

STUDI ANALISA PENGHANTAR TIE BREAKER EMERGENSI PADA PEMBANGKIT TENAGA LISTRIK

Oleh:

Jhonson Siburian¹⁾

Meriston Purba²⁾

Pahala Togatorop³⁾

Universitas Darma Agung, Medan^{1,2,3)}

E-mail:

jhonsonsiburian@gmail.com¹⁾

meristonpurba@gmail.com²⁾

togatoroppahala@gmail.com³⁾

ABSTRACT

Tie breaker is a breaker that functions as a line transfer maneuver in the event of a disturbance in the main supply. Emergency supply is always tried to get power even in a black out state. The Motor Control Center (MCC) Emergency is an electrical distribution panel cubicle for vital equipment at a power plant so that its existence is very supportive of the security and reliability of a unit. If the backup fails to transfer power, it is necessary to transfer power from another unit that is operating normally. So for that matter it is necessary to make a tie breaker, then it is expected that the installation of this tie breaker can increase the reliability of the unit.

Keywords : Tie Breaker, MCC panel, KHA, Distribution System

ABSTRAK

Tie breaker merupakan breaker yang berfungsi sebagai line transfer manufer jika terjadi gangguan pada suplai utama. Emergency supply diusahakan selalu mendapat power walaupun dalam keadaan black out sekalipun. Motor Control Center (MCC) Emergency merupakan cubicle panel distribusi listrik untuk peralatan vital pada sebuah pembangkit listrik. Sehingga keberadaannya sangat menunjang keamanan dan kehandalan suatu unit. Bila back up mengalami gagal transfer power maka diperlukan adanya transfer power dari unit lain yang beroperasi normal. Maka untuk hal tersebut perlu dibuat tie breaker, sehingga diharapkan dengan pemasangan tie breaker ini dapat meningkatkan kehandalan unit.

Kata Kunci : Tie Breaker, MCC panel, KHA, Sistem Distribusi

1. PENDAHULUAN

Tie breaker adalah suatu alat yang digunakan dalam system distribusi tenaga listrik, dan memungkinkan proses

manufer dari sumber listrik utama ke listrik lainnya pada saat feeder utama mengalami gangguan. *Tie breaker* akan menghubungkan beban pada

section yang tidak terganggu ke *feeder* lain sehingga tidak harus terjadi pemadaman total. Sedangkan beban pada *section* yang terganggu akan terlokalisasi. Saat ini MCC *Emergency* untuk tiap-tiap unit selain mendapat suplai listrik dari *Unit Auxiliary Transformer* (UAT) untuk backupnya mendapat suplai dari *Station Service Transformer* (SST) dan Genset. Untuk mengantisipasi jika kedua backup gagal transfer maka diperlukan *tie breaker* antara MCC *Emergency* unit 1 dan unit 2. sehingga dengan di pasang *tie breaker* diharapkan dapat meningkatkan keamanan dan kehandalan unit. Selain hal tersebut diatas, dengan adanya line transfer antara kedua unit ini yang menjadi pertimbangan adalah pembebanan *section* MCC yang biasanya hanya untuk mensuplai satu unit harus mampu mensuplai dua unit. Sehingga dalam penggunaan *tie breaker* yang harus di perhatikan setting arus sebagai proteksi atas penambahan beban tersebut.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Pemakaian Energi Untuk Kepentingan Sendiri

Selain menghasilkan energi listrik, suatu pembangkit juga membutuhkan suplai listrik untuk menjalankan peralatan, baik peralatan utama maupun peralatan bantu. Peralatan tersebut ada yang menggunakan tegangan 6kV dan ada juga yang 380V. Pemakaian ini disebut pemakaian sendiri. Pemakaian sendiri digunakan untuk :

- a. Lampu penerangan
- b. Penyejuk Udara
- c. Menjalankan alat-alat bantu untuk pembangkit, seperti pompa air pendingin, pompa minyak

pelumas, pompa transfer bahan bakar minyak, mesin pengangkat, dan lain-lain.

- d. Alat-alat dan mesin perbengkelan yang merupakan unsur pendukung pemeliharaan dan perbaikan pusat listrik.
- e. Pengisian baterai yang merupakan sumber arus searah bagi pusat listrik.

Biasanya untuk pemakaian sendiri sumber tenaga listrik diambil dari sumber pembangkit itu sendiri atau disebut dengan *Unit auxiliary Transformer* (UAT), sedangkan untuk sumber cadangan atau *emergency* bisa di suplai sumber dari luar atau disebut dengan *Station Service Transformer* (SST) dan bisa di suplai dari Genset. Besaran energi yang diperlukan untuk pemakaian sendiri berkisar antara 1-10% dari produksi yang dihasilkan pusat listrik. Hal ini sangat tergantung kepada jenis pusat listriknya, dimana yang paling kecil umumnya PLTA dan yang paling besar umumnya PLTU yang menggunakan bahan bakar batu bara. Apabila terjadi gangguan besar dan semua pembangkit trip, maka tidak tersedia tegangan untuk menjalankan alat-alat bantu dalam rangka start kembali.

Dalam keadaan demikian diperlukan pengiriman tegangan dari luar pusat listrik atau dalam pusat listrik, dimana seharusnya ada unit pembangkit yang dapat start sendiri (*black start*) tanpa ada tegangan dari luar. Umumnya yang dapat melakukan *black start* kebanyakan adalah unit pembangkit listrik tenaga air (PLTA) atau unit pembangkit tenaga diesel (PLTD).

Tie Breaker

Tie Breaker digunakan dalam pendistribusian tenaga listrik, dan

memungkinkan proses manufer beban dari sumber listrik utama ke sumber listrik lain. Hal ini terjadi pada saat *section* utama mengalami gangguan, sementara dibutuhkan adanya *restorasi* (pemulihan) pelayanan yang cepat pada *section* yang terganggu. *Tie breaker* akan menghubungkan beban pada *section* yang tidak terganggu ke *section* lain sehingga tidak harus terjadi gangguan total. Sedangkan beban pada *section* yang terganggu akan dilokalisir.

Penghantar Instalasi:- Penghantar Rel (*Busbar*)

Rel (*busbar*) memiliki fungsi yang sama dengan kabel power lainnya. *busbar* adalah penghantar listrik berupa lempengan tembaga yang diisolasi tiap fasanya dengan *epoxy insulation*, penghantarnya ditutup rapat oleh *electro galvanize steel* yang berfungsi sebagai rumah *busbar* yang sekaligus berfungsi sebagai *grounding* dari *busbar* itu sendiri. Penghantar rel (*busbar*) yang digunakan harus terbuat dari tembaga atau logam lain yang memenuhi persyaratan sebagai penghantar listrik. Berdasarkan ketentuan pada PUIL 2000 pasal 6.6.4.2 bahwa besar arus yang mengalir dalam rel tersebut harus diperhitungkan sesuai dengan kemampuan rel sehingga tidak menyebabkan suhu lebih dari 650 C. Untuk menentukan kabel yang paling cocok digunakan adalah dengan menghitung luas penampang kabel instalasi listrik. Semua kabel harus cukup besar dari arus yang melaluinya untuk mendapatkan keandalan ini dapat dipakai sebagai aspek perencanaan [1], Persyaratan lingkungan dan karakteristik proteksi

- a. Kapasitas pengaliran arus
- b. Penurunan tegangan

Bila arus mengalir melalui sebuah penghantar, tahanan yang diberikan suatu penghantar tersebut menghasilkan kalor. Pertambahan kalor sebanding dengan tahanan kabel yang pada gilirannya bergantung pada luas penampang kabel tersebut. Karena pemanasan yang berlebih dapat merusak isolasi, ukuran kabel harus bisa mencegah terjadinya hal ini.

3. METODE PELAKSANAAN

Untuk menghitung luas penampang kabel satu fasa:

$$A = \frac{2 \times L \times I \times \text{Cos } \phi}{\gamma \times v}$$

Dimana :

A = Luas penampang minimum kabel (mm)

L = Panjang kabel (m)

I = Kuat arus yang melewati kabel (A)

γ = Hantaran jenis tembaga (ohm meter)

v = Rugi-rugi tegangan (volt)

Cos ϕ = Factor daya

Untuk menghitung luas penampang kabel tigafasa

$$A = \frac{\sqrt{3} \times L \times I \times \text{Cos } \phi}{\gamma \times v}$$

Dimana :

A = Luas penampang minimum kabel (mm)

L = Panjang kabel (m)

I = Kuat arus yang melewati kabel (A)

γ = Hantaran jenis tembaga (ohm meter)

v = Rugi-rugi tegangan (volt)

Cos ϕ = Factor daya

Selain dengan rumus diatas, untuk menentukan besar penampang kabel dapat ditentukan berdasarkan besarnya kemampuan hantar arus (KHA) berdasarkan tabel yang sudah di tentukan oleh badan standarisasi, untuk di indonesia sendiri ditentukan dalam PUIL 2000.

Kemampuan Hantar Arus (KHA)

Kuat arus listrik merupakan objek permasalahan dalam perancangan kabel instalasi listrik. Dalam suatu instalasi listrik harus diperhitungkan kemampuan hantar arus (KHA) yang mengalir pada suatu penghantar dimana KHA suatu penghantar tidak boleh kurang dari arus nominal peralatan dimana hal ini akan menentukan berapa besar ukuran kabel yang sesuai dengan instalasi tersebut. Untuk menghitung arus nominal beban satu fasa dirumuskan sebagai berikut:

$$I_n = P / (V \times \cos \phi)$$

Dimana :

I_n = Arus nominal (Ampere)

P = Daya terpasang (watt)

V = Tegangan terpasang satu fasa (Volt)

$\cos \phi$ = Faktor daya

Untuk menghitung arus nominal beban tiga fasa dirumuskan sebagai berikut:

$$I_n = P / (\sqrt{3} \times U \times \cos \phi)$$

Dimana :

I_n = Arus nominal (Ampere)

P = Daya terpasang (watt)

U = Tegangan terpasang tiga fasa (Volt)

$\cos \phi$ = Faktor daya

Untuk peralatan motor atau pompa seperti yang terdapat pada PUIL 2000 pasal 5.5.3.1 bahwa penghantar sirkuit akhir yang menyuplai motor tunggal tidak boleh mempunyai KHA kurang dari 125% arus pengenal beban penuh.

$$KHA = 125\% \times I_n$$

Dimana :

I_n = Arus Nominal (A)

Sedangkan pada pasal 5.5.3.2 untuk penghantar sirkuit cabang mempunyai KHA jumlah arus beban penuh tiap motor ditambah dengan 125 % dari arus beban penuh motor yang

terbesar dalam kelompok tersebut. Yang dianggap motor terbesar adalah yang memiliki arus beban penuh tertinggi.

$$KHA = (125\% \times I_{n \text{ tertinggi}}) + I_{n \text{ lainnya}}$$

Dimana :

I_n = Arus nominal (A)

Menentukan Nilai Pemutus Sirkuit

Berdasarkan PUIL 2000 pasal 5.5.4.3 untuk menentukan proteksi hubung pendek atau lebih yang mana nilai proteksinya tidak boleh lebih dari nilai pengenal setelan gawai proteksi sirkuit akhir motor yang tertinggi di tambah jumlah arus beban penuh semua motor lain yang terdapat pada sirkuit tersebut.

Nilai settingan proteksi sirkuit misal untuk motor sangkar atau serempak dengan pengasutan bintang segi tiga langsung pada jaringan, dengan reaktor atau resistor, dan motor fase tunggal sebagai berikut:

Setting pemutus sirkuit beban tunggal

$$I_{set} = 250\% \times I_n$$

Setting pemutus sirkuit cabang

$$I_{set} = (I_{set \text{ tertinggi}}) + I_{n \text{ lainnya}}$$

Dimana :

I_{set} = Setting arus sirkuit motor (A)

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Instalasi Tie Breaker Mcc

Emergency 380 Volt:-

Menghitung Arus Nominal

Untuk menentukan besarnya setting arus hubung singkat maupun kemampuan hantar arus (KHA) maka perlu diketahui arus nominal pada tiap beban masing-masing section.

Arus Nominal MCC Emergency 380 V Section A unit 1

Untuk menghitung arus nominal untuk beban jacking oil pump A memiliki data sebagai berikut:

$$P = 55 \text{ kW} = 55000 \text{ W}$$

$$V = 380 \text{ V}$$

$$\text{Cos } \varphi = 0,85$$

Maka arus nominalnya adalah

$$I_n = \frac{P}{\sqrt{3V \cos \varphi}}$$

$$I_n = \frac{55000 \text{ W}}{\sqrt{3 \times 380 \text{ V} \times 0,85}} = 98,43 \text{ Ampere}$$

Arus Nominal MCC Emergency 380 V Section B Unit 1

Untuk menghitung arus nominal untuk beban jacking oil pump B memiliki data sebagai berikut:

$$P = 55 \text{ kW} = 55000 \text{ W}$$

$$V = 380 \text{ V}$$

$$\text{Cos } \varphi = 0,85$$

Maka arus nominalnya adalah :

$$I_n = \frac{P}{\sqrt{3V \cos \varphi}}$$

$$I_n = \frac{55000 \text{ W}}{\sqrt{3 \times 380 \text{ V} \times 0,85}} = 98,43 \text{ A}$$

Arus Nominal MCC Emergency 380 V section A Unit 2

Untuk menghitung arus nominal untuk beban MOP A memiliki data sebagai berikut:

$$P = 30 \text{ kW} = 30000 \text{ W}$$

$$V = 380 \text{ V}$$

$$\text{Cos } \varphi = 0,85$$

Maka arus nominalnya adalah :

$$I_n = \frac{P}{\sqrt{3V \cos \varphi}}$$

$$I_n = \frac{30000 \text{ W}}{\sqrt{3 \times 380 \text{ V} \times 0,85}} = 53,69 \text{ A}$$

Arus Nominal MCC Emergency 380 V section B Unit 2

Untuk menghitung arus nominal untuk beban Auxiliary motor of GAP B memiliki data sebagai berikut:

$$P = 14 \text{ KW} = 14000 \text{ W}$$

$$V = 380 \text{ V}$$

$$\text{cos } \varphi = 0,85$$

Maka arus nominalnya adalah:

$$I_n = \frac{P}{\sqrt{3V \cos \varphi}}$$

$$I_n = \frac{14000 \text{ W}}{\sqrt{3 \times 380 \text{ V} \times 0,85}} = 25,5 \text{ A}$$

Menentukan Nilai Pemutus Sirkuit

Untuk menentukan proteksi hubung pendek atau lebih yang mana nilai proteksinya tidak boleh lebih dari nilai pengenal setelan gawai proteksi sirkit akhir motor yang tertinggi ditambah jumlah arus beban penuh semua motor lain yang terdapat pada sirkit tersebut.

Setting Arus Tie Breaker 20BMC03

Untuk menentukan settingan arus breaker antara MCC emergency section A unit 1 dan section B unit 2

- a. Setting Arus MCC Emergency Section A unit 1

Untuk setting arus sirkit cabang dapat di hitung sebagai berikut :

$$\begin{aligned} I_{set} = & (250\% \times 178,96) + (98,43 + 39, \\ & 7 + 80,53 + 53,69 + 2,68 + 161,0 \\ & 6 + 7,16 + 13,42 + 9,14 + 15,21 + \\ & 84,48 + 25,05 + 8,41 + 78,74 + 1 \\ & 7,84 + 48,43 + 32,21 + 12,52 + 2 \\ & 5,51 + 8,05 + 7,16 + 19,69 + 107, \\ & 37) = 1462,22 \text{ A} \end{aligned}$$

- b. Setting Arus MCC Emergency Section B unit 2

Untuk setting arus sirkit cabang dapat di hitung sebagai berikut:

$$\begin{aligned} I_{set} = & (250\% \times 178,96) + (98,43 + 53,0 \\ & 9 + 2,08 + 161,06 + 7,16 + 13,42 \\ & + 62,64 + 25,05 + 8,4 + 118,11 + \\ & 134,21 + 17,89 + 12,53 + 8,94 + \\ & 12,53 + 8,94 + 19,6 + \\ & 98,42 + 64,42 + 8,95 + 26,84 + \\ & 25,11 + 8,05 + 5,37 + 5,37 + 26,84) \end{aligned}$$

$$= 1469,96 \text{ A}$$

Dari hasil perhitungan diatas didapat setting pemutus sirkit untuk masingmasingsection yaitu 1462,22 Ampere dan 1469,96 Ampere. Untuk penggunaan *tie breaker* digunakan pemutus yang memiliki setting pengaman arus sebesar 1600 A. Nilai tersebut diambil berdasarkan nilai yang mendekati setting pengaman hasil perhitungan antara 1462,22 A dan 1469,96 A. Dengan setting arus sebesar 1600 A telah memenuhi kemampuan pengaman arus maksimum kedua section tersebut.

Pengaman yang digunakan adalah air circuit breaker (ACB), karena ACB

dapat mengamankan peralatan terhadap gangguan arus beban lebih dan arus hubung singkat. Rating kerja arus ACB lebih tinggi dari pada MCB/MCCB dan dapat di setting menurut kebutuhan.

Setting Arus Tie Breaker 10BMC02

Untuk menentukan settingan arus breaker antara MCC Emergency section B unit 1 dan section A unit 2

- a. Setting arus MCC Emergency Section B unit 1

Untuk setting arus sirkit cabang dapat dihitung sebagai berikut:

$$\begin{aligned} I_{set} = & (250\% \times 178,96) + (98,43 + 53,09 + 2,08 \\ & + 161,06 + 7,16 + 13,42 + 62,64 + \\ & 25,05 + 8,4 + 118,11 + 134,21 + 17,89 + 12,53 + \\ & 8,94 + 12,53 + 8,95 + 8,95 + \\ & 19,68 + 98,42 + 64,42 + 5,37 + 8,95 + 8,95 + 26, \\ & 84 + 25,41 + 17,84 + 12,52 + \\ & 8,05 + 5,37 + 5,37 + 26,84 + 0,43 + 12,53) = \\ & 1527,66 \text{ A} \end{aligned}$$

- b. Setting Arus MCC Emergency Section A unit 2

Untuk setting arus sirkit cabang dapat dihitung sebagai berikut:

$$\begin{aligned} I_{set} = & (250\% \times 178,96) + (98,43 + 39, \\ & 7 + 80,53 + 53,69 + 2,68 + 161,0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & 6 + 7,16 + 13,42 + 9,14 + 15,21 + \\ & 84,48 + 25,05 + 8,41 + 78,74 + 1 \\ & 7,84 + 48,43 + 32,21 + 25,51 + 8, \\ & 05 + 62,63 + 7,16 + 80,53) = \\ & 1462,8 \text{ A} \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan diatas didapat setting pemutus sirkit untuk masingmasingsection yaitu 1527,66 Ampere dan 1462,8 Ampere. Untuk penggunaan *tie breaker* digunakan pemutus yang memiliki setting pengaman arus sebesar 1600 A. Nilai tersebut diambil berdasarkan nilai yang mendekati setting pengaman hasil perhitungan antara 1527,66 A dan 1462,8 A. Dengan setting arus sebesar 1600 A telah memenuhi kemampuan pengaman arus maksimum kedua section tersebut.

Pengaman yang digunakan adalah air circuit breaker (ACB), karena ACB dapat mengamankan peralatan terhadap gangguan arus beban lebih dan arus hubung singkat. Rating kerja arus ACB lebih tinggi dari pada MCB/MCCB dan dapat di setting menurut kebutuhan.

Menentukan Kapasitas Penghantar

Menurut PUIL 2000 pasal 5.5.3.1 bahwa "penghantar sirkit akhir yang menyuplai motor tunggal tidak boleh mempunyai KHA kurang dari 125 % arus pengenal beban penuh". Sedangkan untuk penghantar sirkit cabang mempunyai KHA jumlah arus beban penuh tiap motor ditambah dengan 125 % dari arus beban penuh motor yang terbesar dalam kelompok tersebut. Sehingga untuk menentukan KHA tiap section:

- a. KHA MCC Emergency section A Unit 1

KHA saluran utama MCC Emergency section A unit 1:

$$\begin{aligned} \text{KHA} = & (125\% \times I_{n \text{ tertinggi}}) + I_{n \text{ lainnya}} \\ \text{KHA} = & (125\% \times 178,96) + (98,43 + 39,37 + 80, \\ & 53 + 53,69 + 2,68 + 161,06 + 7,16 + \end{aligned}$$

13,42+9,14+15,21+84,48+25,05+8,41+78,74+17,84+48,43+32,21+12,52+25,51+8,05+7,16+19,69+107,37)=1235,52 A

b. KHA MCC Emergency section B unit 1

KHA saluran utama MCC Emergency section B unit 1:

KHA = (125% X In tertinggi) + In lainnya

KHA=(125%x178,96)+(98,43+53,09+2,08+161,06+7,16+13,42+62,64+25,05+8,4+118,11+134,21+17,89+12,53+8,94+12,53+8,95+8,95+19,68+98,42+64,42+5,37+8,95+8,95+26,84+25,41+17,84+12,52+8,05+5,37+5,37+26,84+0,43+12,53)= 1303,96 A

c. KHA MCC Emergency section A unit 2

KHA saluran utama MCC Emergency section A unit 2:

KHA = (15% x In tertinggi) + In lainnya
KHA=(125%x178,96)+(98,43+39,37+80,53+53,69+2,68+161,06+7,16+13,42+9,14+15,21+84,48+25,05+8,41+78,74+17,84+48,43+32,21+25,51+8,05+62,63+7,16+80,53) = 1239,11 A

d. KHA MCC Emergency Section B unit 2

KHA saluran utama MCC Emergency section B unit 2:

KHA = (125% x Intertinggi) + In lainnya
KHA=(125%x178,96)+(98,43+53,09+2,08+161,06+7,16+13,42+62,64+25,05+8,4+118,11+134,21+17,89+12,53+8,94+12,53+8,94+19,68+98,42+64,42+8,95+26,84+25,11+8,05+5,37+5,37+26,84)=1246,26 A

Berdasarkan KHA pada tiap tiap section diambil nilai KHA yang paling tinggi yaitu 1303.46 A, Jadi untuk penghantar penghantar busbar dengan KHA sebesar 1303,46 A didapat ukuran busbar yang mendekati kemampuan arus

tersebut yaitu sebesar 1310 A sehingga didapat penghantar jenis tembaga yang dilapisi lapisan konduktif dengan jumlah batang 1 yaitu 100 x 5 mm² pemilihan ukuran tersebut telah sesuai dengan PUIL 2000 sehingga aman untuk digunakan.

5. SIMPULAN

Tie breaker merupakan *breaker* yang berfungsi sebagai *line transfer emergency* untuk manufer daya listrik saat terjadi gangguan pada suplai utama. Instalasi tie breaker dirancang berdasarkan ketentuan yang berlaku, dalam hal ini PUIL 2000. Dalam instalasinya tie braker mempunyai komponen sebagai berikut:

- Breaker yang dipilih sebagai tie yaitu jeni ACB dengan rating pengaman arus sebesar 1600 A sudah sesuai dengan ketentuan PUIL 2000 pasal 5.5.4.3, yang mana nilai tersebut mendekati nilai setting arus pengaman berdasarkan perhitungan dari setiap section.
- Penghantar yang digunakan yaitu jenis penghantarrel (busbar) dengan ukuran 100x5 mm².
- Tie breaker merupakan alternatif terakhir jika back up uplai utama gangguan transfer, sehingga dapat meminimalisir kerugian yang diakibatkan kegagalan transfer tersebut baik pada peralatan maupun waktu gangguan.
- Tie breaker ini dirancang untuk pengoperasian mauan di local.

6. DAFTAR PUSTAKA

- J. Napitupulu, et al, 2019. Keandalan Peralatan Pengaman Jaringan Distribusi Pada PT.PLN Rayon Medan Timur, Jurnal

- Teknologi Energi: Jurnal Teknik Elektro, No.8, Vol.2.
2. Marsudi, Djiteng. 2011. *Pembangkitan Energi Listrik*. Jakarta: Penerbit Erlangga .
 3. Panitia PUIL. 2000. *Persyaratan Umum Instalasi Listrik 2000 (PUIL 2000)*. Jakarta: Yayasan PUIL.
 4. Suharno. 2006. *Mekanikal Elektrikal Lanjutan*. Yogyakarta: Andi Yogyakarta.
 5. Aprilawati, Hidayah. 2007. *Tugas Akhir Perancangan Unit Instalasi Genset di PT. Aichi tex Indonesia*. Bandung: Politeknik Negeri Bandung.
 6. Suherman. 2010. *Skripsi Perancangan Instalasi Genset di Gedung Word TradeCentre II Jakarta*. Jakarta
 7. *Electrikal book Guandong Power Enginering Corporation GPEC Manual Book scheneider Electric*
 8. *Operation and Maintenance Training Program Electrical*
 9. *Standar Penerbit PT Perusahaan Listrik Negara (persero) Tahun 1995*