

Penataan Dan Pengembangan Instalasi Listrik Fakultas Teknik UNSRAT 2017

Andersen D. Prok, Hans Tumaliang, Martinus Pakiding
Jurusan Teknik Elektro-FT, UNSRAT, Manado-95115,

Email: prokdennis@gmail.com, hanstumaliang@gmail.com, marthinuspakiding57@gmail.com

Abstract— Electrical installation is one part of the power system, its application to buildings and electrical equipment. Can help distribute electrical energy to be used by consumers. To install of installations suitable for general use of electrical installation (PUIL), Indonesian National Standard (SNI), and aesthetic neatness of installation. Problems in electrical installation are still widely found in the field, in the faculty of UNSRAT techniques found problems in the installation of electrical installation, such as the neatness of the electrical installation path and the setting in the faculty of engineering building. This problems can not be shared, so the power obtained can not be utilized as it should be. Recognized with the problems of electric power installation in the faculty of engineering I took the title of thesis “Arrangement And Development Of Electricity Faculty Of Engineering UNSRAT 2017”. From my research on electrical installation in the main buildings of faculty of UNSRAT technique, found the division in the main building faculty of UNSRAT engineering not per floor erratic. Observation made to know the division path, Main Panel Distribution (MDP) and Sub Panel Distribution (SDP). Structuring needs to be done for the appropriate division, according to the standards and potential of solar cell development as a backup source in the engineering faculty can be considered for the foreseeable future.

Keywords : *Development, Electric Power Installation, Faculty Of Engineering UNSRAT, Structuring.*

Abstrak— Instalasi listrik merupakan salah satu bagian dari sistem tenaga listrik, penerapannya terhadap bangunan dan peralatan tenaga listrik. Instalasi listrik membantu menyalurkan energi listrik agar dapat digunakan oleh konsumen. Pemasangan instalasi listrik yang sesuai standar harus menggunakan persyaratan umum instalasi listrik (PUIL), Standar Nasional Indonesia (SNI) serta estetika kerapihan pemasangan. Masalah dalam instalasi tenaga listrik masih banyak ditemukan dilapangan, di fakultas teknik unsrat ditemukan masalah dalam pemasangan instalasi listrik yang dilakukan, antara lain masalah kerapihan jalur instalasi listrik, dan pengaturan pembagian beban di gedung fakultas teknik, masalah ini mengakibatkan pembagian tiap fasa tidak seimbang sehingga daya yang didapat tidak dapat di manfaatkan sebagai mana mestinya. Berdasarkan dengan masalah instalasi tenaga listrik di fakultas teknik saya mengambil judul skripsi “ Penataan dan Pengembangan Instalasi Listrik Fakultas Teknik Unsrat 2017”. Dari penelitian yang saya lakukan terhadap masalah instalasi listrik di bangunan utama fakultas teknik unsrat, di temukan pembagian beban di gedung utama fakultas teknik unsrat

tidak per lantai melainkan tidak menentu, Observasi yang dilakukan bertujuan untuk mengetahui jalur pembagian beban, besaran arus pada *Main Distribution Panel (MDP)* serta *Sub Distribution Panel (SDP)*. Penataan perlu dilakukan untuk pembagian beban yang seimbang dan sesuai standar dan potensi pengembangan *solar cell* sebagai sumber daya cadangan di fakultas teknik dapat di pertimbangkan untuk kedepan.

Kata kunci— Fakultas Teknik UNSRAT, Instalasi tenaga listrik, Penataan, Pengembangan.

I. PENDAHULUAN

Instalasi tenaga listrik merupakan salah satu bagian yang sangat penting dalam pembangunan gedung atau bangunan untuk melindungi keselamatan manusia dan hewan yang berada di daerah sekitar sehingga aman dari sengatan listrik. Mengingat masih sering terjadinya kebakaran pada suatu bangunan baik rumah, pasar maupun gedung – gedung yang penyebabnya diduga karena hubung singkat atau secara umum karena listrik. Pada suatu rumah atau bangunan pun masih banyak ditemukan instalasi listrik yang mengabaikan persyaratan umum instalasi listrik (PUIL), Standar Nasional Indonesia (SNI) dan tidak memperhatikan ketentuan dari keamanan dan teknologi modern dan juga estetika keindahan.

Adapun juga ditemukan masalah bahwa instalasi listrik di bangunan ataupun rumah tidak tersusun dengan rapih atau pengkawatannya berserahkan begitu saja tanpa melihat keindahan, keamanan, serta kerapihan dari suatu instalasi listrik. Sehingga, pemandangan atau keindahan pengkawatan di bangunan ataupun rumah tampak kurang rapih, aman dan nyaman. Mungkin hal itu disebabkan karena ada perbaikan instalasi listrik bangunan atau rumah itu sebelumnya. Sehingga, hal tersebut dibiarkan begitu saja. Mungkin juga dikarenakan kelalaian atau karena factor lainnya tanpa merapihkan kembali pengkawatannya. Pendistribusian energi listrik juga harus diperhatikan sebaik mungkin agar energi listrik dapat terpenuhi dengan baik. Instalasi tenaga listrik yang akan ada sebaiknya juga mempertimbangkan juga konsep penghematan dan biaya.

Seperti yang didapati penulis pada saat ini, kondisi bangunan yang terdapat di fakultas teknik universitas sam ratulangi khususnya pada bangunan leter U yang mengalami gangguan pada beberapa bagian didalam ruangan. Contohnya seperti tidak berfungsinya stop kontak dan matinya lampu pada ruang mengajar maupun kantor dosen yang mengakibatkan aktifitas dari dosen maupun mahasiswa itu sendiri terganggu. Hal itu mungkin disebabkan dari sambungan – sambungan liar yang terhubung di bagian bangunan yang mengalami gangguan aliran listrik, juga karena tidak adanya perawatan yang berkala atau karena kelalaian pengguna itu sendiri yang mengakibatkan aliran listrik di ruangan itu putus.

Untuk itu saya mencoba mengambil masalah ini menjadi tugas akhir saya dengan judul “Penataan dan Pengembangan Instalasi Listrik Fakultas Teknik UNSRAT”.

A. Pengertian instalasi listrik

Instalasi listrik adalah peralatan yang terpasang didalam maupun diluar bangunan untuk menyalurkan arus listrik. Secara umum instalasi listrik dibagi menjadi dua jenis, yaitu :

- 1) Instalasi penerangan listrik
- 2) Instalasi daya listrik

Rancangan instalasi listrik harus memenuhi ketentuan PUIL dan peraturan yang terkait dalam dokumen penunjang tenaga listrik dan peraturan lainnya.

B. Persyaratan Umum Instalasi Listrik (PUIL)

Maksud dan tujuan Persyaratan Umum Instalasi Listrik (PUIL) ini ialah agar pengusaha instalasi listrik terselenggara dengan baik, untuk menjamin keselamatan manusia dari bahaya kejutan listrik, keamanan instalasi listrik beserta perlengkapannya, keamanan gedung serta isinya dari kebakaran akibat listrik, dan perlindungan lingkungan.

Disamping Persyaratan Umum Instalasi Listrik (PUIL) ini, harus pula diperhatikan ketentuan yang terkait dalam dokumen berikut:

- 1) Undang – undang nomor 1 tahun 1970 tentang keselamatan kerja, beserta peraturan pelaksanaannya;
- 2) Undang – undang nomor 15 tahun 1985 tentang ketenagalistrikan;
- 3) Undang – undang nomor 23 tahun 1997 tentang pengelolaan lingkungan hidup;
- 4) Peraturan pemerintah nomor 10 tahun 1989 tentang penyediaan dan pemanfaatan tenaga listrik;
- 5) Peraturan pemerintah nomor 25 tahun 1995 tentang usaha penunjang tenaga listrik.

Dalam perancangan system instalasi listrik harus diperhatikan tentang keselamatan manusia, makhluk hidup lain dan keamanan harta benda dari bahaya dan kerusakan yang bisa ditimbulkan oleh penggunaan instalasi listrik. Selain itu, berfungsinya instalasi listrik harus dalam keadaan baik dan sesuai dengan maksud penggunaannya.

C. Prinsip – prinsip dasar instalasi listrik

Beberapa prinsip dasar instalasi listrik yang harus menjadi pertimbangan pada pemasangan instalasi listrik. Adapun prinsip dasar tersebut ialah sebagai berikut:

- 1) Keandalan - Artinya, bagaimana peralatan listrik melakukan kemampuannya dalam waktu tertentu dengan baik. seluruh peralatan yang dipakai pada instalasi tersebut haruslah handal baik secara mekanik maupun secara elektrik. Keandalan juga berkaitan dengan sesuai tidaknya pemakaian pengamanan jika terjadi gangguan, contohnya bila terjadi suatu kerusakan atau gangguan harus mudah dan cepat diatasi dan diperbaiki agar gangguan yang terjadi dapat diatasi.
- 2) Ketercapaian - Artinya, dalam pemasangan peralatan instalasi listrik yang relatif mudah dijangkau oleh pengguna pada saat mengoperasikannya dan tata letak komponen listrik tidak susah untuk dioperasikan, sebagai contoh pemasangan saklar tidak terlalu tinggi atau terlalu rendah.
- 3) Ketersediaan - Artinya, kesiapan suatu instalasi listrik dalam melayani kebutuhan baik berupa daya, peralatan maupun kemungkinan perluasan instalasi. Apabila ada perluasan instalasi tidak mengganggu system instalasi yang sudah, tetapi kita hanya menghubungkannya pada sumber cadangan yang telah diberi pengamanan.
- 4) Keindahan - Artinya, dalam pemasangan komponen atau peralatan instalasi listrik harus ditata sedemikian rupa, sehingga dapat terlihat rapih dan indah serta tidak menyalahi peraturan yang berlaku.
- 5) Keamanan - Artinya, harus mempertimbangkan factor keamanan dari suatu instalasi listrik, agar supaya aman dari tegangan sentuh ataupun aman pada saat pengoperasian.
- 6) Ekonomis - Artinya, biaya yang dikeluarkan dalam pemasangan instalasi listrik harus diperhitungkan dengan teliti dengan pertimbangan – pertimbangan tertentu sehingga biaya yang dikeluarkan dapat

sehemat mungkin tanpa harus mengesampingkan hal – hal diatas.

D. Pengaruh lingkungan

Pengaruh pada lingkungan kerja peralatan instalasi listrik dapat dibedakan menjadi dua, yaitu lingkungan normal dan lingkungan tidak normal. Lingkungan tidak normal dapat menimbulkan gangguan pada instalasi listrik yang normal. Untuk itu, jika suatu instalasi atau bagian dari suatu instalasi berada pada lokasi yang pengaruh luarnya tidak normal, maka diperlukan perlindungan yang sesuai. Pengaruh luar yang tidak diimbangi dengan peralatan yang memadai akan menyebabkan rusaknya peralatan dan bahkan dapat membahayakan manusia. Demikian juga pengaruh kondisi tempat akan dipasangnya suatu instalasi listrik, misalnya dalam suatu industri apakah penghantar untuk menghindari tekanan mekanis. Oleh karena itu, pada pemasangan – pemasangan instalasi listrik hendaknya mempunyai rencana perhitungan dan analisa yang tepat.

E. Pengahantar

Komponen – komponen perancangan instalasi listrik ialah bahan – bahan yang diperlukan oleh suatu system sebagai rangkaian kontrol maupun rangkaian daya. Dimana rangkaian kontrol dan rangkaian daya ini dirancang untuk menjalankan fungsi system sesuai dengan deskripsi kerja.

1) Jenis penghantar

Pengahantar ialah suatu benda yang berbentuk logam ataupun non logam yang bersifat konduktor atau dapat mengalirkan arus listrik dari satu titik ke titik yang lain. Penghantar dapat berupa kabel ataupun berupa kawat penghantar.

Kabel ialah pengahantar yang dilindungi dengan isolasi dan keseluruhan inti dilengkapi dengan selubung pelindung bersama, contohnya ialah kabel NYM, NYA dan sebagainya

Sedangkan kawat penghantar ialah pengahantar yang tidak diberi isolasi contohnya ialah *BC (bare conductor)*, penghantar berlubang (*hollow conductor*), *acsr (alluminium conductor stell reinforced)*, dsb.

Secara garis besar, penghantar dibedakan menjadi dua macam, yaitu:

- a. Penghantar berisolasi - dapat berupa kawat berisolasi atau kabel, batasan kawat berisolasi adalah rakitan penghantar tunggal, baik serabut maupun pejal yang diisolasi (NYA, NYAF, dsb.)

Batasan kabel ialah rakitan satu penghantar atau lebih, baik itu penghantar serabut ataupun pejal, masing – masing diisolasi dan keseluruhannya diselubungi pelindung bersama.

- b. Penghantar Tidak berisolasi - merupakan pengahantar yang tidak dilapisi oleh isolator, contoh penghantar tidak berisolasi *BC (bare conductor)*. Jenis – jenis isoalsi yang dipakai pada penghantar listrik meliputi isolasi dari *PVC (Poly Vinyl Chlorid)*.

2) Jenis Kabel

Dilihat dari jenisnya, penghantar dapat dibedakan, yaitu :

- a. Kabel instalasi – biasa digunakan pada instalasi penerangan, jenis kabel yang banyak digunakan dalam instalasi bangunan untuk pemasangan tetap ialah NYA dan NYM.
- b. Kabel Fleksibel - biasanya digunakan untuk peralatan yang sifatnya tidak tetap atau berpindah – pindah, dan ditempat kemungkinan adanya gangguan mekanis atau getaran dengan peralatan yang harus tahan terhadap tarikan dan gesekan.

3) Pemilihan Penghantar

dalam pemilihan jenis penghantar yang akan digunakan dalam suatu instalasi dan luas penghantar yang akan dipakai dalam instalasi tersebut ditentukan berdasarkan 6 pertimbangan :

- a. Kemampuan Hantar Arus - untuk menentukan luas penampang penghantar yang diperlukan maka, harus ditentukan berdasarkan atas arus yang melewati penghantar tersebut. Arus nominal yang melewati suatu penghantar dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan (1), (2), (3).

Untuk arus searah (DC) $I = \frac{P}{V} \text{ A}$ (1)

Untuk arus bolak balik 1 fasa $I = \frac{P}{V \times \text{Cos } \varphi} \text{ A}$ (2)

Untuk arus bolak balik 3 fasa $I = \frac{P}{\sqrt{3} \times V \times \text{Cos } \varphi} \text{ A}$ (3)

Dimana :

I = Arus nominal (A)

P = Daya aktif (W)

V = Tegangan (V)

Cos φ = Faktor daya

Kemampuan hantar arus yang dipakai dalam pemilihan penghantar adalah 1,25 kali arus nominal yang melewati penghantar tersebut. Karena KHanya sudah diketahui, maka tinggal menyesuaikan dengan table data hasil pengukuran untuk mencari luas penampang yang diperlukan.

- b. Susut Tegangan - Susut tegangan merupakan rugi yang diakibatkan resistansi dan reaktansi pada kabel penghantar. Kerugian tegangan atau susut tegangan dalam saluran tenaga listrik adalah berbanding lurus dengan panjang saluran dan beban, berbanding terbalik dengan penampang saluran. Kerugian ini dalam persen ditentukan dalam batas - batas tertentu. Misalnya di PT. PLN berlaku pada tegangan 5%,-10 % dari tegangan pelayanan. Rugi tegangan biasanya dinyatakan dalam satuan persen % dalam tegangan kerjanya yaitu:

$$\Delta U (\%) = \frac{\Delta U \times 100\%}{V} \quad (4)$$

Untuk menentukan rugi tegangan berdasarkan luas penampang dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

Untuk arus searah, penampang minimum :

$$\Delta U = \frac{2 \times l \times I}{x \times A} \quad (5)$$

Untuk arus bolak – balik 1 fasa, penampang minimum :

$$\Delta U = 2 \times I \times l (RL\cos\phi + XL\sin\phi) \quad (6)$$

Untuk arus bolak – balik 3 fasa, penampang minimum :

$$\Delta U = \sqrt{3} \times I \times l (RL\cos\phi + XL\sin\phi) \quad (7)$$

Dimana :

ΔU = rugi tegangan dalam penghantar (V)

I = kuat arus dalam penghantar (A)

L = jarak dari permulaan penghantar sampai ujung (m)

Pada PUIL 2000 disebutkan bahwa susut tegangan antara PHB utama dan setiap titik beban tidak boleh lebih dari 5% dari tegangan PHB utama bila semua kabel penghantar instalasi dilalui arus maksimum yang ditentukan (arus nominal pengaman). Kabel penghantar yang digunakan harus memenuhi persyaratan kemampuan hantar arus yang ditentukan dan rugi tegangan yang yang diijinkan.

- c. Kondisi Suhu - Setiap penghantar memiliki resistansi (R), jika penghantar tersebut di aliri oleh

arus maka terjadi rugi – rugi I^2R , yang kemudian rugi – rugi tersebut menjadi panas, jika dialiri dalam waktu yang lama ada kemungkinan terjadinya kerusakan pada penghantar tersebut, oleh karena itu dalam pemilihan penghantar factor koreksi juga harus diperhitungkan.

- d. Kondisi Lingkungan - Dalam pemilihan jenis penghantar yang akan digunakan, harus disesuaikan dengan kondisi dan tempat penghantar tersebut akan ditempatkan atau dipasang. Apakah penghantar tersebut akan ditanam dalam tanah atau dipasang melewati udara.
- e. Kekuatan Mekanis - Penentuan luas penampang penghantar kabel juga harus diperhitungkan apakah adanya kemungkinan adanya kekuatan mekanis ditempat pemasangan kabel itu besar atau tidak, dengan demikian dapat diperkirakan besar kekuatan mekanis yang mungkin terjadi pada kabel tersebut.
- f. Kemungkinan Perluasan - Setiap instalasi listrik yang dirancang dan dipasang dengan perkiraan adanya penambahan beban di masa yang akan datang, oleh karena itu luas penampang penghantar harus dipilih lebih besar minimal satu tingkat diatas luas penampang sebenarnya, tujuannya adalah jika dilakukan penambahan beban maka penghantar tersebut masih mencukupi dan susut tegangan yang akan terjadi akan kecil.

4) Pengaman

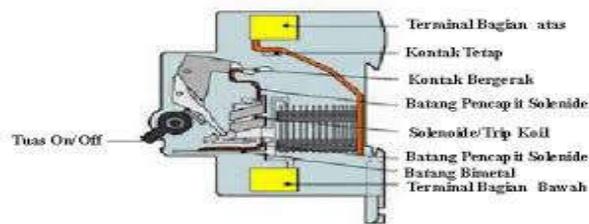
Pengaman adalah suatu peralatan listrik yang digunakan untuk melindungi komponen listrik dari kerusakan yang diakibatkan oleh gangguan seperti arus beban lebih ataupun arus hubung singkat.

Fungsi dari pengaman dalam distribusi tenaga listrik adalah :

- isolasi, yaitu untuk memisahkan instalasi atau bagiannya dari catu daya listrik untuk alasan keamanan.
- Kontrol, yaitu untuk membuka atau menutup sirkuit instalasi selama kondisi operasi normal untuk tujuan operasi perawatan.
- Proteksi, yaitu untuk pengaman kabel, peralatan listrik dan manusianya terhadap kondisi tidak normal seperti beban lebih, hubung singkat dengan memutuskan arus gangguan dan mengisolasi gangguan yang terjadi.

1) Mini Circuit Breaker (MCB)

Gambar 1 menjelaskan bagian – bagian yang terdapat pada MCB. Pada MCB terdapat dua jenis pengaman yaitu secara thermis dan electromagnetis,



Gambar 1. Bagian-bagian MCB

pengaman thermis berfungsi untuk mengamankan arus beban lebih sedangkan

pengaman electromagnetis berfungsi untuk mengamankan jika terjadi hubung singkat.

MCB dalam kerjanya membatasi arus lebih menggunakan gerakan dwilogam untuk memutuskan rangkaian. Dwilogam ini akan berkerja dari panas yang diterima oleh karena energy listrik yang timbul.

2) *Modeled Case Circuit Breaker (MCCB)*

MCCB merupakan sebuah pemutus tenaga yang memiliki fungsi sama dengan MCB, yaitu mengamankan peralatan dan instalasi listrik saat terjadi hubung singkat dan membatasi kenaikan arus karena kenaikan beban. Hanya saja yang membedakan MCCB dengan MCB adalah casingnya, dimana untuk MCB tiga fasa memiliki casing dari tiga buah MCB satu fasa yang kopel secara mekanis. Sementara MCCB memiliki tiga buah terminal fasa dalam satu casing yang sama. Itulah sebabnya MCCB dikenal sebagai *Modeled Case Circuit Breaker*.

5) *Penerangan*

Instalasi Listrik dibedakan menjadi dia macam. Yaitu :

- a. Instalasi Daya : Rangkaian listrik yang biasanya digunakan pada kebutuhan daya. Misalnya trafo distribusi, motor listrik, AC dan lainnya.
- b. Instalasi Penerangan : Rangkaian listrik yang biasanya digunakan pada beban-beban penerangan.

Berdasarkan keserasian kerja :

- a. Menghindari bahaya yang dapat ditimbulkan akibat tegangan sentuh dan kejutan arus yang dapat mengancam keselamatan manusia.
- b. Untuk menciptakan suatu system instalasi yang dapat diandalkan tingkat keamanannya.
- c. Untuk menghindari kerugian – kerugian yang dapat ditimbulkan akibat kebakaran yang disebabkan oleh kegaglan suatu perancangan.

Berdasarkan perencanaan, maka ketentuan yang diprlakukan :

- a. Penggunaan isolasi penghantar untuk arus bolak balik.

Fasa 1 (R) berwarna merah

Fasa 2 (S) berwarna kuning

Fasa 3 (T) berwarna hitam

Netral (N) berwarna biru

Pentahanan (PE) berwarna hijau loreng kuning

- b. Kotak kontak harus dipasang pada dinding / tembok kurang lebih 1,2 m diatas permukaan lantai.
- c. Saklar (pelayanan) harus dipasang pada dinding / tembok sekurang kurangnya 1,2 m diatas permukaan lantai. Hal ini sesuai dengan semua pemutus daya harus mempunyai daya pemutus sekurang kurangnya sama dengan arus hubung singkat yang dapat terjadi pada system instalasi tersebut.

II. PERENCANAAN PENATAAN DAN PENGEMBANGAN INSTALASI TENAGA LISTRIK FAKULTAS TEKNIK UNSRAT

A. *Pengambilan dan pengumpulan data*

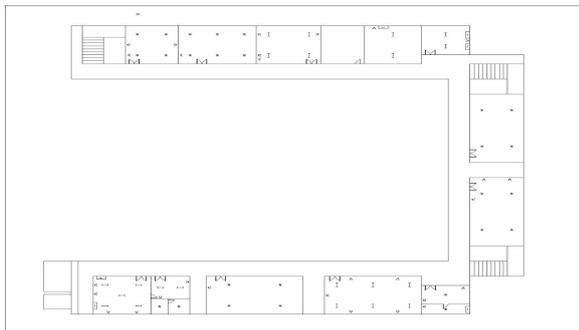
Data – data yang diperlukan akan diambil dengan cara melakukan studi lapangan dalam hal ini survey panel serta ruangan dimana penulis menemukan masalah ini dengan didukung teori dari studi pustaka yang menyangkut tentang instalasi listrik yang dilakukan penulis. Data yang dimaksud adalah :

- 1) Beban ruangan
- 2) Panel
- 3) Jaringan
- 4) Pembagian beban

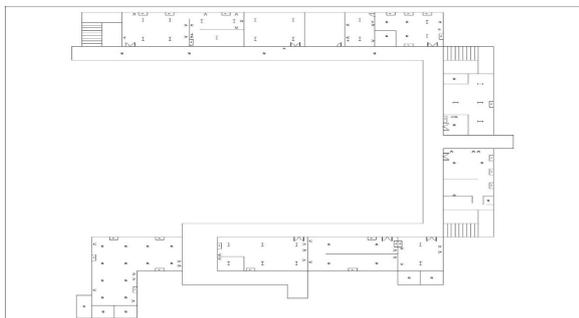
B. *Perencanaan Rancangan*

langkah – langkah yang dilakukan sebagai berikut :

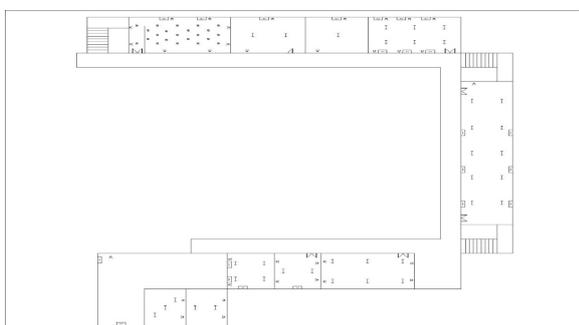
- 1) Menentukan luas penghantar yang diperlukan
- 2) Membuat *single line diagram*
- 3) Membuat denah bangunan
- 4) Pengukuran panel



Gambar 2. Sketsa Bangunan Utama Fakultas Teknik UNSRAT Lantai 1



Gambar 3. Sketsa Bangunan Utama Fakultas Teknik UNSRAT Lantai 2



Gambar 4. Sketsa Bangunan Utama Fakultas Teknik UNSRAT Lantai 3

C. Deskripsi Bangunan

Objek dari instalasi listrik ini adalah bangunan utama Fakultas Teknik Sam Ratulangi (UNSRAT) Manado Sulawesi Utara. Bangunan ini terdiri dari beberapa bagian bangunan yang dipisahkan tiap jurusan yang ada di fakultas teknik. Tiap bangunan memiliki variasi jumlah tingkat yang berbeda beda.

Peralatan yang dipakai pada keseluruhan bangunan ini diantaranya pendingin ruangan (*ac*), jaringan telepon, jaringan LAN komputer & internet, pompa air, meja dan alat praktikum, dan lainnya.

TABEL I
KONDISI BEBAN LANTAI 1 BANGUNAN UTAMA FAKULTAS TEKNIK

No.	Ruangan	Beban (Watt)				Total Daya
		Lampu Penerangan TL	Pijar	AC	Stop Kontak (200)	
1.	R. Kuliah 1		4 x 18		4	872
2.	R. Kuliah		6 x 18		4	908
3.	R. Kuliah		4 x 18		3	672
4.	R. Kuliah		4 x 18		3	672
5.	R. Kuliah		4 x 18		1	272
6.	Lab	6 x 36			5	1216
7.			2 x 18	1 x 1/2 Pk	5	1436
8.	R. Wakil Dekan 3	7 x 36	3 x 18	2 x 1/2 Pk	6	2306
9.	7	2 x 36			1	272
10.	8	4 x 36			4	944
11.	9	2 x 36		1 x 1/2 Pk	2	872
12.	10	2 x 36			1	272
Total Daya (Watt)						10714

TABEL II
KONDISI BEBAN LANTAI 2 BANGUNAN UTAMA FAKULTAS TEKNIK

No	Ruangan	Beban (Watt)					Total Daya
		Lampu Penerangan TL	Pijar	AC	Kipas Angin	Stop Kontak (200)	
1.	R. Dekan	4 x 36	1 x 18	3 x 1 Pk		5	3562
2.	R. WD 1	5 x 36	1 x 18	4 x 1/2 Pk		4	2598
3.	R. WD 2	2 x 36	2 x 18	2 x 1/2 Pk		4	1708
4.		4 x 36	4 x 18	2 x 1/2 Pk	2	6	2294
5.	R. Dekanat	6 x 36		2 x 1/2 Pk	2	8	2766
6.	R. Guru besar		15 x 18	5 x 1/2 Pk		5	2270
7.	Kantor Jurusan Ars/PWK	2 x 36	4 x 18	6 x 1/2 Pk		4	3344
8.	1	2 x 36				2	472
9.	Lab. Komputer	4 x 36		2 x 1/2 Pk		4	1744
10.	Kepala Jurusan Elektro	4 x 36				4	944
11.	Kantor Jurusan Elektro	7 x 36		3 x 1/2 Pk		5	2452
12.	Perpustakaan	12 x 36	22 x 18	16 x 1/2 Pk	7	12	10153
Total Daya (Watt)						34307	

TABEL III
KONDISI BEBAN LANTAI 3 BANGUNAN UTAMA FAKULTAS TEKNIK

No	Ruangan	Beban (Watt)				Total Daya
		Lampu Penerangan TL	Pijar	AC	Kipas Angin	
1	R. Sidang	10 x 36		9 x 1/2 Pk	3	4585
2	R. Kuliah 1	6 x 36			4	1016
3	R. Kuliah 2	2 x 36		1 x 1/2 Pk	1	672
4		4 x 36		3 x 1/2 Pk	3	1944
5	PWK			2 x 1/2 Pk	1	1000
6		2 x 36			2	472
7		3 x 36			1	308
8	1	6 x 36	2 x 18	6 x 1/2 Pk	7	4052
9	2	1 x 36	1 x 18	1 x 1/2 Pk	2	854
10	3	2 x 36		1 x 1/2 Pk	2	872
11	R. E - Learning		21 x 18	4 x 1/2 Pk	8	3578
Total Daya (Watt)						19353

D. Kondisi Bangunan Dan Daya Ruang

Kondisi bangunan ini dimaksudkan untuk mengetahui kondisi beban yang akan dilayani dari setiap ruang yang terdapat dalam gedung fakultas teknik UNSRAT. Dengan membuat table kondisi bangunan ini, kita dapat mengetahui beban-beban yang dilayani dari setiap ruangan dalam setiap gedung, sehingga dapat diketahui pula jumlah beban (daya) yang dilayani dari sebuah gedung, yang merupakan penjumlahan dari total beban yang dilayani dari setiap ruangan dalam bangunan tersebut. Pembuatan table

kondisi bangunan ini dapat membantu dalam proses perancangan ataupun pengembangan instalasi tenaga listrik bangunan tersebut. Gambar dan Tabel yang dimaksud dapat dilihat pada gambar 2, 3, 4 serta tabel I, II, dan III.

A. Pemilihan Penghantar

Pemilihan penghantar ini dimaksudkan supaya penggunaan penghantar yang akan digunakan nanti tepat sasaran. Karena disetiap penghantar (kabel) terdapat tanda pengenal atau spesifikasi, maka daripada itu disarankan terlebih dahulu untuk melihat permukaan kabel yang ada :

- 1) Tanda pengenal seperti SNI, IEC, ataupun SPLN
- 2) Tanda pengenal produsen
- 3) Jumlah serta diameter Penghantar

Spesifikasi kabel ini dapat dilihat dalam PUIL 2000.

a) Perhitungan Luas Penampang Penghantar

Untuk menghindari terjadinya kerusakan pada sebuah penghantar, maka luas penampang penghantar harus diperhitungkan dengan teliti. Penampang bahan sambungan harus sesuai dengan ketentuan pemakaian bahan (jumlah inti, luas penampang penghantar, jenis bahan). Arus yang melalui penghantar yang melebihi kapasitas KHAnya dapat mengakibatkan kerusakan pada penghantar.

Untuk mendapatkan nilai KHA pada sebuah penghantar, maka harus didapatkannya nilai arus maksimumnya dahulu yang mengalir pada sebuah penghantar.

TABEL IV
PENENTUAN KHA DAN PENGAMAN PANEL LANTAI 1

No.	Ruangan	P	V	Cos φ	In (A)	KHA	Penghantar (mm ²)	Pengaman (A)
1	R. Kuliah 1	872	220	0,85	4,66	5,82	1,5	6
2	R. Kuliah 2	908	220	0,85	4,85	6,06	1,5	8
3	R. Kuliah 3	672	220	0,85	3,89	4,86	1,5	6
4	R. Kuliah 4	672	220	0,85	3,89	4,86	1,5	6
5	R. Kuliah 5	272	220	0,85	1,45	1,81	1,5	2
6	Lab	1216	220	0,85	6,50	8,12	1,5	10
7		1036	220	0,85	5,54	6,92	1,5	8
8	R. Wakil Dekan 3	1506	220	0,85	8,05	10,06	1,5	12
9	7	272	220	0,85	1,45	1,81	1,5	2
10	8	944	220	0,85	5,04	6,3	1,5	8
11	9	872	220	0,85	2,52	2,81	1,5	4
12	10	272	220	0,85	1,45	1,81	1,5	2

Contoh

Perhitungan penghantar panel utama lantai 1 (R. Kuliah 1)

Beban yang dipakai pada R. Kuliah 1 yaitu 4 lampu pijar 18W, 4 stop kontak dengan beban per satuannya adalah 200W, dengan total beban 872 Watt maka :

$$I = \frac{P}{V \times \text{Cos } \varphi} \rightarrow (\text{Cos } \varphi = 0,85)$$

$$I = \frac{872}{220 \times 0,85} \quad I = 4,66 \text{ A}$$

Arus nominalnya ialah 4,66 A. maka arus nominal KHA akan diperoleh :

$$\text{KHA} = 1,25 \times \text{In}$$

$$\text{KHA} = 1,25 \times 4,66 = 5,82 \text{ A}$$

Dari perhitungan ini, maka ukuran penghantar yang diperoleh ialah NYM 1,5 mm².

TABEL V
PENENTUAN KHA DAN PENGAMAN PANEL LANTAI 2

No	Ruangan	P	V	Cos φ	In (A)	KHA	Penghantar (mm ²)	Pengaman (A)
1	R. Dekan	1162	220	0,85	6,21	7,76	1,5	8
2	R. WD 1	998	220	0,85	5,33	6,66	1,5	8
3	R. WD 2	908	220	0,85	4,85	6,06	1,5	8
4		1566	220	0,85	8,37	10,46	1,5	12
5	R. Dekanat	2038	220	0,85	10,89	13,62	1,5	14
6	R. Guru besar	1270	220	0,85	6,79	8,84	1,5	10
7	R. Kajar Ars/Pnk	944	220	0,85	5,04	6,3	1,5	8
8	1	472	220	0,85	2,52	3,15	1,5	4
9	2	236	220	0,85	1,26	1,57	1,5	2
10	R. Kepala Jurusan Elektro	944	220	0,85	5,04	6,3	1,5	8
11	R. Jurusan Elektro	1252	220	0,85	6,69	8,36	1,5	10
12	Perpustakaan	3753	220	0,85	20,06	25,08	4	26

TABEL VI
PENENTUAN KHA DAN PENGAMAN PANEL LANTAI 3

No	Ruangan	P	V	Cos φ	In (A)	KHA	Penghantar (mm ²)	Pengaman (A)
1	R. Sidang	985	220	0,85	5,26	6,58	1,5	8
2	R. Kuliah 1	1016	220	0,85	5,43	6,78	1,5	8
3	R. Kuliah 2	272	220	0,85	1,45	1,81	1,5	2
4		744	220	0,85	3,97	4,96	1,5	6
5	PWK	200	220	0,85	1,06	1,32	1,5	2
6		472	220	0,85	2,52	3,15	1,5	4
7		308	220	0,85	1,64	2,05	1,5	4
8	1	1652	220	0,85	8,83	11,03	1,5	12
9	2	864	220	0,85	4,62	5,77	1,5	6
10	3	472	220	0,85	2,52	3,15	1,5	4
11	R. E-Learning	2356	220	0,85	12,59	15,73	1,5	16

Pada perhitungan ini, AC dipisahkan dikarenakan AC memiliki pengaman dan penghantar sendiri.

KHA penghantar utama = KHA terbesar + Arus nominal

KHA terbesar = $1,25 \times I_n$

$$\rightarrow I = \frac{P}{V \times \cos \varphi} \rightarrow (\cos \varphi = 0,85)$$

$$I = \frac{9114}{220 \times 0,85} = 48,73 \text{ A}$$

$$= 1,25 \times 48,73 = 60,91 \text{ A}$$

Spesifikasi untuk ruangan yang ada pada lantai 1, 2, dan 3 dapat dilihat pada tabel IV, V, VI.

- Perhitungan ukuran penghantar utama (Panel Utama),

Untuk menentukan nilai penghantar pada panel utama, maka kita harus mengetahui :

- 1) KHA Terbesar Bangunan Utama Fakultas Teknik (terdiri dari 3 lantai)
- 2) Arus nominal

Dari hasil survey dan data yang didapat, maka KHA terbesar terdapat pada lantai 2 (total beban paling besar), yaitu :

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \times V \times \cos \varphi} \rightarrow (\cos \varphi = 0,85)$$

$$I_n = \frac{34307}{380\sqrt{3} \times 0,85} \rightarrow I_n = 61,32 \text{ A}$$

Arus nominal pada lantai 2 adalah 61,32 A. dari arus nominal ini didapatkan KHA sebesar :

$$KHA = 1,25 \times 61,32 = 76,65 \text{ A}$$

Sesuai dengan data yang diperoleh, maka penghantar yang akan digunakan adalah NYM 3 x 16 mm².

In Lantai 1 :

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \times V \times \cos \varphi} \rightarrow (\cos \varphi = 0,85)$$

$$I_n = \frac{10714}{380\sqrt{3} \times 0,85} \rightarrow = 19,19 \text{ A}$$

In Lantai 3 :

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \times V \times \cos \varphi} \rightarrow (\cos \varphi = 0,85)$$

$$I = \frac{19353}{380\sqrt{3} \times 0,85} \rightarrow = 34,59 \text{ A}$$

- Perhitungan ukuran penghantar utama (Panel Utama),

KHA Penghantar Utama = KHA terbesar + Arus nominal.

$$= 76,65 + (19,19 + 34,59)$$

$$= 130,43 \text{ A}$$

Dari data yang diperoleh, maka penghantar yang akan digunakan adalah NYM 50 mm².

b) Perhitungan Susut Tegangan

Susut tegangan atau drop tegangan dimana pada penyaluran tenaga listrik dari suatu sumber ke beban pada suatu instalasi, akan terjadi suatu perbedaan tegangan di sisi sumber dan tegangan di sisi beban. Dimana tegangan sisi sumber lebih besar dari pada tegangan sisi beban. Susut tegangan tidak boleh melebihi 5% dari tegangan pengenal diterminal konsumen.

Nilai Maksimal susut tegangan yang di pakai adalah 5%, jadi :

$$\text{System 1 fasa} : \Delta U = \frac{\Delta U}{100\%} U_n = \frac{5\%}{100\%} 220 = 11 \text{ V}$$

$$\text{System 3 fasa} : \Delta U = \frac{\Delta U}{100\%} U_n = \frac{5\%}{100\%} 380 = 19 \text{ V}$$

Rugi tegangan berdasarkan luas penampang untuk arus bolak balik 3 fasa :

$$\Delta U = \sqrt{3} \times I \times l (R L \cos \varphi + X L \sin \varphi)$$

Contoh

Perhitungan untuk jarak beban terjauh dari panel utama yang ada di lantai 1 ke panel yang terhubung di lantai 3

$\cos \phi = 0.85$ kabel NYY 6 mm².

$$l = 20 \text{ m} = 0.02$$

$$I = \rightarrow i_n = \frac{19353}{380\sqrt{3} \times 0.85} = 34,59 \text{ A}$$

$$R L \cos \phi + X L \sin \phi = 2,96 \Omega/\text{km}$$

$$\Delta U = \sqrt{3} \times I \times l (R L \cos \phi + X L \sin \phi)$$

$$= \sqrt{3} \times 34,59 \times 0,020 \times 2,96$$

$$= 3,542 \text{ V}$$

$$\Delta U = \frac{\Delta U}{U_n} 100\% = \frac{3,542}{380} 100\% = 0,93 \%$$

Jadi, susut tegangan dari panel utama di lantai ke lantai 3 masih sesuai dengan ketentuan PUIL 2000, yaitu 3,542 V atau masih di bawah 5% yaitu 0,93%.

B. Penataan Jaringan Instalasi Tenaga Listrik

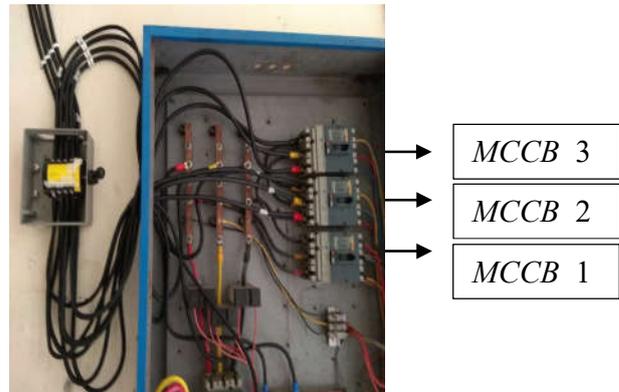
Penataan jaringan listrik ini bertujuan untuk memperbaiki jalur instalasi yang mengalami gangguan atau ketidakseimbangannya pembagian beban.

1. Kondisi Awal Instalasi Listrik Bangunan Utama Fakultas Teknik Unsrat

Dari hasil survey, ditemukan kondisi sekarang pembagian jalur beban dibagi bukan berdasarkan per lantai. Melainkan ada bagian – bagian tertentu. Gambar 5 adalah gambar dari *Main Distribution Panel* (MDP).

Pada gambar 5 adalah panel utama fakultas teknik UNSRAT. Terdapat 3 jalur pembagian beban yaitu *MCCB* 1, *MCCB* 2, dan *MCCB* 3. Berikut adalah pembagian beban dari ketiga *MCCB* tersebut.

- a) *MCCB* 1 : mensuplai daya yang terdapat pada lantai 2 khususnya ruangan kantor jurusan arsitek, kantor jurusan elektro dan juga lantai 3 khususnya ruangan siacad.
- b) *MCCB* 2: mensuplai daya ke ruangan yang terdapat pada lantai 1, ruang Dekan, ruang Wakil Dekan 1 dan juga lantai 3 khususnya ruang siding.
- c) *MCCB* 3: mensuplai daya ke ruangan yang terdapat pada lantai 2 khususnya ruang Wakil Dekan 2, ruang bagian umum dan juga lantai 3 khususnya ruangan PWK. *Perbaikan Panel*



Gambar 5. Panel Utama Bangunan Utama Fakultas Teknik UNSRAT

Pada gambar 5 atau kondisi saat ini, bangunan utama fakultas teknik memiliki 1 panel utama serta 6 sub panel. Dimana pada panel – panel tersebut yang lain sudah tidak tersusun dengan rapih dan tidak teratur lagi. Hal ini mungkin disebabkan pada saat pemasangan tidak memperhatikan syarat dan ketentuan dan mungkin juga disebabkan oleh sambungan – sambungan liar. Untuk itu di perlukan perbaikan agar supaya panel tersebut teratur dan rapih.

Maka dari itu, Untuk memperbaiki Panel tersebut kita harus memperhatikan syarat Mengenai PHB dari PUIL 2000, yaitu :

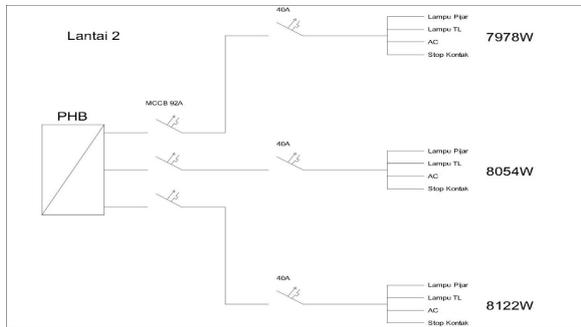
- 1) PHB harus ditata dan dipasang sedemikian rupa sehingga terlihat rapih dan teratur, dan harus ditempatkan dalam ruang yang cukup leluasa.
- 2) PHB harus ditata dan dipasang sedemikian rupa sehingga pemeliharaan dan pelayanan mudah dan aman, dan bagian yang penting mudah di capai.
- 3) Semua komponen yang pada waktu kerja memerlukan pelayanan, seperti instrumen ukur, tombol dan sakelar, harus dapat dilayani dengan mudah dan aman dari depan tanpa bantuan tangga, meja atau perkakas yang tidak lazim lainnya.
- 4) Penyambungan saluran masuk dan saluran keluar pada PHB harus menggunakan terminal sehingga penyambungannya denggan komponen dapat dilakukan dengan mudah, teratur dan aman. Ketentuan ini tidak berlaku bila komponen tersebut letaknya dekat saluran keluar atau saluran masuk.
- 5) Terminal kabel kendali harus ditempatkan terpisah dari terminal saluran daya

- 6) Beberapa PHB yang letaknya berdekatan dan disuplai oleh sumber yang sama sedapat mungkin ditata dalam satu kelompok.
- 7) PHB tegangan rendah atau bagiannya, yang masing – masing disuplai oleh sumber yang berlainan harus jelas terpisah dengan jarak sekurang – kurangnya 5 cm.
- 8) Komponen PHB harus ditata dengan memperhatikan keadaan di Indonesia dan dipasang sesuai dengan petunjuk pabrik pembuat.

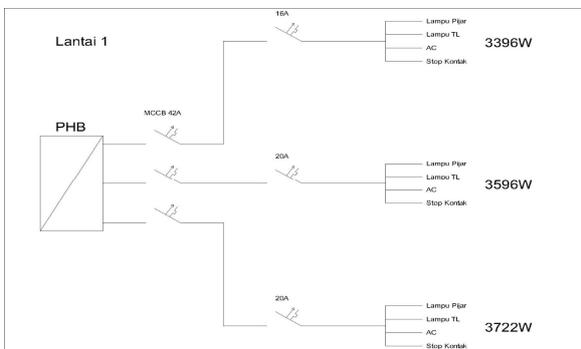
C. Keseimbangan Beban

Keseimbangan beban tiap fasa diperlukan agar supaya gangguan dapat diminimalisir. Maka dari itu diperlukan pembagian beban agar supaya jika terjadi gangguan di grup satu, grup lain takkan mengganggu sistem secara keseluruhan. Hal itu juga dapat mempermudah pemasangan, perbaikan maupun pengoperasian.

Dari data yang didapatkan, ada beberapa ruangan yang memiliki beban yang tidak seimbang antar fasa. Untuk itu, penulis membuat diagram rekapitulasi daya dengan mencoba menyeimbangkan beban tiap fasa dari data yang sudah didapatkan.



Gambar 6. Diagram Satu Garis Incoming



Gambar 7. Diagram Satu Garis Lantai 1

1) *Single Line Incoming*

Gambar 6 merupakan gambar diagram satu garis dari pembagian beban dari panel utama. Sumber yang disuplai dari PLN maupun Genset yang masuk ke bangunan utama fakultas teknik. Dimana terdapat panel utama dan tiga panel hubung bagi yang menyuplai ke setiap lantai.

2) *Single Line Lantai 1*

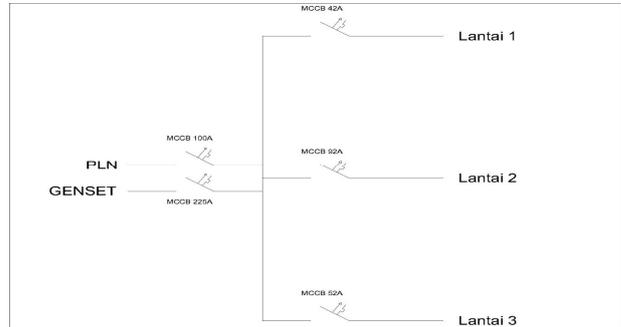
Gambar 7 merupakan panel hubung bagi tiga fasa untuk pemakaian di lantai satu. Setiap fasa terbagi untuk melayani penyaluran beban pada seluruh ruangan yang ada pada lantai satu.

3) *Single Line Lantai 2*

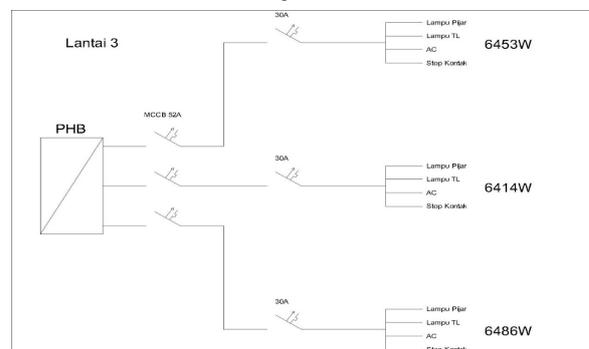
Gambar 8 merupakan panel hubung bagi tiga fasa untuk pemakaian di lantai dua. Setiap fasa terbagi untuk melayani penyaluran beban pada seluruh ruangan yang ada pada lantai dua.

4) *Single Line Lantai 3*

Gambar 9 merupakan panel hubung bagi tiga fasa untuk pemakaian di lantai tiga. Setiap fasa terbagi untuk



Gambar 8. Diagram Satu Garis Lantai 2



Gambar 9. Diagram Satu Garis Lantai 3

melayani penyaluran beban pada seluruh ruangan yang ada pada lantai tiga.

D. Pengembangan Instalasi Tenaga Listrik

Saat ini perkembangan zaman begitu cepat, terlebih khusus di bidang teknologi. , Dimana hampir setiap orang menggunakan perangkat elektronik dan internet dalam melakukan kegiatan sehari hari. Mulai dari telepon seluler, *Air Conditioner (AC)*, Laptop dan computer bahkan sekarang ada teknologi mobil yang bertenaga listrik tanpa bantuan bahan bakar. Tentunya dengan berkembangnya teknologi ini Kebutuhan akan energi terus meningkat. Untuk menghemat energi kita harus mencari solusi agar supaya kecukupan akan energi listrik kita terpenuhi. *Renewable*

energy adalah salah satu caranya. Dengan melihat kondisi lokasi, *Solar cell* bisa dikatakan cocok untuk dimanfaatkan. Namun *solar cell* ini tidak bisa menanggung semua beban yang terpasang dalam instalasi bangunan fakultas Teknik UNSRAT karena memiliki total daya yang sangat besar. Mungkin hanya untuk pemakaian di ruangan belajar mengajar, ruang dosen, serta bagian administrasi. Namun untuk pemakaian dalam praktikum yang menggunakan alat – alat lab yang membutuhkan daya yang lebih besar belum bisa.

1. `Diagram Satu Garis Energi Terbarukan Menggunakan Sistem Solar Cell

Pada gambar 10 adalah gambar satu garis dari rencana pengembangan Instalasi tenaga listrik yang ada pada bangunan fakultas teknik UNSRAT. Selain sumber dari PLN dan Genset, ditambahkan sumber dari pemanfaatan energy terbarukan. Dilihat dari lokasi, *solar cell* mempunyai potensi yang lebih baik dari energi terbarukan lainnya. Namun untuk sumber dari *solar cell* ini hanya mampu untuk menyuplai beban khusus penerangan.

Jalur pembagian ini sudah dikelompokkan menjadi lima bagian. Bagian utama fakultas teknik telah dipisahkan dari ruang belajar mengajar serta laboratorium. Jadi yang ada pada bagina utama fakultas teknik ini hanya Ruang Dekan, Ruang Dosen, ruang Administrasi dan sebagainya. Untuk ruang kantor setiap jurusan telah dipisahkan dari bangunan utama fakultas teknik.



Gambar 10. Diagram Satu Garis energy terbarukan Menggunakan Sistem Solar Cell

III. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

- 1) Pembagian beban pada bangunan utama fakultas teknik UNSRAT tidak teratur dengan benar.
- 2) Pembagian beban untuk masing – masing fasa tidak seimbang
- 3) Penataan kembali dilakukan untuk mendapatkan keseimbangan fasa dan keteraturan dalam pembagian beban.
- 4) Pengembangan dilakukan untuk penggunaan pemanfaatan energy terbarukan yaitu *solar cell*.

B. Saran

- 1) Pengaturan jalur – jalur beban supaya teratur maka haruslah dibuat satu panel untuk satu lantai.
- 2) Pemakaian kabel dengan warna harus juga disesuaikan dengan fasa.
- 3) Bangunan yang dipakai untuk belajar mengajar dipisah dengan bangunan yang dipakai dengan bagian administrasi.
- 4) Sumber daya cadangan seperti energi terbarukan harus bisa dimanfaatkan. Mengingat potensi energi terbarukan di Sulawesi Utara cukup besar.

KUTIPAN

- [1] Dj.L.B.Taruno. (2008). Materi Instalasi Listrik. [on line]. Tersedia di:
<http://staff.uny.ac.id/sites/default/files/pendidikan/dr-djoko-laras-budiyo-taruno/materi-instalasi-listrik>
- [2] Irmansyah, Perancangan instalasi listrik pada rumah dengan daya listrik besar. Universitas Indonesia departemen teknik elektro, 2009.
- [3] M. Neidle “Teknologi Instalasi Listrik”, Erlangga, Jakarta. 1982
- [4] P. Van. Harten, Ir.E. Setiawan, Instalasi Listrik Arus Kuat I, CV. Trimita Mandiri, Bina Cipta. Bandung, 1981
- [5] P. Van. Harten, Ir.E. Setiawan, Instalasi Listrik Arus Kuat II, CV. Trimita Mandiri, Bina Cipta. Bandung. 1991
- [6] Persyaratan Umum Instalasi Listrik, 2000
- [7] Suryatmo, Teknik Listrik Instalasi Penerangan, Rineka Cipta, Jakarta. 2004
- [8] Suryatmo, Dasar-dasar Teknik Listrik, Rineka Cipta, Jakarta. 1996



Andersen Dennis Josua Prok lahir 10 Juli 1994, pada tahun 2012 penulis memulai pendidikan di Fakultas Teknik Universitas Sam Ratulangi Manado di Jurusan Teknik Elektro, dengan mengambil konsentrasi Minat Teknik Tenaga Listrik pada tahun 2014. Dalam menempuh pendidikan penulis juga pernah melaksanakan Kerja Praktek yang bertempat di PT. PLN (Persero) PLTU Amurang 2 x 25MW, pada periode Januari 2016 – Maret 2016 dan selsai melaksanakan pendidikan di Fakultas Teknik Elektro Universitas Sam Ratulangi Manado 2018, minat penelitiannya adalah tentang Penataan Dan Pengembangan Iсталasi Listrik Fakultas Teknik UNSRAT 2017.