

**SKRIPSI**  
**STUDI SISTEM KELISTRIKAN PADA RUMAH SAKIT UNHAS**

OLEH:

**ANDI MUHAMMAD FIKRI WARDIHAN**

**D41114313**



**DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS HASANUDDIN**

**GOWA**

**2021**

**LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR**  
**“STUDI SISTEM KELISTRIKAN PADA RUMAH SAKIT UNHAS”**

Disusun dan diajukan oleh :

**ANDI MUHAMMAD FIKRI WARDIHAN**  
**D41114313**

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka penyelesaian  
Studi Program Sarjana Program Studi Elektro Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin  
Pada tanggal 2 Juni 2021  
dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui

Pembimbing Utama

Pembimbing Pendamping

Prof. Dr. Ir. Ansar Suyuti, MT. IPU,  
AseanEng  
NIP. 19671231 199202 1 001

Ir. Zaenab Muslimin, MT.  
NIP. 19660201 199202 2 002

Ketua Program Studi



Dr. Eng. Ir. Dewiani, MT.  
NIP. 19691026 199412 2 001

## PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Yang bertanda tangan dibawah ini,

Nama : Andi Muhammad Fikri Wardihan  
NIM : D41114313  
Program Studi : Teknik Elektro  
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul

### **"ANALISIS SISTEM KELISTRIKAN PADA RUMAH SAKIT UNHAS"**

Adalah karya tulisan saya sendiri, bukan merupakan pengambilan alihan tulisan orang lain dan bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan isi skripsi ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, 27 Agustus 2021

Yang Menyatakan  
  
Andi Muhammad Fikri Wardihan

## **ABSTRAK**

Peradaban yang semakin maju menuntut energi yang cukup besar di segala bidang. Energi listrik merupakan energi yang paling banyak dibutuhkan saat ini. Sistem tenaga listrik baik dapat dilihat dari bagaimana sistem tenaga tersebut melayani beban berkelanjutan dan berada pada batas toleransi. Hal tersebut diperuntukkan agar peralatan listrik dapat bekerja dengan baik. Energi listrik yang sudah menjadi kebutuhan pokok bagi masyarakat dan termasuk juga di dunia kesehatan seperti rumah sakit. Untuk itu diperlukan analisis sistem kelistrikan di Rumah Sakit Unhas untuk melihat profil tegangan dan daya untuk tiap gedung. Rumah Sakit Unhas yang terletak di Jl. Perintis Kemerdekaan Km.11, Makassar Sulawesi Selatan 90245 terdiri dari beberapa gedung yaitu Gedung EF (Cancer Centre), Gedung A (Eye Centre) dan Gedung BC (Research Centre). Rumah Sakit Unhas harus dapat memenuhi kebutuhan serta menjamin keamanan dan keselamatan penggunanya, Pada Sistem Listrik Rumah Sakit Universitas Hasanuddin diambil sumber utama dari PLN dengan daya sebesar 852 KVA, yang di backup atau sumber daya cadangan dari dua generator set (genset) berkapasitas 810 kVA dan dua UPS berkapasitas 300 kVA (total 600kVA) dengan beban yang harus di suplai sebesar 466.63 kVA. Ketika sumber utama terputus/padam (PLN), maka Genset mengambil alih suplai daya ke beban dengan menggunakan ATS-AMF.

Kata kunci: Sistem Kelistrikan Rumah Sakit, Genset, UPS, KHA Penghantar.

## **ABSTRACT**

An increasingly advanced civilization demands considerable energy in all fields. Electrical energy is the most needed energy today. A good electric power system can be seen from how the power system serves a continuous load and is within the tolerance limit. This is intended so that electrical equipment can work properly. Electrical energy has become a basic need for the community and includes in the world of health such as hospitals. For this reason, an analysis of the electrical system at the Unhas Hospital is needed to see the voltage and power profiles for each building. Unhas Hospital which is located on Jl. Pioneer of Independence Km.11, Makassar, South Sulawesi 90245 consists of several buildings, namely the EF Building (Cancer Centre), Building A (Eye Center) and Building BC (Research Center). Unhas Hospital must be able to meet the needs and ensure the safety and security of its users. In the Hasanuddin University Hospital Electrical System the main source is taken from PLN with a power of 852 KVA, which is backed up or backup resources from two generator sets (generators) with a capacity of 810 kVA and two UPS with a capacity of 300 kVA (total 600kVA) with a load that must be supplied of 466.63 kVA. When the main source is cut off (PLN), the Genset takes over the power supply to the load using ATS-AMF.

Keywords: Hospital Electrical System, Generator, UPS, KHA.

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT atas berkah dan rahmat yang diberikan kepada penulis sehingga bisa menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul "Sistem Kelistrikan Pada Rumah Sakit UNHAS". Tugas Akhir ini ditulis sebagai salah satu persyaratan untuk mencapai gelar Sarjana pada Departemen Elektro Fakultas Teknik di Universitas Hasanuddin. Adapun tugas akhir ini membahas tentang sistem kelistrikan dari sumber hingga ke beban pada Gedung Rumah Sakit Universitas Hasanuddin.

Dalam penulisan tugas akhir ini dari awal sampai akhir, penulis menyadari bahwa selama proses pengerjaan, banyak mendapatkan bimbingan, bantuan serta dukungan dari beberapa pihak.

Pada kesempatan ini, penulis mengucapkan terimakasih kepada:

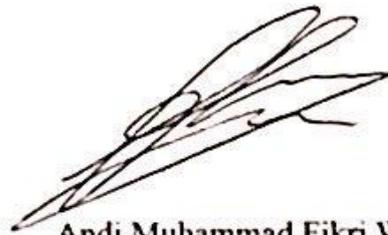
1. Kedua orang tua yaitu ibu (Dr. Fatmawati, S.E.,M.Si) dan ayah (Prof. Dr. dr. Andi Wardihan Sinrang, M.S., Sp.And) telah membesarkan dan memberikan segalanya yang tidak akan bisa terbalaskan oleh penulis.
2. Ibu Prof. Dr. Dwia Aries Tina Pulubuhu, M.A. selaku Rektor Universitas Hasanuddin
3. Bapak Prof. Dr. Ir. Muhammad Arsyad Thaha, M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin
4. Ibu Dr.Eng. Ir. Hj. Dewiani, selaku ketua Departemen Teknik Elektro
5. Bapak Prof. Dr. Ir. H. Ansar Suyuti MT. IPU, ASEAN. Eng selaku Pembimbing I sekaligus sebagai Penasehat Akademik penulis yang memberikan bimbingan serta dukungan moral dalam proses pengerjaan Tugas Akhir ini.
6. Ibu Ir. Hj. Zaenab Muslimin MT. selaku pembimbing II yang juga selalu memberikan bimbingan dan pelajaran hidup kepada penulis dalam proses penyelesaian Tugas Akhir ini.
7. Ibu Dr. Ir. Hj. Sri Mawar Said,M.T. dan Bapak Dr. Indar Chaerah Gunadin,S.T.,M.T. sebagai penguji untuk tugas akhir penulis yang memberikan masukan serta saran yang membangun.

8. Segenap bapak dan ibu dosen departemen Teknik elektro beserta seluruh staff administrasi yang telah membantu selama perkuliahan.
9. Teman seperjuangan yaitu Ade Wijaya, Azis Mappabeta, Munadi dan Amal Arsyad yang menemani penulis dari awal sampai akhir.
10. Teman-teman Rectifier 2014 yang telah memberikan dukungan moral serta dorongan yang besar dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini
11. Semua pihak yang tidak dapat sebutkan satu per satu, yang telah membantu dalam penulisan Tugas Akhir ini.

Penulis berusaha menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan semaksimal mungkin. Namun penulis menyadari bahwa penyusunan Tugas Akhir ini jauh dari sempurna, semoga Allah SWT memberikan balasan yang berlipat ganda kepada semua pihak yang telah turut membantu penulis dalam menyelesaikan penulisan Tugas Akhir ini. Oleh karena itu, penulis berharap atas saran dan kritik yang bersifat membangun dari pembaca.

Akhir kata, penulis mengharapkan semoga tujuan dari pembuatan skripsi ini dapat tercapai sesuai dengan yang diharapkan

Makassar, 01 Oktober 2021



Andi Muhammad Fikri Wardihan

## DAFTAR ISI

SKRIPSI .....	i
LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR .....	ii
PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH .....	iii
ABSTRAK.....	iv
ABSTRACT .....	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI .....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL .....	xii
BAB 1 .....	1
PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian .....	3
1.4 Batasan Masalah .....	3
1.5 Manfaat Penelitian .....	3
1.6 Sistematika Penulisan .....	4
BAB 2 .....	5
TINJAUAN PUSTAKA .....	5
2.1 Energi Listrik.....	5
2.1.1 Daya Listrik .....	5
2.1.2 Faktor Daya .....	6
2.2 Prinsip-Prinsip Dasar Instalasi Listrik .....	7
2.3 Pengaman Instalasi Listrik.....	8
2.4 Penghantar .....	8
2.4.1 Jenis-Jenis Kabel .....	9
2.5 Kemampuan Hantar Arus (KHA).....	10

2.6 Panel .....	11
2.6.1 Penempatan Peralatan Panel.....	11
2.6.2 Penempatan Panel.....	12
2.6.3 Pembagian Panel.....	12
2.7 Sistem Illuminasi .....	12
2.7.1 Sistem Pencahayaan Langsung.....	13
2.7.2 Sistem Pencahayaan Setengah Langsung .....	14
2.7.3 Sistem Pencahayaan Tidak Langsung .....	14
2.7.4 Sistem pencahayaan Setengah Tidak Langsung .....	15
2.7.5 Sistem Pencahayaan Terpencar .....	15
2.8 Instalasi Listrik di Rumah Sakit .....	15
2.9 ACB (Air Circuit Breaker), MCCB (Moulded Case Circuit Breaker), dan MCB (Main Circuit Breaker).....	16
2.9.1 ACB (Air Circuit Breaker) .....	16
2.9.2 MCCB (Moulded Case Circuit Breaker) .....	17
2.9.3 MCB (Main Circuit Breaker).....	18
2.10 Menentukan CB yang Digunakan.....	20
2.11 Generator .....	21
2.11.1 Jenis-Jenis Generator.....	21
2.11.2 Diesel Generating Set .....	22
2.12 Uninterruptable Power Supply (UPS) .....	23
2.12.1 Komponen Utama UPS .....	23
2.12.2 Jenis UPS Berdasarkan Cara Kerjanya.....	24
2.13 AMF dan ATS .....	26
2.13.1 Panel Sinkron.....	27
2.14 Instalasi Listrik pada Gedung Commercial .....	28
2.15 Sumber Tenaga Listrik Rumah Sakit Unhas .....	29

BAB 3 .....	31
METODOLOGI PENELITIAN .....	31
3.1 Jenis Penelitian.....	31
3.2 Waktu dan Lokasi Penelitian .....	31
3.3 Langkah Penelitian.....	31
3.4 Diagram Alir Penelitian .....	33
BAB 4.....	34
HASIL DAN PEMBAHASAN .....	34
4.1 Gambaran Umum Rumah Sakit Universitas Hasanuddin.....	34
4.2 Sistem Kelistrikan pada Gedung Rumah Sakit Universitas Hasanuddin.....	36
4.2.1 Sistem Kelistrikan PLN pada Rumah Sakit Universitas Hasanuddin .....	36
4.2.2 Sistem Kelistrikan UPS dan Genset pada Rumah Sakit Universitas Hasanuddin .....	38
4.2.3 UPS pada Sistem Kelistrikan Rumah Sakit Universitas Hasanuddin.....	39
Gambar 4.4 Diagram alur UPS pada Rumah Sakit Unhas .....	39
4.2.4 Genset pada Sistem Kelistrikan Rumah Sakit Universitas Hasanuddin.....	42
Gambar 4.7 Diagram alur Genset pada Rumah Sakit Unhas .....	42
4.3 Pemilihan Penghantar Rumah Sakit Universitas Hasanuddin.....	45
4.4 Keunggulan Instalasi Listrik Rumah Sakit Universitas Hasanuddin .....	51
BAB 5 .....	53
SIMPULAN DAN SARAN.....	53
5.1 Simpulan .....	53
5.2 Saran.....	53
DAFTAR PUSTAKA.....	55

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 ACB ( <i>Air Circuit Breaker</i> ).....	17
Gambar 2.2 MCCB dan keterangannya .....	17
Gambar 2.3 MCB 1 fasa (kiri) dan MCB 3 fasa (kanan).....	18
Gambar 2.4 contoh UPS ON-LINE .....	24
Gambar 2.5 UPS tipe ON-LINE .....	25
Gambar 2.6 contoh UPS OFF-LINE.....	25
Gambar 2.7 UPS tipe OFF-LINE.....	26
Gambar 2.8 Blok Diagram Proses Kerja AMF dan ATS.....	27
Gambar 2.9 Single Line Diagram dan Skedul Beban SDP-L1 RS Unhas.....	30
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian .....	33
Gambar 4.1 Proyek baru Gedung RS Unhas.....	34
Gambar 4.2 Diagram jalur distribusi listrik Rumah Sakit Universitas Hasanuddin Gedung E-F.....	35
Gambar 4.3 Jalur penyediaan energi listrik Rumah Sakit Universitas Hasanuddin .. .....	37
Gambar 4.4 UPS online pada saat sumber AC utama (PLN) menyuplai.....	39
Gambar 4.5 UPS online dalam keadaan sumber AC utama (PLN) terputus .....	40
Gambar 4.6 Emergency Power Supply .....	41

## **DAFTAR TABEL**

Tabel 2.1 Perbandingan Sistem Pencahayaan .....	13
Tabel 2.2 Perbedaan MCCB dan MCB .....	20
Tabel 2.3 Rating Penggunaan MCCB .....	20
Table 4.1 Data Penghantar Rumah Sakit Universitas Hasanuddin .....	49

# **BAB 1**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Peradaban yang semakin maju menuntut energi yang cukup besar di segala bidang. Energi listrik merupakan energi yang paling banyak dibutuhkan saat ini. Hal tersebut dikarenakan energi listrik mempunyai sifat yang fleksibel dan mudah dikonversi menjadi bentuk energi lain. Sama seperti energi lain, energi listrik mempunyai sistem dalam pengaplikasiannya biasa disebut sistem tenaga listrik.

Sistem tenaga listrik baik dapat dilihat dari bagaimana sistem tenaga tersebut melayani beban berkelanjutan dan berada pada batas toleransi. Hal tersebut diperuntukkan agar peralatan listrik dapat bekerja dengan baik. Energi listrik yang sudah menjadi kebutuhan pokok bagi masyarakat dan termasuk juga di dunia kesehatan seperti rumah sakit. Untuk itu diperlukan analisis sistem kelistrikan di Rumah Sakit Unhas untuk melihat profil tegangan dan daya untuk tiap gedung.

Rumah Sakit Unhas yang terletak di Jl. Perintis Kemerdekaan Km.11, Makassar Sulawesi Selatan 90245 terdiri dari beberapa gedung yaitu Gedung EF (Cancer Centre), Gedung A (Eye Centre) dan Gedung BC (Research Centre). Semakin canggih peralatan di setiap gedung pada Rumah Sakit Unhas harus dapat memenuhi kebutuhan serta menjamin keamanan dan keselamatan penggunaannya, mengingat dengan banyaknya penggunaan laboratorium, menggunakan alat dengan beban listrik yang cukup besar, tentunya akan selalu membutuhkan daya listrik yang semakin besar.

Rumah Sakit Unhas sudah bertaraf internasional, yang dimana untuk menjadi rumah sakit bertaraf internasional harus memenuhi kriteria yang ditentukan. Salah satu penilaian untuk menjadi rumah sakit bertaraf internasional adalah program peningkatan mutu (quality improvement), maka diperlukan sistem kelistrikan yang andal untuk memenuhi peningkatan mutu pada rumah sakit Unhas.

Sistem kelistrikan pada Rumah Sakit Unhas jelas beragam, terdiri dari beban elektronik, beban penerangan, beban pendingin, lift, stop kontak, dan beberapa

beban daya yang cukup besar untuk pengoperasiannya. Beban - beban tersebut tidak beroperasi serentak, maka dalam hal penggunaan daya listrik jumlahnya akan berbeda-beda sesuai besarnya pemakaian. Begitu pentingnya energi listrik dalam kehidupan sehari-hari khususnya dalam dunia perkuliahan, maka dibutuhkan suatu sistem kelistrikan yang efisien dan handal yang mampu melayani dan mencukupi kebutuhan tersebut dengan baik.

Pada umumnya kebutuhan energi listrik disuplai oleh Perusahaan Listrik Negara disingkat (PLN) ataupun Generator (Genset). Namun, sebagaimana umumnya diketahui bahwa dalam sistem distribusi tenaga listrik baik PLN ataupun Generator tidaklah mungkin memiliki sistem yang tanpa cacat dan tanpa gangguan dalam pengoperasian. Oleh karena itu, diperlukan suatu usaha untuk meminimalisir gangguan dalam sistem distribusi tenaga listrik tersebut. Salah satu usaha yang dapat dilakukan adalah membuat suatu sistem kelistrikan yang efisien, mudah dalam perawatan, dan memenuhi standar instalasi listrik. Salah satu hal yang harus diperhatikan adalah kehandalam sistem tersebut. Selain itu diperlukan sistem kelistrikan di Rumah Sakit Unhas untuk melihat profil tegangan dan daya untuk tiap-tiap gedung. Profil tegangan dan daya di Rumah Sakit Unhas dapat diketahui, dan pada penelitian ini dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu perhitungan instalasi secara manual dan dengan menggunakan bantuan software agar lebih mempermudah perhitungan dan memiliki ketelitian serta mempercepat dalam pengerjaan. Melihat hal tersebut, penulis yang menganalisa instalasi listrik Rumah Sakit Unhas yang sesuai dengan Standart Nasional Indonesia (SNI) dan Persyaratan Umum Instalasi Listrik (PUIL). Metode simulasi dan perhitungan digunakan sebagai pendekatan untuk menentukan spesifikasi komponen – komponen yang akan digunakan dengan mengacu pada standart perhitungan PUIL 2011.

## **1.2 Perumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang yang telah disebutkan, maka perumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana prinsip kerja sistem instalasi listrik pada rumah sakit Unhas gedung E dan F?

2. Bagaimana menghitung KHA penghantar yang digunakan?
3. Bagaimana sistem koordinasi antara PLN, Genset, dan UPS untuk menyuplai energi listrik pada Rumah Sakit Unhas Gedung E dan F?

### **1.3 Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan penelitian tugas akhir ini sebagai berikut:

1. Mampu menjelaskan prinsip kerja sistem instalasi listrik di Rumah Sakit Unhas Gedung E dan F.
2. Menghitung KHA penghantar di Rumah Sakit Unhas Gedung E dan F.
3. Mampu menjelaskan prinsip kerja sumber energi listrik pada Rumah Sakit Unhas Gedung E dan F.

### **1.4 Batasan Masalah**

1. Pengambilan data single line diagram Rumah Sakit Universitas Hasanuddin.
2. Tinjauan analisis instalasi listrik mengacu pada Standar Nasional Indonesia PUIL 2011.
3. Pemilihan jenis dan kapasitas penghantar.
4. Hubungan antara PLN, Genset, dan UPS untuk menyuplai energi listrik.
5. Perhitungan KHA penghantar hanya sampai pada setiap panel distribusi
6. Data beban yang diambil merupakan beban yang ada pada panel distribusi beban
7. Penelitian dilakukan hanya pada gedung E dan F

### **1.5 Manfaat Penelitian**

1. Dapat menjadi bahan masukan terhadap Rumah Sakit Unhas dalam menganalisis sistem kelistrikan di setiap Gedung
2. Dapat menjadi dasar untuk penelitian selanjutnya yang berhubungan dengan sistem kelistrikan pada rumah sakit.
3. Manfaat bagi peneliti mampu menerapkan teori instalasi listrik pada rumah sakit.

## **1.6 Sistematika Penulisan**

Agar penyusunan tugas akhir ini lebih teratur dan sistematis penulisannya maka hal-hal yang dibahas dibagi dalam beberapa bab yaitu:

**BAB I** Merupakan bab yang membahas tentang latar belakang penulisan, perumusan masalah, tujuan penulisan, batasan masalah, manfaat penelitian, metode penelitian dan sistematika penulisan

**BAB II** Merupakan bab yang membahas tentang berbagai konsep teori dasar yang menunjang dalam topic penelitian

**BAB III** Merupakan bab yang akan menguraikan tentang profil gambaran umum mengenai sistem kelistrikan Rumah Sakit Unhas

**BAB IV** Merupakan bab yang membahas hasil dan analisis yang diperoleh

**BAB V** Merupakan bab yang membahas tentang kesimpulan dari uraian keseluruhan isi bab dan saran-saran yang perlu dikemukakan

## BAB 2

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Energi Listrik

Energi adalah kemampuan untuk melakukan usaha. Maka pengertian energi listrik adalah kemampuan untuk melakukan atau menghasilkan usaha listrik (kemampuan yang diperlukan untuk memindahkan muatan dari satu titik ke titik yang lain). Energi listrik dilambangkan dengan  $W$ . Sedangkan perumusan yang digunakan untuk menentukan besar energi listrik adalah:

$$W = q \times V$$

Dengan:

$W$  : Energi listrik (Joule)

$q$  : Muatan listrik (Coulomb)

$V$  : Beda potensial (Volt) [6]

Satuan energi listrik lain yang sering digunakan adalah kalori, dimana 1 kalori sama dengan 0,24 Joule selain itu juga menggunakan satuan kWh (kilowatt jam). Salah satu karakteristik sistem 3-phase adalah bila sistem 3-phase tersebut mempunyai beban yang seimbang, maka besaran arus phase di penghantar R - S - T akan sama. Persamaan beban arus seimbang untuk tegangan 380 volt ditunjukkan pada persamaan 2 dibawah ini: [6]

$$I \text{ rata - rata} = \frac{I_{RT} + I_{TS} + I_{RS}}{3}$$

##### 2.1.1 Daya Listrik

Pada sistem beban linier, konsep daya untuk sistem satu phasa dapat didefinisikan sebagai:

$$\text{Daya semua (S)} = V I \text{ [VA]}$$

$$\text{Daya aktif (P)} = V I \cos \phi \text{ [W]}$$

$$\text{Daya reaktif (Q)} = V I \sin \phi \text{ [VAR]}$$

Ket:  $V =$  Tegangan (Volt)

$I =$  Arus (Ampere)

$R =$  Tahanan (ohm) [2]

Daya aktif merupakan daya sesungguhnya yang terpakai untuk melakukan kerja terhadap beban atau merupakan daya sesungguhnya yang dibutuhkan beban. daya reaktif merupakan daya yang dibutuhkan untuk beban induksi, daya ini terserap untuk pembentukan medan magnet, seperti motor listrik. Dan daya semu merupakan total dari daya aktif dan daya reaktif. [3]

Namun, berkaitan dengan perubahan bentuk energi listrik, daya listrik dapat di definisikan sebagai kecepatan perubahan energi listrik menjadi energi bentuk lain. Berdasarkan persamaan energi listrik. Pada alat-alat listrik, biasanya tertulis besar daya listrik dan tegangan yang harus digunakan. Misalnya, pada sebuah lampu tertulis 220 V/25 W. [3]

### **2.1.2 Faktor Daya**

Faktor daya atau biasa disebut  $\cos \phi$  dapat didefinisikan sebagai perbandingan antara daya aktif dan daya semu. Faktor daya dirumuskan sebagai berikut: [4]

$$P = V \times I \times \cos \phi$$

$$Q = V \times I \times \sin \phi$$

Faktor daya menentukan nilai guna dari daya yang dapat dipakai/digunakan. Faktor daya yang optimal adalah sama dengan satu. Faktor daya yang lagging maupun leading bersifat memperkecil nilai guna tersebut. Umumnya pemakaian energi listrik di industri sebagian besar bebannya bersifat induktif. [4]

## **2.2 Prinsip-Prinsip Dasar Instalasi Listrik**

Suatu instalasi listrik yang dipasang harus memenuhi beberapa prinsip dasar agar dapat digunakan dengan efektif dan efisien. Prinsip dasar tersebut adalah sebagai berikut: [4]

### **1. Keandalan**

Keandalan artinya seluruh peralatan yang digunakan pada instalasi tersebut haruslah andal dan baik secara mekanis dan elektris. Keandalan juga berkaitan dengan sesuai tidaknya pemakaian pengamanan jika terjadi gangguan. Bila terjadi gangguan dan/atau kerusakan harus mudah dan cepat diatasi dan diperbaiki.

### **2. Ketercapaian**

Ketercapaian artinya, dalam pemasangan peralatan instalasi listrik yang relatif mudah dijangkau oleh pengguna pada saat mengoperasikannya dan tata letak komponen listrik tidak sulit untuk dioperasikan, sebagai contoh pemasangan sakelar tidak terlalu tinggi atau terlalu rendah.

### **3. Ketersediaan**

Ketersediaan artinya, kesiapan suatu instalasi listrik dalam melayani kebutuhan baik berupa daya, peralatan maupun kemungkinan perluasan instalasi. Apabila ada perluasan instalasi tidak mengganggu sistem instalasi yang sudah ada, tetapi kita hanya menghubungkannya pada sumber cadangan yang telah diberi pengamanan.

### **4. Keindahan**

Keindahan artinya, dalam pemasangan komponen atau peralatan instalasi listrik harus ditata sedemikian rupa, sehingga dapat terlihat rapih dan indah serta tidak menyalahi peraturan yang berlaku.

### **5. Keamanan**

Keamanan artinya, harus mempertimbangkan faktor keamanan dari suatu instalasi listrik baik keamanan terhadap manusia, bangunan atau harta benda, makhluk hidup lain dan peralatan instalasi listrik itu sendiri.

### **6. Ekonomis**

Ekonomis artinya, biaya yang dikeluarkan dalam pemasangan instalasi listrik harus diperhitungkan dengan teliti dengan pertimbangan-pertimbangan tertentu sehingga biaya yang dikeluarkan dapat sehemat mungkin tanpa harus mengesampingkan hal-hal diatas. [4]

### **2.3 Pengaman Instalasi Listrik**

Pengaman adalah suatu peralatan listrik yang digunakan untuk melindungi pengguna instalasi listrik maupun komponen instalasi listrik dari kerusakan atau bahaya yang diakibatkan oleh gangguan seperti arus beban lebih atau arus hubung singkat. Pengaman dalam instalasi listrik memiliki beberapa fungsi antara lain:

1. Isolasi, yaitu untuk memisahkan instalasi atau bagian lainnya dari catu daya listrik untuk alasan keamanan.
2. Kontrol, yaitu untuk membuka atau menutup sambungan sirkit instalasi selama kondisi operasi normal untuk tujuan operasi dan perawatan.
3. Proteksi, yaitu untuk mengamankan kabel, peralatan listrik dan manusia terhadap kondisi yang berbahaya seperti tegangan sentuh, beban lebih, atau hubung singkat dengan memutus arus gangguan dan mengisolasi gangguan yang terjadi. [6]

### **2.4 Penghantar**

Penghantar adalah bahan yang digunakan untuk menghubungkan suatu titik ke titik yang lain. Penghantar yang digunakan untuk instalasi listrik adalah berisolasi dan dapat berupa kawat berisolasi atau kabel. Jenis penghantar yang lazim digunakan adalah tembaga atau aluminium. [2]

Tembaga atau aluminium yang digunakan harus memiliki kemurnian yang tinggi, yaitu 99.5% sehingga daya hantarnya tinggi. Aluminium lebih ringan dibanding tembaga, namun kekuatan tarik aluminium lebih kecil daripada kekuatan tarik tembaga. Untuk itu penghantar yang ukurannya besar dan pemasangannya direntangkan memerlukan penguat baja atau paduan aluminium pada bagian tengahnya. [2]

### 2.4.1 Jenis-Jenis Kabel

#### a. Kabel NYM

Kabel NYM adalah penghantar yang terbuat dari tembaga polos berisolasi PVC yang berjumlah uratnya satu hingga lima. Kalau lebih dari satu urat-uratnya dibelit jadi satu dan kemudian diberi lapisan pembungkus inti dari karet atau plastic lunak supaya bentuknya menjadi bulat. Lapisan pembungkus inti ini harus lunak dan rapuh agar mudah pada waktu pemasangan. [2]

Untuk kabel NYM berlaku ketentuan-ketentuan sebagai berikut:

- NYM boleh dipasang langsung menempel pada plesteran atau kayu atau ditanam langsung dalam plesteran, juga diruang lembab basah, ditempat kerja atau Gedung dengan bahaya kebakaran atau ledakan.
- NYM boleh dipasang langsung pada bagian-bagian lain dari bangunan, konstruksi, rangka dan sebagainya asalkan cara pemasangannya tidak merusak selubung luar kabelnya.
- NYM tidak boleh dipasang langsung dalam tanah

#### b. Kabel NYY

Pada prinsipnya susunan kabel NYY sama dengan susunan kabel NYM hanya saja lebih tebal isolasi dengan selubung luarnya serta jenis kompon PVC yang digunakan berbeda warna selubung luarnya hitam. Uratnya juga dapat berjumlah satu sampa lima.

Kabel NYY banyak digunakan untuk instalasi industry didalam Gedung maupun di alam terbuka, disalurkan kabel dan didalam lemari hubung bagi, apabila dapat diperkirakan tidak ada gangguan mekanis. NYY juga dapat ditanam dalam tanah asalkan perlindungan secukupnya terhadap kemungkinan terjadinya kerusakan mekanis. [2]

#### c. Kabel NYFGbY

Penghantar ini adalah jenis penghantar/kabel thermoplastic berperisai yang paling banyak digunakan di Indonesia. Uratnya

terdiri dari penghantar tembaga tanpa lapisan timah putih dengan isolasi PVC. Jumlah uratnya kebanyakan tiga atau empat dan terkadang dua urat-uratnya. Urat-uratnya ini dibelit menjadi satu, kemudian diberi lapisan pembunfkus inti dari karet atau plastic lunak, dan perisai kawat baja pipih berlapis seng. Perisai kawat baja ini diikat dengan spiral pita baja berlapis seng. [2]

Untuk melindungi perisainya terhadap korosi, kabelnya diberi selubung luar PVC berwarna hitam. Perisai dan kawat baja itu juga berfungsi sebagai pelindung elektrostatis yang baik, karena kabel ini kurang fleksibel, kawat baja pipih ini tidak dapat digunakan persai kabel ukuran kecil. [3]

## 2.5 Kemampuan Hantar Arus (KHA)

Kemampuan hantar arus (KHA) suatu kabel merupakan kemampuan maksimum kabel untuk dialiri arus secara terus-menerus tanpa menyebabkan kerusakan pada kabel tersebut. Untuk menentukan kemampuan hantar arus penghantar maka terlebih dahulu harus diketahui arus yang akan digunakan berdasarkan daya beban. Rumus yang digunakan adalah sebagai berikut: [6]

- Untuk arus bolak-balik satu fasa:

$$I = \frac{P}{V \cos \phi}$$

- Untuk arus bolak-balik tiga fasa :

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} V \cos \phi}$$

Dimana:

I = Arus nominal (Ampere)

V = Tegangan (Volt)

P = Daya (watt)

$\cos \phi$  = Faktor daya [6]

Ketentuan mengenai kemampuan hantar arus suatu penghantar rangkaian motor menurut PUIL tahun 2000 adalah sebagai berikut: [5]

- a. Penghantar rangkaian akhir yang menyuplai motor tunggal tidak boleh mempunyai KHA kurang 110% arus nominal beban penuh (pasal 520 CI). [5]
- b. Penghantar rangkaian akhir yang menyuplai dua motor atau lebih, tidak boleh menyuplai KHA kurang dari jumlah arus beban penuh motor, ditambah 10% dari arus beban penuh motor terbesar dalam motor yang mempunyai arus nominal tertinggi (pasal 520 C2). [5]

Dengan mengetahui besarnya KHA suatu penghantar maka luas penampang penghantar dapat ditentukan.

## **2.6 Panel**

Sumber daya listrik dari PLN yang masuk untuk dibagikan kesetiap pemakai dalam kelompok yang berbeda memerlukan suatu tempat yang disebut dengan panel. [6]

Didalam panel tersebut terdapat peralatan instalasi listrik baik mengenai peralatan control, instrumentasi, proteksi dan lain-lain

### **2.6.1 Penempatan Peralatan Panel**

Penempatan peralatan panel dipasang sedemikian rupa sehingga memudahkan pengoperasian, pemeliharaan dan perbaikan.

Ada beberapa cara penempatan peralatan pada panel, yaitu:

- a. Komponen diletakan langsung pada tembok bangunan, penempatan demikian biasanya dikerjakan karena dirasakan ekonomis.
- b. Diletakan langsung pada panel peralatan dan komponennya dipasang dalam kotak panel dan disatukan dengan pengawatannya. [6]

### **2.6.2 Penempatan Panel**

Penempatan Ppanel harus ditencakan dengan mempertimbangkan hal-hal sebagai berikut:

- a. Tempat dan penempatan peralatan yang jelas.
- b. Kemungkinan untuk melakukan pengamatan dan penyambungan di dalam.
- c. Tempat yang mudah kabel masuk dan kabel keluar.
- d. Tempat kosong yang memadai, harus disediakan untuk keperluan penambaha yang mungkin terjadi. [3]

### **2.6.3 Pembagian Panel**

Pembagian panel dalam suatu instalasi listrik merupakan suatu hal yang harus diperhatikan. Hal ini dilakukan untuk memisahkan jenis-jenis beban dan membagi jumlah beban. [3]

Apabila dalam suatu Gedung terdiri dari dua jenis beban yang instalasi daya dan instalasi penerangan, maka kedua jenis beban ini harus dipisahkan. [3]

Hal ini dimaksudkan agar tidak saling mempengaruhi jika terjadi gangguan maupun pada saat pengoperasian instalasi daya. Oembagian beban dalam suatu panel diusahakan supaya seimbang agar setiap fasa melayani jumlah beban yang sama dengan fasa yang lainnya. [3]

## **2.7 Sistem Illuminasi**

Penyebaran cahaya dari suatu suber cahaya tergantung pada konstruksi cahaya itu sendiri dan konstruksi armature yang digunakan. Sebagian besar cahaya yang ditangkap oleh mata kita langsung dari sumber cahaya tetapi setelah dipantulkan oleh lingkungannya. [3]

Karena besarnya illuminasi dari sumber-sumber cahaya modern, cahay yang langusng dari sumber cahaya biasanya akan menyilaukan mata. Karena itu

bahan-bahan armature harus dipilih sedemikian rupa sehingga sumber cahayanya terlindung dan cahayanya terbagi secara merata dan tepat. [3]

Sistem pencahayaan dapat dibagi lima klasifikasi, yaitu:

1. Penerangan langsung (direct lighting)
2. Penerangan setengah langsung (semi direct lighting)
3. Penerangan tidak langsung (indirect lighting)
4. Penerangan setengah tidak langsung (semi indirect lighting)
5. Penerangan terpecah (diffuse = gabungan dari system pencahayaan langsung dan tidak langsung) [3]

Kelima system Penerangan ini berbeda dalam hal perbandingan antara cahaya yang diarahkan kebawah maupun keatas, yang mana terlihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 2.1 Perbandingan Sistem Pencahayaan [3]

No	Sistem Penerangan	Langsung Kebidangang kerja
1	Penerangan Langsung	90-100%
2	Penerangan Setengah langsung	60-90%
3	Penerangan tidak langsung	0-10%
4	Penerangan setengah tidak langsung	10-40%
5	Penerangan terpecah	40-60%

### 2.7.1 Sistem Pencahayaan Langsung

Pada sistem pencahayaan ini, cahaya yang datang dari sumber jatuh langsung pada objek atau pada permukaan yang akan diterangi. Bila cahaya tersebut dikonsentrasikan dengan memakai oengumool cahaya yang memadai, maka sebagai tambahan pada lampu tersebut

lampu tersebut dapat dipasang fitting gantung diatas bidang kerja atau bidang yang akan diterangi. [3]

Dengan menggunakan system pencahayaan ini pada ruangan dengan plafondicat warna gelap, akan kelihatan tinggi plafon tidak seimbang dengan besar ruangan. Untuk mengatasi hal tersebut, digunakan jenis lampu gantung yang gunanya untuk menurunkan tinggi plafon dibandingkan dengan ruangan. Dapat disimpulkan bahwa cahaya langsung yang tersebar adalah baik dan tepat bagi pencahayaan umum, sedangkan cahaya langsung yang dikonsentrasikan untuk mengurangi penerangan vertical, adalah tepat untuk penerangan local dan bersifat tambahan, seta penerangan khusus. [3]

### **2.7.2 Sistem Pencahayaan Setengah Langsung**

Pada sistem ini Sebagian besar cahaya diarahka kebawah yaitu sekitar 60 – 90 % dan sisanya diarahkan keatas, untuk menerangi plafon

Jika plafon memiliki daya pantul yang tinggi maka cahaya yang diarahkan ke atas biasanya dianggap cukup untuk mengurangi cahaya langsung yang menyilaukan. Cahaya yang menyilaukan ini dapat dihindari dengan menggunakan penyebar cahaya yang berbentuk bola, yang mana tidak hanya memperbaiki kecemerlangan kearah mata, tetapi memperbaiki efesiensi dari sistem yang berkenaan pada bidang kerja [3]

### **2.7.3 Sistem Pencahayaan Tidak Langsung**

Pada sistem ini cahaya yang dating dari sumber tidak ditunjukkan pada permukaan yang akan diterangi tetapi secara tidak langsung melalui pemantulan yang tersebar. Cahaya lampu sekitar 90 – 100 % diarahkan ke plafon dan tembok-tembok bagian atas bangunan. Cahaya yang diarahkan kebawah adalah 0 – 10 % [3]

Karena pada jenis penerangan tak langusng keseluruhan cahay pada bidang kerja diterima dari penatulan yang terpancar, hal ini penting

untuk menjaga agar supaya fitting tetap bersih. Salah satu karakteristik pokok dari sistem penerangan tak langsung adalah memberikan penerangan dengan bayangan yang kurang. [3]

#### **2.7.4 Sistem pencahayaan Setengah Tidak Langsung**

Sistem pencahayaan ini adalah gabungan antara penerangan tidak langsung dan sistem penerangan langsung. Sebagian cahaya yang diterima pada bidang kerja adalah yang telah mengalami pantulan yang sebesar dan Sebagian dari sumber cahaya. [3]

Sistem ini dapat menimbulkan bayangan-bayangan dan kilau yang hanya sedikit, digunakan jenis lampu downlight, agar supaya didapatkan bidang pandangan yang menyenangkan atau dapat memberikan suasana tenang dan sejuk [3]

#### **2.7.5 Sistem Pencahayaan Terpencar**

Sistem ini menghasilkan distribusi cahaya yang sama banyak, baik cahaya yang diarahkan keatas maupun kebawah.

Jatuhnya cahaya pada bidang atau permukaan yang horizontal terutama berasal dari lampu (65 – 75 %) dari plafon (25 – 35 %). Besar cahaya yang jatuh ke bidang kerja, tergantung dari sifat pantulan plafon dari sifat lampu itu sendiri.

Terang cahaya yang berasal dari sistem pencahayaan ini menciptakan suatu suasana yang tidak nampak sepi tidak membosankan pada ruangan. [3]

### **2.8 Instalasi Listrik di Rumah Sakit**

Pada saat perancangan instalasi di rumah sakit harus memenuhi standar dan undang-undang yang berlaku di Indonesia. Semua sudah terangkum mengenai ketentuan komponen-komponen instalasi listrik dalam Persyaratan Umum Instalasi Listrik (PUIL) dan ketentuan-ketentuan lain sebagai berikut: [5]

- a. Kementerian Kesehatan Republik Indonesia Pedoman-Pedoman Teknis Bangunan dan Prasarana Rumah Sakit Tahun 2014.
- b. Kriteria desain konsultan.
- c. SNI 03-0711-2004, atau edisi terakhir, Keselamatan pada bangunan fasilitas kesehatan
- d. SNI 04-7018-2004, atau edisi terakhir, Sistem pasokan daya listrik darurat dan siaga.
- e. SNI 04-7019-2004, atau edisi terakhir, Sistem pasokan daya listrik darurat dan menggunakan energi tersimpan.
- f. Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 24 Tahun 2016 Tentang Persyaratn Teknis Bangunan dan Prasarana Rumah Sakit. Pada Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 24 Tahun 2016 instalasi mekanikal dan elektrik pada bangunan rumah sakit seperti instalasi transportasi vertical, instalasi system pencahayaan, instalasi system kelistrikan dan instalasi proteksi petir. [1]

## **2.9 ACB (Air Circuit Breaker), MCCB (Moulded Case Circuit Breaker), dan MCB (Main Circuit Breaker)**

### **2.9.1 ACB (Air Circuit Breaker)**

*ACB (Air Circuit Breaker)* seperti yang terlihat pada Gambar 2.1, merupakan jenis circuit breaker dengan sarana pemadam busur api berupa udara. ACB dapat digunakan pada tegangan rendah dan tegangan menengah. Udara pada tekanan ruang atmosfer digunakan sebagai peredam busur api yang timbul akibat proses switching maupun gangguan. ACB keluaran Merlin Gerin / Schneider Electric bernama MASTERPACT NT / NW dan EASYPACT MVS. [2]



Gambar 2.1 ACB (*Air Circuit Breaker*)

### 2.9.2 MCCB (Moulded Case Circuit Breaker)

MCCB adalah singkatan dari Moulded Case Circuit Breaker, sebagai pengaman terjadinya hubung singkat *short circuit* dan beban lebih *overload* agar tidak terjadinya kerusakan pada motor listrik maupun kebakaran yang disebabkan oleh *short circuit* yang selalu menimbulkan bunga api. MCCB biasanya digunakan oleh industri karena MCCB hanya untuk pengaman listrik 3 phase, dan motor listrik industri juga menggunakan listrik 3 phase. Contoh MCCB dapat dilihat pada Gambar 2.2 [2]



Gambar 2.2 MCCB dan keterangannya

#### Karakter MCCB

- a. Hanya menggunakan 3 phase
- b. Nilai Ampere lebih dari 100A dan maksimum 1000A

- c. Besar frekuensi yang digunakan 50 / 60 Hz
- d. Menggunakan Thermal Magnetic
- e. Fixed atau adjustment jadi, setinganya bisa diatur atau tidak jika memilih fixed [2]

### 2.9.3 MCB (Main Circuit Breaker)

MCB (Miniatur Circuit Breaker) adalah komponen dalam instalasi listrik rumah tinggal mempunyai peran yang sangat penting. Komponen ini berfungsi sebagai sistem proteksi dalam instalasi listrik bila terjadi beban lebih dan hubung singkat arus listrik (short circuit atau konsleting). Dasar pemilihan rating arus MCB yang ingin digunakan di instalasi rumah tinggal tentu disesuaikan dengan besarnya langganan daya listrik PLN yang terpasang. Karena PLN sendiri menetapkan besar langganan listrik sesuai rating arus dari MCB yang di produksi untuk pasar dalam negeri. Perbedaan MCB dan MCCB dapat dilihat pada Gambar 2.3 [2]



Gambar 2.3 MCB 1 fasa (kiri) dan MCCB 3 fasa (kanan)

Miniature Circuit Breaker memainkan peranan penting dalam hal proteksi arus lebih dan juga sebagai alat disconnect pada jaringan listrik. Sebuah breaker merupakan alat yang didesain untuk mengisolasi rangkaian dari gangguan arus lebih: overload (beban lebih) dan short circuit (hubung singkat). Miniature Circuit Breaker, atau yang lebih dikenal MCB adalah alat pemutus yang sangat baik digunakan untuk mendeteksi besaran arus lebih. Seperti halnya pada Thermostat Load Relay, MCB mempunyai Bimetalic, elemen jika terkena panas akan memuai secara langsung maupun tidak langsung yang diakibatkan dengan adanya arus mengalir, alat Bimetalic ini dibuat dan direncanakan sesuai dengan ukuran standar (arus nominal MCB), dimana dalam waktu yang sangat singkat dapat bekerja sehingga rangkaian beban terlindungi, MCB juga dilengkapi dengan magnet tripping yang bekerja secara cepat pada beban lebih atau arus hubung singkat yang besar, juga dioperasikan secara manual dengan menekan tombol. Karakteristik arus waktu untuk jenis MCB, hampir sama dengan pengaman lebur karena itu sering kali MCB dan pengaman lebur digunakan secara bersamaan. [2]

Sifat dan kegunaan MCB (Miniatur Circuit Breaker)

- a. Sifat dari MCB adalah:
  - a. Arus beban dapat diputuskan bila panas yang ditimbulkan melebihi panas yang dizinkan.
  - b. Arus hubung singkat dapat diputuskan tanpa adanya perlambatan.
  - c. Setelah dilakukan perbaikan, maka MCB dapat digunakan kembali. [2]
- b. Beberapa Kegunaan MCB:
  - a. Membatasi penggunaan listrik
  - b. Mematikan listrik apabila terjadi hubungan singkat
  - c. Mengamankan Instalasi Listrik [2]

Tabel 2.2 Perbedaan MCCB dan MCB [2]

<b>MCCB</b>	<b>MCB</b>
Rating Amper antara 100 - 1000 A	Rating Ampere antara 2-100A
Memiliki kA yang besar 36-100kA.	kA hanya 4.5kA
Bisa disetting untuk Rating Ampernya	Tidak bisa disetting untuk Rating Ampere
Terdapat tombol Reset	Tidak ada tombol reset
Bentuknya yang besar	Bentuknya yang kecil

### 2.10 Menentukan CB yang Digunakan

Ketika arus nominal telah kita peroleh, maka hal selanjutnya yang dilakukan adalah menentukan CB yang digunakan sesuai dengan hasil perhitungan arus nominal. Dalam penentuan ini arus nominal dikalikan 120% sebagai factor safety untuk kemudian dicocokkan pada table dibawah ini. [2]

Tabel 2.3 Rating Penggunaan MCCB

<b>1 Phasa</b>	<b>3 Phasa</b>	<b>Besar Ampere</b>
	<b>ACB</b>	3200
		2500
		2000
		1600
		1250
	<b>MCCB</b>	100
		800
		630
		400
		320
		300
		250
		200
		160
		125
		100
		80
		<b>MCB</b>
	50	
	40	
	32	

	<b>MCB</b>	25
		20
		16
		10
		6
		4
		2

## 2.11 Generator

Generator adalah mesin yang dapat mengubah tenaga mekanis menjadi tenaga listrik melalui proses induksi elektromagnetik. Proses ini dikenal sebagai pembangkit listrik. Meskipun generator dan motor punya banyak kesamaan, tetapi motor adalah alat yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Generator mendorong muatan listrik untuk bergerak melalui sebuah sirkuit listrik eksternal, tetapi generator tidak menciptakan air di dalamnya. Sumber energi mekanik bisa berupa resiprokat maupu turbin mesin uap, air yang jatuh melalui sebuah turbin maupun kincir air, mesin pembakaran dalam, turbin angina, engkol tangan, energi surya atau matahari, udara yang dimampatkan, atau apa pun sumber energi mekanik yang lain. [4]

### 2.11.1 Jenis-Jenis Generator

Berikut ini beberapa klarifikasi dari generator:

1. Jenis generator berdasarkan letak kutubnya dibagi menjadi:
  - a. Generator kutub dalam: merupakan generator yang mempunyai medan magnet yang terletak pada bagian yang berputar (rotor).
  - b. Generator kutub luar: merupakan generator yang mempunyai medan magnet yang terletak pada bagian yang diam (stator). [4]
2. Jenis generator berdasarkan putaran medan dibagi menjadi:
  - a. Generator sinkron
  - b. Generator Asinkron
3. Jenis generator berdasarkan jenis arus yang dibangkitkan:
  - a. Generator arus searah (DC)
  - b. Generator arus bolak-balik (AC)
4. Jenis generator dilihat dari fasanya:

- a. generator satu fasa
  - b. generator tiga fasa
5. Jenis generator berdasarkan bentuk rotornya:
- a. Generator rotor kutub menonjol biasa digunakan pada generator dengan rpm seperti PLTA dan PLTD
  - b. Generator kutub rata (silindris) biasa digunakan pada pembangkit listrik / generator dengan putaran rpm tinggi seperti PLTG dan PLTU. [4]

### 2.11.2 Diesel Generating Set

*Diesel generating set* adalah salah satu pembangkit listrik yang sering digunakan dengan menggunakan bahan bakar minyak, dan sesuai untuk lokasi persediaan air yang Terbatas. [4]

*Diesel generating set* memiliki keuntungan antara lain adalah:

- a. *Proses start* mudah dilakukan, hanya membutuhkan sedikit waktu untuk pemanasan, kemudian mesin dapat dibebani.
- b. Mudah dimatikan dengan kata lain mesin diesel dijalankan tanpa beban terlebih dahulu hingga dingin kemudian mesin dapat dimatikan.

Fungsi utama dari diesel generating diesel adalah penyedia listrik yang dapat berfungsi untuk:

- a. Sebagai unit cabang (emergency) yang dijalankan pada saat keadaan darurat atau saat menjadi pemadaman pada unit pembangkit utama (PLN)
  - b. Sebagai unit pembangkit bantuan yang dapat membantu suplai listrik dari PLN atau sebagai pemikul beban tetap
  - c. Sebagai unit pembangkit listrik pada beban puncak atau peak load
- Faktor-faktor yang merupakan pertimbangan pilihan yang sesuai untuk diesel generating set antara lain sebagai berikut:
- a. Jarak dari beban dekat, hal ini bertujuan agar dapat menekan rugi-rugi yang dapat ditimbulkan oleh konduktor menuju beban.

- b. Persediaan areal tanah dan air, hal ini disebabkan karena diesel generating set tidak membutuhkan lahan yang besar dengan kapasitas air yang banyak.
- c. Pengangkutan bahan bakar, pertimbangan tersebut penting dilakukan. Hal ini disebabkan untuk mengurangi jumlah dana yang tidak perlu, seperti ongkos transportasi yang jauh. [4]

## **2.12 Uninterruptable Power Supply (UPS)**

Uninterruptable power supply (UPS) yang berfungsi sebagai perangkat yang biasanya menggunakan baterai backup sebagai catu daya alternative, untuk dapat memberukkan suplai daya agar perangkat elektronik yang terpasang tidak terganggu. Prinsip dasar kerja UPS yaitu, listrik PLN (arus AC) masuk kedalam UPS melewati rectifier, rectifier mengubah arus AC menjadi DC dan masuk ke baterai untuk mengisi cadangan daya. Arus DC pada baterai menuju ke inverter dan inverter mengkonversi arus tersebut menjadi AC dan dikirimkan ke peralatan elektronik. Pada saat listrik PLN padam, switch otomatis langsung terhubung ke baterai dengan transfer waktu 0 detik. [6]

UPS berfungsi sebagai buffer antara power suplai dengan peralatan elektronik yang kita gunakan seperti computer, printer, dan sebagainya. Bila ada daya terputus, maka UPS kan segera bekerja dalam waktu sesingkat mungkin sehingga peralatan elektronik yang kita miliki tidak mengalami kerusakan. Dalam hal ini UPS berfungsi sebagai suplai daya baru (backup dari suplai utama). [6]

### **2.12.1 Komponen Utama UPS**

Komponen utama dari sebuah UPS adalah:

- Filter, merupakan blok atau bagian yang berfungsi untuk meminimalisirkan gangguan kelistrikan.

- Baterai, fungsi utama dari baterai pada UPS adalah sebagai media penyimpanan energi listrik yang akan digunakan apabila sumber listrik utama/PLN padam.
- Rectifier, berfungsi untuk mengubah arus AC menjadi arus DC dari sebuah suplai daya untuk mengisi baterai.
- Inverter, berfungsi untuk mengubah arus DC dari baterai menjadi arus AC ke peralatan yang dilindungi oleh UPS. [6]

### 2.12.2 Jenis UPS Berdasarkan Cara Kerjanya

#### 1. On-Line UPS

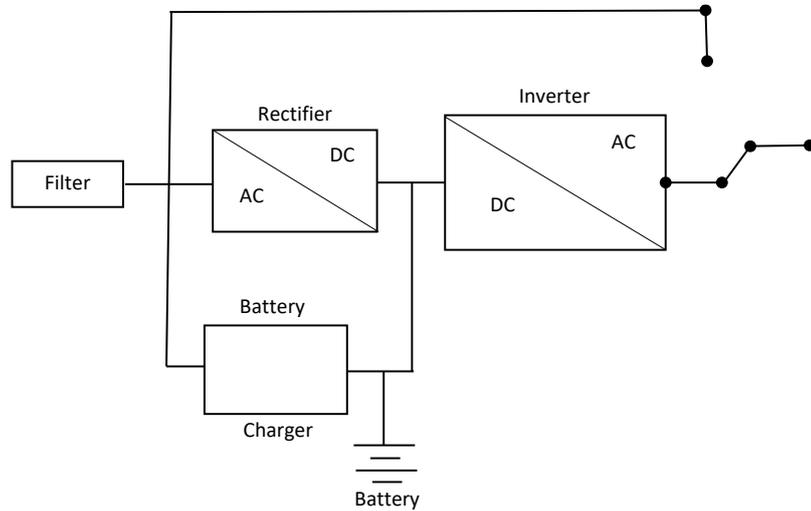
Dimana listrik PLN yang bentuknya arus bolak-balik (AC) diubah menjadi arus searah (DC). Arus DC ini digunakan untuk mengisi baterai (jika belum penuh) dan disalurkan ke inverter (konversi DC ke AC). Arus AC dari inverter inilah yang digunakan untuk mensuplai perlengkapan elektronik secara terus menerus selama UPS beroperasi. Karena mengalami dua kali proses konversi (AC ke DC kemudian DC ke AC), UPS ini memiliki efisiensi yang paling rendah. Contoh Gambar UPS ON-LINE dapat dilihat pada Gambar 2.4 [6]



Gambar 2.4 contoh UPS ON-LINE

Namun, keuntungannya suplai listrik sama sekali tidak terputus pada waktu listrik padam, tidak seperti offline dan line interactive yang memiliki transfer time, waktu yang diperlukan UPS untuk merespon padamnya listrik dan mengalihkan outputnya ke inverter. Transfer

time yang terlalu besar akan menyebabkan barang elektronik restart sebagai contoh computer. [6]



Gambar 2.5 UPS tipe ON-LINE

Keuntungan dari UPS ini adalah gangguan yang ada di PLN disaring dengan baik, sehingga terbebas dari gangguan. Selain itu tidak ada perpindahan waktu antara PLN padam ke sistem baterai (nol detik). Pada UPS jenis ini terdapat 1 rectifier dan 1 inverter yang terpisah. Hal ini lebih mahal apabila dibandingkan dengan dua jenis UPS lainnya. Dalam sedang gangguan, suplai daya ke rectifier akan diblok sehingga akan ada dua arus DC dari baterai ke inverter yang kemudian diubah menjadi AC. [6]

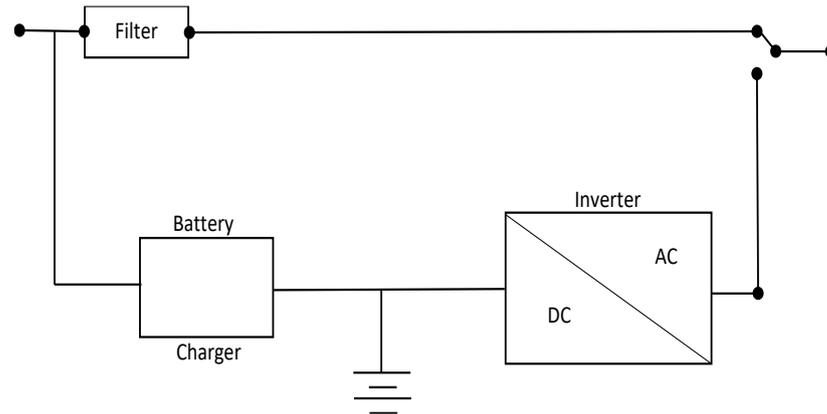
## 2. Off-line UPS



Gambar 2.6 contoh UPS OFF-LINE

Dimana bila ada suplai daya dari PLN maka suplai daya di teruskan ke beban. Bila PLN padam, maka switch akan segera pindah dan inverter bekerja memberikan listrik ke beban/perangkat (ada waktu pindah 3 sampai dengan 4 mili detik = 0.004 detik). UPS jenis ini

merupakan UPS paling murah diantara jenis UPS lainnya karena rectifier dan inverter berada dalam satu unit. Dalam keadaan gangguan, switch akan berpindah sehingga suplai daya dari suplai utama terblokir. Akibatnya akan mengalir arus DC dari baterai menuju inverter. [6]

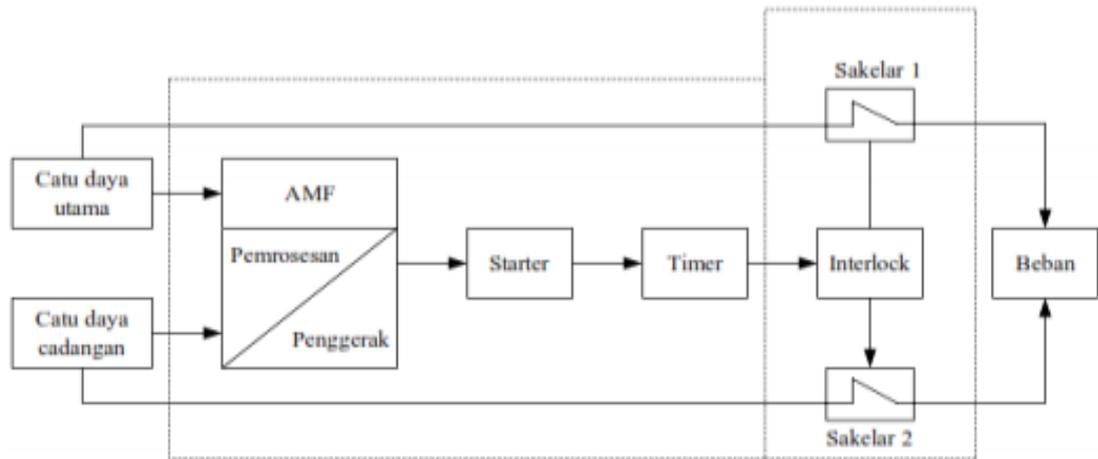


Gambar 2.7 UPS tipe OFF-LINE

Untuk tipe offline UPS pada saat listrik PLN tersedia, listrik akan disalurkan melalui trafo sebelum dikeluarkan ke output. Trafo ini sendiri memiliki efisiensi. Trafo standar memiliki efisiensi 80-90%. Jadi daya yang diambil oleh UPS memang lebih besar dari daya yang dikeluarkan, selain karena UPS memerlukan daya untuk menghidupkan rangkaian di dalamnya, juga karena ada efisiensi trafo.

### 2.13 AMF dan ATS

AMF dapat mengendalikan switch dari catu daya utama (PLN) ke catu daya cadangan (genset) dan sebaliknya. Dan ATS merupakan peralatan pelengkap AMF dan bekerja secara bersama-sama. Proses kerja AMF dan ATS dijelaskan pada Gambar 2.8 dalam bentuk blok diagram [6]



Gambar 2.8 Blok Diagram Proses Kerja AMF dan ATS

Automatic Main Failure (AMF) dapat menggendalkan switching suatu alat dari suplai utama ke suplai cadangan atau dari suplai cadangan ke suplai utama. Untuk lebih jelasnya berikut ini akan digambarkan dengan blok diagram proses kerja AMF dan ATS. [6]

Catu daya utama (PLN) tidak selalu menyalurkan energi listriknya, kadang mengalami gangguan. AMF akan beroperasi saat catu daya utama (PLN) padam dengan mengatur catu daya cadangan (genset). Sumber listrik dari PLN saat beroperasi tegangannya naik turun. Sehingga sinyal gangguan akan masuk ke AMF pada prosesnya, sinyal diolah menghasilkan perintah ke penggerak dapat berupa pemutusan kedua catu daya yang sedang beroperasi dengan sistem saling (interlock). AMF dapat mengatur genset beroperasi jika PLN padam dan memutuskan genset jika PLN hidup lagi. [6]

### 2.13.1 Panel Sinkron

Apabila pada Gedung terdapat dua genset ataupun lebih, maka dibutuhkan proses untuk synchronizing. Panel sinkron (synchronizing) ini berfungsi untuk menggabungkan atau memparalelkan kerja dua buah generator ataupun lebih, yang bertujuan

untuk mendapatkan daya listrik sebesar jumlah generator tersebut. Selain itu panel sinkron juga mempunyai keunggulan yaitu berfungsi untuk meng-efisienkan kinerja genset untuk mensuplai beban. [6]

#### **2.14 Instalasi Listrik pada Gedung Commercial**

Instalasi listrik pada Gedung akan sangat berpengaruh terhadap bentuk bangunan Gedung yang bersangkutan, luas lantai, susunan ruangan, sehingga akan berpengaruh kepada jenis dan intensitas penerangan yang ada dan juga akan berpengaruh kepada daya yang digunakan pada setiap ruangan ataupun setiap lantai. [3]

Macam-macam Gedung commercial, yaitu:

1. Ruko
2. Pertokoan/supermarket
3. Kantor
4. Rumah sakit
5. Hotel
6. Apartement
7. Dll [3]

Perencanaan instalasi Gedung bertingkat, akan didasarkan kepada:

1. Peraturan umum instalasi listrik (PUIL) 2000;
2. Standar Nasional Indonesia (SNI);
3. Standar Perusahaan Umum Listrik Negara (PT.PLN Persero);
4. International Electrotechnical Commission (IEC),
5. Dll [3]

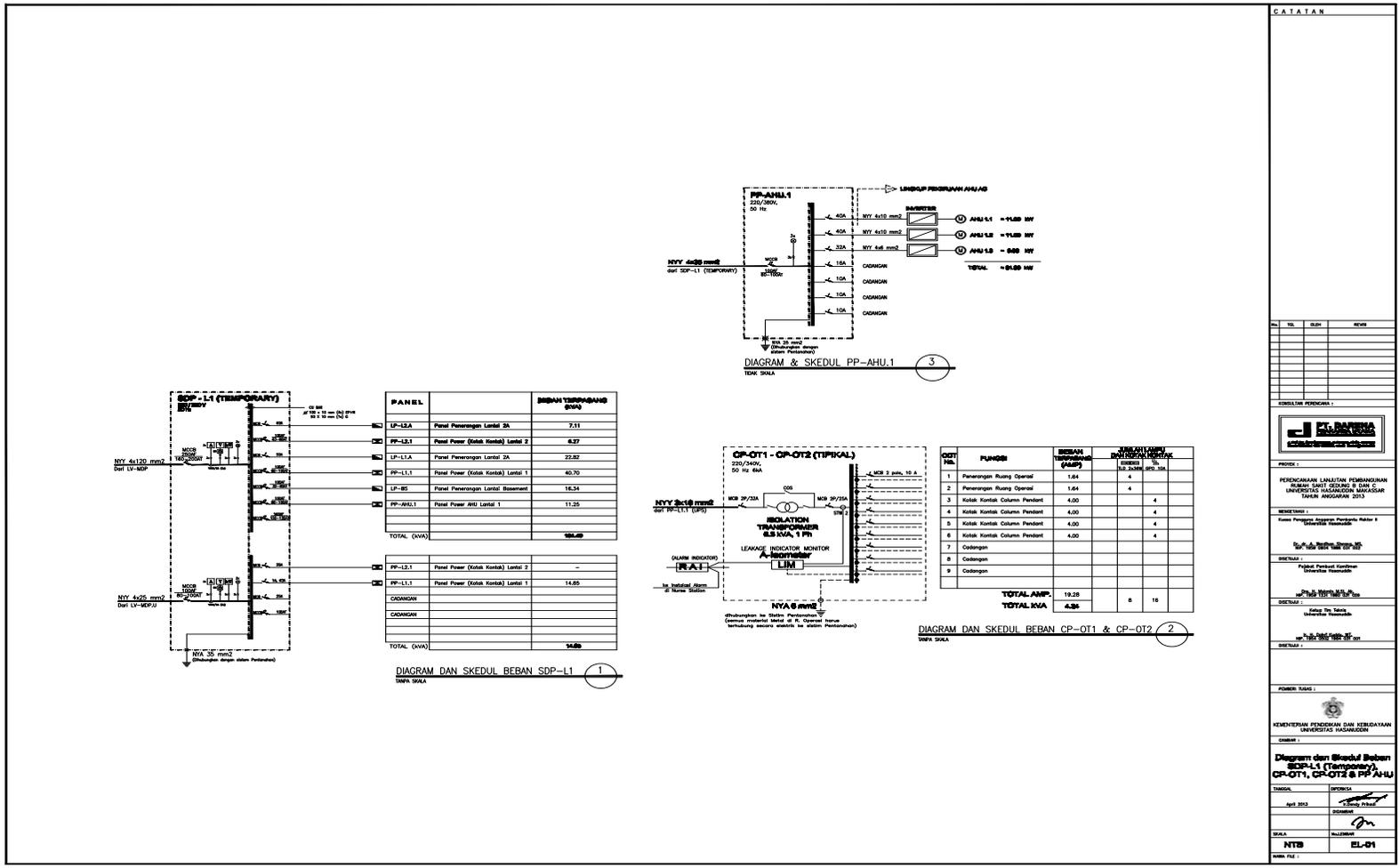
Sumber energi listrik pada sistem kelistrikan Gedung dapat dibagi menjadi dua sumber, yaitu sumber listrik dari PLN dan juga sumber listrik dari genset. Sumber energi listrik yang digunakan pada Gedung prioritas utamanya adalah PLN. Sedangkan genset (generator set) merupakan

sumber energi listrik cadangan (emergency) yang disediakan apabila terjadinya pemadaman dari PLN. [3]

### **2.15 Sumber Tenaga Listrik Rumah Sakit Unhas**

Tenaga listrik Rumah Sakit Unhas bersumber dari PLN. Pada saat sumber dari PLN tidak menyuplai daya, genset dan UPS akan mem backup daya yang akan digunakan untuk beban Rumah Sakit Unhas.

Diagram satu garis adalah suatu diagram listrik pada gardu induk yang berisi penjelasan secara umum tentang letak, jenis peralatan gardu induk seperti rel (busbar), pemisah (PMS), pemutus (PMT), PMS tanah. Trafo arus (CT), trafo tegangan (PT), lightning arrester (LA), trafo tenaga dan lain-lain. Sebagai gambaran diberikan Single Line Diagram dan Skedul Beban SDP-L1 RS Unhas sebagai contoh dingle line diagram yang dapat dilihat pada Gambar 2.9.



Gambar 2.9 Single Line “Diagram” dan Skedul Beban SDP-L1 RS Unhas