komponen atau suatu rangkaian.

3. Sakelar oemilih. Saklar ini harus di posisikan sesuai dengan apa yang ingin di ukur, misalnya bila ingin mengukur tegangan AC maka atur/putar saklar hingga menyentuh skala AC yang pada alat ukur tertulis ACV, begitu pula saat mengukur tegangan DC, cari yang tertulis DCV, begitu seterusnya. Jangan salah memilih Skala Pengukuran. Pada setiap bagian skala pengaturan yang dipilih dengan saklar pemilih, terdapat nilai-nilai yang tertera pada alat ukur, misalnya pada skala tegangan AC (tertulis ACV pada alat ukur) tertera skala 10, 50, 250, dan 750 begitu pula pada skala tegangan DC (tertulis DCV pada alat ukur) tertera skala 0.1 , 0.25 , 2.5 , 10 , dst. Skala tersebut adalah skala yang akan digunakan untuk membaca hasil pengukuran, semua skala dapat digunakan untuk membaca, hanya saja tidak semua skala dapat memberikan atau memperlihatkan nilai yang diinginkan, misalnya kita mempunyai baterai 9 Volt DC, kemudian kita mengatur saklar pemilih untuk Memilih skala tegangan DC pada posisi 2,5 dan menghubungkan terminal merah dengan positif (+) baterai dan hitam dengan negatif (-) baterai. Jarum akan bergerak ke ujung kanan dan tidak menunjukkan angka 9Volt, Sebab nilai maksimal yang dapat diukur bila kita memposisikan saklar pemilih pada skala 2.5 adalah hanya 2.5 Volt saja, sehingga untuk mengukur nilai 9Volt maka saklar harus di

putar menuju Skala yang lebih besar dari nilai Tegangan yang di ukur, jadi putar pada posisi 10 dan alat ukur akan menunjukkan nilai yang diinginkan. Penjelasan lebih lengkap mengenai membaca alat ukur akan di Bahas selanjutnya pada tutorial ini.

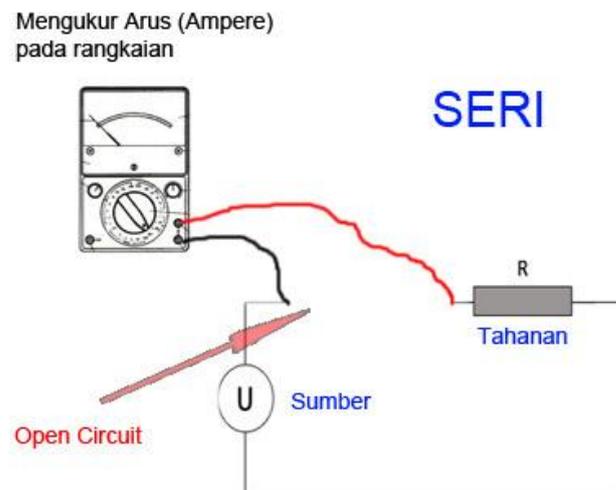
Untuk melakukan suatu pengukuran listrik, Posisi alat ukur pada rangkaian harus di perhatikan agar pembacaan alat ukur tidak salah. Pemasangan alat ukur yang salah / tidak benar memberikan hasil pengukuran yang tidak benar dan bukan kurang tepat, jadi ini sangat perlu di perhatikan. Mari kita melihat posisi alat ukur yang benar:

1. Pada gambar 2.5 menunjukkan posisi alat ukur saat mengukur tegangan (Voltage) Pada saat mengukur tegangan baik itu tegangan AC maupun DC, maka alat ukur mesti di pasang paralel terhadap rangkaian. Maksud paralel adalah kedua terminal pengukur ( umumnya berwarna merah untuk positif (+) dan hitam untuk negatif (-) harus membentuk suatu titik percabangan dan bukan berjejer (seri) terhadap beban. Pemasangan yang benar dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 2.5 Mengukur tegangan dengan cara memasang paralel

2. Pada gambar 2.6 menunjukkan posisi alat ukur saat mengukur arus listrik (Ampere) untuk melakukan pengukuran arus listrik yang mesti diperhatikan yaitu posisi terminal harus dalam kondisi berderetan dengan beban, sehingga untuk melakukan pengukuran arus maka rangkaian mesti di buka / diputus / open circuit dan kemudian menghubungkan terminal alat ukur pada titik yang telah terputus tersebut. Pemasangan yang benar dapat dilihat pada gambar:



Gambar 2.6 Mengukur arus listrik dengan cara seri

3. Posisi alat ukur saat mengukur hambatan (Ohm) yang harus diketahui saat pengukuran tahanan ialah jangan pernah mengukur tahanan atau hambatan pada saat terhubung sumber tegangan, ini akan merusak alat ukur. Pengukurannya sangat mudah yaitu tinggal mengatur saklar pemilih ke posisi skala OHM dan kemudian menghubungkan terminal ke kedua sisi komponen (resistor) yang akan di ukur.



Gambar 2.7 Mengukur tahanan

#### b. Mengukur tegangan listrik (VOLT) DC

Yang perlu di siapkan dan Perhatikan:

1. Pastikan alat ukur tidak rusak secara Fisik (tidak pecah).
2. Atur Sekrup pengatur Jarum agar jarum menunjukkan angka nol (0), bila menurut anda angka yang ditunjuk sudah nol maka tidak perlu dilakukan Pengaturan Sekrup.
3. Lakukan Kalibrasi alat ukur (Telah saya bahas diatas pada point 2 mengenai Tombol Pengatur Nol OHM). Posisikan Saklar Pemilih pada skala ohm pada  $\times 1 \Omega$ ,  $\times 10$ ,  $\times 100$ ,  $\times 1k$ , atau  $\times 10k$  selanjutnya tempelkan ujung kabel Terminal negatif (hitam) dan positif (merah). Nolkan jarum AVO tepat pada angka nol sebelah kanan dengan menggunakan Tombol pengatur Nol Ohm.
4. Setelah kalibrasi atur skalar pemilih pada posisi Skala Tegangan yang anda ingin ukur, ACV untuk tegangan AC (bolak balik) dan DCV untuk tegangan DC (Searah).

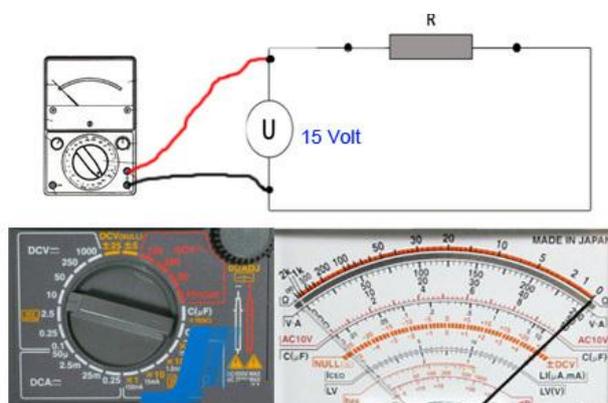
5. Posisikan skala pengukuran pada nilai yang paling besar terlebih dahulu seperti 1000 atau 750 jika belum diketahui berapa nilai tegangan maksimal yang mengalir pada rangkaian.
6. Pasangkan alat ukur paralel terhadap beban/ sumber/komponen yang akan diukur.
7. Baca Alat ukur.

Cara Membaca Nilai Tegangan yang terukur:

1. Misalkan Nilai tegangan yang akan diukur adalah 15 VOLT DC (Belum kita ketahui sebelumnya, itulah saya katakan Misalnya).
2. Kemudian Kita memposisikan saklar pemilih pada posisi DCV dan memilih skala paling besar yang tertera yaitu 1000. Nilai 1000 artinya Nilai tegangan yang akan diukur bisa mencapai 1000Volt.
3. Saat memperhatikan Alat ukur maka Dalam Layar penunjuk jarum tidak terdapat skala terbesar 1000 yang ada hanya 0-10, 0-50, dan 0-250. Maka Untuk memudahkan membaca perhatikan skala 0-10 saja.
4. Skala penunjukan 0-10 berarti saat jarum penunjuk tepat berada pada angka 10 artinya nilai tegangan yang terukur adalah 1000 Volt, jika yang ditunjuk jarum adalah angka 5 maka nilai tegangan sebenarnya yang terukur adalah 500 Volt, begitu seterusnya.
5. Kembali Pada Kasus no. 1 dimana nilai tegangan yang akan diukur adalah hanya 15 Volt sementara kita menempatkan saklar pemilih pada Posisi 1000, maka jarum pada alat ukur hanya akan bergerak sedikit sekali sehingga sulit bagi kita untuk memperkirakan berapa nilai tegangan

sebenarnya yang terukur. Untuk itu Pindahkan Saklar Pemilih ke Nilai Skala yang dapat membuat Jarum bergerak lebih banyak agar nilai pengukuran lebih akurat.

6. Pada Gambar 2.8 jika menggeser saklar pemilih ke Posisi 10 pada skala DCV. Yang terjadi adalah, jarum akan bergerak dengan cepat ke paling ujung kanan. Hal ini disebabkan nilai tegangan yang akan di ukur lebih besar dari nilai skala maksimal yang dipilih. Jika hal ini di biarkan terus menerus maka alat ukur dapat rusak, Jika jarum alat ukur bergerak sangat cepat ke kanan, segera pisahkan alat ukur dari rangkaian dan ganti Skala skalar pemilih ke posisi yang lebih besar. Saat saklar pemilih diletakkan pada angka 10 maka yang di perhatikan dalam layar penunjukan jarum adalah range skala 0-10, dan bukan 0-50 atau 0-250.

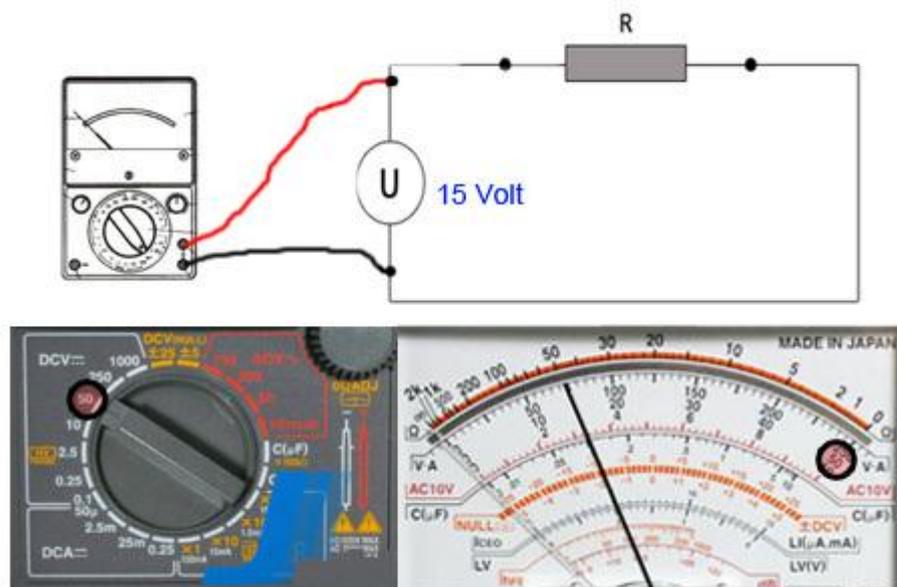


Gambar 2.8 Avometer Over akan rusak jika over pada jarum penunjuk

7. Telah saya jelaskan bahwa saat memilih skala 10 untuk mengukur nilai tegangan yang lebih besar dari 10 maka nilai tegangan sebenarnya tidak akan terukur / diketahui. Solusinya adalah saklar pemilih di posisikan pada skala yang lebih besar dari 10 yaitu 50. Saat memilih skala 50 pada skala

tegangan DC (tertera DCV), maka dalam layar penunjukan jarum yang mesti di perhatikan adalah range skala 0-50 dan bukan lagi 0-10 ataupun 0-250.

8. Saat Saklar pemilih berada pada posisi 50 maka jarum penunjuk akan bergerak tepat di tengah antara Nilai 10 dan 20 pada range skala 0-50 yang artinya nilai yang ditunjukkan oleh alat ukur bernilai 15 Volt. Perhatikan gambar berikut:



Gambar 2.9 Cara penempatan selektor yang benar

9. Untuk mengetahui berapa nilai tegangan yang terukur dapat pula menggunakan rumus:

$$\text{Tegangan TERUKUR} = \frac{\text{Skala yang dipilih Sakelar Pemilih}}{\text{Skala terbesar pada Layar}} \times \text{Angka yang ditunjuk jarum}$$

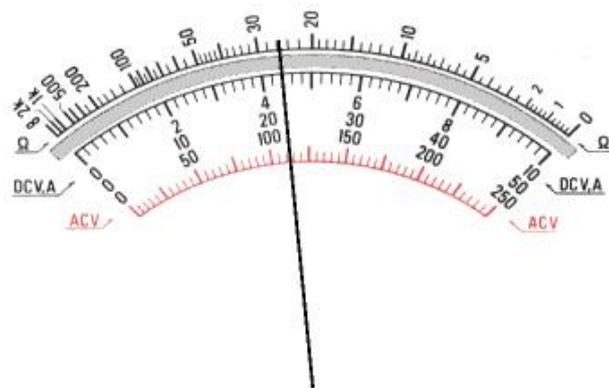
Jadi misalnya, tegangan yang akan di ukur 15 Volt maka:

$$\text{Tegangan Terukur} = (50 / 50) \times 15$$

Nilai Tegangan Terukur = 15

Contoh I.

Jarum Alat Ukur berada pada posisi seperti yang terlihat pada gambar:

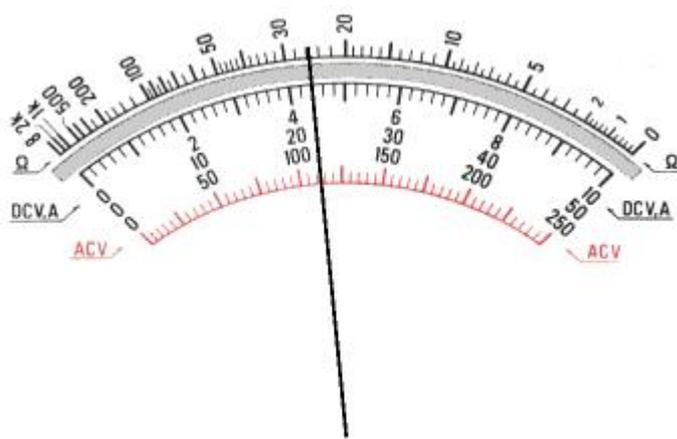


Gambar 2.10 pembacaan volt DC

1. Skala saklar pemilih = 2.5 Skala terbesar yang dipilih = 250 Nilai yang ditunjuk jarum = 110 (perhatikan skala 0-250) Maka nilai Tegangan yang terukur adalah: Teg VDC =  $(2.5/250) \times 110 = 1.1$  Volt
2. Skala saklar pemilih = 10 Skala terbesar yang dipilih = 10 Nilai yang ditunjuk jarum = 4.4 (perhatikan skala 0-10) Maka nilai Tegangan yang terukur adalah: Teg VDC =  $(10/10) \times 4.4 = 4.4$  Volt
3. Skala saklar pemilih = 50 Skala terbesar yang dipilih = 50 Nilai yang ditunjuk jarum = 22 (perhatikan skala 0-50) Maka nilai Tegangan yang terukur adalah: Teg VDC =  $(50/50) \times 22 = 22$  Volt
4. Skala saklar pemilih = 1000 Skala terbesar yang dipilih = 10 Nilai yang ditunjuk jarum = 4.4 (perhatikan skala 0-10) Maka nilai Tegangan yang terukur adalah: Teg VDC =  $(1000/10) \times 4.4 = 440$  Volt

### c. Mengukur tegangan listrik AC

1. Untuk mengukur Nilai tegangan AC anda hanya perlu memperhatikan posisi sakelar pemilih berada pada skala tegangan AC (tertera ACV) dan kemudian memperhatikan baris skala yang berwarna merah pada layar penunjuk jarum.
2. Selebihnya sama dengan melakukan pengukuran tegangan DC di atas seperti terlihat pada gambar 2.11 dibawah ini.



Gambar 2.11 Membaca skala arus dc

### d. Mengukur Arus listrik

Yang perlu di siapkan dan Perhatikan:

1. Pastikan alat ukur tidak rusak secara fisik (tidak pecah).
2. Atur sekrup pengatur jarum agar jarum menunjukkan angka NOL (0)
3. Lakukan kalibrasi alat ukur
4. Atur saklar pemilih pada posisi skala arus DCA
5. Pilih skala pengukuran yang diinginkan seperti 50 Mikro, 2.5m , 25m , atau 0.25A.

6. Pasangkan alat ukur seri terhadap beban/ sumber/komponen yang akan di ukur.
  7. Baca Alat ukur (Pembacaan Alat ukur sama dengan pembacaan tegangan DC diatas)
- e. Mengukur tahanan / hambatan

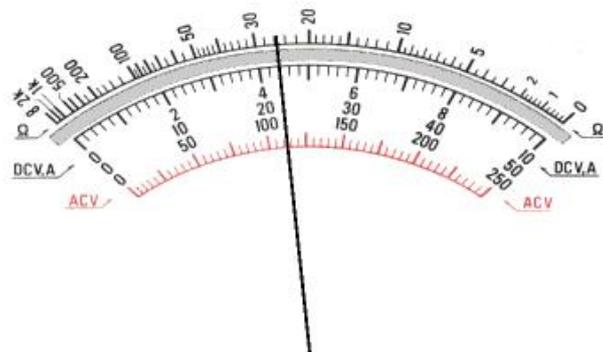
Yang perlu di diapkan dan perhatikan:

1. Pastikan alat ukur tidak rusak secara fFisik (tidak pecah).
2. Atur sekrup pengatur jarum agar jarum menunjukkan angka nol (0), bila menurut anda angka yang ditunjuk sudah nol maka tidak perlu dilakukan pengaturan sekrup.
3. Lakukan kalibrasi alat ukur. Posisikan saklar pemilih pada skala ohm pada  $\times 1 \Omega$ ,  $\times 10$ ,  $\times 100$ ,  $\times 1k$ , atau  $\times 10k$  selanjutnya tempelkan ujung kabel terminal negatif (hitam) dan positif (merah). Nolkan jarum AVO tepat pada angka nol sebelah kanan dengan menggunakan tombol pengatur nol Ohm.
4. Setelah kalibrasi atur saklar pemilih pada posisi skala OHM yang diinginkan yaitu pada  $\times 1 \Omega$ ,  $\times 10$ ,  $\times 100$ ,  $\times 1k$ , atau  $\times 10k$ , maksud tanda  $\times$  (kali /perkalian) disini adalah setiap nilai yang terukur atau yang terbaca pada alat ukur nantinya akan di kali kan dengan nilai skala OHM yang dipilih oleh saklar pemilih.
5. Pasangkan alat ukur pada komponen yang akan di Ukur. ( jangan pasang alat ukur ohm jika masih bertegangan)
6. Baca Alat ukur.

#### d. Cara membaca OHM METER

1. Untuk membaca nilai tahanan yang terukur pada alat ukur ohmmeter sangatlah mudah.
2. Anda hanya perlu memperhatikan berapa nilai yang di tunjukkan oleh jarum penunjuk dan kemudian mengalikan dengan nilai perkalian skala yang di pilih dengan sakelar pemilih.
3. Misalkan Jarum menunjukkan angka 20 sementara skala pengali yang anda pilih sebelumnya dengan sakelar pemilih adalah  $\times 100$ , maka nilai tahanan tersebut adalah 2000 ohm atau setara dengan 2 Kohm.

Misalkan pada gambar berikut terbaca nilai tahanan suatu resistor:



Gambar 2.12 Pembacaan nilai tahanan

Kemudian saklar pemilih menunjukkan perkalian skala yaitu  $\times 10k$  maka nilai resistansi tahanan / resistor tersebut adalah:

Nilai yang di tunjuk jarum = 26

Skala pengali = 10 k

Maka nilai resitansinya =  $26 \times 10 k$

= 260 k = 260.000 Ohm.

### 2.1.3 Teknik Listrik Tenaga Perkapalan

Menurut peraturan Class Lloyd Of Shipping ( LR ) sumber tenaga dan pendistribusian di bedakan dalam 2 ( dua ) penerimaan yaitu:

a. Sistem paralel untuk tegangan konstan

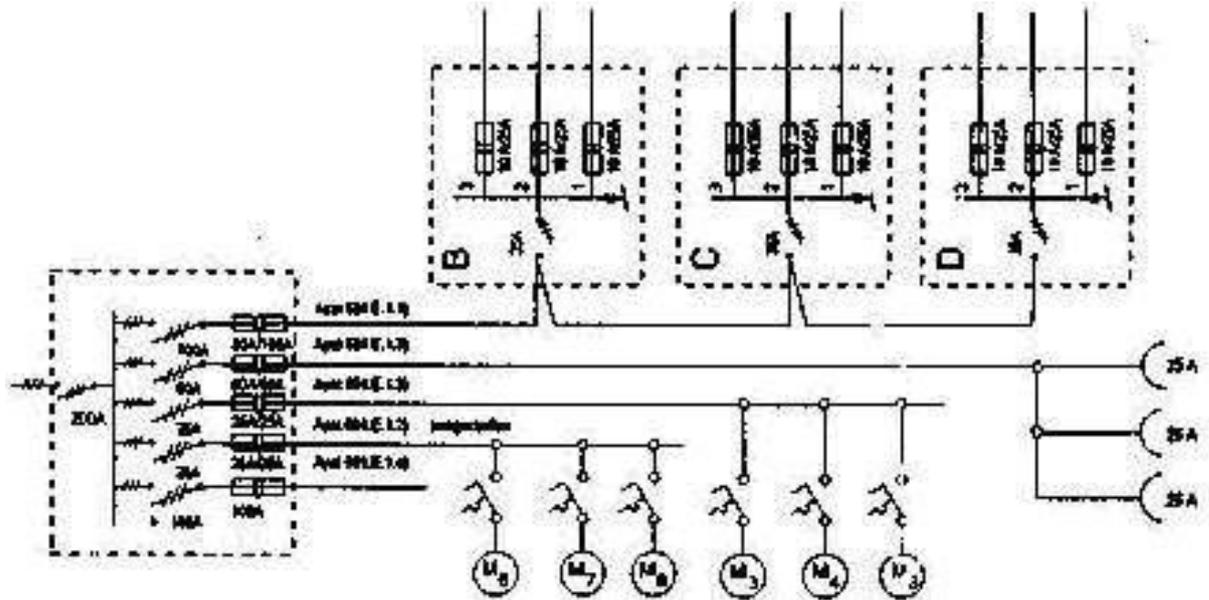
- 1) Tegangan DC dengan system 2 ( dua ) kabel.
- 2) Tegangan AC 1 phase dengan system 2 ( dua ) kabel.
- 3) Tegangan AC 3 phase dengan system 4 ( empat ) kabel.

b. Sistem seri untuk arus konstan ( Arus searah )

#### 2.1.3.1 Sistem distribusi tegangan listrik

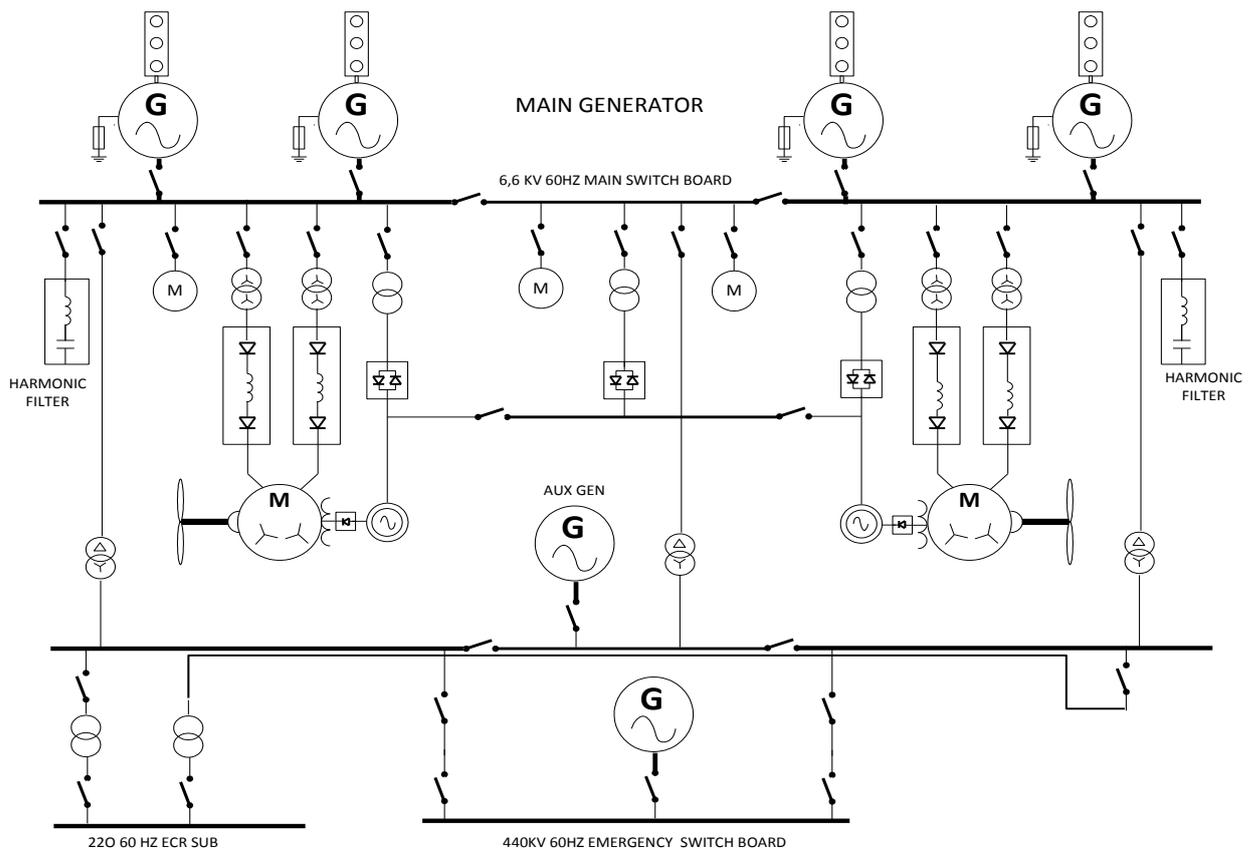
Sistem distribusi/jaringan di kapal di rencanakan mempunyai spesifikasi sebagai berikut:

- 1) Arus bolak-balik ( AC ). 380/220 volt 3 phase, 50/60 Hz untuk jaringan daya ( untuk *supply* daya ke motor-motor listrik ). 220/110 volt 2 phase, 50/60 Hz untuk jaringan lampu penerangan dan perlengkapan/ peralatan listrik lainnya.
- 2). Arus Searah ( DC ). Tegangan 24 volt untuk jaringan daya darurat ( lampu penerangan, lampu navigasi, komunikasi, sebagian sistim Navigasi dan peralatan lainnya ).



Gambar 2.13 Skema Sistem distribusi panel daya di kapal

Pada gambar 2.13 menerangkan distribusi panel daya dia atas kapal tanker.



Gambar 2.14. Instalasi listrik tenaga di kapal

Pada gambar 2.14 merupakan contoh main diagram generator dengan dua buah unit main generator dengan satu unit emergency generator pada kapal tanker.

### **2.1.3.2 Penentuan kapasitas pemakaian tenaga listrik dengan menggunakan tabel beban**

Penentuan Kapasitas Tenaga ( Generating Power ) dan jumlah generator set yang akan terpasang maka perlu menganalisa system kerja di kapal. Dengan bantuan table kita buat system kerja dalam berbagai kondisi kapal antara lain:

- 1) Kapal berlayar.
- 2) Kapal berlayar dengan buang sauh
- 3) Kapal berlayar tanpa bongkar muat.
- 4) Kapal berlayar dengan bongkar muat.
- 5) Kapal meninggalkan dermaga.

System diatas masih bergantung pada jenis kapal umpamanya, untuk kapal penumpang, kapal pendorong ( *Tug Boat* ) kapal pemadam dan sebagainya di sesuaikan dengan penggunaanya dikapal, maka system kerjanya berubah. Pada kondisi kapal berlayar normal, mesin penggerak utama bekerja terus menerus, peralatan pembangkit tenaga pun bekerja terus menerus untuk memberikan kebutuhan selama dalam pelayaran, juga peralatan navigasi serta peralatan pendukung lainnya.

Jenis pemakaian pada setiap kondisi kerja dikapal masih dikelompokkan kedalam 2 jenis pemakaian meliputi:

- 1) Pemakaian tenaga terus menerus.
- 2) Pemakaian tenaga listrik terputus – putus.

Pada kondisi kapal berlayar dengan buang sauh, Mesin utama bekerja, Generator set bekerja dan peralatan motor – motor bekerja. Pada kondisi kapal berlabuh tanpa bongkar muat, mesin utama tidak bekerja, Generator set bekerja untuk kebutuhan penerangan dan kebutuhan kelistrikan lainnya pada saat berlabuh dan sebagai motor bekerja untuk menggerakkan pompa. Pada kondisi kapal berlabuh dengan bongkar muat, Mesin utama tidak bekerja, Generating set bekerja untuk memenuhi kebutuhan hidup personil, peralatan pompa atau peralatan bongkar muat. Demikian pula untuk kondisi – kondisi lainnya disesuaikan dengan keadaan system kerja dikapal, maka untuk mendekati pemahaman perlu dibuat table beban dengan system kerja diatas. Secara garis besar cara pemakaian tabel beban dapat di kelompokkan kedalam group:

- 1). Peralatan mesin bantu.
- 2). Peralatan pelayanan mesin bantu kapal.
- 3). Peralatan pelayanan main deck.
- 4). Peralatan radio komunikasi dan lampu – lampu.

Peralatan perlengkapan akan lebih jelas telah di buat table beban dan akan diketahui perkelompok semua beban di atas. Peralatan perkelompok tersebut dalam penggunaannya dapat dikelompokkan kedalam:

1. Peralatan pertama.

Yaitu peralatan yang bekerja dalam system kerja tertentu dimana beban adalah tetap seperti :

- a) Pompa pendingin motor pokok pada waktu kapal berlabuh dengan bongkar muat.
- b) Peralatan *deck, mooring winch, windlass* pada waktu kapal berlabuh dipelabuhan.
- c) AC dan penerangan.

## 2. Peralatan Kedua.

Yaitu peralatan yang bekerja dalam system kerja tertentu dimana beban berubah-ubah, umpamanya Compressor udara, *oil water separator (OWS)*

## 3. Peralatan Ketiga

Yaitu peralatan yang bekerja dalam sistem kerja tertentu dimana beban berlangsung dalam waktu pendek, umpamanya:

- 1) Pompa bahan bakar ( pada saat kapal berlayar )
- 2) Transfer pump dan supplay.

Kondisi kapal dapat di kelompokkan pada kolom-kolom berikut:

- 1) Kapal berlayar normal ( Normal Sea Going )
- 2) Kapal meninggalkan pelabuhan ( leaving port )
- 3) Kapal meninggalkan pelabuhan sesudah penggunaan peralatan yang penting (After Frep Trip At Leaving Port )
- 4) Kapal berlabuh bongkar muat( Cargo Unloading )
- 5) Kapal berlabuh bongkar muat setelah penggunaan peralatan yang penting ( After Frep At Cargo Unloading )
- 6) Kapal sandar dalam pelabuhan ( In Port )
- 7) Kapal dalam keadaan darurat ( Emergency Gent )

System kerja kapal dapat di kelompokkan sebagai berikut:

- 1) Factor Permintaan ( Demand Factor ) %
- 2) Beban terus-menerus ( Load continous Kw )
- 3) Beban terputus-putus ( inteeminten Load Kw )
- 4) Jumlah peralatan ( No of Set )
- 5) Daya keluaran ( out put Kw )
- 6) Daya pemasukan ( Input )

### **2.1.3.3 Penentuan Kapasitas Battery ( Battery Power Plan ).**

Penentuan Kapasitas battery dapat juga ditentukan dengan menggunakan tabel beban. Sebelun kita melangkah dalam perhitungan battery perlu diketahui mengenai battery dikapal. Battery adalah suatu peralatan yang berfungsi untuk mengubah energi kimia pada material aktif menjadi energi listrik dengan reaksi electro kimia. Battery merupakan energi penting pada peralatan listrik kapal baik untuk kebutuhan energi listrik darurat ( emergency ) maupun dalam rangka kebutuhan khusus dikapal umpamanya dapat digunakan untuk mentransfer generator darurat dan lain – lain. Konsversi Internasional untuk keseluruhan dilaut memutuskan bahwa standby battery merupakan peralatan dikapal. Jenis – jenis battery dikapal :

- 1) Battery Primer ( *Primer battery* )
- 2) Battery Sekunder ( *Seconder battery* )

Pada battery primer dapat langsung digunakan tanpa harus diisi terlebih dahulu akan tetapi bilamana life timenya habis maka battery tersebut sudah tidak dapat digunakan lagi. Lain halnya dengan battery sekunder atau stroge battery

dapat digunakan lagi setelah diisi ( charge ) dan setelah pemakaian ( discharge ) battery dapat diisi dan digunakan lagi.

### **1. Penggunaan Tenaga Battery dikapal**

Penggunaan system tenaga battery dikapal dapat digolongkan kedalam 3 ( tiga ) kelompok :

#### **A. Sistem penggunaan Darurat (*Emergency System* )**

Pada system ini battery bekerja secara otomatis maupun manual bilamana terjadi kerusakan pada pembangkit tenaga utama. Jadi system battery dikapal pada umumnya banyak menggunakan jenis battery lead acid battery sekunder yang selalu diisi dengan arus yang kecil. Umpamanya sering digunakan untuk pemakaian:

- 1) Penerangan darurat umum.
- 2) Penerangan ruangan darurat kamar mesin.
- 3) Pengoperasian daripada pintu kedap air.
- 4) Start generator darurat
- 5) Sekoci penolong
- 6) Kompas gyro
- 7) Sistem peringatan bahaya

#### **B. Sistem Penggunaan Manual**

Sistem penggunaan manual selalu digunakan dengan siklus pengosongan dan pengisian contohnya:

- 1) Penerangan navigasi pada kapal barang kecil.
- 2) Penerangan pada kapal pesiar

- 3) Sistem pendorong untuk kapal sungai
- 4) Start mesin utama dan penerangan pada kapal kecil.

#### C. Sistem penggunaan tegangan rendah

Untuk memberikan arus system pada bell, telephone, indicator dan peringatan system biasanya dua unit battery digunakan satu pengisian contohnya:

- 1) Radio pemancar dan penerima
- 2) Aparat pemanggil bila ada kecelakaan
- 3) Pengukur jarak/ arah
- 4) Peralatan pengukuran kedalaman laut
- 5) Aparat deteksi kebakaran
- 6) Aparat sinyal ruang mesin.

### 2. Kapasitas battery

Kapasitas Battery menggunakan satuan ampere hour ( Ah ) umumnya lama dalam pemakaian contohnya:

Battery dengan kapasitas 250Ah berarti akan memberikan arus 25 ampere pada waktu 10 jam, factor kapasitas akan menurun bila penggunaan kurang dari 10 jam dimana besarnya  $> 25$  ampere.

### 3. Persyaratan instalasi battery dikapal.

- 1) Kapasitas harus dan tidak boleh menimbulkan asam/basa
- 2) Tiap bagian bawah harus diberi isolator, bagian atas mudah dicapai, penempatannya harus kuat dan tidak boleh mudah goyah.
- 3) Asam dari cell tidak boleh merusak struktur dikapal.
- 4) Cukup ventilasi

- 5) Ditempatkan pada ruangan khusus
- 6) System pengendalian, switch dan fuse harus dapat bekerja baik
- 7) Battery acid dan alkalin tidak boleh berada pada satu ruangan.

Penentuan kepastian battery ditentukan dengan kondisi pada pemakaian dalam keadaan normal dan yang utama adalah pada keadaan kondisi mati total ( black out ) system utama kapal. Maka untuk mempermudah perhitungan penentuan kapasitas batere digunakan table beban dan peraturan peralatan yang difungsikan pada keadaan black out tersebut. Pada table beban memuat mengenai:

- 1) Peralatan pemakaian yang difungsikan
- 2) Kapasitas peralatan beban
- 3) Pemakaian total beban yang terputus – putus
- 4) Suplly waktu yang diberikan pada setiap pemakaian

#### **2.1.3.4 Penentuan Kapasitas Tranformator**

Pada prinsipnya trafo dikapal dengan didarat adalah sama yaitu suatu alat yang digunakan untuk menaikkan atau menurunkan tegangan listrik, melalui suatu gandengan magnet dan berdasarkan prinsip induksi magnet. Penggunaan transformer dalam system tenaga memungkinkan terpilihnya tegangan yang sesuai, dan ekonomis padasetiap – tiap keperluan, misalnya pemakaian tegangan dikapal umumnya lebih banyak menggunakan tegangan 380/440 volt maka untuk memenuhi kebutuhan pemakaian dengantegangan 220 dan 110 volt perlu adanya transformer penurun tegangan ( step down ). Pemakaian transformator dikapal dikelompokkan kedalam 2 ( dua ) pemakaian :

1. Untuk pelayanan umum ( general service )

Kategori pemakaian pelayanan umum ( General Service ) terdiri dari:

- a. Semua penerangan akomodasi dan ruangan kamar mesin.
  - b. Pemakaian perlengkapan dapur dan alat perlengkapan pengering.
2. Untuk pelayanan darurat ( emergency Service )

Katalog untuk pelayanan darurat ( Emergency Service ) adalah untuk penerangan tertentu atau penerangan gang/ ruangan. Penentuan besarnya kapasitas trafo dikapal ditentukan oleh system kerja kapal, sama halnya dengan penentuan generating set, maka system kerja yang dimaksud adalah :

- 1) Kapal berlayar
- 2) Kapal bongkar muat
- 3) Kapal meninggalkan pelabuhan

Adapun kebutuhan pemakaian beragam umumnya ditentukan harganya berkisar antara 50 – 100 % untuk pemakaian darurat, penentuan besar kapasitas transformator diatas berlaku untuk pemakaian pada kedua pelayanan tersebut. Besarnya kebutuhan untuk umum beragam berkisar antara 20 – 90 %. Untuk memudahkan beberapa kondisi kapal maka dapat terlihat puncak beban trafo pada kedua keadaan:

- 1) Trafo sebagai pelayanan umum
- 2) trafo sebagai pelayanan darurat

#### **2.1.3.5 Penentuan dan Pemakaian Penghantar**

Pemakaian kabel dikapal ditentukan oleh jenis pemakaian listrik dikapal, pemakaian dan jenis dari kabel dibagi menjadi beberapa kelompok pemakaian adalah :

- 1) Kabel untuk tenaga dan penerangan
- 2) Kabel untuk alat pengontrol dan sinyal
- 3) Kabel untuk peralatan telephone dan instrument
- 4) Kabel untuk peralatan yang mudah dipindahkan.

Perencanaan untuk penentuan pemilihan baik type maupun diameter kabel sangatlah penting oleh karena kapasitas arus pada kabel berpengaruh pada system isolasinya. Penentuan dan pemilihan type dan diameter tersebut diatas menggunakan industri standart dari Jepang ( JIS ). Dalam hal pemilihan dan penentuan kabel dikawal perlu pertimbangan umpamanya bahan isolasi. Sifat – sifatnya yang penting untuk isolasi kabel adalah :

- 1) Jenis beban
- 2) System tegangan
- 3) Sifat mekanis yang baik, kuat dan elastis.
- 4) Tidak bereaksi pada asam
- 5) Tidak lembab atau digunakan penutup kedap air.
- 6) Tidak terlalu mahal dan mudah dikerjakan dilapangan.

Faktor – factor yang harus dipertimbangkan untuk menilai kesesuaian kabel dalam penggunaan khusus selain dari pada beban isolasi seperti :

- Jenis beban
- System tegangan
- Keadaan lingkungan.
- Beban hubungan singkat .
- Sarung kabel dan penutup pelindung.

Penyebab gangguan pada kabel umumnya dari jenis kabel dan pemasangannya, sedangkan batas suhu yang berbeda boleh digunakan pada kondisi harian, darurat dan hubungan singkat. Jika suhu yang diizinkan telah dibatasi guna memperkecil retak kelelahan karena pemuaian dan pengerutan harian dari kabel, maka hal ini dapat dibenarkan guna menghilangkan pembatasan pada keadaan darurat yang kemudian hanya dilibatkan beberapa pembebanan putaran pada pemakaian harian saja.

Pemakaian jenis maupun type kabel kapal ada bermacam – macam, diatas telah dikemukakan bahwa penentuan jenis maupun type kabel ditentukan jenis pemakaian dan kapasitas pemakaian. Pemakaian untuk tenaga dan penerangan pada kondisi normal hal tersebut diatas masih dapat dikelompokkan kapasitas pemakaiannya ( jenis dan type kabel terlampir ). Cara membaca dan menggunakan table kabel untuk pembacaan table umumnya digunakan symbol untuk memudahkan pembacaan misalnya:

S = Single core = Kabel berinti satu untuk penerangan dan tenaga.

D = Double Core = Kabel berinti dua untuk penerangan dan tenaga

T = Three core = Kabel berinti tiga untuk penerangan dan tenaga.

F = Four core = Kabel berinti empat untuk penerangan dan tenaga.

M = multi core = Kabel berinti lebih dari empat untuk alat control dan signal.

TT = Telephone dan instrument.

P = Untuk peralatan portable

Sebagai contoh : 600 Volt – T.P.Y.C.Y ( untuk dideck terbuka – open deck )

Artinya:

660 Volt = Kapasitas tegangan

T = Kabel berinti tiga untuk penerangan dan tenaga.

P = Lapisan isolasi karet Ep ( Ethylene Propylene )

Y = Lapisan polyvinyl chloride ( pvc )

C = Lapisan kawat inti tembaga

Y = Polyvinyl chloride pvc protective covering.

c. Perhitungan pemakaian kabel ( cable rating ).

Cara perhitungan didasarkan pada hukum ohm dalam panas sebagai penggantian satuan listrik. Rumus ini menyatakan pemindahan panas yang menembus suatu lapisan diantara dua permukaan yang berhadapan timbul perbedaan suhu yang dirumuskan :

$$\text{aliran panas (Watt Thermal)} = \frac{\text{Perbedaan suhu (}^{\circ}\text{C)}}{\text{tahanan thermal ( ohm thermal)}} \quad 1)$$

Suatu ohm thermal adalah perbedaan suhu dalam ( oC ) diantara permukaan yang berhadapan dari 1 watt / cm<sup>2</sup> yang dihasilkan oleh aliran 1 watt panas. Dinyatakan dalam satuan oC / Watt / cm sesungguhnya ketahanan thermal tergantung pada bahan penghantar isolasi, tutup

pelindung dan pembumian. Dalam suatu penghantar akan terjadi :

- 1) Kehilangan daya ( I<sup>2</sup>.R ).
- 2) Kehilangan tenaga ( I<sup>2</sup>.R.t)
- 3) Timbul panas pada kabel ( I<sup>2</sup>.R.t.K)
- 4) Kehilangan tegangan ( I<sup>2</sup>.R )

### **2.1.3.6 Kehilangan Daya dan Kehilangan Tegangan.**

#### **a. Kehilangan Daya**

Kehilangan daya pada kabel memerlukan kapasitas generator dan penambahan bahan bakar, timbul panas pada kabel Karena menyebabkan turunnya kualitas isolasi yang dapat berakibat hubungan pendek pada kabel.

#### **b. Kehilangan tegangan**

Kehilangan tegangan pada kabel menyebabkan menurunnya tegangan pada terminal pemakai tenaga, hal – hal tersebut merupakan factor negative yang ada, Pemilihan kabel dan perhitungan jaringan ( Net ) harus diusahakan seminimal mungkin. Pada arus besar tertentu yang melewati kabel unsur – unsur negative ( R ) yang kecil yaitu dengan luas penampang yang besar, tapi hal ini akan menambah berat tembaga begitu pula dengan ukuran terminal. Pada perhitungan kabel dipilih luas penampang yang optimum. Dalam perhitungan kabel dapat disederhanakan yang biasanya menentukan ( memilih ) luas penampang kabel diadakan perhitungan kehilangan tegangan yang timbul.

Proses perhitungan pemakaian kabel adalah sebagai berikut :

- 1) Menentukan kapasitas baban pemakaian
- 2) Menentukan besar arus pada beban.
- 3) Menentukan tipe dan jenis kabel
- 4) Diadakan pemeriksaan dan tegangan yang hilang pada kabel.

Menentukan Kapasitas Beban pemakaian

Penentuan besarnya kapasitas beban dapat diketahui pada bab terlebih dahulu yaitu pada penentuan kapasitas tenaga dalam bentuk table, dimana table tersebut terdapat pada jenis beban ( Load name ) dapat pula diketahui pemakaian daya ( KW ) yang digunakan. Menentukan Kapasitas Arus pada beban :

Dalam menentukan perhitungan jaringan pada arus menentukan diameter kabel sebagai berikut :

a. Arus perhitungan ( I perhitungan ) pada rangkaian jaringan IG ( Arus generator ) ke bus bar dipilih:

$I_g$  = Arus nominal generator karena besar arus tersebut akan berlangsung lama.

Pada arus AC :

$$I_G = \frac{P_G}{\sqrt{3} \cdot V_G \cdot \cos \phi} \quad \dots\dots\dots 2)$$

Dimana :

$I_G$  = Arus pada generator ( ampere )

$P_G$  = Kapasitas daya ( KW )

$V_G$  = Kapasitas tegangan generator ( Volt )

$\cos \phi$  = Faktor daya – cos  $\phi$  0,8

Contoh:

Setelah semua diketahui besaran listrik, maka besarnya Arus pada  $I_G$  :

$$I_G = \frac{6400}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot \cos \phi = 0,8} = 122 \text{ Ampere}$$

b. Penentuan besarnya arus pada cabang pembebanan motor listrik.

$$I_M = \frac{P_M}{\sqrt{3} \cdot V_M \cdot \cos Q} \quad 3)$$

Di mana:

$I_m$  : Arus pada motor( Amper ).

$P_m$  : kapasitas daya motor ( Kw ).

$V_m$  : Tegangan motor ( Volt ).

$\cos Q$  : Faktor dayamotor (  $\cos Q=0,7$  )\

Dengan cara yang sama akan didapatkan besar arus yang dibutuhkan oleh motor tersebut. Menentukan Type dan jenis Kabel. Setelah diketahui arus pada masing-masing percabangan maka dengan bantuan table, kita dapat tentukan jenis maupun diameter kabel yang diperlukan. Dari hasil perhitungan yakni generator dengan arus 122 Amper dan oleh karena generator merupakan pembangkit tenaga maka kita tentukan jenis kabel type dengan pemakaian arus ( *Current Rating* ) terus menerus pada temperature 50° C: Jenis Type Kabel HDPYC 50 x 2 = 180 Amper Begitupun untuk menentukan kabel pada beban dengan pembebanan motor dengan cara yang sama akan didapatkan kabel diameter dan jenis kabel pada posisi 16 Amper yaitu: Jenis Type kabel HTPYC-2 = 20 Amper Dengan rumusan dan cara yang sama akan didapatkan jenis dan diameter kabel yang di perlukan pada tiap beban. Diadakan pemeriksaan Tegangan yang hilang Menurut peraturan tegangan yang hilang tidak boleh lebih dari ketentuan. Untuk jaringan-jaringan dengan arus besar tidak boleh lebih dari 7%. Untuk jaringan-jarngan penerangan ,tegangan 110 Volt dan 220 Volt tidak boleh lebih dari 5%. Atau dengan rumusan tegangan jatuh pada setiap jaringan distribusi adalah: Untuk aliran DC

$$\text{Tegangan jatuh} = \frac{R_{dc} \times 2L \times I \times 100\%}{V} \quad 4)$$

Untuk aliran AC

$$\text{Tegangan jatuh 1 Phase} = \frac{R_{dc} \times 2L \times I \times J \times 100\%}{V} \quad 5)$$

$$\text{Untuk jatuh 3 Phase} = \frac{R_{dc} \times 2L \times I \times \sqrt{3} \times J \times 100\%}{V} \quad 6)$$

Dimana:

L = Panjang kabel ( km )

I = Arus ( A )

R<sub>dc</sub> = Tahan DC pada temperature penghantar maksimum

J = Koefisien tegangan jatuh pada inductansi

V = Tegangan (Volt )

R<sub>dcc</sub> dan J di dapatkan dari tabel.

Contoh perhitungan tegangan jatuh

\* Untuk arus besar yakni arus pada generator di gunakan rumus:

$$DP = \frac{R_{dc} \times 2L \times I \times \sqrt{3} \times J \times 100\%}{V\sqrt{2}} \quad 7)$$

Dimana:

Menurut peraturan tegangan yang hilang tidak boleh lebih dari ketentuan. Untuk jaringan-jaringan dengan arus besar tidak boleh lebih dari 7%. Untuk jaringan-jaringan penerangan ,tegangan 110 Volt dan 220 Volt tidak boleh lebih dari 5%.

Atau dengan rumusan tegangan jatuh pada setiap jaringan distribusi adalah:

Untuk aliran DC

$$\text{Tegangan jatuh} = \frac{R_{dc} \times 2L \times I \times 100\%}{V} \quad 8)$$

Untuk aliran AC

$$\text{Tegangan jatuh 1 Phase} = \frac{R_{dc} \times 2L \times I \times J \times 100\%}{V} \quad 9)$$

$$\text{Untuk jatuh 3 Phase} = \frac{R_{dc} \times 2L \times I \times \sqrt{3} \times J \times 100\%}{V_2} \quad 10)$$

Dimana:

L = Panjang kabel ( km )

I = Arus ( A )

R<sub>dc</sub> = Tahan DC pada temperature penghantar maksimum

J = Koefisien tegangan jatuh pada inductansi

V = Tegangan (Volt )

R<sub>dc</sub> dan J di dapatkan dari tabel.

Contoh perhitungan tegangan jatuh

Untuk arus besar yakni arus pada generator di gunakan rumus:

$$DP = \frac{R_{dc} \times 2L \times I \times \sqrt{3} \times J \times 100\%}{V_2} \quad 11)$$

Dimana:

Untuk arus IG = 122a, dengan diameter nominal 50 akan di dapat harga – harga sebagai berikut:

R<sub>dc</sub> = 0,382.,V ( tegangan generator V=380 Volt )

L = 0,03 Km ( panjang kabel penghantar )

J = 0,95

$$Dp = \frac{0,388 \times 2 \times 0,003 \times 122 \times \sqrt{3} \times 100\%}{V_2}$$

DP = 0,61 % ( hasil ini masih di bawah standart )

Untuk arus kecil yakni arus pada motor listrik:

$$DP = \frac{R_{dc} \times 2L \times I \times \sqrt{3} \times J \times 100\%}{V^2} \quad 12)$$

Di mana:

Untuk IM = 16A. dengan cara yang sama didapatkan harga harga

$R_{dc} = 9,61$  ( tegangan generator  $V = 380$  Volt )

$L = 0,03$  Km ( Panjang Kabel Penghantar )

$J = 0,71$

$$DP = \frac{12,1 \times 2 \times 0,03 \times 16 \times \sqrt{3} \times 0,71 \times 100\%}{380^2}$$

$DP = 1,49\%$  ( dibawah standart )

#### c. Instalasi Pemasangan Kabel di Kapal ( Main Cable )

Instalasi pemasangan kabel di kapal lebih sedikit rumit oleh karena di kapal banyak sekali system yang ada misalnya:

- 1) Sistem perpipaan ( *Piping System* )
- 2) Sistem pendingin ( *Ducting System* )
- 3) Sistem instalasi kabel ( *Installation Cable System* )

Sehingga semua system tersebut akan terlihat saling bertingkat terutama sekali pada kamar mesin ( *low floor* ) dan ruang generator ( *Gen Flat* ), umumnya penempatan kabel listrik selalu paling atas dengan alasan bila terjadi kebocoran pipa tidak mengenai instalasi kabel tersebut. Pemasangan instalasi kabel dikenai dengan sebutan ( *main Cable Trays* ), oleh karena kapal terdiri dari beberapa ruangan dan bertingkat maka letak dari pada *Main Cable Trays* juga terdapat pada masing-masing geladak umpamanya:

- 1) *Main cable tray in low floor* ( jalur utama kael pada kamar mesin )

- 2) *Main cable tray in generator flat (2 nd deck )* ( jalur utama kabel pada ruang geladak kedua )
- 3) *Main cable tray in Upper Deck* ( jalur utama kabel pada geladak utama )
- 4) *Main cable tray in poop deck* ( jalur utama kabel pada geladak timbul )
- 5) *Main cable tray in bridge deck* ( jalur utama kabel pada geladak anjungan )
- 6) *Main cable tray in nav. Ridge deck* ( jalur utama kabel geladak sayap )
- 7) *Main cable tray in upper part main deck* (jalur utama kabel pada bukaan geladak)
- 8) *Main cable tray in forecastle deck* ( jalur utama kabel pada geladak haluan)

#### d. Sistim Pemasangan Jalur Utama Kabel

Pemasangan jalu utama kabel ( *Main Cable Tray* ) di kapal dapat di kelompokkan kedalam beberapa system :

- 1) Sistem memanjang mendatar ( *Horizontal System* )
- 2) Sistem memanjang keatas ( *vertical system* )
- 3) Sistem memanjang bertingkat ( *Over Lap system* )

Untuk mempermudah perawatan kabel diatur sedemikian rupa sehingga tidak melebihi kapasitas dari main kabel tray maka untuk lebih jelasnya dalam hal pemasangan maupun system yang digunakan pada masing – masing geladak.

#### **2.1.4 Pendidikan Kepelautan**

Pendidikan dan pelatihan untuk tenaga profesi kemaritiman atau kepelautan merupakan kewajiban bagi para pengambil profesi ini. Hasil yang di dapat berupa sertifikat sesuai level atau tingkat yang di jalani, mulai dari tingkat dasar, tingkat V sampai dengan tingkat I

Saat ini untuk menjadi pelaut, seseorang harus memiliki ijazah-ijazah yang diperlukan, hal ini menyebabkan tumbuhnya sekolah-sekolah pelayaran mulai dari tingkat SLTA sampai ke perguruan tinggi. Yang mana dengan Tingkatan sebagai berikut :

lulusan SLTP dapat melanjutkan ke Sekolah Kejuruan Pelayaran (Setarap SLTA) dengan Sistem Pendidikan 3 Tahun Belajar teori 1 tahun Praktek Berlayar (PROLA) yang mana lulusan dari SKP ini mendapatkan ijazah setara SLTA dan ANT/ATT IV. Ijazah bagi pelaut perwira Indonesia terbagi atas ijazah dek dan ijazah mesin. Dan ada ijazah/sertifikat yang akan di ambil sebagai penunjang dari pekerjaan diatas kapal.

## **2.2 Kerangka Berfikir**

Pengembangan modul praktikum untuk Perwira Siswa Tingkat.V di BP3IP dibuat secara sederhana mengacu pada silabus terbaru amandemen manila dan rencana pembelajaran. Memiliki karakteristik *stand alone* yaitu modul praktikum dikembangkan tidak tergantung pada media lain. Bersahabat dengan user atau pemakai, membantu kemudahan pemakai untuk direspon atau diakses, mampu membelajarkan diri sendiri, tujuan akhir modul praktikum harus dirumuskan secara jelas dan terukur, materi dikemas dalam unit-unit kecil dan tuntas, tersedia teori singkat/landasan teori, soal latihan, latihan percobaan/praktik, dan sejenisnya, materinya *up to date* dan kontekstual, bahasa sederhana lugas komunikatif, terdapat rangkuman materi pembelajaran, tersedia instrument penilaian yang memungkinkan peserta diklat melakukan *self assessment*. Modul praktikum sebaiknya cukup adaptif yakni mempunyai daya suai yang tinggi

terhadap perkembangan iptek disamping juga *up to date*. Satu modul praktikum memuat bahasan satu sub kompetensi atau bagian dari sub kompetensi.

### **2.3 Hipotesis Penelitian**

Berdasarkan kerangka berfikir pelaksanaan praktik di laboratorium listrik dan elektronika, masih banyak kekurangan penyusunan dan pengembangan modul praktikum instalasi listrik penerangan dan tenaga perkapalan sehingga memanfaatkan peralatan simulasi atau praktik yang ada di BP3IP diharapkan dengan adanya modul praktikum terbaru memaksimalkan pemakaian laboratorium listrik dan meningkatkan kompetensi Perwira Siswa Tk. V serta meningkatkan semangat belajar perwira siswa dalam menempuh pendidikan di BP3IP.