

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Ezar Kuntoro Khairy (2016) melakukan perancangan instalasi listrik pada Gedung Rumah Sakit Al-Irsyad Surabaya. Gedung tersebut memiliki 9 lantai yaitu lantai basement, lantai 1-7, dan lantai atap. Perancangan yang dilakukan mencakup perancangan instalasi penerangan, kotak – kontak, dan juga AC yang harus dipasang pada gedung tersebut. Penulis juga menghitung besarnya kapasitas kapasitor bank, trafo, genset dan juga langganan listrik PLN berdasarkan total beban yang telah dirancang.

Putra Arif Dermawan (2016) melakukan penelitian perancangan instalasi penerangan Hotel Neo By Aston Pontianak. Yang menjadi dasar penelitian ini adalah adanya perbedaan antara pemasangan instalasi pada saat di lapangan dan rancangan gedung tersebut. Dalam menganalisis perancangan ini, penulis berpedoman pada SNI 03-6575-2001 tentang Tata Cara Perencanaan Sistem Pencahayaan Buatan Pada Bangunan Gedung. Hasilnya, tingkat keberhasilan perancangan adalah sebesar 81%. Hotel Neo By Aston Pontianak memenuhi standar pencahayaan SNI 03-6575-2001 yaitu daya yang dibutuhkan pada penerangan masih di bawah daya maksimum listrik yang diizinkan.

2.2 Dasar Teori

Dalam pembangunan gedung terutama untuk gedung bertingkat, hal yang penting untuk dilakukan adalah perancangan terutama perancangan sistem elektrikal dan elektronika agar nantinya sistem dapat berjalan dengan baik dan aman untuk digunakan. Berikut ini adalah komponen – komponen yang akan digunakan dalam perancangan sistem elektrikal dan elektronika gedung Hotel Grand Zuri Padang :

2.2.1 Pencahayaan Buatan

Pencahayaan buatan adalah pencahayaan yang dihasilkan oleh sumber cahaya selain cahaya alami (merlindriati, 2016). Fungsi dari pencahayaan buatan tersebut antara lain :

1. Menciptakan lingkungan yang memungkinkan penghuninya dapat melihat atau melakukan kegiatan visual dengan mudah dan tepat.
2. Penghuni dapat bergerak secara mudah dan aman.
3. Pencahayaan yang digunakan haruslah menyebar secara merata, tidak berkedip, tidak menyilaukan, dan tidak menimbulkan bayang – bayang.
4. Menciptakan lingkungan visual yang nyaman agar meningkatkan produktifitas.

Pada sistem pencahayaan buatan, setiap ruangan memiliki intensitas cahaya yang berbeda – beda tergantung dari kebutuhan dan fungsi ruangan itu sendiri. Menurut PUIL (Peraturan Umum Instalasi Listrik) tahun 2011 standar tingkat pencahayaan ruangan adalah sebagai berikut :

Tabel 2.1 standar tingkat pencahayaan ruangan

Fungsi Ruangan	Tingkat Pencahayaan (lux)	Kelompok Federasi Warna	Temperatur Warna		
			Warna White <3300k	Cool White 3300K-5300K	Daylight >5300K
Perkantoran :					
Ruang Resepsionis	300	1 atau 2	✓	✓	
Ruang Direktur	350	1 atau 2		✓	✓
Ruang Kerja	350	1 atau 2		✓	✓
Ruang Komputer	350	1 atau 2		✓	✓

Fungsi Ruangan	Tingkat Pencahaya ayaan (lux)	Kelompo k Federasi Warna	Temperatur Warnna		
			Warna White <3300 k	Cool White 3300K- 5300K	Daylig ht >5300 K
Ruang Gambar	750	1 atau 2		✓	✓
Gudang Arsip	150	1 atau 2		✓	✓
Ruang Arsip Aktif	300	1 atau 2		✓	✓
Ruang Tangga Darurat	150	1 atau 2			✓
Ruang Parkir	100	3 atau 4			✓
Hotel dan Restoran :					
Ruang Resepsionis dan Kasir	300	1 atau 2	✓	✓	
Lobi	350	1	✓	✓	
Ruang Serba Guna	200	1	✓	✓	
Ruang Rapat	300	1	✓	✓	
Ruang Makan	250	1	✓	✓	
Kafetaria	200	1	✓	✓	
Kamar Tidur	150	1 atau 2	✓		
Koridor	100	1	✓		
Dapur	300	1	✓	✓	
Pertokoan / Ruang Pamer :					
Ruang pameran dengan objek berukuran besar (misalnya mobil)	500	1	✓	✓	✓

Fungsi Ruangan	Tingkat Pencahaya an (lux)	Kelompok Federasi Warna	Temperatur Warna		
			Warna White <3300 k	Cool White 3300K- 5300K	Daylight >5300 K
Area penjualan besar	500	1 atau 2		✓	✓
Area kasir	500	1 atau 2		✓	✓
Toko kue dan makanan	250	1	✓	✓	
Toko bunga	250	1		✓	
Toko buku dan alat tulis / gambar	300	1	✓	✓	✓
Toko perhiasan, arloji	500	1	✓	✓	
Toko barang kulit dan sepatu	500	1	✓	✓	
Toko pakaian	500	1	✓	✓	
Pasar swalayan	500	1 atau 2	✓	✓	
Toko mainan	500	1	✓	✓	
Toko alat listrik (TV, rasio/tape, mesin cuci, dll)	250	1 atau 2	✓	✓	✓
Toko alat musik dan olahraga	250	1	✓	✓	✓
Industri (umum)					
Gudang	100	3		✓	✓
Pekerjaan kasar	200	2 atau 3		✓	✓

Fungsi Ruangan	Tingkat Pencaha ayaan (lux)	Kelompo k Federasi Warna	Temperatur Warnna		
			Warna White <3300 k	Cool White 3300K- 5300K	Daylig ht >5300 K
Pekerjaan halus	1000	1		✓	✓
Pekerjaan amat halus	2000	1		✓	✓
Pemeriksaan warna	750	1		✓	✓
Rumah ibadah					
Masjid	200	1 atau 2		✓	
Gereja	200	1 atau 2		✓	
Vihara	200	1 atau 2		✓	

Sumber : PUIL 2011

Pada sistem pencahayaan buatan, terdapat faktor – faktor yang dapat mempengaruhi besar kecilnya pencahayaan ruangan. Faktor – faktor tersebut antara lain yaitu :

a. Faktor Refleksi

Menurut Muhaimin 2001 (pada jurnal Putra Arif Dermawan), warna dinding dan langit – langit sangat mempengaruhi faktor refleksi. Besarnya faktor refleksi tersebut ditunjukkan pada tabel di bawah :

Tabel 2.2 Faktor Refleksi

Warna	Faktor Refleksi
Putih	0,7
Terang	0,5
Muda	0,3
Gelap	0,1

Sumber : Jurna Putra Arif Darmawan tentang studi evaluasi perencanaan instalasi penerangan Hotel Neo by Aston Pontianak 2016

b. Indeks Ruang atau Indeks Bentuk (k)

Selain warna faktor lain yang mempengaruhi yaitu bentuk ruangan. Suatu ruangan dengan bentuk bujur sangkar dapat dinyatakan dengan indeks perbandingan seperti berikut :

$$k = \frac{p \times l}{h(p+l)} \dots\dots\dots 2.1$$

Dimana :

p : panjang ruangan (m)

l : lebar ruangan (m)

h : tinggi bidang kerja (t – 0,8 m)

c. Faktor Penyusutan / Depresiasi (kd)

Faktor Penyusutan dapat dirumuskan dengan :

$$kd = \frac{E \text{ dalam keadaan dipakai}}{E \text{ dalam keadaan baru}} \dots\dots\dots 2.2$$

faktor penyusutan ini dibagi menjadi 3 golongan utama, yaitu :

- Pengotoran ringan (daerah yang hampir tak berdebu)
- Pengotoran sedang / biasa
- Pengotoran berat (daerah banyak debu)

Bila tingkat pengotoran tidak diketahui, nilai faktor penyusutan yang digunakan adalah 0,8 (Muhaimin 2001 pada jurnal Putra Arif Dermawan).

d. Efisiensi Penerangan

Efisiensi penerangan dipengaruhi oleh beberapa faktor, diantaranya :

k : Indeks ruangan

rp : faktor refleksi dinding

rw : faktor refleksi langit – langit

rm : faktor refleksi lantai

Untuk nilai – nilai dari faktor – faktor tersebut dapat diketahui dengan melihat tabel 2.2 tentang faktor refleksi.

e. Faktor *Utility* (kp)

Terdapat 3 jenis penerangan yaitu penerangan langsung, langsung tak langsung, dan tak langsung. Setiap jenis penerangan akan mempengaruhi besarnya faktor utility pada ruangan tersebut.

- Penerangan Langsung

Tabel 2.3 Efisiensi Penerangan Langsung

				rp	0,7				0,5			0,3	
Armatur penerangan langsung	k	rw	0,5	0,3	0,1		0,5	0,3	0,1		0,5	0,3	0,1
			rm	0,1				0,1				0,1	
↑ 0	1,5		0,65	0,52	0,49		0,55	0,52	0,49		0,54	0,51	0,48
↓ 72	2		0,61	0,58	0,55		0,60	0,57	0,54		0,59	0,56	0,54
72	2,5		0,64	0,61	0,59		0,63	0,60	0,58		0,62	0,59	0,57
	3		0,66	0,64	0,61		0,65	0,63	0,61		0,64	0,62	0,60

Sumber : <https://dokumen.tips/documents/efisiensi-penerangan.html>

- Penerangan Langsung Tak Langsung

Tabel 2.4 Efisiensi Penerangan Langsung Tak Langsung

				rp	0,7			0,5			0,3	
Armatur penerangan langsung tak langsung	k	rw	0,5	0,3	0,1		0,5	0,3	0,1	0,5	0,3	0,1
			rm	0,1				0,1			0,1	
▲ 0	1,5		0,51	0,47	0,43		0,45	0,41	0,38	0,38	0,36	0,33
▼ 72	2		0,56	0,52	0,49		0,49	0,46	0,43	0,42	0,40	0,38
72	2,5		0,59	0,56	0,52		0,52	0,49	0,46	0,44	0,42	0,40
	3		0,61	0,58	0,55		0,54	0,51	0,49	0,46	0,44	0,42

Sumber : <https://dokumen.tips/documents/efisiensi-penerangan.html>

- Penerangan Tak Langsung

Tabel 2.5 Efisiensi Penerangan Tak Langsung

				rp	0,7			0,5			0,3	
Armatur penerangan tak langsung	k	rw	0,5	0,3	0,1		0,5	0,3	0,1	0,5	0,3	0,1
			rm	0,1				0,1			0,1	
▲ 0	1,5		0,24	0,21	0,19		0,16	0,14	0,13	0,09	0,08	0,07
▼ 72	2		0,27	0,24	0,21		0,18	0,16	0,14	0,10	0,09	0,08
72	2,5		0,28	0,26	0,24		0,18	0,17	0,16	0,10	0,09	0,09
	3		0,30	0,27	0,25		0,19	0,18	0,17	0,11	0,10	0,09

Sumber : <https://dokumen.tips/documents/efisiensi-penerangan.html>

Nilai faktor utility dapat dihitung dengan menggunakan rumus di bawah ini. Dan untuk menentukan besarnya nilai Kp_1 , Kp_2 , k_1 , dan k_2 dapat melihat tabel di atas.

$$k_p = k_{p1} + \frac{k - k_1}{k_2 - k_1} (k_{p2} - k_{p1}) \dots \dots \dots 2.3$$

Dengan:

K_p : Faktor utility yang akan ditentukan

K_{p1} : Faktor Utility batas bawah

K_{p2} : Faktor Utility batas atas

k : indeks ruangan yang ditentukan

k_1 : Indeks ruangan batas bawah

k_2 : Indeks ruangan batas atas

Setelah besarnya faktor utility diketahui, maka jumlah titik lampu yang harus dipasang dapat diketahui dengan menggunakan rumus berikut :

$$N = \frac{E \times A}{\emptyset \times kd \times k_p} \dots \dots \dots 2.4$$

Keterangan :

N : Jumlah lampu dalam 1 titik lampu

E : Target penerangan yang akan dicapai (Lux)

A : Luas ruangan (m^2)

\emptyset : Total lumen lampu

kd : Faktor penyusutan (0,8)

k_p : Faktor utility

2.2.2 Kotak - Kontak

Kotak - kontak (*electrical socket outlet*) untuk instalasi rumah tinggal di Indonesia menggunakan 2 kontak fasa dan netral, serta 2 kontak ground. Socket dapat dipasang di mana saja sesuai dengan kebutuhan penggunaannya, misalnya di dinding, meja, lantai, atau di bahkan outdoor. Namun, untuk pemasangan socket di outdoor haruslah menggunakan socket outlet yang berpelindung (lubang kontak tertutup).

Kotak kontak memiliki 2 tipe, kotak kontak dengan pembumian dan tanpa pembumian. Kotak kontak dengan pembumian memiliki lempeng logam di sisi lubangnya. Lempeng ini yang akan berfungsi sebagai penghubung dengan pembumian.

2.2.3 Kabel Listrik

Kabel adalah media untuk menghantarkan energi listrik dari satu tempat ke tempat lain. Umumnya kabel listrik terbuat dari bahan campuran tembaga dan aluminium karena sifatnya yang cukup baik dalam menghantarkan arus listrik. Kabel listrik dilapisi oleh isolator yang terbuat dari karet atau plastik agar pengguna tidak tersetrum saat menyentuh kabel tersebut.

Beberapa contoh jenis – jenis kabel antara lain:

a. Kabel NYA

Kabel NYA adalah kabel yang berinti tunggal dan berlapis bahan isolasi PVC. Kabel jenis ini hanya memiliki isolasi satu lapis sehingga mudah lecet dan tidak tahan air. Kabel jenis ini harus dipasang di dalam pipa agar tidak menjadi sasaran gigitan tikus dan tidak mudah rusak.



Gambar 2.1 Kabel NYA

Sumber : <http://staff.uny.ac.id/sites/default/files/pendidikan/dr-djoko-laras-budiyo-taruno/materi-instalasi-listrik.pdf>

Ada 4 jenis kode warna untuk kabel jenis ini yaitu warna merah, kuning, biru, dan hitam. Kabel jenis ini biasanya digunakan di perumahan karena harganya yang murah.

b. Kabel NYM

Kabel NYM merupakan kabel yang memiliki inti 2,3, atau 4. Kabel ini memiliki keamanan yang lebih baik dibanding dengan kabel NYA karena kabel ini memiliki 2 lapisan isolasi. Kabel ini dapat digunakan di tempat yang kering ataupun basah namun tidak boleh ditanam.



Gambar 2.2 Kabel NYM

Sumber:<http://www.elsewedyelectric.com/Catalogs/Power%20Cables.pdf>

c. Kabel NYAF

Kabel NYAF merupakan kabel fleksibel dengan penghantar tembaga serabut dan berisolasi PVC. Kabel ini biasanya digunakan di panel – panel yang memerlukan fleksibilitas tinggi.



Gambar 2.3 Kabel NYAF

Sumber :

<http://www.elsewedyelectric.com/Catalogs/Power%20Cables.pdf>

d. Kabel NYY

Kabel NYY memiliki lapisan isolasi PVC yang berinti 2,3, atau 4. Kabel ini digunakan untuk kabel tanah (tertanam) dan lapisan isolasi pada kabel ini lebih kuat daripada kabel NYM. Isolasi pada kabel ini memiliki bahan yang tidak disukai oleh tikus.



Gambar 2.4

Sumber :

<http://www.elsewedyelectric.com/Catalogs/Power%20Cables.pdf>

e. Kabel NYfGbY

Kabel NyfGbY merupakan kabel yang digunakan untuk instalasi di bawah tanah atau di tempat – tempat yang terbuka yang membutuhkan perlindungan terhadap gangguan mekanis ataupun untuk tekanan yang tinggi selama dipasang (dioprasikan).



Gambar 2.5 Kabel NyfGbY

Sumber : <https://www.indotrading.com/product/kabel-nyfgby-p79917.aspx>

f. Kabel ACSR

Kabel ACSR merupakan kawat pengantar yang terbuat dari bahan aluminium dan berinti kawat baja. Kabel ini biasanya digunakan untuk kabel transmisi tegangan tinggi karena sifatnya yang memiliki daya tarik yang tinggi untuk menyalurkan listrik

mencapai ratusan meter dan dengan jarak antar menara tiang yang cukup jauh.



Gambar 2.6 Kabel ACSR

Sumber : <https://www.kelistrikanku.com/2017/05/jenis-kabel-instalasi-listrik.html>

Setiap tipe kabel memiliki ukuran luas penampang yang berbeda – beda tergantung dari besarnya arus yang akan disalurkan melalui kabel tersebut. Besarnya arus yang mengalir dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

- Rumus perhitungan arus listrik 1 fasa

$$I = \frac{P}{V \times \cos \varphi} \dots\dots\dots 2.5$$

- Rumus perhitungan arus listrik 3 fasa

$$I = \frac{P}{V \times \cos \varphi \times \sqrt{3}} \dots\dots\dots 2.6$$

Dengan :

P = daya (watt)

V = tegangan (220 volt)

Cos φ = faktor rugi – rugi (0,8 – 0,85)

Setelah menghitung besarnya arus yang akan disalurkan, sebelum menentukan besarnya luas penampang kabel yang harus dipasang terlebih dahulu harus menghitung kapasitas hantar arus (KHA) kabel feeder minimal (IKHA). KHA sangatlah penting karena berkaitan

dengan ketahanan kabel apabila terjadi kenaikan arus akibat terjadi hubung singkat.

KHA kabel *fedeer* (tenaga) dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$I_{KHA} = Rating_{MCCB} \cdot 125\% \dots\dots\dots 2.7$$

2.2.4 MCB dan MCCB

- a. MCB (*Miniature Circuit Breaker*) atau disebut juga miniatur pemutus sirkuit merupakan sebuah perangkat dengan sistem elektromekanikal yang berfungsi untuk melindungi rangkaian dari arus lebih ataupun gangguan (Kho, 2017). MCB digunakan untuk pengaman arus listrik 1 fasa dan dengan beban arus yang tidak terlalu besar yaitu kurang dari 100 A. Untuk menentukan besarnya MCB yang harus dipasang terlebih dahulu harus menghitung besarnya arus yang mengalir dengan menggunakan rumus 2.5 di atas.
- b. MCCB (*Moulded Case Circuit Breaker*) mempunyai fungsi yang sama seperti MCB yaitu sebagai pengaman saat terjadi hubung singkat (Droid, n.d.). Namun, MCCB digunakan sebagai pengaman listrik 3 fasa. Selain itu, kapasitas beban untuk MCCB jauh lebih besar dari MCB yaitu mencapai lebih dari 1000 A. Untuk menentukan besarnya MCCB yang harus dipasang terlebih dulu harus menghitung besarnya arus yang mengalir dengan menggunakan rumus 2.6 di atas.

2.2.5 Ventilating and Air Conditioning (VAC)

a. Tata Udara

Sistem tata udara merupakan suatu proses mendinginkan atau memanaskan udara agar mencapai suhu dan kelembaban yang disyaratkan/diinginkan. Penyegaran udara untuk sebuah gedung

diperlukan karena untuk memberikan rasa nyaman bagi orang yang berada di gedung atau ruangan tersebut. Selain itu, suhu dan kelembaban ruangan haruslah dapat diatur agar dapat disesuaikan dengan keperluan.

b. Prinsip Kerja Penyegar Udara

Penyegar udara atau *Air Conditioner* (AC) dirancang menggunakan unsur pendingin (*refrigeran*). *Refrigeran* ini memiliki sifat mekanis yang dapat melakukan suatu sistem peredaran udara untuk menghisap udara panas dari dalam ruangan lalu memindahkan udara panas tersebut ke luar ruangan, agar tercapailah suhu udara yang ideal.

Ada 6 jenis AC yang biasanya dipasang di sebuah gedung, antara lain :

- AC Split Wall



Gambar 2.7 AC Split Wall

Sumber : <https://www.rumahmaterial.com/2016/10/pilih-ac-split-wall-standar-low-watt-inverter.html>

Jenis AC ini memiliki kelebihan yaitu tidak menimbulkan suara yang berisik di dalam ruangan. AC memiliki 2 bagian yaitu indoor dan outdoor. Bagian indoor harus dipasang di dalam ruangan yang tidak berhubungan dengan udara luar sedangkan bagian outdoor harus dipasang di luar yang terkena udara luar.

- AC Cassete



Gambar 2.8 AC Cassete

Sumber : <https://www.sharp-indonesia.com/ind/article/detail/597/jenis-ac-yang-biasa-digunakan-di-gedung-bagian-1>

Berbeda dengan ac Split Wall yang dipasang di dinding, AC cassette ini dipasang di plafon. Karena jenis AC ini memiliki PK yang cukup besar yaitu antara 1,5 hingga 6 PK maka biasanya AC jenis ini digunakan di ruangan yang cukup besar.

Beberapa kelebihan AC Cassete antara lain :

1. Dibekali dengan sensor ganda
Sensor ini dapat meningkatkan metode kerja pendingin udara sehingga dapat meningkatkan kesegaran yang optimal.
2. Memiliki kendali arah aliran udara
Ac ini memiliki sensor yang dapat mendeteksi daerah mana yang ditempati lebih banyak orang lalu akan mengarahkan aliran udara ke daerah tersebut.
3. Mampu mengurangi kecepatan udara yang tidak berguna
Penghambat aliran udara pada AC ini dapat dioperasikan dengan menggunakan remot kontrol. Ini berfungsi untuk

menghambat aliran udara agar aliran udara yang ada di dalam ruangan sesuai dengan yang diinginkan.

- AC Split Duct



Gambar 2.9 AC Split Duct

Sumber : <http://acteknikpendingin.com/halaman/ac-split-duct>

Meskipun sama – sama menggunakan kata split, namun sistem dari AC ini sangatlah berbeda. AC Split Duct memiliki sistem ducting sebagai pendistribusian udara dingin. Dan berbeda dengan AC lain, AC jenis ini hanya bisa di kontrol dari satu titik saja untuk pengaturan suhu udaranya. AC jenis ini biasanya digunakan untuk gedung dengan area yang luas.

- AC AHU



Gambar 2.10 AC AHU

Sumber : <https://www.indiamart.com/proddetail/ahu-ac-13468491091.html>

Prinsip kerja AC *Air Handling Unit* (AC AHU) adalah AC akan menyedot udara dari ruangan (*return air*) kemudian dicampur dengan udara segar dari lingkungan (*fresh air*) dengan komposisi yang dapat diubah sesuai keinginan. Campuran udara tersebut masuk menuju AHU melewati filter, fan sentrifugal dan koil pendingin. Setelah itu udara yang telah mengalami penurunan temperature didistribusikan secara merata ke setiap ruangan melewati saluran udara (*ducting*) yang telah dirancang. AC AHU biasa dipakai di bandara, ruang rapat, perkantoran, dan juga mall.

c. Kebutuhan PK AC dan daya pendingin (BTU/h)

Daya pendingin AC berdasarkan PK AC :

- ½ PK = 5000 Btu/h
- ¾ PK = 7000 Btu/h
- 1` PK = 9000 Btu/h
- 1 ½ PK = 12000 Btu/h
- 2 PK = 18000 Btu/h
- 2 ½ PK = 24000 Btu/h
- 3 PK = 27000 Btu/h
- 5 PK = 45.000 Btu/h

Menentukan jumlah mesin pendingin (AC) pada ruangan :

$$W \times L \times 500\text{Btu} = \text{kebutuhan Btu/h} \dots\dots\dots 2.8$$

Keterangan :

W = Panjang Ruangan

L = Lebar rungan

500Btu = Referensi Penelitian

2.2.6 Gardu Tegangan Menengah PLN

Gardu tegangan menengah PLN merupakan perlengkapan perlengkapan kelistrikan milik PLN. Peralata ini digunakan sebagai panel distribusi tegangan menengah yang dihubungkan dengan panel jaringan listrik dengan besar tegangan adalah 20 KV.

2.2.7 Panel Tegangan Menengah

Medium Voltage Distribution panel (MVDP) terletak di dalam bangunan Power House. MVDP berfungsi untuk mensuplai daya listrik dari PLN. Daya listrik dari MVDP kemudian akan disalurkan menuju trafo Step Down Transformator.

2.2.8 Transformator Step Down



Gambar 2.11 Transformator step down

Sumber : <https://elektroku.com/mengenal-transformatortrafo-fungsidan-prinsip-kerjanya/>

Tranformator step down merupakan peralatan elektronik yang berfungsi untuk menurunkan tegangan listrik. Tegangan listrik dari LVMDP sebesar 20 KV diturunkan menjadi 380 V lalu disalurkan menuju Low Voltage Main Distribution Panel (LVMDP) untuk disalurkan menuju beban yang ada.

2.2.9 Genset

Genset (Generator set) merupakan sumber cadangan listrik saat sumber utama listrik yaitu PLN terputus. Genset dapat menghasilkan daya listrik dengan sumber berasal dari solar. Genset dikontrol melalui Panel Kontrol Genset (PKG) yang terhubung dengan LVMDP. Saat suplai listrik dari PLN tiba – tiba terputus, PKG akan secara otomatis hidup dan mensuplai listrik menuju LVMDP sehingga kegiatan di dalam gedung dapat berjalan seperti biasanya.

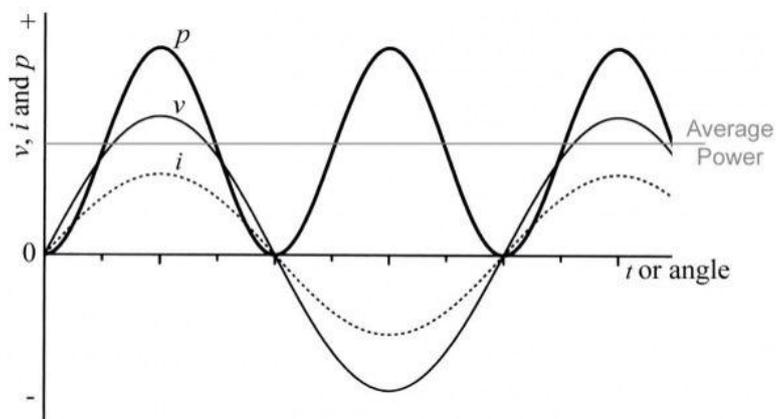
2.2.10 Perbaikan Faktor daya

Daya listrik didefinisikan sebagai kecepatan aliran listrik pada satu titik jaringan listrik pada tiap satuan waktu (Artikel Teknologi, 2016). Pada sistem listrik AC terdapat 3 jenis daya yaitu : daya nyata, daya nyata, dan daya reaktif.

a. Daya Nyata

Daya nyata merupakan daya yang dibutuhkan oleh beban resistif. Dengan P adalah daya, I adalah arus yang mengalir, dan V adalah besar tegangan. Perhitungan daya pada listrik AC akan sangat berbeda karena melibatkan faktor daya ($\cos \theta$).

$$P = I \times V \times \cos \theta \dots\dots\dots 2.9$$



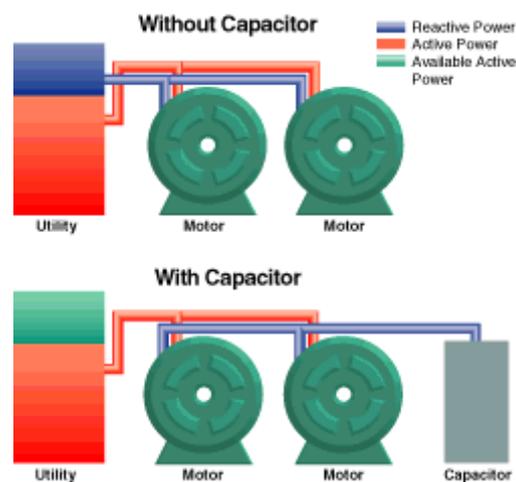
Gambar 2.12 gelombang arus, tegangan, dan daya listrik AC

Sumber : <http://artikel-teknologi.com/pengertian-daya-semu-daya-nyata-dan-daya-reaktif/>

Pada grafik gelombang listrik AC dengan beban resistif menunjukkan bahwa gelombang arus dan tegangan berada pada fase yang sama. Artinya, nilai faktor daya ($\cos \theta$) sama dengan 1.

b. Daya reaktif

Secara sederhana, daya reaktif dapat didefinisikan menjadi daya yang dibutuhkan untuk membangkitkan medan magnet di kumparan – kumparan beban induktif. Pada motor induksi listrik, medan magnet dapat dibangkitkan dengan adanya daya reaktif di kumparan stator yang menginduksi rotor sehingga tercipta induksi magnetik pada komponen rotor.



Gambar 2.13 Ilustrasi daya reaktif

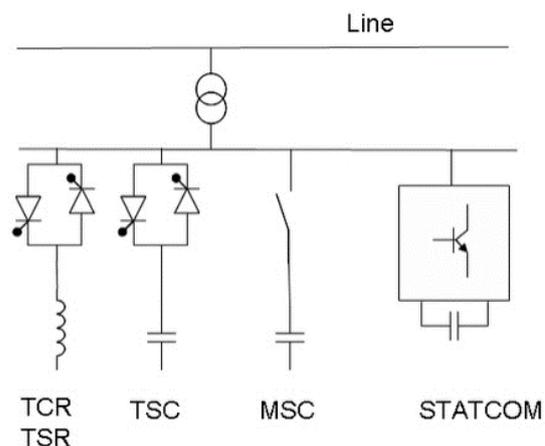
Sumber : <https://www.galco.com/circuit/harmon.htm>

Ilustrasi gambar di atas menunjukkan pada gambar pertama daya reaktif yang dibutuhkan disuplai oleh sistem pembangkit. Sedangkan pada gambar kedua daya reaktif yang dibutuhkan oleh motor dicukupi oleh kapasitor sehingga, daya total yang ditanggung oleh jaringan listrik berkurang.

Daya reaktif menunjukkan adanya pergeseran grafik sinusoidal arus dan tegangan listrik AC akibat adanya beban reaktif atau disebut daya imajiner. Meskipun daya reaktif merupakan daya

‘khayalan’ atau imajiner, pengendalian daya reaktif sangat penting untuk dikendalikan. Hal ini karena daya reaktif dapat mempengaruhi kondisi jaringan listrik AC. Terutama akibat adanya beban induktif yang bersifat menyerap arus listrik dan cenderung membuat tegangan listrik turun.

Untuk mengatasi hal tersebut, ada dua cara yang dapat dilakukan. Cara pertama, penggunaan kapacitor bank sehingga dapat menurunkan tegangan listrik jaringan. Cara kedua adalah dengan menaikkan tegangan listrik keluaran generator pembangkit dengan jalan menaikkan arus eksitasi generator. Sehingga tegangan generator menjadi naik.



Gambar 2.14 Contoh rangkaian pengompensasi beban AC jaringan

Sumber : <http://artikel-teknologi.com/pengertian-daya-semu-daya-nyata-dan-daya-reaktif/>

Kompensasi juga dilakukan jika beban jaringan bersifat kapasitif sehingga menyebabkan tegangan jaringan melebihi nilai normalnya. Generator akan menurunkan tegangan keluarannya dengan jalan mengurangi arus eksitasi. Penggunaan *inductor bank* juga digunakan untuk meredam kenaikan tegangan jaringan agar tidak melampaui batas.

c. Daya semu

Daya semu atau daya total (S), ataupun juga dikenal dalam Bahasa Inggris *Apparent Power*, adalah hasil perkalian antara tegangan efektif (*root-mean-square*) dengan arus efektif (*root-mean-square*) (Artikel Teknologi, 2016). Dapat dirumuskan menjadi :

$$S = V_{RMS} \times I_{RMS} \dots \dots \dots 2.10$$

Seluruh daya total akan disalurkan ke beban saat kondisi beban resistif, dimana tidak terjadi pergeseran grafik sinusoidal arus maupun tegangan. Dapat dirumuskan menjadi :

$$P = S \cos \phi \dots \dots \dots 2.11$$

$$P = V_{RMS} \times I_{RMS} \times \cos \phi \dots \dots \dots 2.12$$

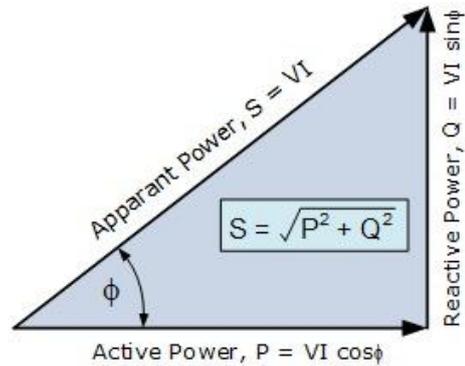
Nilai daya semu (S) akan sama dengan daya nyata (P) saat beban bersifat resistif. Namun saat jaringan bersifat induktif ataupun kapasitif, maka nilai daya nyata akan menjadi sebesar $\cos \phi$ dari daya total. ϕ merupakan sudut pergeseran antara nilai arus dan tegangan pada grafik sinusoidal listrik AC. ϕ dapat bernilai negatif maupun positif. Saat diberi beban induktif, akan bernilai positif karena grafik arus tertinggal tegangan namun saat diberi beban kapasitif, akan bernilai negatif karena grafik arus mendahului tegangan.

Sebagian daya nyata dapat terkonversi sebagai daya reaktif pada saat kondisi beban reaktif. Nilai dari daya reaktif (Q) sebesar $\sin \phi$ dari daya total.

$$Q = S \sin \phi \dots \dots \dots 2.13$$

$$Q = V_{RMS} \times I_{RMS} \sin \phi \dots \dots \dots 2.14$$

Hubungan antara daya nyata, daya reaktif dan daya semu dapat diilustrasikan menjadi sebuah segitiga siku – siku di bawah ini :



Gambar 2.13 Segitiga daya

Sumber : <https://www.electronics-tutorials.ws/accircuits/reactive-power.html>

d. Kapasitor Bank

Seperti yang sudah dibahas sebelumnya pada pengertian daya reaktif, kapasitor bank berfungsi sebagai penyeimbang sifat induktif. Kapasitor bank terdiri dari beberapa kapasitor yang disambung secara paralel. Ukuran kapasitor bermacam – macam mulai dari 5 Kvar sampai dengan 60 Kvar disesuaikan dengan beban yang ada. Kapasitor dapat memperbaiki atau mengurangi sifat induktif dari beban karena sifatnya yang kapasitif (leading).