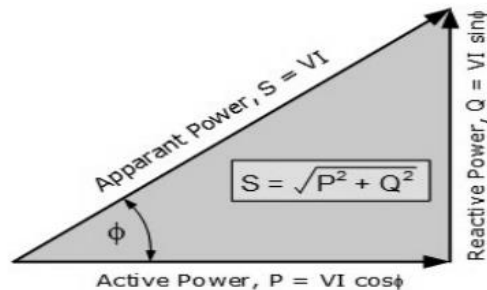


BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Daya Listrik

Daya listrik atau *electrical power* merupakan jumlah energi pada suatu rangkaian/sirkuit. Sumber energi seperti tegangan listrik akan menghasilkan daya listrik sedangkan beban yang terhubung akan menyerap daya listrik tersebut. Contohnya yaitu lampu pijar, lampu pijar menyerap daya listrik yang diterimanya lalu daya listrik tersebut diubah menjadi cahaya. Daya listrik ini terbagi menjadi tiga bagian yaitu daya semu, daya aktif, dan daya reaktif (Saifuddin et al., 2018). Hubungan daya aktif, daya semu, dan daya reaktif dapat dinyatakan dalam segitiga daya pada Gambar 2.1.



Gambar 2. 1 Segitiga Daya

(Ardiansyah et al., 2021)

Sesuai dengan Gambar 2.1, maka hubungan antara daya semu, daya aktif, dan daya reaktif dapat diekpresikan ke dalam suatu persamaan *pythagoras* pada persamaan 2.1.

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2} \quad (2.1)$$

Di mana

S : Daya Semu (VA)

P : Daya Aktif (Watt)

Q : Daya Reaktif (VAR)

2.1.1 Daya Semu

Daya semu yaitu daya listrik yang melalui suatu penghantar transmisi atau distribusi (Wardhani, 2018). Dilihat dari hubungan segitiga daya pada Gambar 2.1, daya semu merupakan penjumlahan dari daya aktif dengan daya reaktif. Daya semu secara konvensional dipakai sebagai rating peralatan listrik seperti generator, transformator, dan mesin-mesin listrik (Saifuddin et al., 2018). Rumus daya semu dapat dinyatakan pada persamaan 2.2.

$$S = V \times I \quad (2.2)$$

Di mana

S : Daya Semu (VA)

V : Tegangan (Volt)

I : Arus (Ampere)

2.1.2 Daya Aktif

Daya aktif biasa disebut juga dengan daya nyata, karena daya aktif merupakan daya listrik yang pengaruhnya dapat dirasakan secara nyata, seperti halnya lampu yang menyala (Saifuddin et al., 2018). Rumus daya aktif dapat dinyatakan pada persamaan 2.3.

$$P = V \times I \times \cos \varphi \quad (2.3)$$

Di mana

P : Daya Aktif (Watt)

V : Tegangan (Volt)

I : Arus (Ampere)

$\cos \varphi$: Faktor Daya terpasang

2.1.3 Daya Reaktif

Daya reaktif merupakan hasil dari selisih antara daya semu dengan daya aktif (Wardhani, 2018). Daya reaktif adalah daya yang timbul akibat adanya reaktansi induktif maupun kapasitif pada sistem. Reaktansi induktif terjadi karena di dalam sistem terdapat komponen inductor, sedangkan reaktansi kapasitif terjadi karena di dalam sistem terdapat komponen kapasitor.

Daya reaktif merupakan daya tidak nyata, yang mana efeknya tidak terasa yaitu berupa adanya fluktuasi magnet (Saifuddin et al., 2018). Rumus dari daya reaktif dinyatakan pada persamaan 2.4.

$$Q = V \times I \times \sin \varphi \quad (2.4)$$

Di mana

Q : Daya Reaktif (VAR)

V : Tegangan (Volt)

I : Arus (Ampere)

$\sin \varphi$: Faktor Daya Reaktif

2.2 Faktor Daya

Faktor daya merupakan perbandingan antara daya semu dengan daya aktif, yang mana dapat dinyatakan pada persamaan 2.5.

$$\cos \varphi = \frac{P}{S} \quad (2.5)$$

Di mana

P : Daya Aktif (Watt)

S : Daya Semu (VA)

$\cos \varphi$: Faktor Daya

Sudut ini dapat menentukan kondisi arus tertinggal tegangan atau arus mendahului tegangan.

- Jika $\cos \varphi > 0$ (faktor daya *lagging*), dimana arus tertinggal dari tegangan.
- Jika $\cos \varphi < 0$ (faktor daya *leading*), dimana arus mendahului tegangan.
- Jika $\cos \varphi = 0$ (faktor daya = 1), dimana arus dan tegangan sefasa.

Faktor daya yang ideal dalam suatu rangkaian adalah satu (Saifuddin et al., 2018).

2.3 Klasifikasi Beban Listrik Berdasarkan Jenis Konsumen

Beban listrik adalah sejumlah tenaga listrik yang dibutuhkan pada suatu sistem yang dapat dinyatakan dalam satuan kW, kVA. Istilah teknis beban listrik yaitu daya yang dikonsumsi oleh pelanggan. Berdasarkan jenis konsumen, beban listrik diklasifikasikan menjadi tiga jenis yaitu Beban Domestik, Beban Komersial, dan Beban Industri (Kawihing et al., 2013).

2.3.1 Beban Domestik

Beban domestik yaitu beban rumah tangga berupa lampu untuk penerangan, alat rumah tangga, seperti kipas angin, pemanas air, lemari es, penyejuk udara, *mixer*, oven, motor pompa air dan sebagainya. Beban rumah tangga biasanya memuncak pada malam hari.

2.3.2 Beban Komersial

Beban komersial yaitu terdiri dari penerangan untuk reklame, kipas angin, penyejuk udara, dan alat-alat listrik lainnya yang diperlukan untuk restoran. Beban hotel juga diklasifikasikan sebagai beban komersial (bisnis) begitu juga perkantoran. Beban ini secara drastis naik di siang hari untuk beban perkantoran dan pertokoan dan menurun di waktu sore.

2.3.3 Beban Industri

Beban industri dibedakan dalam skala kecil dan skala besar. Untuk skala kecil banyak beroperasi di siang hari sedangkan industri besar sekarang ini banyak yang beroperasi sampai 24 jam.

2.4 Klasifikasi Beban Listrik Berdasarkan Karakteristik Operasionalnya

Adanya fluktuasi dan durasi penggunaan beban listrik, membuat beban listrik dapat diklasifikasikan berdasarkan karakteristik operasionalnya. Klasifikasi beban tersebut diantaranya *Continuous Load*, *Intermittent Load*, dan *Standby Load* (Leyton & Mark, 2016).

2.4.1 *Continuous Load*

Beban kontinu yaitu beban yang beroperasi secara terus-menerus untuk jangka waktu yang lama. Contoh beban kontinu di universitas yaitu; peralatan jaringan, server atau pusat data, sistem keamanan, dan peralatan penelitian.

2.4.2 *Intermittent Load*

Intermittent load yaitu beban yang tidak beroperasi secara terus-menerus atau tidak konsisten dalam penggunaan daya listriknya. Beban jenis ini dapat berubah-ubah dari waktu ke waktu ketika penggunaan daya listriknya. Contoh beban *intermittent* di universitas yaitu; sistem pencahayaan, komputer, peralatan konferensi, dan peralatan kantor.

2.4.3 *Standby Load*

Beban siaga biasanya didefinisikan sebagai beban yang mati tetapi siap dijalankan ketika diperlukan, meskipun beban ini mati tetapi tetap mengonsumsi daya minimum. Contoh beban siaga di universitas yaitu; generator darurat, sistem UPS, lift darurat, dan pompa darurat.

2.5 Karakteristik Beban

Karakteristik beban diperlukan agar sistem tegangan dan pengaruh thermis dari pembebanan dapat dianalisa dengan baik. Karakteristik beban sangat memegang peranan penting dalam memilih kapasitas transformator secara tepat dan ekonomis. Faktor-faktor yang menentukan karakteristik beban antara lain: faktor kebutuhan, faktor beban, faktor diversitas, dan faktor kebersamaan (Saifuddin et al., 2018).

2.5.1 Faktor Kebutuhan (*Demand Factor*)

Faktor kebutuhan adalah perbandingan antara kebutuhan maksimum (beban puncak) terhadap total kebutuhan terpasang. Faktor kebutuhan biasanya dipakai untuk menentukan kapasitas (juga biaya) dari peralatan tenaga listrik yang diperlukan untuk melayani beban- beban tersebut. Faktor kebutuhan dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 2.6.

$$\text{Faktor kebutuhan} = \frac{\text{kebutuhan maksimum}}{\text{total kebutuhan terpasang}} \quad (2.6)$$

Kebutuhan maksimum suatu instalasi adalah yang terbesar dari semua kebutuhan yang terjadi selama periode tertentu (Gonen, 1986). Untuk menentukan nilai faktor kebutuhan dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Standar Faktor Kebutuhan Berdasarkan IEC 60050

(Slinn et al., 2020)

<i>Circuit Function</i>	<i>Utilization Factor</i>
<i>Lighting</i>	1
<i>Socket-outlets</i>	1
<i>Motor</i>	0,8
<i>Electric vehicle</i>	1

2.5.2 Faktor Diversitas (*Diversity Factor*)

Faktor diversitas atau faktor keragaman adalah perbandingan antara jumlah kebutuhan maksimum individu dari berbagai subsidi suatu sistem dengan kebutuhan maksimum seluruh sistem (Turan Gonen, 1986). Faktor diversitas dapat dihitung berdasarkan persamaan 2.7.

$$F_D = \frac{\text{jumlah kebutuhan maksimum masing – masing beban}}{\text{kebutuhan maksimum seluruh beban}} \quad (2.7)$$

$$F_D = \frac{D_1 + D_2 + D_3 + \dots + D_n}{D_g} \quad (2.8)$$

$$F_D = \frac{\sum^n D_i}{D_g} \quad (2.9)$$

Di mana

D_i = Kebutuhan beban maksimum

D_g = Kebutuhan maksimum seluruh beban

Faktor keragaman bisa sama dengan atau lebih besar dari 1,0. Untuk menentukan nilai faktor diversitas pada beban dapat dilihat pada Tabel 2.2 dan pada Tabel 2.3.

Tabel 2.2 Standar Faktor Diversitas untuk Papan Distribusi Berdasarkan IEC 61439

(Slinn et al., 2020)

<i>Type Of Load</i>	<i>Assumed Loading Factor</i>
<i>Distribution – 2 and 3 circuit</i>	0,9
<i>Distribution – 4 and 5 circuit</i>	0,8
<i>Distribution – 6 and 9 circuit</i>	0,7
<i>Distribution – 10 or more circuit</i>	0,6
<i>Electric actuator</i>	0,2
<i>Motors ≤ 100 kW</i>	0,8
<i>Motor > 100 kW</i>	1,0

Tabel 2.3 Standar Faktor Diversitas Berdasarkan Fungsi Sirkuit (IEC 60439)

(Slinn et al., 2020)

<i>Circuit Function</i>		<i>Diversity Factor</i>
<i>Lighting</i>		1
<i>Heating and air conditioning</i>		1
<i>Socket-outlets</i>		0,1 to 0,2
<i>10 or more</i>		0,6
<i>Lift and catering hoist</i>	• <i>For the most powerful motor</i>	1
	• <i>For the second most powerful motor</i>	0,75
	• <i>For all motor</i>	0,60

2.6 Sumber Tenaga Listrik

Gedung merupakan suatu bangunan komersial yang sangat membutuhkan listrik dalam melakukan kegiatan operasionalnya untuk memenuhi beban yang dipergunakan di dalam gedung dan kelengkapan gedung. Berdasarkan sumber energinya sistem kelistrikan pada suatu gedung berasal dari sumber PLN dengan sumber cadangan dari genset. Bagian-bagian dari sistem kelistrikan pada sistem bangunan gedung yaitu (Ardiansyah et al., 2021):

1. Gardu Induk.
2. Instalasi Penyulang Tegangan Menengah.
3. Panel Utama Tegangan Menengah atau *Medium Voltage Main Distribution Board* (MVMDB).
4. Gardu Distribusi; Panel Utama Tegangan Rendah atau *Low Voltage Main Distribution Board* (LVMDB), Transformator Distribusi.
5. Instalasi Penyulang Tegangan Rendah.
6. *Sub Distribution Panel*.

2.7 Gardu Distribusi

Gardu distribusi yaitu suatu bangunan gardu listrik yang terdiri dari instalasi

Perlengkapan Hubung Bagi Tegangan Menengah (PHB-TM), Transformator Distribusi (TD), dan Perlengkapan Hubung Bagi Tegangan Rendah (PHB-TR). Gardu distribusi dibedakan atas (PT. PLN, 2010):

1. Jenis pemasangannya:

- 1) Gardu pasangan luar: Gardu Portal, Gardu Cantol
- 2) Gardu pasangan dalam: Gardu Beton, Gardu Kios

2. Jenis konstruksinya:

1) Gardu Beton

Konstruksi jenis ini sebagai pemenuhan persyaratan terbaik bagi keselamatan ketenagalistrikan, yang dimana seluruh komponen utamanya terangkai dalam bangunan beton. Umumnya kapasitas transformator di Gardu Beton memiliki nilai kapasitas yang besar, maksimum yaitu 630 kVA. Seluruh komponen utama instalasi yaitu transformator dan peralatan *switching*/proteksi, terangkai didalam bangunan sipil yang dirancang, dibangun dan difungsikan dengan konstruksi pasangan batu dan beton (*masonry wall building*).

2) Gardu Tiang

Terdiri dari Gardu Portal dan Gardu Cantol.

- Gardu Cantol hanya digunakan untuk kapasitas tranfomator terpasang \leq 100 kVA Fasa 3 atau Fasa 1, Gardu Cantol adalah tipe gardu listrik dengan transformator yang dicantolkan pada tiang listrik.
- Gardu Portal karena ditopang oleh dua tiang atau lebih maka kapasitas transformator minimal 160 kVA dan maksimal 400 kVA. Gardu Portal adalah gardu listrik tipe terbuka (*out-door*) dengan memakai konstruksi

dua tiang atau lebih. Tempat kedudukan transformator sekurang – kurangnya 3 meter di atas tanah dan ditambahkan *platform* sebagai fasilitas kemudahan kerja teknisi operasi dan pemeliharaan. Transformator dipasang pada bagian atas dan lemari panel / PHB-TR pada bagian bawah.

Tiang yang dipergunakan untuk Gardu Distribusi jenis ini dapat berupa tiang besi ataupun tiang beton berkekuatan beban kerja sekurang-kurangnya 500 daN, dengan panjang 11 atau 12 meter.

3) Gardu Kios

Bagunan *prefabricated* yang terbuat dari kontruksi baja dan *fiberglass* yang dapat dirangkai di lokasi pembangunan, gardu ini memiliki kapasitas maksimum 400 kVA. Gardu ini dibangun pada tempat-tempat yang tidak diperbolehkan membangun Gardu Beton. Seluruh instalasi komponen utama gardu sudah dirangkai selengkapny di pabrik, sehingga dapat langsung di angkut kelokasi dan disambungkan pada sistem distribusi yang sudah ada untuk difungsikan sesuai tujuannya.

3. Jenis penggunaannya:

- 1) Gardu Pelanggan Umum
- 2) Gardu Pelanggan Khusus

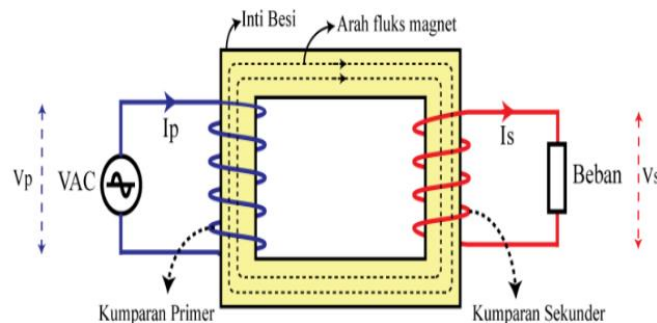
2.8 Transformator

Transformator merupakan suatu perangkat yang dapat mengubah daya listrik arus bolak-balik atau *Alternating Current* (AC) dari satu level tegangan ke level tegangan lainnya dengan frekuensi yang sama melalui kinerja gandingan magnet yang berdasarkan prinsip induksi elektromagnetik.

Transformator terdiri dari dua atau lebih gulungan kawat yang melilit pada sebuah inti feromagnetik. Kedua kumparan ini tidak terhubung secara langsung. Satu-satunya hubungan antara kedua belitan adalah *flux magnetic* bersama yang terdapat dalam inti. Salah satu dari kedua belitan transformator tadi dihubungkan ke sumber daya listrik bolak-balik dan belitan kedua (serta ketiga jika ada) akan mensuplai daya ke beban. Kumparan transformator yang terhubung ke sumber daya dinamakan belitan primer atau belitan input sedangkan yang terhubung ke beban dinamakan belitan sekunder atau belitan output, jika terdapat belitan ketiga dinamakan belitan tersier (Stephen J. Chapman, 2012).

2.8.1 Prinsip Kerja Transformator

Pada transformator, kumparan dililitkan pada sebuah inti. Seperti pada Gambar 2.2.



Gambar 2. 2 Prinsip Kerja Transformator

(Bayu Tiasmoro et al., 2021)

Dilihat dari Gambar 2.2, maka apabila kumparan primer dihubungkan pada sumber tegangan bolak-balik akan muncul fluks di dalam inti (*core*) dan membentuk jaringan tertutup (*close loop*) sehingga mengalir arus primer. Arus primer ini membangkitkan flux magnet yang mengalir melalui inti besi yang terdapat diantara dua belitan, flux magnet tersebut menginduksi belitan sekunder sehingga pada ujung belitan sekunder akan terdapat beda potensial / tegangan

induksi (PT PLN PERSERO, 2014). Rumus dasar transformator dapat dilihat pada persamaan 2.10.

$$\frac{V_P}{V_S} = \frac{N_P}{N_S} = \frac{I_S}{I_P} \quad (2.10)$$

Di mana:

V_P : Tegangan Primer

V_S : Tegangan Sekunder

N_P : Jumlah Lilitan Primer

N_S : Jumlah Lilitan Sekunder

I_P : Arus Primer

I_S : Arus Sekunder

2.8.2 Jenis-Jenis Transformator

Berdasarkan pemakaiannya, transformator dikelompokkan menjadi (Tondok et al., 2019):

- Transformator daya, digunakan untuk menyalurkan daya dari generator bertegangan menengah ke transmisi jaringan distribusi.
- Transformator distribusi, digunakan untuk mengubah tegangan menengah menjadi tegangan rendah.
- Transformator pengukuran, digunakan untuk mengurangi tegangan tinggi dan arus hingga harga aman dan dapat digunakan untuk kerja peralatan tertentu.

2.9 Transformator Distribusi

Fungsi Transformator distribusi adalah menurunkan level tegangan menengah ke tegangan rendah untuk kebutuhan distribusi ke perumahan atau level tegangan rendah. Transformator ini terhubung dengan Panel Utama Tegangan

Rendah atau *Low Voltage Main Distribution Board* (LVMDB) atau LVMDP (Mauboy & Galla, 2012).

Menurut IEC 60076-7, transformator dikelompokkan berdasarkan ukurannya yaitu transformator besar, transformator sedang, dan transformator kecil. Transformator kecil adalah transformator tanpa radiator terpasang, tabung eksternal atau pendingin. Transformator distribusi termasuk ke dalam kategori transformator kecil (Farahzad et al., 2020). Transformator distribusi umumnya dirancang untuk kelebihan beban selama beban puncak di sirkuit dan rentan terhadap kegagalan tanpa pemantauan yang tepat (Muthukaruppan et al., 2022). Transformator distribusi perlu ditempatkan secara luas di dekat bangunan tempat tinggal (Wu et al., 2021).

Transformator distribusi memiliki nilai daya pengenal yang beragam, sehingga bisa disesuaikan dengan kebutuhan. Sesuai dengan SPLN D3.002-1:2007 dan SPLN D3.002-1:2020 untuk pengelompokan kapasitas transformator 3 fasa dapat dilihat pada Tabel 2.4.

Tabel 2.4 Kapasitas Tansformator Distribusi

(PT. PLN (PERSERO), 2007)

Daya Pengenal (kVA)	Frekuensi Pengenal (Hz)	Tegangan Primer Pengenal (kV)	Tegangan Sekunder Pengenal (V)	Rugi Tanpa Beban (W)	Rugi Berbeban pada 75°C (W)
25	50	20	400	75	425
50	50	20	400	90	800
100	50	20	400	145	1.420
160	50	20	400	210	2.000
200	50	20	400	355	2.350
250	50	20	400	300	2.750
315	50	20	400	500	3.250
400	50	20	400	430	3.850
500	50	20	400	700	4.550
630	50	20	400	600	5.400
800	50	20	400	1.000	6.850

Daya Pengenal (kVA)	Frekuensi Pengenal (Hz)	Tegangan Primer Pengenal (kV)	Tegangan Sekunder Pengenal (V)	Rugi Tanpa Beban (W)	Rugi Berbeban pada 75°C (W)
1.000	50	20	400	1.100	8.550
1.250	50	20	400	1.400	10.600
1.600	50	20	400	1.680	13.550
2.000	50	20	400	1.990	16.900
2.500	50	20	400	2.350	21.000

2.10 Pembebanan Transformator Distribusi

Pembebanan transformator berhubungan dengan susut umur transformator, karena semakin besar beban yang dilayani transformator maka sebanding dengan kenaikan panas pada lilitan kawat dan inti transformator. Pembebanan pada transformator merupakan perbandingan daya total yang terpakai dengan daya atau kapasitas dari transformator yang terinstalasi, di mana dapat dinyatakan pada persamaan 2.11 (Ardiansyah et al., 2021).

$$\%DTT = \frac{S}{S \text{ Trafo}} \times 100 \quad (2.11)$$

Di mana

% DTT: Daya Total Terpakai (%)

S : Daya Semu Terpakai (kVA)

S Trafo: Kapasitas Transformator (kVA)

Menurut SPLN 17 : 1979, transformator distribusi dikatakan beban lebih apabila beban transformator melebihi 80% dari kapasitas daya pengenalnya atau arus nominalnya (I_n) (A.Sofwan et al., 2018), transformator dapat dibebani lebih dari 80% tetapi harus dengan syarat nilai K2 (rasio pembebanan lebih) tidak lebih dari 1,5 pada suhu-kitar $\leq 30^\circ\text{C}$ (Sutjipto et al., 2019). Sesuai dengan Proyeksi Perencanaan Ketenagalistrikan Melalui RUPTL tahun 2020, pembebanan

transformator dibatasi dari 70% s/d 90% untuk menjaga *lifetime* dari transformator tersebut, sehingga untuk mendapatkan pembebanan transformator distribusi yang optimal perhitungan kapasitas transformator distribusi perlu ditambah dengan cadangan sebesar 10% s/d 30% (PT PLN (Persero), 2020).

Ketika transformator kelebihan beban, berbagai perubahan akan terjadi pada struktur internal transformator yang mana akan mempercepat penuaan insulasi transformator dan mengurangi masa pakai. Dampak internal dari kelebihan beban transformator yaitu sebagai berikut (Wang et al., 2019):

- Suhu belitan, klem, minyak isolasi, dan bagian isolasi akan naik dan mencapai tingkat yang tidak dapat diterima.
- Kerapatan fluks bocor di luar inti akan meningkat, menyebabkan komponen logam yang dikopel dengan fluks bocor dan menjadi panas akibat arus eddy.
- Saat suhu berubah maka kandungan uap air dan gas dalam isolasi padat dan minyak juga akan berubah.
- Selongsong kabel, *tap-changer*, dan terminasi kabel juga akan mengalami tekanan termal yang tinggi sehingga akan mempengaruhi operasionalnya.

2.11 Penentuan Kapasitas Transformator yang dibutuhkan

Pemilihan kapasitas transformator distribusi yang sesuai dengan beban konsumen akan menyebabkan efisiensi yang baik dan begitu juga dengan penempatan transformator distribusi yang tepat akan memperkecil tegangan jatuh pada konsumen. Kapasitas transformator dalam perencanaan dapat ditentukan dengan persamaan 2.12 (Suhadi, 2008).

$$kVA \text{ Trafo Distribusi} = \frac{\text{daya beban terpasang } kVA \times DF}{F_D} \quad (2.12)$$

Di mana

DF = Faktor Kebutuhan

F_D = Faktor Diversitas

Selain persamaan 2.12, berdasarkan buku *schneider electrical guide* untuk menentukan kapasitas transformator dapat menggunakan persamaan 2.13 (Slinn et al., 2020).

$$kVA \times DF = kVA_1$$

$$kVA_1 \times F_{D1} = kVA_2 \quad (2.13)$$

$$kVA_2 \times F_{D2} = kVA \text{ Trafo Distribusi}$$

Di mana

DF = Faktor Kebutuhan

F_{D1} = Faktor Diversitas

F_{D2} = Faktor Diversitas

Untuk persamaan 2.13 ini nilai faktor kebutuhan dan faktor diversitas disesuaikan dengan standar IEC yang terdapat pada Tabel 2.1, Tabel 2.2, dan Tabel 2.3.

Kemudian, berdasarkan kVA dari hasil perhitungan disesuaikan dengan kapasitas transformator yang ada pada standar kapasitas transformator SPLN D3.002-1:2007 (Nugraha & Desnanjaya, 2021).

Menurut Standar Kebijakan Penyediaan Listrik, Rencana Usaha Penyediaan Tenaga Listrik 2013-2022, untuk fasilitas sosial dan fasilitas umum mengkonsumsi daya sebesar 80 kVA/Ha. Hal ini dapat menjadi acuan untuk dapat menentukan berapa kebutuhan daya listrik suatu gedung berdasarkan luas bangunannya (PT. PLN (PERSERO), 2008). $1 \text{ Ha} = 10.000 \text{ m}^2$, maka $1 \text{ m}^2 = 8 \text{ VA}$. Berikut persamaan untuk menentukan kebutuhan daya listrik berdasarkan luas bangunan.

$$\text{kebutuhan daya listrik} = \text{luas bangunan (m}^2\text{)} \times 8 \text{ VA/m}^2 \quad (2.14)$$

2.12 Penelitian Terkait

Tabel 2.5 Penelitian Terkait

No.	Judul Jurnal	Nama Peneliti	Tempat dan Tahun Penelitian	Pembahasan Jurnal
1.	Perencanaan Kebutuhan Daya dan Instalasi Listrik Pada Gedung Askrindo Bogor	Ramadan Carles, Winarso	Gedung Askrindo Bogor 2021	Merancang kebutuhan daya dan instalasi listrik pada Gedung Askrindo Bogor sesuai standar kelistrikan dan simulasi aliran daya menggunakan Etap
2.	Perencanaan Kebutuhan Distribusi Sekunder Perumahan RSS Manulai II	Evtaleny R. Mauboy, Wellem F. Gala	Perumahan RSS Manulai II NTT 2012	Menentukan beban perumahan, merencanakan jaringan distribusi sekunder, menentukan penghantar, dan menentukan kapasitas transformator
3.	Perencanaan Kebutuhan Daya Listrik Pada Gedung <i>Business School</i> Palembang	Dyah Utari Yusa Wardani	Gedung <i>Business School</i> Palembang 2018	Menghitung kebutuhan daya yang akan digunakan untuk menentukan kapasitas transformator yang akan dipakai
4.	Analisa Kebutuhan Daya Listrik Terpasang Pada Gedung Kantor Bupati Kabupaten Halmahera Barat	M. Abdu H. Saifuddin, Idham A. Djufri, M. Natsir Rahman	Gedung Kantor Bupati Kabupaten Halmahera Barat 2018	Menganalisis penggunaan daya listrik maksimum dan membandingkan dengan standar faktor kebutuhan untuk memperoleh IKE