

Studi Perencanaan Pemasangan Genset *Emergency* Pada Gedung C Fakultas Teknik Universitas Riau

Dekri Septianto*, Firdaus, Amir Hamzah****

***Alumni Teknik Elektro Universitas Riau**Jurusan Teknik Elektro Universitas Riau**
Kampus Binawidya Km 12,5 Simpang Baru Panam, Pekanbaru 28293
Jurusan Teknik Elektro Universitas Riau
Email: dekriseptianto@yahoo.com

ABSTRACT

Pekanbaru often get a power outage from PLN. It is make disruption of activities and learning process at building C of the Faculty of Engineering University of Riau. At building C of the Faculty of Engineering University of Riau supply of electricity from PLN and genset. Genset installed in the building currently only supplies the third floor of the building. So if the energy supply of PLN is dead then the second floor and the first floor does not get supply of electrical power from the genset.

This study discussed about the needs and usage scheme automatically loads. Analysis of load usage based on need. Results of analysis are used to determine the priority use of the power generator. From the simulation results ETAP 12.6 are that the emergency power requirement of first priority is 12.8 A, second priority is 1.7 A, third priority is 1.5 A, fourth priority is 1.7 A, fifth priority is 1.7 A, sixth priority is 1.9 A, seventh priority is 1.9 A, eighth priority is 5.6 A. The user schema automatically load was simulated using Proteus 8 professional.

Keyword: automatic load usage scheme.

1. PENDAHULUAN

Kota Pekanbaru masih sering mengalami pemadaman aliran listrik dari PLN. Hal ini mengakibatkan terganggunya kegiatan dan proses belajar mengajar di gedung C Fakultas Teknik Universitas Riau.

Di gedung C Fakultas Teknik Universitas Riau suplai energi listriknya dari PLN dan genset. Genset yang terpasang pada gedung saat ini hanya menyuplai lantai tiga pada gedung. Sehingga jika suplai energi listrik dari PLN mati maka lantai dua dan lantai satu tidak mendapat suplai daya listrik dari genset.

Salah satu solusi untuk masalah tersebut diatas adalah dengan memasang genset *emergency*. Di gedung C Fakultas Teknik Universitas Riau yang memerlukan energi listrik yang utama untuk ruangan-ruangan tertentu. Seperti: ruang kuliah, perpustakaan, bagian administrasi fakultas, bagian administrasi jurusan, ruang Dekan, Wakil Dekan, dan jaringan internet. Agar genset yang dipasang sesuai dengan kebutuhan, diperlukan perancangan sistem tenaga dari genset untuk memenuhi kebutuhan energi listrik cadangan pada gedung C Fakultas Teknik Universitas Riau. Pada ruangan-ruangan yang diberi suplai daya cadangan tersebut hanya untuk peralatan tertentu. Untuk fasilitas ruang

kuliah seperti: infokus, komputer atau laptop dan kipas angin. Sedangkan untuk bagian administrasi, perpustakaan, ruang Dekan dan Wakil Dekan, seperti: komputer, printer dan jaringan internet. Karena peralatan ini penting untuk kegiatan yang terus berlangsung.

2. LANDASAN TEORI

2.1 Suplai Daya Listrik

Kebutuhan tenaga listrik pada suatu gedung harus disesuaikan dengan keadaan produktivitas gedung itu sendiri, yang paling penting adalah kontinuitas dan keandalan yang tinggi dalam pelayanannya. Mengingat bahwa tenaga listrik sangat penting dalam proses perkuliahan, maka sumber tenaga listrik ini harus dijaga dari adanya berbagai macam gangguan.

Adapun suplai daya listrik dapat diperoleh dari:

1. Suplai jaringan dari PLN.
2. Pembangkit Listrik Tenaga Diesel (PLTD/GENSET).

Namun demikian, untuk dapat menentukan pilihan dalam penyediaan suplai tenaga listrik perlu dipertimbangkan kondisi kelompok beban yang akan terpasang.

2.2 Suplai Daya Listrik Dari PLN

Untuk menyalurkan tenaga listrik ke konsumen, PLN membangun gardu distribusi di pusat-pusat beban. Di gardu distribusi ini terjadi penurunan tegangan dari tegangan transmisi ketegangan menengah distribusi. Dalam ketentuan pelanggan atau konsumen itu harus memiliki gardu distribusi sendiri.

2.3 Pembangkit Listrik Tenaga Diesel (PLTD/GENSET)

Untuk menjaga kemungkinan terjadi pemutusan aliran listrik dari PLN, maka suatu gedung menyediakan pembangkit listrik sendiri sebagai back-up, biasanya digunakan Pembangkit Listrik Tenaga Diesel (PLTD/GENSET). Namun ada juga suatu gedung/industri yang tidak mempergunakan suplai daya dari PLN, tapi hanya tergantung pada Pembangkit Listrik Tenaga Diesel (PLTD/GENSET).

Pembangkit Listrik Tenaga Diesel (PLTD/GENSET) lebih cocok digunakan untuk back-up dibandingkan dengan jenis pembangkit listrik lain, seperti pembangkit listrik tenaga uap, gas dan sebagainya karena pemeliharaannya dan perawatannya lebih mudah dibandingkan pembangkit listrik lainnya.

Mesin Diesel termasuk mesin dengan pembakaran dalam atau disebut motor bakar ditinjau dari cara memperoleh energi thermalnya. Untuk membangkitkan listrik sebuah mesin diesel menggunakan generator dengan sistem penggerak tenaga diesel atau yang biasa dikenal dengan sebutan Genset (Generator Set) (Herman, 2013).

Ada 2 komponen utama pada Genset, yaitu:

1. *Prime Mover* atau penggerak mula, dalam hal ini mesin diesel/engine.
2. Generator.

Keuntungan pemakaian mesin diesel sebagai *Prime Mover*:

1. *Design* dan instalasi sederhana.
2. *Auxiliary equipment* sederhana.
3. Waktu pembebanan relatif singkat.
4. Konsumsi bahan bakar relatif murah dan hemat.

Kerugian pemakaian mesin diesel sebagai *Prime Mover*:

1. Bobot mesin sangat berat karena harus dapat menahan getaran serta kompresi yang tinggi.
2. *Starting* awal berat, karena kompresinya tinggi yaitu sekitar 200bar.
3. Semakin besar daya maka mesin diesel tersebut dimensinya makin besar pula, hal tersebut menyebabkan kesulitan jika daya mesinnya sangat besar.

2.4 Generator

2.4.1 Defenisi Generator

Generator adalah mesin listrik yang merubah energi mekanik menjadi energi listrik dengan menggunakan prinsip induksi magnet. Yang dimaksud dengan prinsip induksi magnet adalah saat sebuah konduktor digerakkan pada medan magnet sehingga gerakan konduktor memotong flux magnetik, maka pada konduktor akan timbul tegangan. Sehingga listrik yg timbul dalam siklus: positif-nol-negatif-nol (AC). Generator DC membalik arah arus saat tegangan negatif, menggunakan mekanisme cincin-belah, sehingga hasilnya jadi siklus: positif-nol-positif-nol (DC). Pada gedung biasanya digunakan generator AC atau lebih dikenal dengan istilah *alternator*.

Baik pada generator DC maupun AC, konstruksi dasarnya berupa konduktor sebagai penghasil tegangan dan sebuah bagian yang menghasilkan medan magnet. Sebagai representasi dari kedua bagian tersebut, setiap generator pasti memiliki rotor dan stator. Rotor merupakan bagian yang berputar dan stator merupakan bagian yang diam. Pada generator DC, penghasil

tegangan adalah rotor sedangkan pada generator AC, baik rotor maupun stator dapat menghasilkan tegangan.

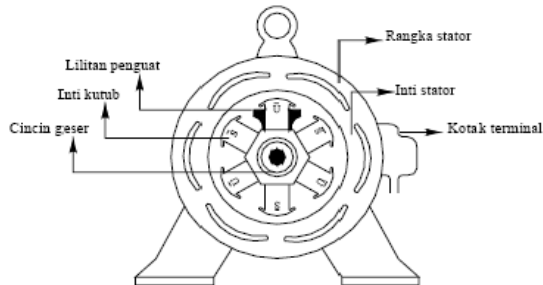
Untuk Generator AC dengan rotor sebagai penghasil tegangan, konstruksi hampir sama dengan generator DC hanya saja tegangan yang dihasilkan tidak disearahkan dengan komutator melainkan langsung dialirkan melalui slipring dan arus penguat dialirkan menuju bagian stator. Generator dengan tipe seperti ini biasanya digunakan untuk memasok kebutuhan listrik yang tidak besar. Untuk generator AC dengan stator sebagai penghasil tegangan, arus penguat dialirkan menuju rotor sehingga saat rotor berputar, terjadi medan putar. Keuntungan sistem ini adalah tegangan yang dihasilkan dapat langsung dihubungkan dengan beban listrik dan dapat mengurangi resiko short circuit karena tidak menggunakan slip ring ataupun sikat arang sebagai pengalir tegangan yang dihasilkan, karena slipring dan sikat arang merupakan komponen yang sulit untuk diisolasi.

Generator terpasang satu poros dengan motor diesel, yang biasanya menggunakan generator sinkron (*alternator*) pada pembangkitan. Generator sinkron terdiri dari dua bagian utama yaitu: sistem medan magnet dan jangkar. Generator ini kapasitasnya besar, medan magnetnya berputar karena terletak pada rotor. Konstruksi generator AC adalah sebagai berikut:

1. Rangka stator
2. Stator
3. Rotor
4. Cincin geser
5. Generator penguat

Pada umumnya generator AC ini dibuat sedemikian rupa, sehingga lilitan

tempat terjadinya GGL induksi tidak bergerak, sedangkan kutub-kutub akan menimbulkan medan magnet berputar. Generator itu disebut dengan generator berkutub dalam, dapat dilihat pada gambar berikut.(Hidayah, 2007).



Gambar 2.3 Konstruksi Generator Berkutub Dalam (Hidayah, 2007)

Secara umum kutub magnet generator sinkron dibedakan atas:

1. Kutub magnet dengan bagian kutub yang menonjol (*salient pole*).
2. Kutub magnet dengan bagian kutub yang tidak menonjol (*non salient pole*).

2.4.2 Cara Kerja Generator

Prinsip kerja dari generator sesuai dengan hukum Lens, yaitu arus listrik yang diberikan pada stator akan menimbulkan momen elektromagnetik yang bersifat melawan putaran rotor sehingga menimbulkan EMF pada kumparan rotor. Tegangan EMF ini akan menghasilkan suatu arus jangkar. Jadi diesel sebagai *prime mover* akan memutar rotor generator, kemudian rotor diberi eksitasi agar menimbulkan medan magnet yang berpotongan dengan konduktor pada stator dan menghasilkan tegangan pada stator. Karena ada dua kutub yang berbeda, utara dan selatan, maka tegangan yang dihasilkan pada stator adalah tegangan bolak-balik.

Generator AC bekerja dengan prinsip induksi elektromagnetik. Generator AC terdiri dari stator yang merupakan elemen diam dan rotor yang merupakan elemen berputar dan terdiri dari belitan-belitan medan. Pada generator AC jangkanya diam sedangkan medan utamanya berputar dan lilitan jangkanya dihubungkan dengan dua cincin geser (Hidayah, 2007).

2.5 Generator Set

2.5.1 Definisi Generator Set

Sesuai dengan prinsip kerja generator, yaitu mengubah energi mekanik menjadi energi listrik, maka diperlukan penggerak untuk memutar rotor generator. Sumber energi mekanik ini dapat berupa turbin uap, turbin air, ataupun motor diesel. Gabungan antara generator dengan penghasil energi mekaniknya disebut dengan generator set.

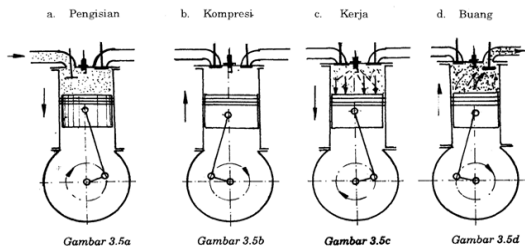
2.5.2 Cara Kerja Generator Set

Prime mover merupakan peralatan yang mempunyai fungsi menghasilkan energi mekanis yang diperlukan untuk memutar rotor generator. Pada mesin diesel penambahan panas atau energi senantiasa dilakukan pada tekanan yang konstan. Pada mesin diesel, piston melakukan 2 langkah pendek menuju kepala silinder pada setiap langkah daya.

1. Langkah ke atas yang pertama merupakan langkah pemasukan dan penghisapan.
2. Langkah kedua merupakan langkah kompresi, Kedua proses ini (1 dan 2) termasuk proses pembakaran.
3. Langkah ketiga merupakan langkah ekspansi dan kerja.
4. Langkah keempat merupakan langkah pembuangan. Kedua

proses terakhir ini (3 dan 4) termasuk proses pembuangan.

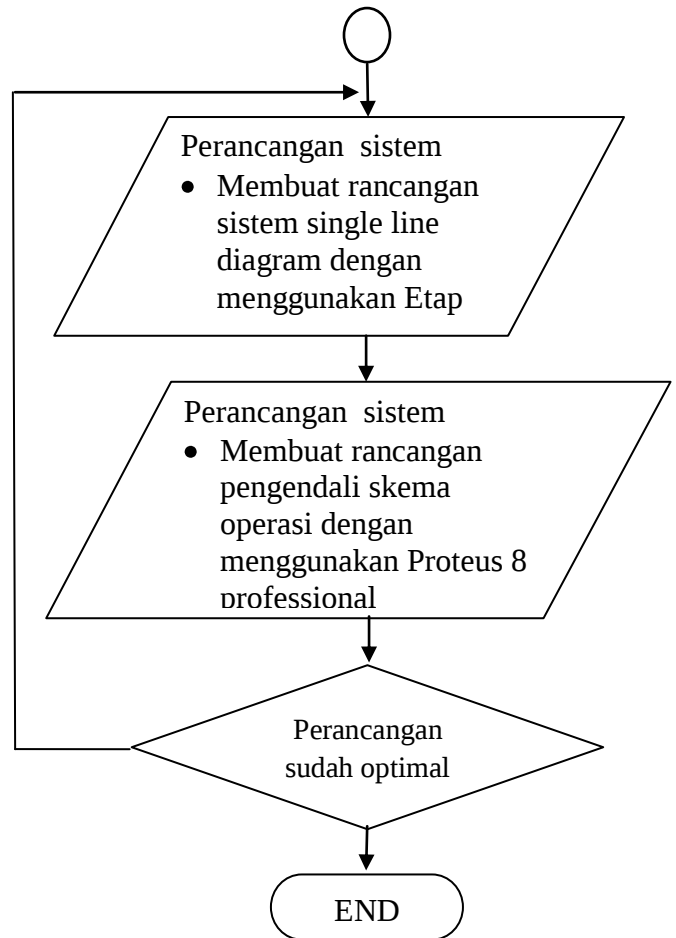
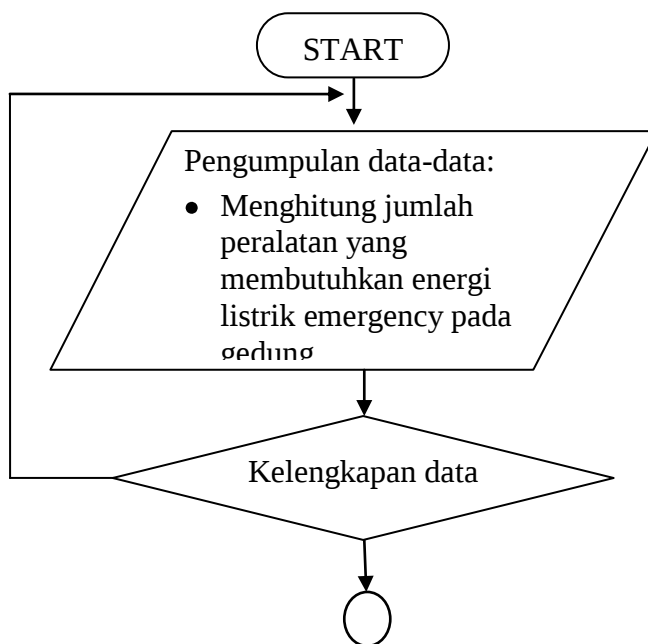
5. Setelah keempat proses tersebut, maka proses berikutnya akan mengulang kembali proses yang pertama, dimana udara dan bahan bakar masuk kembali.



Gambar 2.4 Cara Kerja Mesin Diesel (Hidayah, 2007)

3. METODE PENELITIAN

3.1 Flowchart Penelitian



Gambar 3.1 alur penelitian

3.2 Software Yang Digunakan

3.2.1 ETAP 12.6

ETAP 12.6 merupakan program yang digunakan untuk menganalisa jaringan listrik.

3.2.2 Proteus 8 Professional

Proteus adalah sebuah software untuk mendesain PCB yang juga dilengkapi dengan simulasi PSpice pada level skematik sebelum rangkaian skematik di-upgrade ke PCB sehingga sebelum PCBnya di cetak kita akan tahu apakah PCB yang akan kita cetak apakah sudah benar atau tidak.

3.3 Teknik Analisa Data

Data yang diperoleh akan diolah dan dianalisis. Langkah-langkah pengolahan data untuk studi perencanaan pemasangan genset *emergency* gedung C Fakultas Teknik Universitas Riau., yaitu :

1. Menentukan kapasitas daya genset

(3.1) (khairul, 2013)

Ket : P genset = Daya genset

2. Menentukan kapasitas daya minimum genset yang dipakai

—(3.2)

Ket : S = Daya semu

P = Daya

cos = Faktor daya

3. Menentukan kapasitas MCB

-(3.3)

Ket : I = Arus

S = Daya semu

V = Tegangan

4. ANALISA DAN PEMBAHASAN

4.1 Data Beban Terpasang

Setelah dilakukan perhitungan pada gedung, diketahui beban *emergency* terpasang pada lantai 1, lantai 2, dan lantai 3 sebagai berikut:

Lantai tiga sayap kiri	= 3150 W
Lantai tiga sayap kanan	= 3565 W
Lantai dua sayap kiri	= 1715 W
Lantai dua sayap kanan	= 1800 W
Lantai satu sayap kanan	= 2015 W
Lantai satu sayap kiri	= 2930 W
Total	= 15175 W

Untuk menentukan kapasitas daya genset, terlebih dahulu diketahui daya aktif yang digunakan pada gedung.

$$15175 \text{ Watt} \times 125 \%$$

Kebutuhan minimum daya aktif genset yang digunakan setelah melakukan perhitungan adalah 18968,75 watt. Maka dapat ditentukan kapasitas (VA) minimum genset yang akan dipakai.

$$\begin{aligned} &= \frac{18968,75}{\cos \phi} \\ &= 23710,93 \text{ VA} \end{aligned}$$

Dalam penelitian ini, berdasarkan kapasitas daya genset terpasang 10 kVA, maka ditentukan kapasitas MCB sebagai berikut:

$$\begin{aligned} &= \frac{23710,93}{10} \\ &= 2371,093 \text{ A} \end{aligned}$$

4.2 Menentukan Prioritas

4.2.1 Prioritas Satu

Ruangan perkuliahan Fakultas Teknik gedung C Universitas Riau lantai 3 dipilih menjadi prioritas pertama agar tetap terlaksananya proses perkuliahan meski suplai listrik dari PLN padam.

Prioritas satu terdiri dari ruangan perkuliahan Fakultas Teknik gedung C lantai 3 yang memiliki jumlah kelas sebanyak 21 kelas. Yang terdiri dari kelas perkuliahan teknik elektro, teknik mesin, teknik kimia dan teknik sipil.

Beban *emergency* pada tiap ruangan terdiri dari proyektor dan satu buah tusuk kontak untuk laptop. Prioritas satu mempunyai beban total 12,8 A.

4.2.2 Prioritas Dua

Jurusan teknik elektro dan jurusan teknik mesin dipilih menjadi prioritas dua agar pelayanan administrasi pada jurusan bisa tetap berjalan. Pemilihan jurusan teknik elektro dan teknik mesin menjadi prioritas kedua karena mengurutkan ruangan jurusan dari sayap kiri ke sayap kanan.

Beban *emergency* pada prioritas dua terdiri dari 9 unit komputer yang terdapat pada 5 unit di jurusan teknik elektro dan 4 unit di jurusan teknik mesin. Prioritas dua mempunyai beban total 1,7 A.

4.2.3 Prioritas Tiga

Jurusan teknik arsitek, jurusan teknik lingkungan, dan ruang kuliah umum dipilih menjadi prioritas tiga agar pelayanan administrasi pada jurusan bisa tetap berjalan. Pemilihan jurusan teknik arsitek, jurusan teknik lingkungan, dan

ruang kuliah umum menjadi prioritas ketiga karena mengurutkan ruangan jurusan dari sayap kiri ke sayap kanan.

Beban *emergency* pada prioritas tiga terdiri dari 5 unit komputer, proyektor, dan laptop. Unit komputer yang terdapat pada setiap ruangan 2 unit di jurusan teknik arsitek dan 3 unit di jurusan teknik lingkungan. Prioritas tiga mempunyai beban total 1,5 A.

4.2.4 Prioritas Empat

Jurusan teknik sipil, ruang penjamin mutu, dan ruang koordinator dipilih menjadi prioritas empat agar pelayanan administrasi pada jurusan dan kegiatan pada ruangan bisa tetap berjalan. Pemilihan jurusan teknik sipil, ruang penjamin mutu, dan ruang koordinator menjadi prioritas kelima karena mengurutkan ruangan jurusan dari sayap kiri ke sayap kanan.

Beban *emergency* pada prioritas empat terdiri dari 9 unit komputer yang terdapat pada 5 unit di jurusan teknik sipil, 2 unit di ruang koordinator, dan 2 unit di ruang penjamin mutu. Prioritas empat mempunyai beban total 1,7 A.

4.2.5 Prioritas Lima

Jurusan teknik kimia dan ruang seminar utama dipilih menjadi prioritas lima agar pelayanan administrasi pada jurusan dan kegiatan pada ruangan bisa tetap berjalan. Pemilihan jurusan teknik kimia dan ruang seminar utama menjadi prioritas kelima karena mengurutkan ruangan jurusan dari sayap kiri ke sayap kanan.

Beban *emergency* pada prioritas lima terdiri dari 9 unit komputer yang

terdapat pada 6 unit di jurusan teknik kimia, 3 unit di ruang seminar utama. Prioritas lima mempunyai beban total 1,7 A.

4.2.6 Prioritas Enam

Ruang pembantu dekan I,II,III,IV, ruang administrasi tata usaha, dan ruang BPP dipilih menjadi prioritas enam agar pelayanan administrasi dan kegiatan pada ruangan tetap berjalan. Pemilihan untuk prioritas enam berdasarkan kebutuhan ruangan yang ada pada lantai satu.

Beban *emergency* pada prioritas enam terdiri dari 10 unit komputer yang terdapat pada 6 unit administrasi tata usaha, 2 unit di ruang BPP, dan 4 unit di ruang dekan I,II,III,IV. Prioritas enam mempunyai beban total 1,9 A.

4.2.7 Prioritas Tujuh

Ruang tata usaha, ruang dekan, dan ruang DPH dipilih menjadi prioritas tujuh agar pelayanan dan kegiatan pada ruangan tetap berjalan. Pemilihan untuk prioritas enam berdasarkan kebutuhan ruangan yang ada pada lantai satu.

Beban *emergency* pada prioritas tujuh terdiri dari 7 unit komputer, proyektor, dan laptop. Unit komputer yang terdapat pada setiap ruangan 6 unit ruang tata usaha, 1 unit di ruang dekan. Prioritas tujuh mempunyai beban total 1,9 A.

4.2.8 Prioritas Delapan

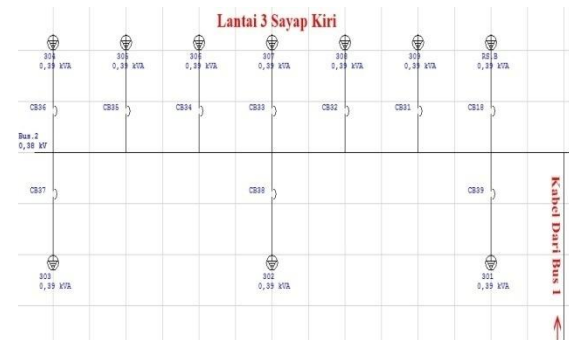
Ruang UPT.TIK, ruang diskusi, ruang labor rekayasa perangkat lunak dan ruang perpustakaan dipilih menjadi prioritas delapan agar pelayanan dan kegiatan pada ruangan tetap berjalan. Pemilihan untuk prioritas enam

berdasarkan kebutuhan ruangan yang ada pada lantai satu.

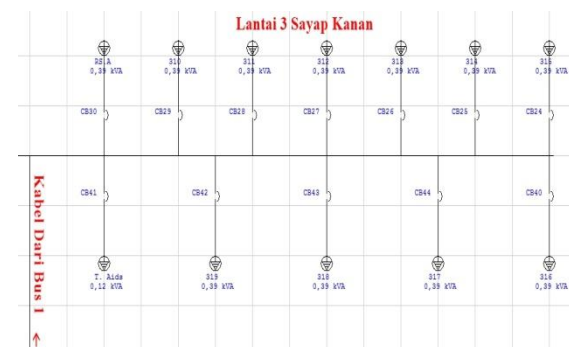
Beban *emergency* pada prioritas delapan terdiri dari 23 unit komputer, proyektor, dan laptop. Unit komputer yang terdapat pada 16 unit ruang labor rekayasa perangkat lunak, 7 unit di ruang perpustakaan. Prioritas delapan mempunyai beban total 5,6 A.

4.3 Rangkaian Simulasi

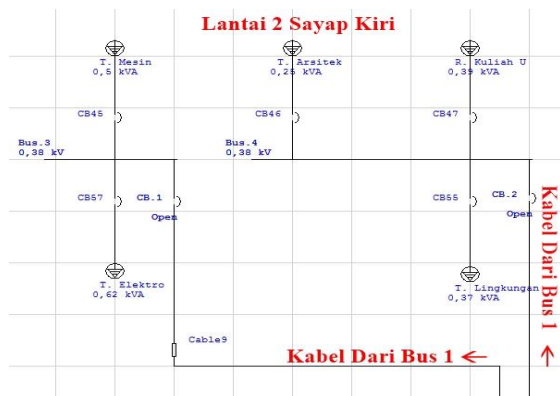
Berikut ini merupakan rangkaian simulasi dari program ETAP *Powerstation* 12.6:



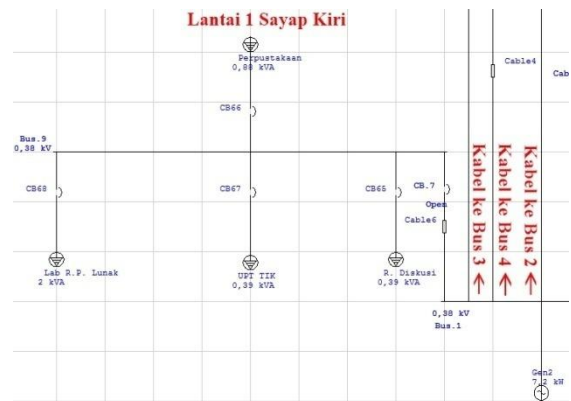
Gambar 4.1 *Single line* diagram prioritas satu lantai tiga sayap kiri



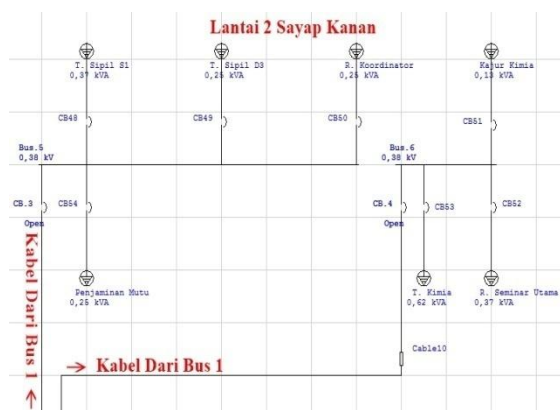
Gambar 4.2 *Single line* diagram prioritas satu lantai tiga sayap kanan



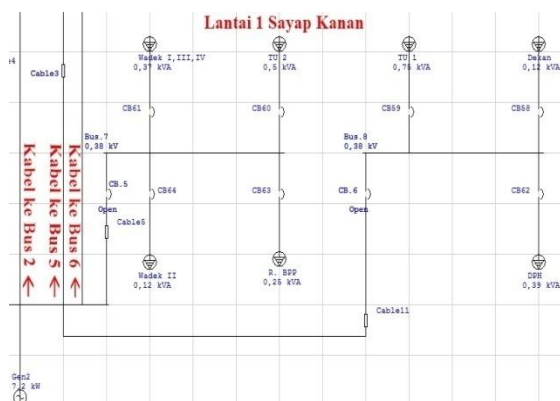
Gambar 4.3 *Single line diagram* prioritas dua dan tiga lantai dua sayap kiri



Gambar 4.6 *Single line diagram* prioritas delapan lantai satu sayap kiri

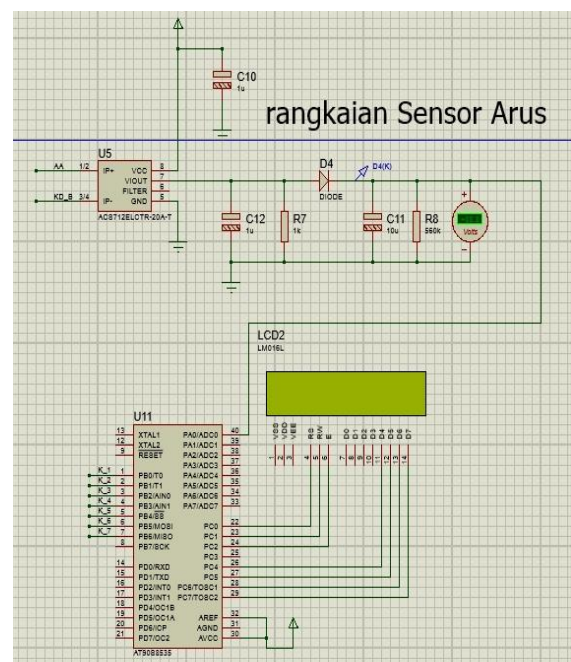


Gambar 4.4 *Single line diagram* prioritas empat dan lima lantai dua sayap kanan

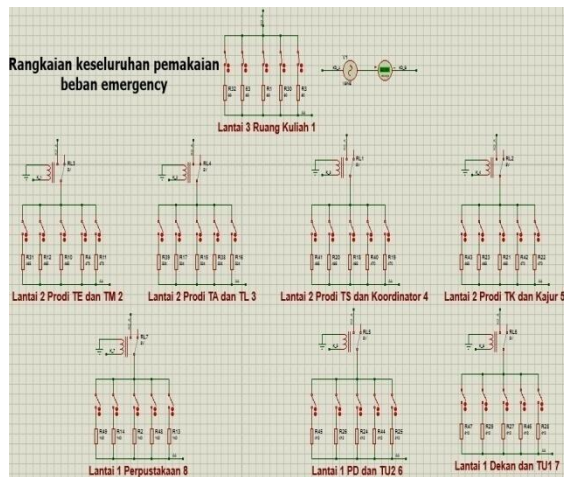


Gambar 4.5 *Single line diagram* prioritas enam dan tujuh lantai satu sayap kanan

Berikut ini merupakan rangkaian simulasi dari program Proteus 8 Professional:



Gambar 4.7 Rangkaian sensor arus



Gambar 4.8 Rangkaian keseluruhan pemakaian beban *emergency*

4.4 Skema Operasi

Di bawah ini merupakan perintah dan bagaimana skema operasi dari simulasi yang akan dijalankan:

1. Relay 1 akan terhubung jika sensor arus membaca nilai kecil dari 11,8 A, dan setelah relay 1 terhubung, maka akan terputus jika sensor arus membaca nilai lebih besar dari 13,5 A.
2. Relay 2 akan terhubung jika sensor arus membaca nilai kecil dari $13,5 \text{ A} - 1,5 \text{ A} = 12 \text{ A}$, dan setelah relay 2 terhubung, maka akan terputus jika sensor arus membaca nilai lebih besar dari 13,5 A.
3. Relay 3 akan terhubung jika sensor arus membaca nilai kecil dari $13,5 \text{ A} - 1,7 \text{ A} = 11,8 \text{ A}$, dan setelah relay 3 terhubung, maka akan terputus jika sensor arus membaca nilai lebih besar dari 13,5 A.
4. Relay 4 akan terhubung jika sensor arus membaca nilai kecil dari $13,5 \text{ A} - 1,7 \text{ A} = 11,8 \text{ A}$, dan setelah relay 4 terhubung, maka akan terputus jika

sensor arus membaca nilai lebih besar dari 13,5 A.

5. Relay 5 akan terhubung jika sensor arus membaca nilai kecil dari $13,5 \text{ A} - 1,9 \text{ A} = 11,6 \text{ A}$, dan setelah relay 5 terhubung, maka akan terputus jika sensor arus membaca nilai lebih besar dari 13,5 A.
6. Relay 6 akan terhubung jika sensor arus membaca nilai kecil dari $13,5 \text{ A} - 1,9 \text{ A} = 11,6 \text{ A}$, dan setelah relay 6 terhubung, maka akan terputus jika sensor arus membaca nilai lebih besar dari 13,5 A.
7. Relay 7 akan terhubung jika sensor arus membaca nilai kecil dari $13,5 \text{ A} - 5,6 \text{ A} = 7,9 \text{ A}$, dan setelah relay 3 terhubung, maka akan terputus jika sensor arus membaca nilai lebih besar dari 13,5 A.
8. Proses pelepasan relay mengikuti urutan prioritas.

5. KESIMPULAN

1. Kebutuhan daya total *emergency* pada gedung C Fakultas Teknik Universitas Riau sebesar 15175 Watt, sedangkan genset hanya mampu menyuplai sebesar 6336 Watt.
2. Prioritas pemakain arus genset pada gedung C Fakultas Teknik Universitas Riau dibagi menjadi delapan prioritas dengan beban total *emergency* : prioritas satu = 12,8 A, prioritas dua = 1,7 A, prioritas tiga = 1,5 A, prioritas empat = 1,7 A, prioritas lima = 1,7 A, prioritas enam = 1,9 A, prioritas tujuh = 1,9 A, prioritas delapan = 5,6 A.

3. Semua prioritas dapat dilayani selama arus genset tidak melebihi 13,5 A.

DAFTAR PUSTAKA

- Panitia PUIL, 2000, Persyaratan Umum Instalasi Listrik 2000 (PUIL 2000). Yayasan PUIL: Jakarta.
- Hidayah Aprilawati, 2007, *Perancangan Unit Instalasi Genset Di PT Aichi Tex Indonesia*, Bandung: Tugas Akhir Politeknik Negeri Bandung.
- R.Enggar Timbul Santosa, Maradu Sibarani, Suropto, Rahmad Widodo, 2012, *Pembuatan Sistem Catu Daya Dengan Automatic main Failure Untuk Ruang Pertemuan Gedung 7-1*, Pusat Rekayasa Perangkat Nuklir-BATAN Kawasan Puspiptek Gd.71, Lt.2 Serpong.
- Herman Hendrawan, ST, Ir. Dede Suhendi, MT, Ir. Yon Rizal, 2013, Analisis Back-up System Sebagai Penyuplai Daya Listrik Di Gedung Bertingkat Bogor Trade Mall (BTM), *jurnal teknik elektro UNPAK*.
- Khairul Hidayat, Yani Ridal, Arzul, 2013, Perancangan ATS (Automatic Transfer Switch) Satu Phasa Dengan Batas Daya Pelanggan Maksimum 4400 VA, *jurnal teknik elektro universitas bung hatta*, Padang.
- Indhana, 2011, Perancangan Sistem Emergency Genset Pada Kapal, *Jurnal Teknik elektro*, Surabaya, *Jurusan Teknik Elektro Industri PENS-ITS*.
- Fathoni Anwar, Agus Trisanto, Yulianto Raharjo, 2013, Model Sistem Dual Energi Dengan Pengendalian

Beban Otomatis Berbasis Mikrokontroler Atmega8535, Lampung, *Jurnal Teknik Elektro Universitas Lampung*.

Riny Sulistyowati, Dedi Dwi Febriantoro, 2012, Perancangan Prototype Sistem Kontrol Dan Monitoring Pembatas Daya Listrik Berbasis Mikrokontroler, Surabaya, *Jurnal Teknik Elektro Institut Adhi Tama Surabaya*.