

Evaluasi Jaringan Distribusi Listrik Tegangan Rendah Untuk Penyediaan Energi Pada Laboratorium Teknik Di Politeknik Negeri Bandung

Daniel Restu Supendi^{1,*}, Yudi Prana Hikmat², Trisnawiyana³

^{1,2,3}Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Bandung, Bandung 40012

E-mail : ^{1,*}daniel.restu.tlis20@polban.ac.id; ²yudi.pranahikmat@polban.ac.id; ³trisnawiyana@polban.ac.id

ABSTRAK

Jaringan Distribusi Listrik Tegangan Rendah banyak ditemui pada banyak instalasi gedung yang dimanfaatkan untuk kepentingan pribadi atau kepentingan umum. Jaringan ini harus dipasang dengan memperhatikan keamanan dan keandalan yang berdasarkan prinsip dasar instalasi listrik. Dalam penelitian ini, penulis melakukan analisis serta evaluasi jaringan distribusi listrik tegangan rendah yang terdapat di lingkungan Kampus Politeknik Negeri Bandung. Sumber listrik di Politeknik Negeri Bandung berasal dari dua transformator berkapasitas 400kVA. Selanjutnya energi listrik dibagikan melalui 4 LVMDP yang tersebar di Polban dan di distribusikan melalui kabel tanah. Adapun topik utama dari penelitian ini yaitu mengetahui proses pendistribusian energi listrik, kesesuaian beban dengan spesifikasi instalasi listrik terpasang, serta kondisi kelayakan dari jaringan distribusi tersebut. Hasil dari penelitian didapat bahwa instalasi listrik di Politeknik Negeri Bandung masih sesuai dengan standar PUIL 2011, didasarkan pada hasil pengamatan pada kondisi tahanan isolasi, tegangan jatuh dan pembumian. Selain itu, kondisi perangkat proteksi dan penghantar sudah dikoordinasikan spesifikasinya sehingga tidak akan menimbulkan risiko bahaya ketika terjadi gangguan.

Kata Kunci :

Distribusi Listrik Tegangan Rendah, Proteksi Instalasi Listrik, Penghantar Instalasi Listrik.

1. PENDAHULUAN

Jaringan listrik di Indonesia disediakan oleh pihak PLN melalui jaringan distribusi tegangan menengah yang nantinya disalurkan kepada tiap – tiap bangunan yang membutuhkan listrik. Dari jaringan tegangan menengah, akan diturunkan menjadi tegangan rendah melalui trafo yang terdapat pada gardu atau ruangan panel. Suatu kompleks luas yang memiliki jumlah bangunan yang banyak, biasanya memiliki trafo dan ruangan panel tersendiri untuk mendistribusikan listrik kepada seluruh bangunan yang terdapat di kompleks tersebut.

Politeknik Negeri Bandung memiliki banyak laboratorium yang isinya banyak peralatan listrik untuk membantu praktikum. Peralatan listrik ini memiliki daya yang besar, sehingga memerlukan sumber listrik yang besar pula. Untuk itu, Polban menggunakan empat trafo dengan masing – masing kapasitas 400kVA untuk memenuhi kebutuhan energi listrik baik untuk pembelajaran di laboratorium atau kebutuhan lainnya. Pembagian energi listrik dilakukan dari 4 LVMDP yang disebar di beberapa titik untuk menjangkau beberapa laboratorium. Energi listrik dari LVMDP disebarkan kepada tiap laboratorium dan

gedung melalui jaringan kabel tanah atau SKTR.

Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk menganalisa sistem distribusi dan penggunaan beban jada jaringan listrik tegangan rendah di Politeknik Negeri Bandung. Lalu menganalisa dan evaluasi spesifikasi instalasi yang terpasang serta evaluasi pada kondisi jaringan distribusi listrik tegangan rendah.

2. LANDASAN TEORI

2.1. Jaringan Distribusi Tegangan Rendah

Jaringan listrik tegangan rendah merupakan listrik yang biasa digunakan pada banyak peralatan listrik. Listrik tegangan rendah berkisar antara 50 V hingga 1000 V. Listrik Tegangan Rendah banyak digunakan untuk peralatan listrik kebutuhan rumah tangga maupun industri. Jaringan Tegangan Rendah memiliki tegangan kerja 220/380 V disebut jaringan distribusi sekunder, dimana sumber kelistrikkannya diperoleh dari gardu distribusi. [1].

Jaringan listrik tegangan rendah adalah sistem jaringan yang digunakan untuk

mendistribusikan listrik dari gardu distribusi ke pelanggan atau konsumen yang membutuhkan listrik. Jaringan tegangan rendah memiliki tegangan kerja dibawah 1kV. Pemanfaatannya kebanyakan pada 220/380V yang biasa digunakan pada rumah tangga, tempat umum atau industri kecil. Sedangkan industri besar biasanya menggunakan 380/660.

Distribusi Tegangan Rendah terdapat dua jenis yaitu langsung dan tak langsung. Jaringan distribusi tegangan rendah langsung yaitu Jaringan distribusi tegangan rendah yang ditarik dan diisi tegangan langsung dan pembangkit tenaga listrik tanpa melalui transformator. Sedangkan Jaringan distribusi tegangan rendah tak langsung adalah jaringan distribusi tegangan rendah yang ditarik dan diisi dengan tegangan setelah melalui suatu transformator penaik tegangan (step up). [1].

Pendistribusian jaringan listrik tegangan rendah dilakukan melalui Panel Tegangan Rendah. Panel Tegangan Rendah atau Low Voltage Main Distribution Panel (LVMDP). Panel LVMDP merupakan peralatan listrik yang terdiri dari beberapa komponen listrik, yang berfungsi sebagai pembagi utama saluran distribusi tegangan rendah ke setiap saluran beban, sebagai pembatas daya utama, dan pengaman pada rangkaian utama sistem distribusi tegangan rendah. [2], [13].

2.2. Proteksi Instalasi

Proteksi instalasi berfungsi sebagai perangkat keamanan untuk mengamankan peralatan dan juga manusia. Proteksi tersebut adalah proteksi hubung singkat dan arus beban lebih. Proteksi ini berupa saklar pemutus atau circuit breaker yang akan otomatis memutuskan rangkaian jika terjadi gangguan pada instalasi. Proteksi pada panel tegangan rendah yang banyak digunakan adalah MCCB. MCCB merupakan salah satu alat pengaman yang dalam proses operasinya mempunyai dua fungsi yaitu sebagai pengaman dan sebagai alat untuk penghubung. Jika dilihat dari segi pengaman, maka MCCB dapat berfungsi sebagai pengaman gangguan arus hubung singkat dan arus beban lebih. [3].

Untuk menentukan rating arus lebih, perlu ditentukan arus nominal (I_n) untuk rating pengaman tersebut. Untuk proteksi tegangan rendah, dapat menggunakan rumus berikut yang didasarkan dari PUIL 2011.

$$I_n = 115\% \times I_{fl} \quad (1)$$

I_{fl} merupakan arus beban penuh pada suatu instalasi. Maka, dapat dikatakan bahwa arus nominal pengaman arus lebih adalah minimal 115% dari arus beban penuhnya. Lalu untuk

menentukan rating arus hubung singkat dapat dilakukan dengan mengukur arus hubung singkat prospektifnya, atau dengan menghitungnya menggunakan impedansi pada konduktor yang dipakai. Peramaanya dapat menggunakan rumus berikut.

$$I_{hs} = \frac{V}{Z} \quad (1)$$

2.3. Penghantar Listrik

Penghantar listrik merupakan komponen yang berfungsi untuk menghantarkan energi listrik. Penghantar ini biasanya berbahan logam yang dapat menghantarkan listrik dengan baik seperti tembaga atau aluminium. Penghantar listrik biasanya berbentuk kabel atau plat. Kabel atau plat yang digunakan ditentukan ukurannya oleh arus yang akan mengalirinya.

Dalam instalasi listrik, pemasangan kabel harus diperhitungkan terlebih dahulu. Kabel listrik mempunyai ukuran luas penampang inti kabel yang berhubungan dengan kapasitas penghantaran arus listriknya. [4], [12]. Ukuran tersebut ditentukan dengan kemampuan hantar arus (KHA) dengan minimal 125% dari arus beban penuh dari peralatan listrik. [5], [11]. Pemilihan penghantar listrik, ditentukan berdasarkan KHA penghantar. Diperlukan data arus beban penuh (I_{fl}) suatu instalasi untuk dapat menentukan nilai KHA penghantar. Maka, rumus untuk menentukan KHA yaitu

$$KHA = 125\% \times I_{fl} \quad (2)$$

2.4. Tegangan Jatuh

Tegangan jatuh merupakan kondisi dimana tegangan yang diterima lebih kecil nilainya dengan tegangan yang diberikan. Tegangan jatuh pada saluran tenaga listrik secara umum berbanding lurus dengan panjang saluran dan beban serta berbanding terbalik dengan luas penampang penghantar. [6]. Hal ini biasanya terjadi ketika mengirim listrik dengan jarak yang jauh atau penggunaan luas penghantar yang tidak sesuai. Untuk Mengurangi besar jatuh tegangan dapat dilakukan dengan mengganti penghantar jaringan dengan penghantar dengan diameter yang lebih besar. [7], [10].

Nilai tegangan jatuh yang diperbolehkan menurut standar PUIL 2011 adalah 4%. Jika tegangan jatuh pada rangkaian lebih dari 4% maka perlu diperbaiki. Untuk mencari nilai dari tegangan jatuh pada suatu penghantar dapat menggunakan rumus sederhana yaitu :

$$\Delta V = V_s - V_r \quad (3)$$

Keterangan :

ΔV = Tegangan Jatuh (V)

V_s = Tegangan kirim (V)

V_r = Tegangan terima (V)

Untuk mendapatkan nilai tegangan kirim dapat diukur pada panel distribusi utama (MDP). Sedangkan untuk mendapatkan tegangan terima, dapat diukur pada sub panel dari panel utama (SDP). Dapat juga menggunakan persamaan lain yaitu :

$$\Delta V = \sqrt{3} \times I \times L \times \rho \quad (4)$$

Keterangan :

I = Arus beban penuh (A)

L = Panjang Penghantar (m)

ρ = Tahanan Jenis Penghantar (Ωm)

2.5. Tahanan Isolasi

Tahanan isolasi merupakan pada kemampuan suatu material atau komponen dalam sebuah sistem listrik untuk menghambat arus listrik mengalir melalui jalur yang tidak diinginkan. Tahanan isolasi dinyatakan dalam satuan ohm (Ω) dan merupakan ukuran seberapa baik material atau komponen dapat mencegah aliran arus listrik antara dua titik yang seharusnya tidak terhubung.

2.6. Sistem Pembumian

Sistem pembumian merupakan bagian proteksi pada instalasi listrik yang bertujuan untuk menyalurkan arus bocor ke tanah. Sistem pembumian berfungsi untuk menyalurkan arus lebih ke bumi sehingga dapat memberikan proteksi terhadap manusia dari sengatan listrik. [8]. Menurut standar PUIL 2011, tahanan pembumian maksimum yang diperbolehkan yaitu 5 Ω . Jika nilainya lebih kecil maka lebih bagus. Hal ini bertujuan supaya arus bocor tersebut dapat dengan cepat merambat ke tanah sehingga tidak menimbulkan arus kejutan listrik ketika disentuh. [9], [15]

3. METODE PENELITIAN

3.1. Lingkup Penelitian

Dalam penelitian ini, penulis melakukan evaluasi pada beberapa aspek dalam Jaringan Distribusi Listrik Tegangan Rendah di Politeknik Negeri Bandung, yaitu :

1. Penggunaan Beban Tiap Laboratorium
2. Analisis Tegangan Jatuh pada Konduktor
3. Analisis Tahanan Isolasi pada Konduktor
4. Analisis dan Evaluasi Proteksi pada Instalasi Jaringan Distribusi Tegangan Rendah
5. Analisis dan Evaluasi Penghantar pada Instalasi Jaringan Distribusi Tegangan Rendah
6. Analisis Sistem Pembumian pada LVMDP.

3.2. Deskripsi Gedung

Dalam Penelitian ini, lingkup yang gedung laboratorium yang menjadi objek penelitian yaitu:

1. Laboratorium Jurusan Teknik Elektro mencakup Lab. Elektro Bawah dan Lab. Elektro Atas.
2. Laboratorium Jurusan Teknik Sipil mencakup Lab. Sipil Bawah, Lab. Sipil Tanah, Lab. Sipil Atas dan Lab. Sipil Batu.
3. Laboratorium Jurusan Teknik Refrigrasi dan Tata Udara mencakup Lab. Refri.
4. Laboratorium Jurusan Teknik Mesin mencakup Lab. Mesin Atas, Lab. Mesin Bawah, Welding dan Hanggar Aero.
5. Laboratorium Jurusan Teknik Kimia mencakup Lab. Kimia Atas dan Lab. Kimia Bawah.
6. Laboratorium Jurusan Teknik Energi mencakup Lab. Energi Atas dan Lab. Energi Bawah.

3.3. Metode Pengumpulan Data

Dalam memenuhi kebutuhan data untuk penelitian ini, penulis melakukan beberapa metode yaitu :

1. Wawancara
 - Pada metode wawancara, penulis memberikan pertanyaan untuk mendapatkan informasi yang nantinya dapat digunakan sebagai data penelitian dan bahan untuk melakukan metode pengumpulan data selanjutnya. Informasi yang penulis dapatkan dari metode wawancara yaitu :
 - Informasi mengenai sistem distribusi listrik jaringan tegangan rendah di Politeknik Negeri Bandung.
 - Informasi mengenai letak Trafo, Panel Utama dan Jalur Kabel pada jaringan distribusi.
2. Pengamatan

Pada metode pengamatan, penulis melakukan pengamatan pada beberapa obyek yang dibutuhkan untuk melengkapi data pada penelitian. Pengamatan yang dilakukan yaitu :

- Mengamati kondisi sekitar jaringan distribusi TR yaitu pada Ruang Trafo, Ruang Panel, Jalur Kabel, dan Panel Tegangan Rendah.
- Mengamati pada peralatan proteksi dan penghantar untuk mengetahui spesifikasinya.
- Mendata beban listrik pada tiap laboratorium.

3. Pengukuran

Pada metode pengukuran, penulis melakukan pengukuran besaran – besaran listrik yang dibutuhkan yaitu :

1. Tegangan pada sisi LVMDP dan SDP.
2. Arus beban harian antara jam 8.00 – 13.00 pada hari Senin – Jum’at.
3. Arus hubung singkat/
4. Tahanan Isolasi
5. Tahanan Pembumian.

3.4. Standar Pengukuran

Pada metode pengukuran, dibutuhkan nilai standar untuk mengetahui nilai yang benar yang ditampilkan pada alat ukur. Standar tersebut yaitu :

1. Tegangan kerja menurut aturan Kementerian ESDM yaitu 220 volt untuk satu fasa dan 380 volt untuk tiga fasa.
2. Tegangan jatuh menurut PUIL 2011, tidak boleh melebihi 4% dari tegangan kerja.
3. Tahanan Isolasi menurut PUIL 2011 minimal 1 MΩ dikali tegangan kerja dengan ditambah toleransi yaitu 1 MΩ.
4. Proteksi arus lebih menurut PUIL 2011 yaitu harus 115% dari arus beban penuh pada instalasi tersebut.
5. Proteksi arus hubung singkat menurut PUIL 2011 yaitu disesuaikan dengan arus hubung singkat prospektifnya.
6. Luas penampang pada penghantar menurut PUIL 2011 yaitu berdasarkan KHA dengan 125% dikali arus beban penuh pada penghantar tersebut.
7. Tahanan pembumian menurut PUIL 2011 yaitu harus dibawah 1Ω.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Penggunaan Beban Tiap Laboratorium

Penggunaan beban tiap laboratorium didapat dari pengukuran arus pada tiap konduktor di laboratorium. Pengukuran ini dilakukan selama

seminggu dalam 5 hari kerja yang ditotalkan. Untuk mendapatkan daya tersebut menggunakan rumus berikut.

$$P = V \times I \times \sqrt{3} \times \cos \Phi$$

(5)

Hasilnya ditampilkan pada tabel berikut.

Table 1 Daya Satu Minggu

Nama Gedung	Arus (A)	Daya (kW)
Laboratorium Elektro Bawah	62,4	32,8
Laboratrium Elektro Atas	80,8	42,5
Laboratorium Sipil Tanah	123,6	65,0
Laboratorium Sipil Bawah	84,8	44,6
Laboratrium Sipil Atas	43,4	22,8
Laboratrium Sipil Batu	102,4	53,9
Laboratorium Refri	106,2	55,9
Laboratorium Mesin Bawah	128,7	67,7
Laboratrium Mesin Atas	187,8	98,8
Gedung Welding	79	41,5
Hangar Aeronautika	163,6	86,0
Laboratorium Kimia Bawah	179,7	94,5
Laboratorium Kimia Atas	196,4	103,3
Laboratrium Energi Atas	95,5	50,2
Laboratrium Energi Bawah	49,1	25,8

Dengan rata – rata penggunaan hariannya yaitu sebagai berikut.

Table 2 Daya Rata - Rata Harian

Nama Gedung	Daya Rata - Rata (kW)	Arus Rata-Rata (A)
Laboratorium Elektro Bawah	6,6	12,48
Laboratrium Elektro Atas	8,5	16,16
Laboratorium Sipil Tanah	13,0	24,72
Laboratorium Sipil Bawah	8,9	16,96
Laboratrium Sipil Atas	4,6	8,68
Laboratrium Sipil Batu	10,8	20,48
Laboratorium Refri	11,2	21,24
Laboratorium Mesin Bawah	13,5	25,74
Laboratrium Mesin Atas	19,8	37,56
Gedung Welding	8,3	15,80
Hangar Aeronautika	17,2	32,72
Laboratorium Kimia Bawah	18,9	35,94
Laboratorium Kimia Atas	20,7	39,28
Laboratrium Energi Atas	10,0	19,1
Laboratrium Energi Bawah	5,2	9,82

Pada hasil pengukuran, dalam satu minggu penggunaan daya listrik, penggunaan total terbesar yaitu 885,3kW dengan penggunaan rata – rata harian 177,1 kW. Laboratorium dengan penggunaan listrik terbesar yaitu Lab Mesin Atas dengan 98,8kW dalam seminggu atau 19,8kW dalam rata – rata seharinya.

4.2. Pengukuran Tegangan Jatuh

Pada pengukuran tegangan jatuh dilakukan pada sisi tegangan kirim di LVMDP dan sisi tegangan terima di SDP tiap gedung. Pengukuran ini dilakukan untuk mengetahui

jatuh tegangan pada konduktor untuk distribusi jaringan listrik tegangan rendah yang menuju tiap laboratorium. Adapun hasil pengukurannya yaitu :

Table 3 Jatuh Tegangan

Nama Gedung	Jatuh Tegangan (V)	Jatuh Tegangan (%)
Laboratorium Elektro Bawah	1,4	0,35%
Laboratrium Elektro Atas	5,7	1,44%
Laboratorium Sipil Tanah	0,1	0,03%
Laboratorium Sipil Bawah	0,6	0,15%
Laboratrium Sipil Atas	0,2	0,05%
Laboratrium Sipil Batu	5,6	1,44%
Laboratorium Refri	1,8	0,45%
Laboratorium Mesin Bawah	4,2	1,06%
Laboratrium Mesin Atas	6,8	1,72%
Gedung Welding	6,5	1,64%
Hangar Aeronautika	0,3	0,08%
Laboratorium Kimia Bawah	1,2	0,31%
Laboratorium Kimia Atas	6,5	1,67%
Laboratrium Energi Atas	6,4	1,64%
Laboratrium Energi Bawah	1,7	0,43%

Pada pengukuran ini, tegangan jatuh yang terukur dalam persen yaitu dalam rentang 0,03% - 1,72%. Keadaan ini masih sesuai dengan ketentuan PUIL 2011 yaitu tegangan jatuh pada konduktor tidak boleh melebihi 4% dari tegangan kerjanya.

4.3. Pengukuran Tahanan Isolasi

Pengukuran tahanan isolasi dilakukan untuk mengetahui kondisi isolasi pada konduktor distribusi jaringan tegangan rendah. Pengukuran dilakukan pada LVMDP pada tiap konduktor fasa dan fasa ke tanah. Hasil pengukuran tahanan isolasi yaitu :

Pengukuran antar fasa :

Table 4 Tahanan Isolasi Penghantar Fasa - Fasa

Nama Gedung	R-S (MΩ)	S-T (MΩ)	T-R (MΩ)
Laboratorium Elektro Bawah	601,2	628,9	600,8
Laboratorium Elektro Atas	689,9	675,4	756,1
Laboratorium Sipil Tanah	677,8	612,8	598
Laboratorium Sipil Bawah	598,8	615,7	632,1
Laboratorium Sipil Atas	655,7	698,4	709,5
Laboratorium Sipil Batu	666,8	678,9	616,8
Laboratorium Refri	687,9	658,8	612,8
Laboratorium Mesin Bawah	678,9	677,1	698,9
Laboratorium Mesin Atas	601,1	678,1	664
Gedung Welding	671,2	612,2	626,6
Hangar Aeronautika	634,8	609,3	601,2
Laboratorium Kimia Bawah	501,3	567,8	589,3
Laboratorium Kimia Atas	667,8	612,5	653,7
Laboratorium Energi Atas	677,8	719,8	682,2
Laboratorium Energi Bawah	632,2	667,8	688,9

Pengukuran fasa ke tanah :

Table 5 Tahanan Isolasi Penghantar Fasa - Tanah

Nama Gedung	R-PE (MΩ)	S-PE (MΩ)	T-PE (MΩ)
Laboratorium Elektro Bawah	551,2	598,2	576,8
Laboratorium Elektro Atas	659,9	687,9	645,3
Laboratorium Sipil Tanah	609,1	667,8	631,2
Laboratorium Sipil Bawah	588,9	656,7	643,2
Laboratorium Sipil Atas	678,9	654,9	623,1
Laboratorium Sipil Batu	600,8	678,9	667,2
Laboratorium Refri	601,3	616,9	588,9
Laboratorium Mesin Bawah	598,1	587,8	596,7
Laboratorium Mesin Atas	643,1	670,1	688,9
Gedung Welding	678,8	643,1	706,2
Hangar Aeronautika	576,7	543,2	556,8
Laboratorium Kimia Bawah	500,3	498,2	504,5
Laboratorium Kimia Atas	709,3	678,8	681,2
Laboratorium Energi Atas	611,2	655,2	614,2
Laboratorium Energi Bawah	657,7	646,8	641,1

Pada pengukuran, nilai tahanan isolasi berada pada kisaran 498,2 MΩ – 756,1 MΩ. Nilai ini masih sesuai dengan ketentuan PUIL 2011, yaitu minimal 0,38 MΩ untuk tegangan kerja 380V

4.4. Proteksi pada Instalasi Jaringan Distribusi Tegangan Rendah

Sistem proteksi pada instalasi menggunakan perangkat MCCB. Penulis akan membandingkan *rating* MCCB dengan yang terpasang dengan hasil yang telah penulis perhitungkan. Perhitungan ini akan didasarkan pada kondisi arus beban lebih dan arus hubung singkat pada laboratorium tersebut. Adapun data arus beban lebih dan arus hubung singkat tersebut yaitu :

Table 6 Arus Beban Penuh

Nama Gedung	Total Arus Beban Penuh(A)	Arus Hubung Singkat (kA)
Laboratorium Elektro Bawah	152,4	19,0
Laboratrium Elektro Atas	184,4	2,9
Laboratorium Sipil Tanah	171,6	4,8
Laboratorium Sipil Bawah	110,7	9,5
Laboratrium Sipil Atas	143,6	5,4
Laboratrium Sipil Batu	113,5	0,0
Laboratorium Refri	246,9	6,3
Laboratorium Mesin Bawah	135,6	5,4
Laboratrium Mesin Atas	161,8	1,3
Gedung Welding	179,9	12,7
Hangar Aeronautika	81,1	4,8
Laboratorium Kimia Bawah	119,4	9,5
Laboratorium Kimia Atas	103,9	0,0
Laboratrium Energi Atas	137,4	0,0
Laboratrium Energi Bawah	101,6	6,3

Pada laboratorium sipil batu, kimia atas dan energi atas tidak dapat diukur arus hubung singkatnya karena tidak ada penghantar pembumian.

Lalu adapun *rating* MCCB pada nameplate yaitu:

Table 7 Rating Proteksi pada Nameplate

Nama Gedung	Rating CB	Breaking Capacity (kA)
Laboratorium Elektro Bawah	400A	22
Laboratrium Elektro Atas	400A	22
Laboratorium Sipil Tanah	100A	12
Laboratorium Sipil Bawah	400A	22
Laboratrium Sipil Atas	400A	22
Laboratrium Sipil Batu	125A	22
Laboratorium Refri	250A	22
Laboratorium Mesin Bawah	600A	22
Laboratrium Mesin Atas	600A	22

Gedung Welding	400A	22
Hangar Aeronautika	125A	18
Laboratorium Kimia Bawah	400A	22
Laboratorium Kimia Atas	400A	35
Laboratrium Energi Atas	400A	35
Laboratrium Energi Bawah	630A	35

Lalu hasil dari yang penulis perhitungkan dan hasil ukur arus hubung singkat yaitu :

Table 8 Rating Proteksi Hasil Perhitungan

Nama Gedung	Rating CB	Breaking Capacity (kA)
Laboratorium Elektro Bawah	200A	21
Laboratrium Elektro Atas	250A	3,75
Laboratorium Sipil Tanah	200A	5
Laboratorium Sipil Bawah	150A	10
Laboratrium Sipil Atas	200A	6,25
Laboratrium Sipil Batu	150A	-
Laboratorium Refri	300A	7,5
Laboratorium Mesin Bawah	200A	5
Laboratrium Mesin Atas	200A	2,5
Gedung Welding	250A	13,5
Hangar Aeronautika	100A	5
Laboratorium Kimia Bawah	150A	10
Laboratorium Kimia Atas	125A	-
Laboratrium Energi Atas	200A	-
Laboratrium Energi Bawah	125A	7,5

Dari data tersebut, data *rating* pada *nameplate* dan yang telah diperhitungkan terdapat perbedaan. Hal ini disebabkan karena berbedanya arus beban penuh dan arus hubung singkat. Karena beban yang berbeda, maka arus beban penuh akan berbeda pula, karena *rating* yang tertera didasarkan pada kondisi beban listrik yang terpasang pada saat pemasangan.

4.5. Penghantar pada Instalasi Jaringan Distribusi Tegangan Rendah

Pada kondisi penghantar juga, penulis akan membandingkan antara yang terpasang dengan yang penulis perhitungkan, karena adanya perbedaan beban yang terpasang, sama seperti yang terjadi pada perangkat proteksi, karena kedua alat tersebut dipengaruhi oleh kondisi

beban penuh pada instalasi tersebut. Adapun spesifikasi penghantar yang terpasang yaitu :

Table 9 Spesifikasi Penghantar Terpasang

Nama Gedung	Ukuran Penghantar
Laboratorium Elektro Bawah	4x90
Laboratrium Elektro Atas	4x120
Laboratorium Sipil Tanah	4x35
Laboratorium Sipil Bawah	4x35
Laboratrium Sipil Atas	4x120
Laboratrium Sipil Batu	4x16
Laboratorium Refri	4x120
Laboratorium Mesin Bawah	4x120
Laboratrium Mesin Atas	4x120
Gedung Welding	4x35
Hangar Aeronautika	4x50
Laboratorium Kimia Bawah	4x120
Laboratorium Kimia Atas	4x120
Laboratrium Energi Atas	4x120
Laboratrium Energi Bawah	4x120

Penghantar yang digunakan merupakan jenis kabel tanah NFYGbY, kecuali pada Lab Sipil Bawah, Sipil Tanah dan Gedung Welding menggunakan tipe kabel NYY. Adapun untuk yang penulis perhitungan menggunakan KHA kabel dengan disesuaikan menurut PUIL 2011 yaitu :

Nama Gedung	Ukuran Penghantar
Laboratorium Elektro Bawah	4x35
Laboratrium Elektro Atas	4x50
Laboratorium Sipil Tanah	4x16
Laboratorium Sipil Bawah	4x50
Laboratrium Sipil Atas	4x50

Table 10 Spesifikasi Hasil Perhitungan

Laboratrium Sipil Batu	4x35
Laboratorium Refri	4x120
Laboratorium Mesin Bawah	4x50
Laboratrium Mesin Atas	4x70
Gedung Welding	4x70
Hangar Aeronautika	4xx25
Laboratorium Kimia Bawah	4x35
Laboratorium Kimia Atas	4x35
Laboratrium Energi Atas	4x50
Laboratrium Energi Bawah	4x25

Dapat dilihat bahwa pada hasil perhitungan, ukuran penghantar yang disesuaikan dengan perhitungan, dihasilkan data ukuran penghantar yang lebih kecil. Hal ini disebabkan karena perubahan beban listrik terpasang yang berkurang sehingga arus beban lebih yang berkurang. Namun, ukuran penghantar yang besar pula dapat mengatasi jatuh tegangan pada konduktor tersebut.

4.6. Pembumian pada LVMDP

Pada pengukuran pembumian, penulis melakukan pengukuran dengan menggunakan alat ukur *Clamp Earth Tester*. Pengukuran dilakukan pada empat LVMDP, kecuali LVMDP LVMDP yang terletak di Kimia Atas karena tidak terdapat konduktor pembumian. Adapun hasil pengukuran yaitu :

Table 11 Tahanan Pentanahan

LVMDP	Tahanan Pentanahan (Ω)
Gedung Merah	4,2
Lab Surya	4,9
Lab SCTL	3,77
Lab Kimia Atas	-

Pada hasil pengukuran, tahanan pembumian berada dibawah 5 Ω sesuai standar pada PUIL 2011. Maka, tahanan pentanahan ini masih sesuai dengan standar pada PUIL 2011.

5. KESIMPULAN

Dari penelitian yang telah penulis lakukan, kondisi jaringan distribusi tegangan rendah di Politeknik Negeri Bandung masih sesuai dengan ketentuan dengan standar PUIL 2011. Hal ini didasarkan pada kondisi tegangan jatuh, tahanan isolasi dan tahanan pembumian yang nilainya masih dalam standar PUIL 2011.

Lalu pada spesifikasi peralatan instalasi yang terpasang, yaitu untuk proteksi dan penghantar tentunya sudah di koordinasikan pada saat pemasangan awal. Meskipun menurut perhitungan arus beban lebihnya berkurang, tidak akan berpengaruh pada instalasi karena tidak akan memengaruhi keadaan ketika terjadi kondisi beban lebih karena kapasitas penghantar yang sudah cukup besar.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Sugianto and A. Muis, "INSTALASI LISTRIK PADA GEDUNG BERTINGKAT," *Sinusoida Vol. XXIII No. 1*, 2021.
- [2] A. D. Prok and M. P. Hans Tumaliang, "Penataan dan Pengembangan Instalasi Listrik Fakultas Teknik UNSRAT 2017," *Jurnal Teknik Elektro dan Komputer Vol. 7 No. 3*, pp. 207-218, 2018.
- [3] Yusniati and N. N. S. Matondang, "ANALISIS SISTEM PEMBEBANAN PADA GENERATOR DI PT. PLN (PERSERO) PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA DIESEL TITI KUNING," *SEMNAS TEK UISU*, pp. 59-64, 2020.
- [4] B. Saputro, "Analisis Kendalan Generator Set Sebagai Power Supply Darurat Apabila Power Supply dari PLN Mendadak Padam di Morodadi Poultry Shop Blitar," *Jurnal Qua Teknika, Vol. 7 No. 2*, pp. 17-25, 2017.
- [5] D. Candra, Analisis Konsumsi Energi Listrik Pada Gedung Balai Besar Pengembangan Latihan Kerja (BBPLK) Medan, 2017.
- [6] A. A. Pamungkas, Analisis Kebutuhan Daya Listrik di PT Asia Pasific Fibers pada Bagian Doubling Menggunakan Software Etap Power Station 12.6, 2018.
- [7] A. Winata, Electric Power Systems Design Workflow.
- [8] J. Sinaga, "PERANCANGAN INSTALASI LISTRIK PADA RUMAH TOKO TIGA LANTAI DENGAN DAYA 12 KW," *JURNAL TEKNOLOGI ENERGI UDA*, vol. VIII, no. 2, pp. 102-112, 2019.
- [9] H. T. Nugroho, A. Trihasto and S. Nisworo, "Proteksi Hubung Singkat Instalasi Listrik Rumah Tangga Menggunakan Paralel Elektroda Batang," *Prosiding Seminar Nasional Riset Teknologi Terapan*, 2021.
- [10] M. Agrimansyah, N. Amin and Muh.Sarjan, "PERANCANGAN INSTALASI LISTRIK PADA GEDUNG MARKAS KOMANDO DIREKTORAT KEPOLISIAN PERAIRAN DAN UDARA KEPOLISIAN DAERAH SULAWESI TENGAH DI DESA WANI," *Jurnal Ilmiah Foristek*, vol. X, no. 2, pp. 61-71, 2020.
- [11] P. Pebriati, ANALISA JATUH TEGANGAN PADA SISTEM JARINGAN DISTRIBUSI 20 KV DI GARDU INDUK SOLO BARU MENGGUNAKAN SOFTWARE ETAP 12.6.0, UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA, 2020.
- [12] M. A. Ansori, W. Handajadi and G. Santoso, "Analisa Drop Tegangan pada Sistem Jaringan Tegangan Menengah PT. PLN (Persero) APJ Yogyakarta 20kV Menggunakan Software ETAP 16.0," *Jurnal Elektrikal*, pp. 41-47, 2019.
- [13] A. Tanjung and Zulfahri, "Analisis Sistem Pengaman Gedung Rektorat," *Jurnal Elementer*, vol. VI, no. 2, pp. 42-52, 2020.
- [14] M. Mahmud, Studi Kelayakan Sistem Grounding Pada Instalasi Listrik Gedung Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar-Raniry Banda Aceh, 2020.
- [15] P. A. Harahap, Z. Tharo and A. D. Tarigan, "Analisa Perbandingan Sistem

Pentanahan (Grounding) pada Power House dan Gedung Perkantoran (Studi Kasus PLTA SEI WAMPU I)," 2019.