

TUGAS AKHIR

**ANALISIS KETIDAKSEIMBANGAN BEBAN SISTEM
KELISTRIKAN KAMPUS POLITEKNIK NEGERI
MANADO**

Diajukan untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam menyelesaikan program studi Diploma IV Listrik



Oleh

Alfri Bernal Turumi
NIM : 11 023 003

Dosen Pembimbing

Ir. SamsuTuwongkesong,MT
NIP.19640629 199003 1 001

**KEMENTERIAN RISET TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN
TINGGI POLITEKNIK NEGERI MANADO
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
2015**

TUGAS AKHIR

**ANALISIS KETIDAKSEIMBANGAN BEBAN SISTEM
KELISTRIKAN KAMPUS POLITEKNIK NEGERI
MANADO**



Oleh

Alfri Bernal Turumi
NIM : 11 023 003

**KEMENTERIAN RISET TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN
TINGGI POLITEKNIK NEGERI MANADO
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
2015**

ABSTRAK

Pada system tenaga listrik 3 fase, idealnya daya listrik yang dibangkitkan, disalurkan dan diserap oleh beban semuanya seimbang, dan juga pada tegangan yang seimbang.

Analisis Ketidakseimbangan Beban Sistem Kelistrikan Kampus Politeknik Negeri Manado bertujuan dalam penelitian ini adalah untuk menghitung beban pada masing-masing fase R, S, T dan membandingkan dengan yang terpasang pada Kampus Politeknik Negeri Manado.

Metode yang digunakan dalam perhitungan yaitu menggunakan metode lumen kemudian disesuaikan dengan standar yang berlaku.

Dari hasil yang didapat dengan menggunakan metode lumen dan telah disesuaikan dengan standar, diperoleh beban terpasang pada Kampus Politeknik Negeri Manado tidak seimbang, dan beban terpasang tidak melebihi dengan supply daya. Untuk jurusan Teknik Sipil dan Teknik Elektro beban yang terpasang (kondisi riil) seimbang, sedangkan jurusan Teknik Mesin, Administrasi Bisnis, Akutansi dan Pariwisata tidak seimbang.

Kata kunci : *Ketidakseimbangan Beban Kampus Politeknik Negeri Manado.*

LEMBAR PENGESAHAN

**ANALISIS KETIDAKSEIMBANGAN BEBAN SISTEM
KELISTRIKAN KAMPUS POLITEKNIK NEGERI
MANADO**

Oleh

Alfri Bernal Turumi

NIM : 11 023003

*Tugas Akhir ini telah diterima dan disahkan sebagai persyaratan untuk
menyelesaikan Pendidikan Diploma IV Teknik Elektro
Bidang Keahlian Teknik Listrik
Politeknik Negeri Manado*

Manado, 11 September 2015

Menyetujui :

Ketua Panitia Tugas Akhir,

Dosen Pembimbing,

Fanny J. Doringin, ST,MT
NIP. 19670430 199203 1 003

Ir. Samsu Tuwongkesong, ST,MT
NIP. 19640629 199003 1 001

Ketua Jurusan Teknik Elektro,

Ir. Jusuf Luther Mappadang, ST,MT
NIP. 196106011990031002

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Tuhan Yang Maha Esa karena cintanya yang senantiasa diwujudkan kepada penulis, sehingga penulis bisa menyelesaikan penyusunan laporan Tugas Akhir yang berjudul **“Analisis Ketidakseimbangan Beban Sistem Kelistrikan Kampus Politeknik Negeri Manado”**. Laporan Tugas Akhir ini disusun guna memenuhi sebagian persyaratan kelulusan Diploma IV (D4) Jurusan Teknik Elektro Program Studi Teknik Listrik di Politeknik Negeri Manado.

Menyadari bahwa dalam penyusunan Laporan Tugas Akhir ini telah banyak pihak-pihak yang turut memberikan bantuan, arahan dan bimbingan sehingga tak lupai ucapkan banyak terima kasih kepada yang terhormat:

1. Bapak Ir. Jemmy J. Rangan, MT. selaku Direktur Politeknik Negeri Manado.
2. Bapak Ir. Jusuf L. Mapadang, MT. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Manado.
3. Bapak Sonny R. Kasenda, ST, MT. selaku Sekertaris Jurusan Teknik Elektro.
4. Ibu Mauren Langie, ST MPd. selaku Ketua Program Studi Teknik Listrik D4.
5. Bapak Ir. Samsu Tuwongkesong, MT. selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir.
6. Bapak I Gede Para Atmaja, ST, MT. Atas bantuannya selama penyusunan Tugas Akhir.
7. Orang Tua tercintadan Adik tersayang yang telah memberikan dukungan doa dan semangat setiap detiknya.
8. Bapak / Ibu dosen di Jurusan Teknik Elektro yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu, atas bimbingan, arahan, dan jasa-jasa selama penulis menimba ilmu di bangku perkuliahan.
9. Rekan-rekan seangkatan Teknik Elektro khususnyakelas Listrik D4.

10. Semua pihak yang tidak sempat penulis sebutkan satu per satu yang telah membantu dalam penyelesaian Tugas Akhir ini baik secara langsung maupun tidak langsung.

Dalam penyelesaian Tugas Akhir ini masih terdapat banyak kekurangan, oleh karena itu penulis sangat gembira dan berterima kasih untuk menerima berbagai masukan baik itu berupa saran maupun kritik yang sifatnya membangun demi penyempurnaan pada penulisan mendatang.

Harapan penulis, semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi para penuntut ilmu guna membina generasi muda penerus bangsa yang lebih berkualitas dan berdaya saing.

Manado, September 2015

Hormat saya,

Alfri B. Turumi

DAFTAR ISI

	Hal
JUDUL	
ABSTRAK	
LEMBAR PENGESAHAN.....	i
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL	viii
BAB I.PENDAHULUAN	1
1.1. LatarBelakang	1
1.2. TujuanPenelitian	2
1.3.AlasanPemilihanJudul	2
1.4.BatasanMasalah.....	2
1.5. Metode Penulisan	3
1.5.1. MetodeObservasi.....	3
1.5.2. MetodeLiteratur.....	3
1.5.3. MetodeAnalisa Data.....	3
1.6. Sistematika Penulisan	3
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1.LandasanTeori.....	5
2.1.1. TentangKelistrikan.....	5
2.1.2. Keamanan Dan KeselamatanDalam Menggunakan Listrik.....	5
2.1.3 Bahaya Listrik Dan Sistem Pengamanannya.....	6
2.1.4. Waktu Pemeriksaan Berkala Instalasi Listrik.....	7
2.1.5. Tentang PUIL (Persyaratan Umum Instalasi Listrik).	7
2.2.Metolodogi Pengembangan.....	8
2.2.1.Pengumpulan Data.....	8
2.2.2.Analisis Data.....	8
2.2.3 Kesimpulan Dan Rekomendasi.....	9

2.3. Karakteristik Beban AC	9
2.3.1. Beban Resistif (R).....	9
2.3.2. Beban Induktif (L)	9
2.3.3. Beban Kapasitif (C)	10
2.4. Sistem 3 Fasa.....	10
2.4.1. Hubungan Bintang (Y, Wye).....	11
2.4.2. Hubungan Segitiga (Delta, Δ).....	12
2.5. Daya Pada Sistem 3 fasa	13
2.6. Jenis-Jenis Kabel Listrik.....	14
2.6.1. Kabel NYA	14
2.6.2. Kabel NYM.....	15
2.6.3. Kabel NYY.....	15
2.6.4. Kabel NYAF	16
2.6.5. Kabel NYFGBY/NYRGBY	17
2.6.6. Kabel NYCY	18
2.6.7. Kabel AAAC	18
2.6.8. Kabel ACSR.....	19
2.6.9. Kabel NYMHYO	19
2.6.10. Kabel NYMHY	20
2.7. Macam-macam circuit breaker (CB).....	21
2.7.1. MCB (Miniatur Circuit Breaker)	21
2.7.2. MCCB (Miniatur Case Circuit Breaker).....	22
2.7.3. ACB (Air Circuit Breaker).....	23
2.7.4. OCB (Oil Circuit Breaker)	23
2.7.5. VCB (Vacuum Circuit Breaker).....	24
2.7.6. SF6CB (Sulfur Circuit Breaker).....	25
 BAB III METODOLOGI PENELITIAN	 26
3.1. Objek Penelitian	26
3.2. Bagian-bagian pada Kampus Politeknik Negeri Manado	26
3.3. Metode Penelitian	27

2.4. Jenis Data Dan Teknik Pengumpulan Data	27
3.4.1 Jenis Data	27
3.4.2 Teknik Pengumpulan Data	27
3.5. Sistematika Penulisan	28
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	29
4.1. Data beban padagedung teknik sipil.....	29
4.2. Data beban gedung workshop sipil	32
4.3. Data beban jurusan teknik elektro.....	34
4.4. Data beban workshop teknik elektro.....	38
4.5. Data beban jurusan administrasi bisnis.....	41
4.6. Data beban jurusan Pariwisata	44
4.7. Data beban teknik mesin	46
4.8. Data beban workshop teknik mesin	48
4.9. Data Beban jurusan akuntansi.....	50
4.10 Hasil pengolahan data	54
BAB V PENUTUP.....	60
5.1. Kesimpulan	60
5.2. Saran	60
DAFTAR PUSTAKA	61
LAMPIRAN – LAMPIRAN	62

DAFTAR GAMBAR

	Hal
Gambar 2.1. Tahapan Metodologi Pengembangan	8
Gambar 2.2. Sistim 3 Fasa	11
Gambar 2.3. Hubungan Bintang (Y, Wye)	11
Gambar 2.4. Hubungan Segitiga (Delta, Δ)	12
Gambar 2.5. Hubungan Bintang Dan Segitiga Yang Seimbang	13
Gambar 2.6. Tipe Kabel NYA	14
Gambar 2.7. Tipe Kabel NYM	15
Gambar 2.8. Tipe Kabel NYY.....	16
Gambar 2.9. Tipe Kabel NYAF	16
Gambar 2.10. Tipe Kabel NYFGBY.....	17
Gambar 2.11. Tipe Kabel NYCY.....	18
Gambar 2.12. Tipe Kabel AAAC.....	18
Gambar 2.13. Tipe Kabel ACSR	19
Gambar 2.14. Tipe Kabel NYMHYO	19
Gambar 2.15. Tipe Kabel NYMHY	20
Gambar 2.16. MCB	22
Gambar 2.17. MCCB	22
Gambar 2.18. ACB.....	23
Gambar 2.19. OCB	23
Gambar 2.20. VCB.....	24
Gambar 2.21. SF6CB	25
Gambar 3.1. Peta Jalan Politeknik.....	26

DAFTAR TABEL

	Hal
Tabel 2.1. Saran Jadwal Pemeriksaan Dan Pengujian	7
Tabel 4.1. Panel Lantai 1 MCCB 30 Ampere	29
Tabel 4.2. Panel Lantai 2 MCCB 30 Ampere	30
Tabel 4.3. Panel Compuer Lantai 2 MCB 32 Ampere	31
Tabel 4.4. Panel Lantai 3 MCCB 30 Ampere	31
Tabel 4.5. Panel Kontak-Kontak 1 MCCB 100 Ampere	32
Tabel 4.6. Panel Penerangan MCCB 50 Ampere	33
Tabel 4.7. Panel Kontak 2 MCCB 40 Ampere	33
Tabel 4.8. Panel Penerangan MCCB 15 Ampere	34
Tabel 4.9. Panel Lantai 1 MCCB 100 Ampere.....	34
Tabel 4.10. Panel Komputer 1 (Lantai 1) MCB 32 Ampere	35
Tabel 4.11. Panel Komputer 2 (Lantai 1) MCB 32 Ampere.....	36
Tabel 4.12. Panel Komputer 3 (Lantai 1) MCB 30 Ampere	36
Tabel 4.13. Panel Lantai 2 MCCB 75 Ampere	37
Tabel 4.14. Panel 1 (Penerangan) MCCB 50 Ampere	38
Tabel 4.15. Panel 2 MCCB 50 Ampere	39
Tabel 4.16. Panel 3 MCCB 50 Ampere	39
Tabel 4.17. Panel PLC MCB 40 Ampere	40
Tabel 4.18. Panel Lantai 1 MCCB 75 Ampere	41
Tabel 4.19. Panel Lantai 2 MCCB 100 Ampere	42
Tabel 4.20. Panel Lab Komputer 1 (Lantai 2) MCB 32 Ampere	42
Tabel 4.21. Panel Lab Komputer 2 (Lantai 2) MCB 40 Ampere	43
Tabel 4.22. Panel Lantai 1 MCCB 32 Ampere	44
Tabel 4.23. Panel Lantai 2 MCCB30 Ampere	45
Tabel 4.24. Panel Lab Komputer Lantai 2 MCB 40 Ampere	45
Tabel 4.25. Panel (Gedung Kitchen) MCCB 40 Ampere	46
Tabel 4.26. Panel Lantai 1 MCCB 50 Ampere	46
Tabel 4.27. Panel Lantai 2 MCCB 75 Ampere	47

Tabel 4.28.	Panel 1 MCCB 75 Ampere	48
Tabel 4.29.	Panel 2 MCCB 50 Ampere	49
Tabel 4.30.	Panel 3 MCCB 40 Ampere	49
Tabel 4.31.	Panel 4 MCCB 30 Ampere	50
Tabel 4.32.	Panel Lantai 1 MCCB 100 Ampere	50
Tabel 4.33.	Panel Lantai 2 MCCB 50 Ampere	51
Tabel 4.34.	Panel Komputer Lantai 2 MCB 30 Ampere	52
Tabel 4.35.	Panel Gedung F MCCB 100 Ampere	52
Tabel 4.36.	Panel MCCB 200 Ampere	53
Tabel 4.37.	Perbandingan Beban	54

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pada setiap pembangunan gedung, pasti memiliki perencanaan instalasi listrik sesuai dengan kebutuhan yang diperlukan oleh bangunan itu sendiri. Namun seringkali ditemukan kondisi lapangan yang berubah setelah bangunan difungsikan dan pemasangan beban yang sudah berlebihan. Dengan demikian kita mengantisipasi hal tersebut. Untuk itu perlu diadakan studi analisa ketidakseimbangan beban, dimana kita harus mengetahui daya pada masing-masing fase, dan berapa beban yang dibutuhkan pada fase RST. Sehingga dapat dilihat fase mana yang memiliki daya yang besar dan mana yang kecil.

Pada system tenaga listrik 3 fase, idealnya daya listrik yang dibangkitkan, disalurkan dan diserap oleh beban semuanya seimbang, dan juga pada tegangan yang seimbang. Secara umum pengertian ketidakseimbangan beban pada system tiga fasa terjadi ketika beban pada masing-masing fasa berbeda besarnya baik secara menghitung maupun secara sudut listriknya. Keseimbangan beban dapat tercapai jika tegangan yang dihasilkan dapat mensuplai beban secara penuh dari masing-masing titik beban maka sistem juga menjadi lebih baik dalam pemenuhan kebutuhan listrik.

Sistem distribusi merupakan salah satu sistem dalam tenaga listrik yang mempunyai peran penting karena berhubungan langsung dengan pemakai energi listrik, terutama pemakai energi listrik tegangan menengah dan tegangan rendah. Biasanya sering kali terjadi beban tidak seimbang pada fase-fasenya (sistem distribusimerupakan sisem 3 fase) atau terjadi kelebihan beban karena pemakaian alat-alat listrik dari konsumen energi listrik. Keseimbangan beban antar fasa diperlukan untuk pemerataan beban sehingga meminimalkan perubahan yang diakibatkan oleh beban penuh. Hal ini juga penting karena bermanfaat pada teknik optimasi untuk menghasilkan system yang handal dan efisien.

Pada suatu instalasi, khususnya di pabrik/industri juga terdapat beban tertentu seperti motor listrik, yang memerlukan bentuk lain dari daya, yaitu daya reaktif (VAR) untuk membuat medan magnet atau dengan kata lain daya reaktif adalah daya yang terpakai sebagai energi pembangkitan flux magnetik sehingga timbul magnetisasi dan daya ini dikembalikan ke sistem karena efek induksi elektromagnetik itu sendiri, sehingga daya ini sebenarnya merupakan beban (kebutuhan) pada suatu sistem tenaga listrik.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan yang hendak dicapai dalam penelitian ini adalah untuk menghitung beban pada masing-masing fasa R,S,T dan membandingkan dengan yang terpasang pada Kampus Politeknik Negeri Manado.

1.3 Alasan Pemilihan Judul

Dengan adanya masalah tersebut yaitu beban yang tidak sesuai dengan standar PUIL (Persyaratan Umum Instalasi Listrik) 2000, maka peneliti memilih judul “ANALISIS KETIDAKSEIMBANGAN SISTEM KELISTRIKAN KAMPUS POLITEKNIK NEGERI MANADO” agar adanya pengaturan beban listrik untuk mencapai keseimbangan daya listrik pada masing fase R,S,T.

1.4 Pembatasan Masalah

Untuk membatasi masalah yang dibahas agar tidak menyimpang dari topik yang dibahas, penulis menekan bahwa masalah yang dibahas adalah:

- Membahas hanya beban dan daya yang terpasang pada kampus Politeknik Negeri Manado.
- Menganalisa beban tidak seimbang pada fasa R,S,T, dan jumlah daya yang dibutuhkan.

- Pembatasan beban yang terpasang di kampus Politeknik Negeri Manado

1.5 Metode Penulisan

Metodologi yang digunakan dalam upaya memperoleh data dan informasi guna untuk berkembangnya penelitian ini, maka penelitian ini menggunakan metodologi berdasarkan:

1.5.1 Metode Observasi

Metode pengumpulan data yang dilakukan dengan cara turun langsung kelokasi penelitian yang berhubungan dengan masalah yang menjadi tugas akhir.

1.5.2 Metode Literatur

Metode pengumpulan data yang dilakukan dengan cara mencari dan membaca referensi yang berhubungan dengan penelitian yang akan dilakukan.

1.5.3 Metode Analisa Data

Menganalisa dengan cara melakukan perhitungan berdasarkan data yang diperoleh di tempat penelitian. Kemudian melakukan perbandingan antara hasil perhitungan dengan data-data yang diperoleh dari referensi-referensi.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan Tugas Akhir ini terbagi dalam lima bab dengan harapan, maksud dan tujuan dari penulisan ini dapat terangkum seluruhnya. Pembagian bab tersebut adalah sebagai berikut:

Bab I : PENDAHULUAN

Berisi latar belakang, tujuan penulisan, alasan pemilihan judul, batasan masalah, metode penulisan, sistematika penulisan.

Bab II : TINJAUAN PUSTAKA

Berisi pencahayaan, satuan-satuan pencahayaan, hukum penerangan, penyebaran cahaya, perancangan penerangan buatan, prosedur perhitungan dan optimasi, kualitas cahaya warna, perancangan sistem pencahayaan, sistem penerangan dan armatur.

Bab III: METODOLOGI PENELITIAN

Berisi lokasi pengambilan data, waktu dan tempat pengambilan data, bagian-bagian pada Gedung Direktorat Politeknik Negeri Manado, gambar denah bangunan dan rencana listrik.

Bab IV: HASIL DAN PEMBAHASAN

Berisi jenis lampu yang digunakan, perhitungan penerangan, evaluasi hasil perhitungan penentuan titik lampu.

Bab V : KESIMPULAN DAN SARAN

Berisi kesimpulan dan saran.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 LANDASAN TEORI

Dalam analisis ketidakseimbangan kelistrikan suatu bangunan terdapat banyak hal yang menjadi landasan teorinya, sebagai berikut :

2.1.1 Tentang Kelistrikan

Michael Faraday seorang ilmuwan dari Inggris merupakan “Bapak Listrik”, karena berkat rintisan dari usaha temuannya sekarang listrik menjadi teknologi yang banyak kegunaannya. Nama-nama lain yang juga dianggap sebagai tokoh listrik adalah De Coloumb, Alesandro Volta, Hans C. Cersted, dan Andre Maria Ampere. Secara sederhana, kelistrikan merupakan sifat benda yang muncul dari adanya muatan listrik yang merupakan kondisi dari partikel elektron dan proton. Listrik merupakan sesuatu yang tidak terlihat dengan mata telanjang, fenomena kelistrikan yang paling umum terjadi adalah petir dimana terjadi lompatan elektron dari partikel listrik.

2.1.2 Keamanan dan Keselamatan dalam Menggunakan Listrik

Sewaktu menggunakan listrik ini, baik di laboratorium maupun di ruangan, kita harus mengetahui beberapa peraturan keselamatan kerja yang sangat sederhana. Dimana peraturan ini dapat membantu untuk mencegah terjadinya kecelakaan bagi mereka yang sedang bekerja.

- a. Jika kita melihat/menemukan adanya kebocoran pada kabel listrik itu terlepas dan terletak diatas tanah maupun dimana saja, usahakan jangan disentuh kawat tersebut. Mintalah pertolongan kepada seseorang yang mengerti dalam menangani listrik.
- b. Jangan bekerja dengan kawat/alat atau mesin listrik tanpa dilengkapi dengan alat pengaman/pemutus arus dari sumber/pusat listrik.

- c. Jangan membebani telampau banyak pada kotak-kotak dinding (stop contact) dengan menggunakan beberapa alat bantu dalam waktu yang bersamaan.
- d. Jangan menggunakan perlengkapan (kabel listrik) yang sudah rusak atau usang atau kadaluwarsa. Jika kabel itu sudah usang atau sakelar kotak kontak dinding dan sebagainya yang sudah rusak disarankan sebaiknya diganti secepatnya untuk mencegah terjadinya bahaya kebakaran.
- e. Jangan sampai terjadi mengalirnya air kedalam peralatan listrik. Usahakan tangan kita kering sewaktu menyentuh alat-alat perlengkapan listrik yang sedang dialiri arus listrik.

2.1.3 Bahaya Listrik dan Sistem Pengamanannya

Pada satu sisi, dalam menjalankan aktivitas sehari-hari kita sangat membutuhkan daya listrik. Namun pada sisi lain, listrik membahayakan keselamatan kita kalau tidak digunakan dengan baik. Sebagian besar orang pernah mengalami/merasakan sengatan listrik, dari yang hanya merasa terkejut saja sampai dengan yang merasa sangat menderita. Oleh karena itu, untuk mencegah dari hal-hal yang tidak diinginkan, kita perlu meningkatkan kewaspadaan terhadap bahaya listrik dan solusi yang terbaik adalah melalui peningkatan pemahaman terhadap sifat dasar kelistrikan yang kita gunakan sehingga bahaya-bahaya listrik yang tidak diinginkan bias diatasi atau diminimalisir.

Bahaya listrik dibedakan menjadi dua, yaitu bahaya primer dan bahaya sekunder. Bahaya primer adalah bahaya-bahaya yang disebabkan oleh listrik secara langsung, seperti bahaya sengatan listrik dan bahaya kebakaran atau ledakan. Sedangkan bahaya sekunder adalah bahaya-bahaya yang diakibatkan pengaruh listrik yang tidak langsung. Namun bukan berarti bahwa akibat yang ditimbulkan lebih ringan dari yang primer. Contoh bahaya sekunder antara lain adalah bagian tubuh terbakar secara langsung maupun tidak langsung, jatuh dari suatu ketinggian, dan lain-lain.

2.1.4 Waktu Pemeriksaan Berkala Instalasi Listrik

Tidak setiap instalasi dirancang dan dipasang secara teliti akan bekerja dengan baik selamanya seperti yang diharapkan. Keausan dan penuaan akan berlangsung dengan yang lama karena penggunaan normal, karena itu peraturan instalasi menentukan bahwa pemeriksaan dan pengujian berkala terhadap instalasi secara teratur harus dilaksanakan agar instalasi dapat terpelihara dalam kondisi yang baik dan aman.

TABEL 2.1

SARAN JADWAL PEMERIKSAAN DAN PENGUJIAN BERKALA

Jenis instalasi	Periode pemeriksaan	Jenis instalasi	Periode pemeriksaan
Rumah tinggal	5 tahun	Rumah sakit	5 tahun
Bangunan komersial	5 tahun	Kompleks hiburan	1 tahun
Bangunan industri	3 tahun	Agro bisnis	3 tahun
Sekolah	5 tahun	Penerangan darurat	3 tahun
Sistem alarm kebakaran	1 tahun	Instalasi sementara	3 bulan

Sumber : F.Suryanto. Dasar-Dasar Teknik Listrik.2005

2.1.5 Tentang PUIL (Persyaratan Umum Instalasi Listrik) 2000

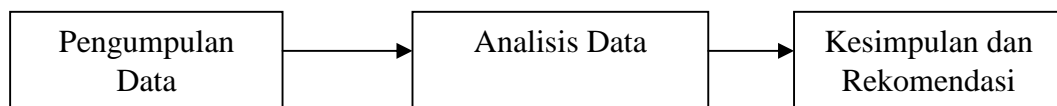
Maksud dan tujuan Persyaratan Umum Instalasi Listrik ini ialah agar pengusaha instalasi listrik terselenggara dengan baik, untuk menjamin keselamatan manusia dari bahaya kejutan listrik, keamanan instalasi listrik beserta perlengkapannya, keamanan gedung serta isinya dari kebakaran akibat listrik, dan perlindungan lingkungan. Persyaratan Umum Instalasi Listrik ini berlaku untuk semua pengusaha instalasi listrik tegangan rendah arus bolak-balik sampai dengan 1000 V, arus searah 1500 V dan tegangan menengah sampai dengan 35 kV dalam bangunan dan sekitarnya baik perancangan, pemasangan, pemeriksaan

dan pengujian, pelayanan, pemeliharaan maupun pengawasannya dengan memperhatikan ketentuan yang terkait.

Persyaratan Umum Instalasi Listrik ini merupakan hasil penyempurnaan Peraturan Umum Instalasi Listrik 1987 dengan memperhatikan standar IEC, terutama terbitan TC 64 “*Electrical Installations of Buildings*” dan standar internasional lainnya yang berkaitan.

2.2 METODOLOGI PENGEMBANGAN

Berdasarkan landasan teori yang ada, maka diperlukan suatu metodologi pengembangan untuk pekerjaan pendataan dan perhitungan beban terpasang di Politeknik Negeri Manado. Adapun metodologi yang dapat digunakan adalah sebagai berikut :



Gambar 2.1 Tahapan Metodologi Pengembangan

2.2.1 Pengumpulan Data

Dalam tahap pengumpulan data, mahasiswa praktek kerja lapangan melakukan pendataan terhadap beban listrik terpasang yang ada di gedung-gedung jurusan pada Politeknik Negeri Manado, kemudian melakukan pengukuran terhadap besar arus yang mengalir pada fasa R, S, dan T pada panel listrik yang ada.

2.2.2 Analisis Data

Setelah data-data diperoleh, maka dibuat suatu tabel hasil pendataan yang berisi jenis beban dan daya pada masing-masing ruangan, kemudian membuat suatu matriks pembanding untuk membandingkan data berdasarkan nilai terpasang (kondisi riil) dan data sesuai kondisi standard (ideal).

2.2.3 Kesimpulan dan Rekomendasi

Setelah melewati tahap analisis data, maka dapat diperoleh kesimpulan terhadap nilai daya beban listrik terpasang yang ada di Politeknik Negeri Manado dan memberikan rekomendasi kelayakan instalasi berdasarkan standard PUIL yang ada.

2.3 Karakteristik Beban AC

Dalam sistem listrik arus bolak-balik, jenis beban dapat diklasifikasikan menjadi 3 macam, yaitu :

2.3.1 Beban Resistif (R)

Resistif (R) yaitu beban yang terdiri dari komponen tahanan ohm saja (resistance), seperti elemen pemanas (heating element) dan lampu pijar. Beban jenis ini hanya mengkonsumsi beban aktif saja dan mempunyai faktor daya sama dengan satu. Tegangan dan arus sefasa. Persamaan daya sebagai berikut :

$$P = V.I \quad \dots (2.2)$$

Keterangan:

P = daya aktif yang diserap beban (watt)

V = tegangan yang mencatu beban (volt)

I = arus yang mengalir pada beban (A)

2.3.2 Beban Induktif (L)

Beban induktif (L) yaitu beban yang terdiri dari kumparan kawat yang dililitkan pada suatu inti, seperti coil, transformator, dan solenoida. Beban ini dapat mengakibatkan pergeseran fasa (phase shift) pada arus sehingga bersifat lagging. Hal ini disebabkan oleh energi yang tersimpan berupa medan magnetis akan mengakibatkan fasa arus bergeser menjadi tertinggal terhadap tegangan. Beban jenis ini menyerap daya aktif dan daya reaktif. Persamaan daya aktif untuk beban induktif adalah sebagai berikut :

$$P = V.I \cos \quad \dots (2.3)$$

Keterangan :

P = daya aktif yang diserap beban (watt)

V = tegangan yang mencatu beban (volt)

I = arus yang mengalir pada beban (A)

= sudut antara arus dan tegangan

2.3.3 Beban Kapasitif (C)

Beban kapasitif (C) yaitu beban yang memiliki kemampuan kapasitansi atau kemampuan untuk menyimpan energi yang berasal dari pengisian elektrik (electrical discharge) pada suatu sirkuit. Komponen ini dapat menyebabkan arus leading terhadap tegangan. Beban jenis ini menyerap daya aktif dan mengeluarkan daya reaktif. Persamaan daya aktif untuk beban induktif adalah sebagai berikut :

$$P = V.I \cos \quad \dots (2.4)$$

Dengan :

P = daya aktif yang diserap beban (watt)

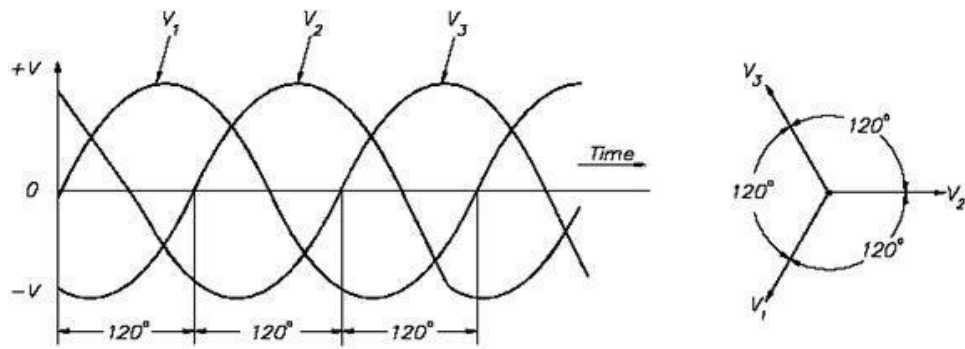
V = tegangan yang mencatu beban (volt)

I = arus yang mengalir pada beban (A)

= sudut antara arus dan tegangan

2.4 Sistim 3 fasa

Pada sistem tenaga listrik 3 fase, idealnya daya listrik yang dibangkitkan, disalurkan dan diserap oleh beban semuanya seimbang, P pembangkitan = P pemakaian, dan juga pada tegangan yang seimbang. Pada tegangan yang seimbang terdiri dari tegangan 1 fase yang mempunyai magnitude dan frekuensi yang sama tetapi antara 1 fase dengan yang lainnya mempunyai beda fase sebesar 120° listrik, sedangkan secara fisik mempunyai perbedaan sebesar 60° , dan dapat dihubungkan secara bintang (Y, wye) atau segitiga (delta, Δ).

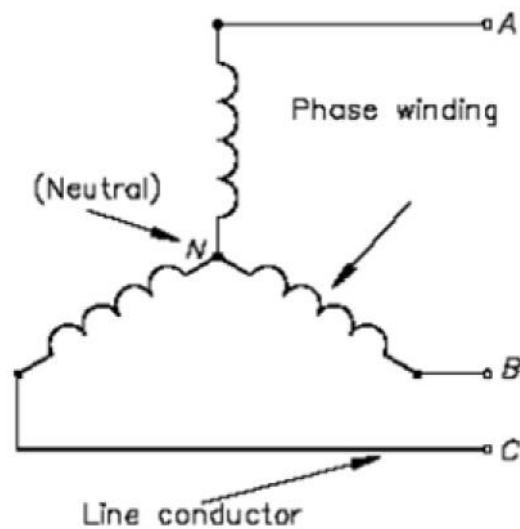


Gambar 2.2. Sistem 3 fasa

Gambar 1 menunjukkan fasor diagram dari tegangan fase. Bila fasor-fasor tegangan tersebut berputar dengan kecepatan sudut dan dengan arah berlawanan jarum jam (arah positif), maka nilai maksimum positif dari fase terjadi berturut-turut untuk fase V1, V2 dan V3. sistem 3 fase ini dikenal sebagai sistem yang mempunyai urutan fasa a – b – c . sistem tegangan 3 fase dibangkitkan oleh generator sinkron 3 fase.

2.4.1 Hubungan Bintang (Y, Wye)

Pada hubungan bintang (Y, wye), ujung-ujung tiap fase dihubungkan menjadi satu dan menjadi titik netral atau titik bintang. Tegangan antara dua terminal dari tiga terminal a – b – c mempunyai besar magnitude dan beda fasa yang berbeda dengan tegangan tiap terminal terhadap titik netral. Tegangan Va, Vb dan Vc disebut tegangan “fase” atau Vf.



Gambar 2.3. Hubungan Bintang (Y, Wye).

Dengan adanya saluran / titik netral maka besaran tegangan fase dihitung terhadap saluran / titik netralnya, juga membentuk sistem tegangan 3 fase yang seimbang dengan magnitudenya (akar 3 dikali magnitudo dari tegangan fase).

$$V_{line} = \sqrt{3} V_{fase} = 1,73V_{fase}$$

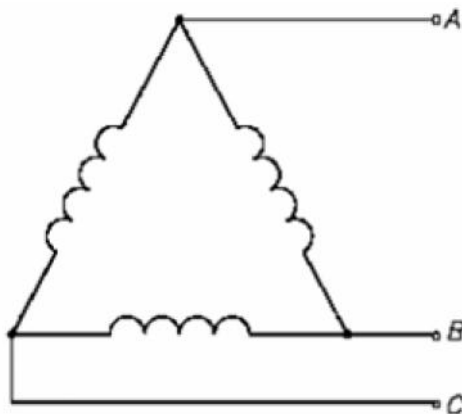
Sedangkan untuk arus yang mengalir pada semua fase mempunyai nilai yang sama,

$$I_{Line} = I_{fase}$$

$$I_a = I_b = I_c$$

2.4.2 Hubungan Segitiga (Delta, Δ)

Pada hubungan segitiga (delta, Δ) ketiga fase saling dihubungkan sehingga membentuk hubungan segitiga 3 fase.



Gambar 2.4. Hubungan Segitiga (delta, Δ).

Dengan tidak adanya titik netral, maka besarnya tegangan saluran dihitung antar fase, karena tegangan saluran dan tegangan fasa mempunyai besar magnitudo yang sama, maka:

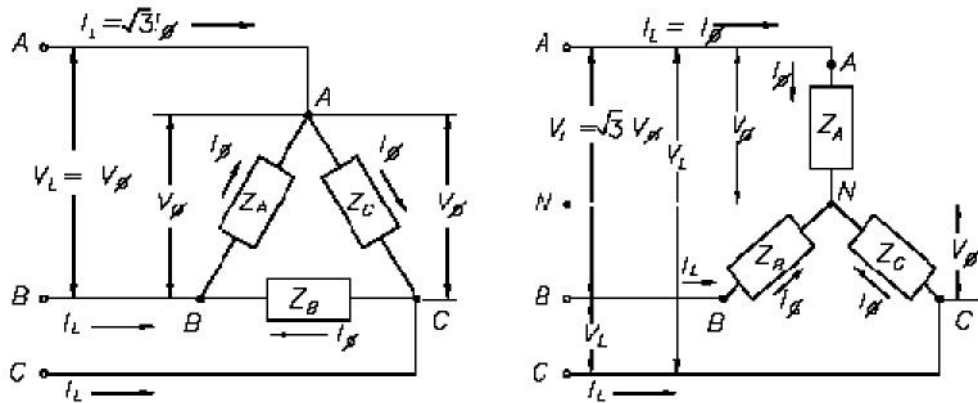
$$V_{line} = V_{fase}$$

Tetapi arus saluran dan arus fasa tidak sama dan hubungan antara kedua arus tersebut dapat diperoleh dengan menggunakan hukum kirchoff, sehingga:

$$I_{line} = \sqrt{3} I_{fase} = 1,73I_{fase}$$

2.5 Daya Pada Sistem 3 Fase

Jumlah daya yang diberikan oleh suatu generator 3 fase atau daya yang diserap oleh beban 3 fase, diperoleh dengan menjumlahkan daya dari tiap-tiap fase. Pada sistem yang seimbang, daya total tersebut sama dengan tiga kali daya fase, karena daya pada tiap-tiap fasenya sama.



Gambar 2.5. Hubungan Bintang dan Segitiga yang seimbang.

Jika sudut antara arus dan tegangan adalah sebesar ϕ , maka besarnya daya perfasa adalah

$$P_{\text{fase}} = V_{\text{fase}} \cdot I_{\text{fase}} \cdot \cos \phi$$

Sedangkan besarnya total daya adalah penjumlahan dari besarnya daya tiap fase, dan dapat dituliskan dengan,

$$P_T = 3 \cdot V_f \cdot I_f \cdot \cos \phi$$

- Pada hubungan bintang, karena besarnya tegangan saluran adalah $1,73 V_{\text{fase}}$ maka tegangan perfasanya menjadi $V_{\text{line}}/1,73$, dengan nilai arus saluran sama dengan arus fase, $I_L = I_f$, maka daya total (P_{Total}) pada rangkaian hubung bintang (Y) adalah:

$$P_T = 3 \cdot V_L / 1,73 \cdot I_L \cdot \cos \phi = 1,73 \cdot V_L \cdot I_L \cdot \cos \phi$$

1. Dan pada hubung segitiga, dengan besaran tegangan line yang sama dengan tegangan fasanya, $V_L = V_{\text{fase}}$, dan besaran arusnya $I_{\text{line}} = 1,73 I_{\text{fase}}$, sehingga arus perfasanya menjadi $I_L/1,73$, maka daya total (P_{total}) pada rangkaian segitiga adalah:

$$P_T = 3 \cdot I_L / 1,73 \cdot V_L \cdot \cos \phi = 1,73 \cdot V_L \cdot I_L \cdot \cos \phi$$

Dari persamaan total daya pada kedua jenis hubungan terlihat bahwa besarnya daya pada kedua jenis hubungan adalah sama, yang membedakan hanya pada tegangan kerja dan arus yang mengalirinya saja, dan berlaku pada kondisi beban yang seimbang.

2.6 Jenis-Jenis Kabel Listrik

Kabel listrik adalah media untuk menyalurkan energi listrik. Sebuah kabel listrik terdiri dari isolator dan konduktor. Isolator adalah bahan pembungkus kabel yang biasanya terbuat dari karet atau plastik, sedangkan konduktor terbuat dari serabut tembaga atau tembaga pejal.

2.6.1 Kabel NYA

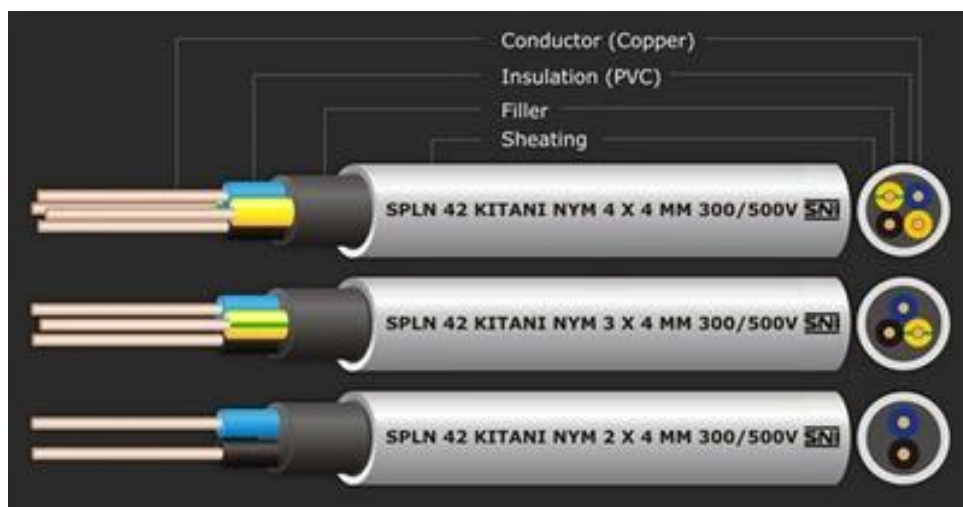
Kabel jenis ini di gunakan untuk instalasi rumah dan dalam instalasi rumah yang sering di gunakan adalah NYA dengan ukuran 1,5 mm² dan 2,5 mm². Yang berinti tunggal, berlapis bahan isolasi PVC Kode warna isolasi ada warna merah, kuning, biru dan hitam. Lapisan isolasinya hanya 1 lapis sehingga mudah cacat, tidak tahan air (NYA adalah tipe kabel udara) dan mudah digigit tikus. agar aman jika menggunakan kabel tipe ini lebih baik kabel di pasang di dalam pipah atau saluran penutup, karena selain tidak bisa di ganggu sama hewan pengerat dan tidak kenah air, juga apabila ada isolasi yang terkelupas (terbuka) tidak bisa tersentuh langsung sama manusia.



Gambar 2.6. Tipe Kabel NYA

2.6.2 Kabel NYM

Kabel jenis ini hanya direkomendasikan khusus untuk instalasi tetap di dalam bangunan yang dimana penempatannya biasa diluar/ didalam tembok ataupun didalam pipa (conduit). Kabel NYM berinti lebih dari 1, memiliki lapisan isolasi PVC (biasanya warna putih atau abu-abu), ada yang berinti 2, 3 atau 4. Kabel NYM memiliki lapisan isolasi dua lapis, sehingga tingkat keamanannya lebih baik dari kabel NYA (harganya lebih mahal dari NYA). Kabel ini dapat dipergunakan dilingkungan yang kering dan basah, namun tidak boleh ditanam.

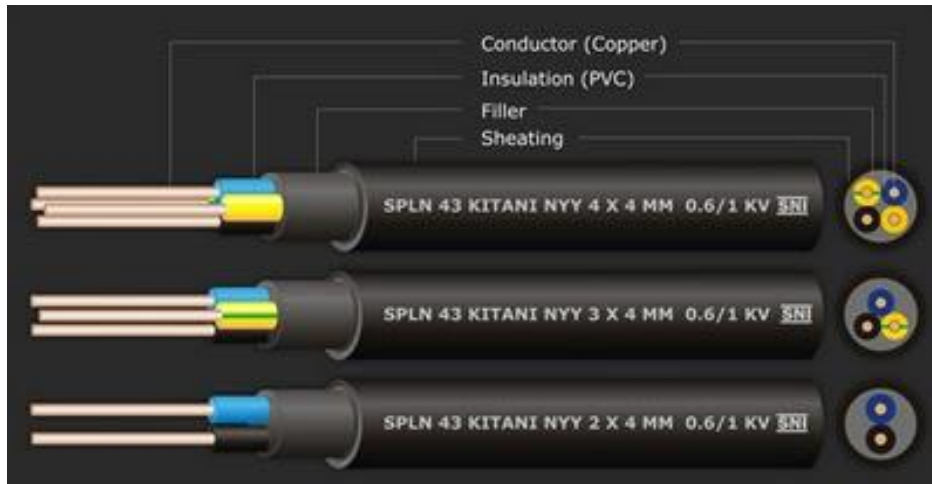


Gambar 2.7. Tipe Kabel NYM

Kabel ini biasa digunakan di lingkungan kering dan basah tetapi tidak dianjurkan untuk ditanam di dalam tanah.

2.6.3 Kabel NYY

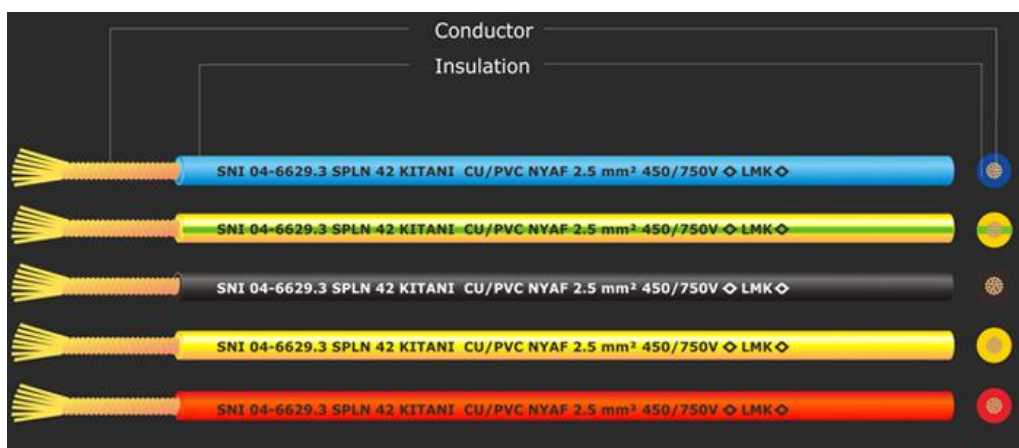
Kabel ini dirancang untuk instalasi tetap didalam tanah yang dimana harus tetap diberikan perlindungan khusus (misalnya duct, pipa PVC atau pipa besi). Kabel protodur tanpa sarung logam. Instalasi bisa ditempatkan didalam dan diluar ruangan, dalam kondisi lembab ataupun kering. memiliki lapisan isolasi PVC (biasanya warna hitam), ada yang berinti 2, 3 atau 4. Dan memiliki lapisan isolasi yang lebih kuat dari kabel NYM (harganya lebih mahal dari NYM). Kabel NYY memiliki isolasi yang terbuat dari bahan yang tidak disukai tikus.



Gambar 2.8. Tipe Kabel NYY

2.6.4 Kabel NYAF

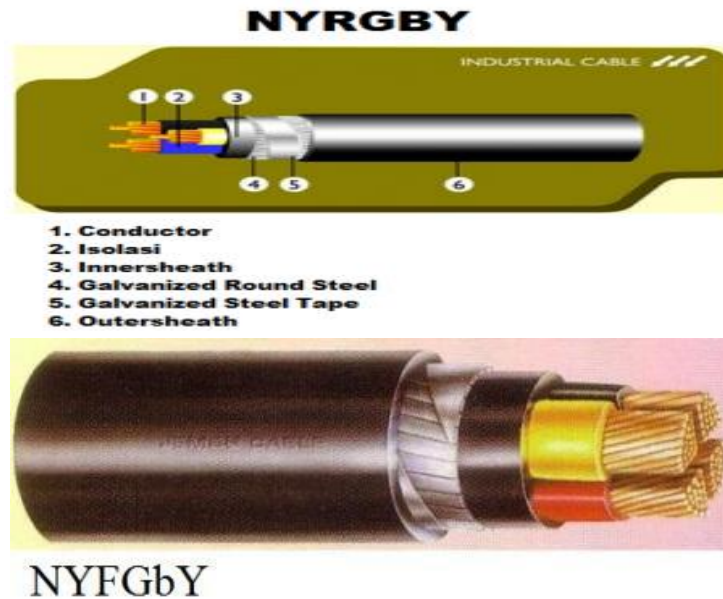
Kabel ini direncanakan dan direkomendasikan untuk instalasi dalam kabel kotak distribusi pipa atau di dalam duct. Kabel NYAF merupakan jenis kabel fleksibel dengan penghantar tembaga serabut berisolasi PVC. Digunakan untuk instalasi panel-panel yang memerlukan fleksibilitas yang tinggi. Kabel jenis ini sangat cocok untuk tempat yang mempunyai belokan – belokan tajam. Digunakan pada lingkungan yang kering dan tidak dalam kondisi yang lembab/basah atau terkena pengaruh cuaca secara langsung.



Gambar 2.9. Tipe Kabel NYAF

2.6.5 Kabel NYFGBY/NYRGBY

Kabel type NYFGBY dan NYRGBY sering kita jumpai di pasang dan diaplikasikan untuk tegangan menengah seperti untuk suplai penerangan lampu jalan, suplai lampu merah, dan juga sebagai penghubung antara panel satu dengan lainnya, dimana kabel tersebut ditanam dalam tanah.



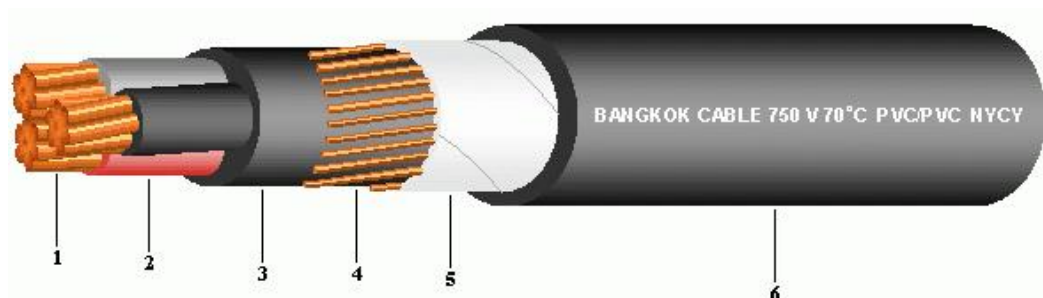
Gambar 2.10. Tipe Kabel NYFGBY/NYRGBY

Bagian-bagian yang ada didalam kabel NYFGBY:

1. Konduktor : sebagai penghantar arus listrik.
2. Isolasi : sebagai penyekat antara konduktor satu dengan lainnya, agar tak terjadi break down/ konsleting.
3. Innersheath : isolasi layer dalam berfungsi mengikat agar pilinan cabling tetap pada diameter tertentu.
4. Armouring : adalah penyekat atau pelindung mekanis agar konduktor terjaga dari bahaya luar agar tidak terjadi break down/ konsleting. NYFGBY berpelindung galvanized steel flat, sedangkan NYRGBY berpelindung galvanized round wire.
5. Outersheath : adalah isolasi layer luar berfungsi sebagai pelindung mekanis juga sebagai pengikat kabel agar pada posisi di diameter tertentu.

Kabel ini dirancang khusus untuk instalasi tetap dalam tanah yang ditanam langsung tanpa memerlukan perlindungan tambahan (kecuali harus menyeberang jalan). Pada kondisi normal ke dalaman pemasangan di bawah tanah adalah 0,8 meter.

2.6.6 Kabel NYCY



Gambar 2.11. Tipe Kabel NYCY

Kabel ini dirancang untuk jaringan listrik dengan penghantar konsentris dalam tanah, dalam ruangan, saluran kabel dan alam terbuka. Kabel protodur dengan dua lapis pelindung pita Kabel. Instalasi ini bisa di tempatkan di luar atau di dalam bangunan, baik pada kondisi lembab maupun kering.

2.6.7 Kabel AAAC



Gambar 2.12. Tipe Kabel AAAC

Kabel ini terbuat dari aluminium-magnesium-silicon campuran logam. Keterhantaran elektrik tinggi yang berisi magnesium silicide, untuk memberi sifat yang lebih baik. Kabel ini biasanya dibuat dari paduan aluminium 6201. AAAC mempunyai suatu anti karat dan kekuatan yang baik, sehingga daya hantarnya lebih baik.

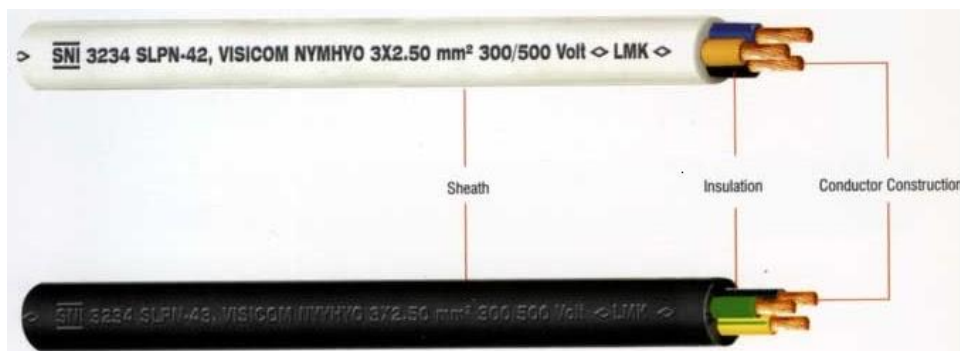
2.6.8 Kabel ACSR



Gambar 2.13. *Tipe Kabel ACSR*

Kabel ACSR merupakan kawat penghantar yang terdiri dari aluminium berinti kawat baja. Kabel ini digunakan untuk saluran-saluran transmisi tegangan tinggi, dimana jarak antara menara/tiang berjauhan, mencapai ratusan meter, maka dibutuhkan kuat tarik yang lebih tinggi, untuk itu digunakan kawat penghantar ACSR.

2.6.9 Kabel NYMHYO

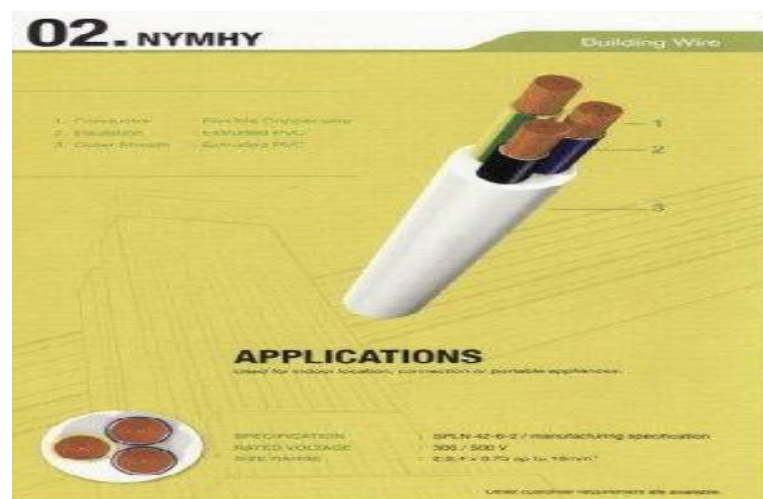


Gambar 2.14. *Tipe Kabel NYMHYO*

Merupakan kabel jenis serabut dengan berintikan dua serabut. Kabel ini biasanya digunakan untuk soundsystem, loudspeaker, virtual video. Gunakan kabel jenis NYA/NYM untuk jembatan / hantaran listrik yang bersifat permanen. Untuk pemakaian daya yang besar seperti televisi, magicom, sanyo, kulkas, AC, gunakan jenis kabel ini secara langsung. Jenis kabel ini mampu menghantar

hingga 700 VA sehingga aman dan menjadikan pembayaran rekening listrik menjadi murah. Untuk jenis kabel NYMHYO biasanya digunakan pada model Roll. Jika digunakan pada pemakaian daya yang besar seperti tersebut di atas hanya bersifat temporary / sementara karena jenis kabel ini hanya mamapu menghantarkan listrik 20VA-50VA. Kurang / hilangkan pemakaian jenis kabel ini karena mudah sekali menimbulkan bahaya listrik serta menjadikan pembayaran listrik membengkak. Spin control berputar berdasarkan panas yang dikeluarkan oleh energi listrik. Untuk jenis kabel NYMHYO biasanya digunakan pada lampu taman.

2.6.10 Kabel NYMHY



Gambar 2.15. Tipe Kabel NYMHY

Kabel jenis ini khusus direkomendasikan untuk digunakan sebagai penghubung alat-alat rumah tangga yang sering dipindah pindah dan harus di tempat kering. Kabel ini mempunyai isolasi plastic tahan panas. Bilamana digunakan untuk penghubung alat pemanas, maka pada titik sambungannya antar alat dengan kabel. Temperaturnya tidak boleh lebih dari 85 derajat Celcius, karena hal tersebut dapat membahayakan kabel itu sendiri.

2.7 Macam-Macam Circuit Breaker (CB)

Circuit Breaker atau Sakelar Pemutus Tenaga (PMT) adalah suatu peralatan pemutus rangkaian listrik pada suatu sistem tenaga listrik, yang mampu untuk membuka dan menutup rangkaian listrik pada semua kondisi, termasuk arus hubung singkat, sesuai dengan ratingnya. Juga pada kondisi tegangan yang normal ataupun tidak normal. Adapun macam dari Circuit Breaker yaitu:

- 1) MCB (Miniatur Circuit Breaker)
- 2) MCCB (Mold Case Circuit Breaker)
- 3) ACB (Air Circuit Breaker)
- 4) 4. OCB (Oil Circuit Breaker)
- 5) VCB (Vacuum Circuit Breaker)
- 6) SF₆CB (Sulfur Circuit Breaker)

2.7.1 MCB (Miniatur Circuit Breaker)

MCB adalah suatu rangkaian pengaman yang dilengkapi dengan komponen thermis (bimetal) untuk pengaman beban lebih dan juga dilengkapi relay elektromagnetik untuk pengaman hubung singkat.

MCB banyak digunakan untuk pengaman sirkit satu fasa dan tiga fasa.

Keuntungan menggunakan MCB, yaitu :

1. Dapat memutuskan rangkaian tiga fasa walaupun terjadi hubung singkat pada salah satu fasanya.
2. Dapat digunakan kembali setelah rangkaian diperbaiki akibat hubung singkat atau beban lebih.
3. Mempunyai respon yang baik apabila terjadi hubung singkat atau beban lebih.

Pada MCB terdapat dua jenis pengaman yaitu secara thermis dan elektromagnetis, pengaman termis berfungsi untuk mengamankan arus beban lebih sedangkan pengaman elektromagnetis berfungsi untuk mengamankan jika terjadi hubung singkat.

MCB dibuat hanya memiliki satu kutub untuk pengaman satu fasa, sedangkan untuk pengaman tiga fasa biasanya memiliki tiga kutub dengan tuas

yang disatukan, sehingga apabila terjadi gangguan pada salah satu kutub maka kutub yang lainnya juga akan ikut terputus.



Gambar 2.16. MCB (*Miniatur Circuit Breaker*)

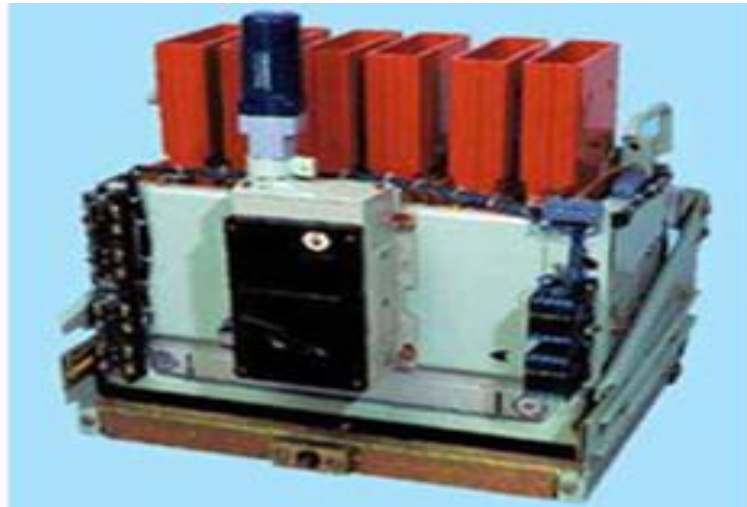
2.7.2 MCCB (Mold Case Circuit Breaker)

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. Pada jenis tertentu pengaman ini, mempunyai kemampuan pemutusan yang dapat diatur sesuai dengan yang diinginkan.



Gambar 2.17. MCCB (*Mold Case Circuit Breaker*)

2.7.3 ACB (Air Circuit Breaker)



Gambar 2.18. ACB (*Air Circuit Breaker*)

ACB (Air Circuit Breaker) merupakan jenis circuit breaker dengan sarana pemadam busur api berupa udara. ACB dapat digunakan pada tegangan rendah dan tegangan menengah. Udara pada tekanan ruang atmosfer digunakan sebagai peredam busur api yang timbul akibat proses switching maupun gangguan.

2.7.4 OCB (Oil Circuit Breaker)

Sumber : www.toshiba.co.jp



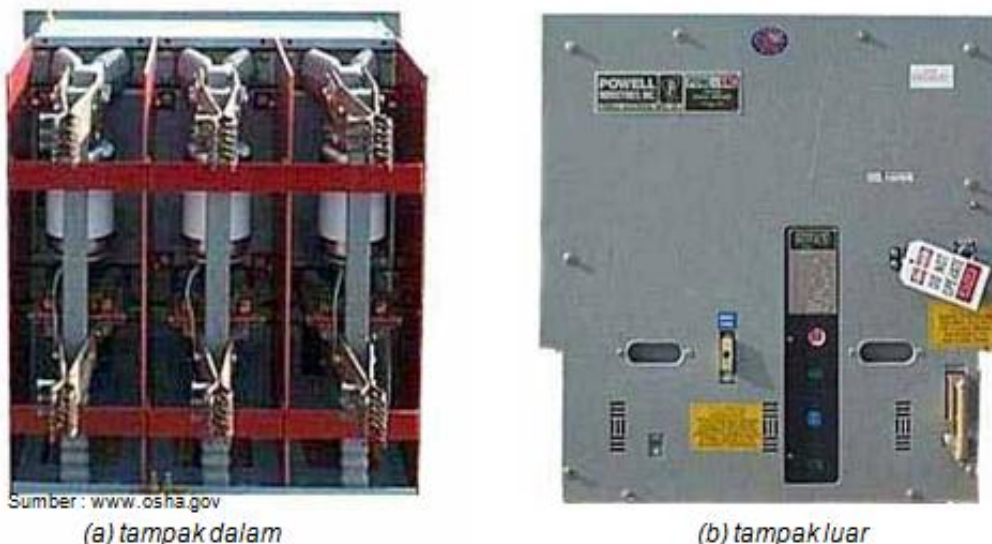
Gambar 2.19. OCB (*Oil Circuit Breaker*)

Oil Circuit Breaker adalah jenis CB yang menggunakan minyak sebagai sarana pemadam busur api yang timbul saat terjadi gangguan. Bila terjadi busur api dalam minyak, maka minyak yang dekat busur api akan berubah menjadi uap minyak dan busur api akan dikelilingi oleh gelembung-gelembung uap minyak dan gas.

Gas yang terbentuk tersebut mempunyai sifat thermal conductivity yang baik dengan tegangan ionisasi tinggi sehingga baik sekali digunakan sebagai bahan media pemadam loncatan bunga api.

2.7.5 VCB (Vacuum Circuit Breaker)

Vacuum circuit breaker memiliki ruang hampa udara untuk memadamkan busur api, pada saat circuit breaker terbuka (open), sehingga dapat mengisolir hubungan setelah bunga api terjadi, akibat gangguan atau sengaja dilepas. Salah satu tipe dari circuit breaker adalah recloser. Recloser hampa udara dibuat untuk memutuskan dan menyambung kembali arus bolak-balik pada rangkaian secara otomatis. Pada saat melakukan pengesetan besaran waktu sebelumnya atau pada saat recloser dalam keadaan terputus yang kesekian kalinya, maka recloser akan terkunci (lock out), sehingga recloser harus dikembalikan pada posisi semula secara manual.



Gambar 2.20. VCB (Vacuum Circuit Breaker)

2.7.6 SF6CB (Sulfur Circuit Breaker)

SF6 CB adalah pemutus rangkaian yang menggunakan gas SF6 sebagai sarana pemadam busur api. Gas SF6 merupakan gas berat yang mempunyai sifat dielektrik dan sifat memadamkan busur api yang baik sekali. Prinsip pemadaman busur apinya adalah Gas SF6 ditiupkan sepanjang busur api, gas ini akan mengambil panas dari busur api tersebut dan akhirnya padam. Rating tegangan CB adalah antara 3.6 KV – 760 KV.



Gambar 2.21. *SF6CB (Sulfur Circuit Breaker)*

BAB III

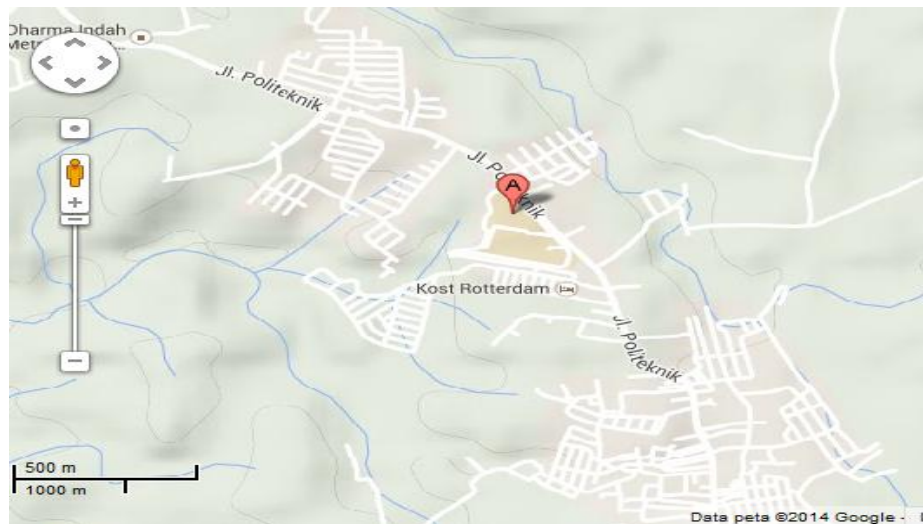
METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Objek Penelitian

Pengambilan data bertempat di Kampus Politeknik Negeri Manado yang terletak di Jl. Raya Politeknik, Desa Buha, Kecamatan Mapanget, Kota Manado.

GAMBAR 3.1

DATA PETA JLN. POLITEKNIK



Sumber : Google.com (2014)

3.2 Bagian-Bagian Pada Kampus Politeknik Negeri Manado

Kampus Politeknik Negeri Manado merupakan institusi perguruan tinggi yang terdiri dari enam jurusan, yaitu:

1. Jurusan Teknik Sipil
2. Jurusan Teknik Elektro
3. Jurusan Teknik Mesin
4. Jurusan Akutansi
5. Jurusan Administrasi Bisnis
6. Jurusan Pariwisata

3.3 Metode Penelitian

Dalam penelitian ini metode yang dilakukan dalam usaha mengumpulkan data dan informasi yaitu :

1. Penelitian Lapangan (*Field Researd Method*). Dalam melakukan riset lapangan, penulis mengambil data-data langsung dari sumber data sebagai pembanding untuk memproses keterangan dan kenyataan yang sebenarnya. Penelitian lapangan dilakukan dengan cara pengamatan (*Observasi*), yaitu dengan cara mengadakan pengamatan secara langsung terhadap objek penelitian yang merupakan sumber data, sehingga data yang diperoleh benar-benar bersifat objektif.
2. Penelitian Kepustakaan (*Litbang Researd Method*). Dalam melakukan riset menggunakan data-data kepustakaan yaitu buku-buku cetak.

3.4 Jenis Data dan Teknik Pengumpulan Data

3.4.1 Jenis data

Data merupakan sekumpulan informasi yang diperoleh dari sebuah penelitian untuk kemudian digunakan dalam menganalisa permasalahan yang dihadapi dan pada akhirnya mencari solusi sebagai pemecahan.

Jenis data yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu :

Data Kuantitatif yaitu data yang diambil langsung dari perusahaan tempat melaksanakan penelitian.

3.4.2 Teknik pengumpulan data

Teknik pengumpulan data dalam penulisan ini diperoleh dari sumber data pada penelitian, yaitu :

1. Data Primer, yaitu data yang diperoleh langsung oleh penulis dari objek penelitian dengan cara turun langsung kelapangan tempat melaksanakan penelitian.
2. Data Sekunder, yaitu data yang berasal dari sumber atau pengamatan lain. Contohnya : buku-buku literatur yang digunakan sebagai acuan.

BAB IV
HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Data Beban Pada Gedung Teknik Sipil (350 Ampere)

Tabel 4.1. Panel Lantai 1 MCCB 30 Ampere

Grup	Lampu TL	Lampu TL	Lampu TL	Lampu Pijar	Kontak AC		K.Kontak	Jumlah beban dalam Ampere		
	1x60 VA	1x40 VA	1x25 VA	25 VA	1230 VA	1120 VA	100 VA	R	S	T
1	4							1,09		
2	4								1,09	
3		6								1,09
4	4							1,09		
5				8					0,9	
6				4			1			0,9
7			12					1,3		
8						1			5	
9						1				5
10						1		5		
11						1			5	
12					1					5,6
13					1			5,6		
14						1			5	
Total	12	6	12	12	2	5	1	14,08	16,99	12,59
Total Beban								43,66	A	

Keterangan:

1. Pembatas yang digunakan:
 - Grup 1-7 menggunakan MCB 6 Ampere
 - Grup 8-14 menggunakan MCB 10 Ampere
2. Kabel yang digunakan:
 - Grup 1-7 (NYA 2,5 mm²)
 - Grup 8-14 (NYM 2×4 mm)

Tabel 4.2. Panel Lantai 2 MCCB 30 Ampere

Grup	Lampu TL	Lampu TL	Lampu TL	Lampu Pijar	Kontak AC		K.Kontak	Jumlah beban dalam Ampere		
	1x60 VA	1x40 VA	1x25 VA	25 VA	1495 VA	1230 VA	100 VA	R	S	T
1			11						1,25	
2			24							2,7
3			10					1,2		
4			18						2	
5	8									2,18
6	8							2,18		
7		8							1,4	
8		9								1,6
9	4			2				1,3		
10							8		3,6	
11					1					6,7
12					1			6,7		
13					1				6,7	
14					1					6,7
15					1			6,7		
16					1				6,7	
17						1				5,6
18						1		5,6		
19						1			5,6	
20						1				5,6
21						1		5,6		
22						1			5,6	
Total	20	17	63	2	6	6	8	29,28	32,85	31,08
Total Beban								92,94 A		

Keterangan:

1. Pembatas yang digunakan:
 - Grup 1-9 (MCB 6 Ampere)
 - Grup 10-22 (MCB 10 Ampere)
2. Kabek yang digunakan:
 - Grup 1-10 (NYA 2,5 mm²)
 - Grup 11-22 (NYM 2×4 mm)

Tabel 4.3. Panel computer Lantai 2 MCB 32 Ampere

Grup	K.Kontak	Jumlah beban dalam Ampere		
	100 VA	R	S	T
1	2	0,9		
2	2		0,9	
3	2			0,9
4	2	0,9		
5	2		0,9	
6	2			0,9
7	2	0,9		
8	2		0,9	
9	2			0,9
10	2	0,9		
11	2		0,9	
Total	22	3,6	3,6	2,7
Total Beban		9,9 A		

Keterangan:

- Grup 1-11 Menggunakan MCB 10 Ampere
- Kabel yang digunakan NYM 2×4 mm

Tabel 4.4. Panel Lantai 3 MCCB 30 Ampere

Grup	Lampu TL	Lampu TL	Lampu Pijar	Kontak AC	Jumlah beban dalam Ampere		
	2x40 VA	1x40 VA	25 VA	3030	R	S	T
1		14			2,5		
2	12					4,3	
3	12						4,3
4	12				4,3		
5	12					4,3	
6	12						4,3
7	12		1		4,4		
8	12					4,3	
9				2			27,5
10				2	27,5		
11				2		27,5	
12				2			27,5
13				2	27,5		
14				2		27,5	
15				2			27,5
Total	84	14	1	14	66,2	67,9	91,1
Total Beban					225,2 A		

Keterangan:

1. Pembatas yang digunakan:
 - Grup 1-8 (MCB 10 Ampere)

- Grup 9-15 (MCB 16 Ampere)
2. Kabel yang digunakan:
- Grup 1-8 (NYA 2,5 mm²)
 - Grup 9-15 (NYM 2×4 mm)

4.2 Data Beban Pada Gedung Workshop Sipil (250 Ampere)

Tabel 4.5. Panel Kontak-Kontak 1 MCCB 100 Ampere

Grup	K. Kontak Alat/mesin	Jumlah beban dalam Ampere		
		R	S	T
1	1	3,1		
2	1		3,1	
3	1			2,7
4	1	4,5		
5	1		4,5	
6	1			4,5
7	1	4,5		
8	1		4,5	
9	1			4,5
10	1	4,5		
11	1		4,5	
12	1			4,5
13	1	4,5	4,5	4,5
14	1	4,5	4,5	4,5
15	1	9,1	9,1	9,1
16	1	9,1	9,1	9,1
17	1	11,3	11,3	11,3
18	1	13,6	13,6	13,6
Total	18	68,7	68,7	68,3
Total beban		205,7 A		

Keterangan:

1. Pembatas yang digunakan:
- Grup 1-12 (MCB 20 Ampere)
 - Grup 13-18 (MCB 3ø 32 Ampere)
2. Kabel yang digunakan:
- Grup 1-3 (NYA 2,5 mm²)
 - Grup 4-12 (NYY 2×4 mm)
 - Grup 13-18 (NYY 3×4 mm)

Tabel 4.6. Panel Penerangan MCCB 50 Ampere

Grup	Lampu TL	Lampu TL	Lampu Pijar	Jumlah beban dalam Ampere		
	2x40 VA	1x40 VA	25 VA	R	S	T
1		6		1,09		
2		6			1,09	
3		6				1,09
4		6		1,09		
5	1	3			0,9	
6		5	1			1,02
7		6		1,09		
8	2	2			1,09	
9	4					1,4
Total	7	40	1	3,27	3,08	3,51
Total beban				9,86 A		

Keterangan :

1. Pembatas yang digunakan pada grup 1-9 MCB 6 Ampere
2. Kabel yang digunakan NYA 2,5 mm²

Tabel 4.7. Panel kontak 2 MCCB 40 Ampere

Grup	K. Kontak	Jumlah beban dalam Ampere		
	Alat/Mesin	R	S	T
1	1	1,8		
2	1		3,1	
3	1			3,6
4	1	2,7		
5	1		2,04	
6	1			2,04
7	1	4,5		
8	1		4,5	
9	1			4,5
Total	9	9	9,64	10,14
Total beban		28,78 A		

Keterangan:

1. Pembatas yang digunakan pada grup 1-9 MCB 16 Ampere
2. Kabel yang digunakan NYA 3×4 mm

Tabel 4.8. Panel Penerangan MCCB 15 Ampere

Grup	Lampu TL	Kontak.Kontak			Jumlah beban dalam Ampere		
	1x40 VA	100 VA	500 VA	3000 VA	R	S	T
1	6				1,09		
2	6					1,09	
3		2					1,09
4			1			2,2	
5				1	4,5	4,5	4,5
Total	12	2	1	1	5,59	7,79	5,59
Total beban					18,97 A		

Keterangan:

1. Pembatas yang digunakan:
 - Grup 1-4 MCB 10 Ampere
 - Grup 5 MCB 3 ϕ 30 Ampere
2. Kabel yang digunakan:
 - Grup 1 dan 2 NYA 2,5 mm²
 - Grup 3 dan 4 NYM 3 \times 4 mm
 - Grup 5 NYY 3 \times 4 mm

4.3 Data Beban Pada Gedung Teknik Elektro (120 Ampere)

Tabel 4.9. Panel lantai 1 MCCB 100 Ampere

Grup	Lampu TL	Lampu Pijar	Kontak AC	K.Kontak	Jumlah beban dalam Ampere		
	1x40 VA	25 VA	1120 VA	100 VA	R	S	T
1	6				1,09		
2	6					1,09	
3	6						1,09
4	6				1,09		
5	6	2				1,3	
6	6						1,09
7	5				0,9		
8	6					1,09	
9	8						1,4
10	8				1,4		
11	4					0,7	

12	6						1,09
13	6				1,09		
14	6					1,09	
15	6						1,09
16	6				1,09		
17	7					1,2	
18	7						1,2
19	2	3			0,7		
20				2		0,7	
21				2			0,7
22			1		5,09		
23			1			5,09	
24			1				5,09
25			1		5,09		
26			1			5,09	
27			1				5,09
Total	113	5	6	4	17,54	12,26	17,84
Total beban						47,64 A	

Keterangan:

1. Pembatas yang digunakan:

- Grup 1-21 (MCB 10 Ampere)
- Grup 22-27 (MCB 16 Ampere)

2. Kabel Yang Digunakan:

- Grup 1-21 (NYA 2,5 mm²)
- Grup 22-27 (NYM 2×4 mm)

Tabel 4.10. Panel Komputer 1 (Lantai 1) MCB 32 Ampere

Grup	K.Kontak	Jumlah beban dalam Ampere		
	100 VA	R	S	T
1	1	0,4		
2	1		0,4	
3	1			0,4
4	1	0,4		
5	1		0,4	
6	1			0,4
7	1	0,4		
8	1		0,4	
9	1			0,4
10	1	0,4		
11	1		0,4	
12	1			0,4
Total	12	1,6	1,6	1,6
Total beban		4,8 A		

Keterangan:

- Grup 1-12 Menggunakan MCB 6 Ampere
- Kabel Yang Digunakan NYA 2,5 mm²

Tabel 4.11. Panel Komputer 2 (Lantai 1) MCB 32 Ampere

Grup	K.Kontak	Jumlah beban dalam Ampere		
	100 VA	R	S	T
1	1	0,4		
2	1		0,4	
3	1			0,4
4	1	0,4		
5	1		0,4	
6	1			0,4
7	1	0,4		
8	1		0,4	
9	1			0,4
10	1	0,4		
11	1		0,4	
12	1			0,4
Total	12	1,6	1,6	1,6
Total beban		4,8 A		

Keterangan:

- Grup 1-12 Menggunakan MCB 6Ampere
- Kabel Yang Digunakan NYA 2,5 mm²

Tabel 4.12. Panel Komputer 3 (Lantai 1) MCB 30 Ampere

Grup	K.Kontak	Jumlah beban dalam Ampere		
	100 VA	R	S	T
1	1	0,4		
2	1		0,4	
3	1			0,4
4	1	0,4		
5	1		0,4	
6	1			0,4
7	1	0,4		
8	1		0,4	
9	1			0,4
10	1	0,4		
11	1		0,4	
12	1			0,4
13	1	0,4		

14	1		0,4	
15	1			0,4
Total	15	2	2	2
Total beban		6 A		

Keterangan:

- Grup 1-15 Menggunakan MCB 6 Ampere
- Kabel Yang Digunakan NYA 2,5 mm²

Tabel 4.13. Panel Lantai 2 MCCB 75 Ampere

Grup	Lampu TL	Lampu Pijar	Kontak AC	Jumlah beban dalam Ampere		
	1x40 VA	25 VA	880 VA	R	S	T
1	6			1,09		
2	6				1,09	
3	8					1,4
4	6			1,09		
5	6				1,09	
6	6					1,09
7	6			1,09		
8	8				1,4	
9	6					1,09
10	6			1,09		
11	6				1,09	
12	8					1,4
13	6			1,09		
14	6				1,09	
15	6					1,09
16	6			1,09		
17	6				1,09	
18	5	2				1,1
19	5	3		1,2		
20			1		4	
21			1			4
22			2	8		
23			1		4	
24			1			4
25			2	8		
26			1		4	
27			2			8
28			1	4		
29			2		8	
30			1			4
Total	118	5	15	27,74	26,85	27,17
Total beban				81,76 A		

Keterangan:

1. Pembatas yang digunakan:

- Grup 1-19 (MCB 16 Ampere)
- Grup 22,25,27 dan 29 (MCB 10 Ampere)
- Grup 20,21,23,24,26,28 dan 30 (MCB 10 Ampere)

2. Kabel yang digunakan:

- Grup 1-19 (NYA 2,5 mm²)
- Grup 20-30 (NYM 2×4 mm)

4.4 Data Beban Pada Gedung Workshop Teknik Elektro (175 Ampere)

Tabel 4.14. Panel 1 (Penerangan) MCCB 50 Ampere

Grup	Lampu TL	Lampu TL	Lampu Pijar	Jumlah beban dalam Ampere		
	2x40 VA	1x40 VA	40 VA	R	S	T
1			7	1,2		
2			7		1,2	
3			6			1,09
4		6		1,09		
5		6			1,09	
6	4					1,4
7		6		1,09		
8		7			1,2	
Total	4	25	20	3,38	3,49	2,49
Total beban				9,36 A		

Keterangan:

1. Pembatas yang digunakan grup 1-8 MCB 6 Ampere

2. Kabel yang digunakan NYA 2,5 mm²

Tabel 4.15. Panel 2 MCCB 50 Ampere

Grup	Kontak.Kontak		Jumlah beban dalam Ampere		
	3000 VA	500 VA	R	S	T
1		1	2,2		
2		1		2,2	
3		1			2,2
4		1	2,2		
5		1		2,2	
6		1			2,2
7		1	2,2		
8		1		2,2	
9		1			2,2
10		1	2,2		
11		1		2,2	
12	1		4,5	4,5	4,5
13	1		4,5	4,5	4,5
14	1		4,5	4,5	4,5
15	1		4,5	4,5	4,5
16	1		4,5	4,5	4,5
17	1		4,5	4,5	4,5
18	1		4,5	4,5	4,5
Total	7	11	40,3	40,3	38,3
Total beban			118,7 A		

Keterangan:

1. Pembatas yang digunakan:
 - Grup 1-11 MCB 10 Ampere
 - Grup 12-18 MCB 3 fasa 32 Ampere
2. Kabel yang digunakan:
 - Grup 1-11 NYM 3×4 mm
 - Grup 12-18 NYY 4×4 mm

Tabel 4.16. Panel 3 MCCB 50 Ampere

Grup	Kontak.Kontak		Jumlah beban dalam Ampere		
	3000 VA	500 VA	R	S	T
1		1	2,2		
2		1		2,2	
3		1			2,2
4		1	2,2		

5		1		2,2	
6		1			2,2
7		1	2,2		
8		1		2,2	
9		1			2,2
10		1	2,2		
11		1		2,2	
12		1			2,2
13	1		4,5	4,5	4,5
14	1		4,5	4,5	4,5
15	1		4,5	4,5	4,5
16	1		4,5	4,5	4,5
Total	4	12	26,8	26,8	26,8
Total beban			80,4 A		

Keterangan:

1. Pembatas yang digunakan:

- Grup 1-12 MCB 10 Ampere
- Grup 13-16 MCB 3 fasa 32 Ampere

2. Kabel yang digunakan:

- Grup 1-12 NYM 3×4 mm
- Grup 13-16 NYY 4×4 mm

Tabel 4.17. Panel PLC MCB 40 Ampere

Grup	K.Kontak	Jumlah beban dalam Ampere		
	110 VA	R	S	T
1	2	1		
2	2		1	
3	2			1
4	2	1		
5	2		1	
6	2			1
Total	12	2	2	2
Total beban		6 A		

Keterangan:

1. Pembatas yang digunakan:

- Grup 1-6 MCB 10 Ampere

2. Kabel yang digunakan:
 - Grup 1-6 NYM 3×4 mm

4.5 Data Beban Pada Gedung Administrasi Bisnis (300 Ampere)

Tabel 4.18. Panel Lantai 1 MCCB 75 Ampere

Grup	Lampu TL	Lampu TL	Lampu Pijar	Kontak AC	K.Kontak	Jumlah beban dlam Ampere		
	1x60 VA	1x40 VA	40 VA	880 VA	110 VA	R	S	T
1		12			1	2,5		
2		6					1,09	
3		11						1,09
4	6					1,6		
5	6						1,6	
6	6							1,6
7	6					1,6		
8	6						1,6	
9	6							1,6
10	6					1,6		
11	6						1,6	
12	1	6						1,3
13			5			0,9		
14				6			24	
15				6				24
16				6		24		
Total	49	35	5	18	1	32,2	29,9	29,6
Total Beban						91,7 A		

Keterangan:

1. Pembatas yang digunakan:
 - Grup 1-13 (MCB 6 Ampere)
 - Grup 14-16 (MCB 30 Ampere)
2. Kabel yang digunakan:
 - Grup 1-16 (NYA 2,5 mm²)

Tabel 4.19. Panel Lantai 2 MCCB 100 Ampere

Grup	Lampu TL	Lampu TL	Lampu Pijar	Kontak AC		Jumlah beban dalam Ampere		
	1x60 VA	1x40 VA	40 VA	1230 VA	880 VA	R	S	T
1	8					2,1		
2		11					2	
3		12						2,1
4		12				2,1		
5		8					1,4	
6	8							2,1
7			8			1,4		
8	14						3,8	
9	12							3,2
10	6					1,6		
11	12						3,2	
12	12							3,2
13	10					1,8		
14				2			11,1	
15				2		11,1		
16					2		8	
17					2			8
18					2	8		
19					2		8	
20				2				11,1
21				1		8		
22					2		8	
23				2				11,1
Total	82	43	8	9	10	36,1	45,5	40,8
Total Beban						122,4 A		

Keterangan:

1. Pembatas yang digunakan:
 - Grup 1-13 dan 16-23 (MCB 10 Ampere)
 - Grup 14 dan 15 (MCB 16 Ampere)
2. Kabel yang digunakan:
 - Grup 1-13 (NYA 2,5 mm²)
 - Grup 14-23 (NYM 2×4 mm)

Tabel 4.20. Panel Lab Komputer 1 (Lantai 2) MCB 32 Ampere

Grup	Kontak	Jumlah beban dalam Ampere		
	112 VA	R	S	T
1	1	0,5		
2	1		0,5	
3	1			0,5

4	1	0,5		
5	1		0,5	
6	1			0,5
7	1	0,5		
8	1		0,5	
9	1			0,5
10	1	0,5		
11	1		0,5	
12	1			0,5
13	1	0,5		
14	1		0,5	
15	1			0,5
16	1	0,5		
17	1		0,5	
18	1			0,5
19	1	0,5		
20	1		0,5	
21	1			0,5
22	1	0,5		
23	1		0,5	
24	1			0,5
Total	24	4	4	4
Total Beban		12 A		

Keterangan:

- Grup 1 hingga Grup 24 Menggunakan MCB 6 Ampere
- Kabel yang digunakan; NYA 2.5 mm²

Tabel 4.21. Panel Lab Komputer 2 (Lantai 2) MCB 40 Ampere

Grup	Kontak	Jumlah beban dalam Ampere		
	120 VA	R	S	T
1	1	0,6		
2	1		0,6	
3	1			0,6
4	1	0,6		
5	1		0,6	
6	1			0,6
7	1	0,6		
8	1		0,6	
9	1			0,6
10	1	0,6		
11	1		0,6	
12	1			0,6
13	1	0,6		
14	1		0,6	
15	1			0,6
16	1	0,6		
17	1		0,6	
18	1			0,6
19	1	0,6		
20	1		0,6	

21	1			0,6
22	1	0,6		
23	1		0,6	
24	1			0,6
25	1	0,6		
26	1		0,6	
Total	26	5,4	5,4	4,8
Total Beban		15,6 A		

Keterangan:

- Grup 1-26 menggunakan MCB 6 Ampere
- Kabel yang digunakan NYA 2.5 mm²

4.6 Data Beban Pada Gedung Pariwisata (80 Ampere)

Tabel 4.22. Panel Lantai 1 MCCB 32 Ampere

Grup	Lampu TL	Lampu Pijar	Kontak AC		Jumlah beban dalam Ampere		
	1x25 VA	25 VA	1200 VA	880 VA	R	S	T
1	12				1,3		
2	12					1,3	
3	4	5					0,9
4			2		10,9		
5			2			10,9	
6			2	1			14,9
Total	28	5	6	1	12,2	12,2	15,8
Total Beban					40,2 A		

Keterangan:

1. Pembatas yang digunakan:
 - Grup 1-3 (MCB 10 Ampere)
 - Grup 4-6 (MCB 16 Ampere)
2. Kabel yang digunakan:
 - Grup 1-3 (NYA 2,5 mm²)
 - Grup 4-6 (NYM 2×4 mm)

Tabel 4.23. Panel Lantai 2 MCCB 30 Ampere

Grup	Lampu TL	Lampu TL	Lampu Pijar	Kontak AC	K.Kontak 100 VA	Jumlah beban dalam Ampere		
	1x40 VA	1x25 VA	25 VA	1200 VA		R	S	T
1	12					2,1		
2	2		6				1	
3			9		2			1,9
4			9			1		
5				2			10,9	
6				2				10,9
7								
Total	14	0	24	4	2	3,1	11,9	12,8
Total Beban						27,8 A		

Keterangan:

1. Grup 1-4 Menggunakan MCB 10 Ampere
 - Grup 1-4 (MCB 10 Ampere)
 - Grup 5 dan 6 (MCB 16 Ampere)
2. Kabel yang digunakan:
 - Grup 1-4 (NYA 2,5 mm²)
 - Grup 5 dan 6 (NYM 2×4 mm)

Tabel 4.24. Panel Lab Komputer Lantai 2 MCB 40 Ampere

Grup	K.Kontak	Jumlah beban dalam Ampere		
	128 VA	R	S	T
1	5	2,9		
2	5		2,9	
3	5			2,9
4	5	2,9		
5	5		2,9	
6	6			3,4
Total	31	5,8	5,8	6,3
Total Beban		17,9 A		

Keterangan:

- Grup 1-6 Menggunakan MCB 10 Ampere
- Kabel Yang Digunakan NYM 3×4 mm

Tabel 4.25. Panel (Gedung Kitchen) MCCB 40 Ampere

Grup	Lampu TL	Lampu TL	Lampu TL	Kontak AC			Jumlah Beban dalam Ampere		
	1x60 VA	1x40 VA	1x25 VA	1492 VA	1130 VA	880 VA	R	S	T
1	1	7					1,5		
2		10						1,8	
3		2	6						1
4						1	4		
5						1		4	
6					1				5,1
7				1			6,8		
8				1				6,8	
Total	1	19	6	2	1	2	12,3	12,6	6,1
Total Beban							31 A		

Keterangan:

1. Pembatas yang digunakan:
 - Grup 1-3 (MCB 6 Ampere)
 - Grup 4-8 (MCB 10 Ampere)
2. Kabel Yang Digunakan:
 - Grup 1-3 (NYA 2,5 mm²)
 - Grup 4-8 (NYM 2×4 mm)

4.7 Data Beban Pada gedung Teknik Mesin (75 Ampere)

Tabel 4.26. Panel Lantai 1 MCCB 50 Ampere

Grup	Lampu TL	Lampu TL	Kontak AC		Jumlah beban dalam Ampere		
	1x60 VA	1x40 VA	1140 VA	795 VA	R	S	T
1	4				1,09		
2	8					2,1	
3	8						2,1
4		5			0,9		
5		4				0,7	
6	2	1					0,7
7			1		5,1		
8			1			5,1	
9			1				5,1
10			1		5,1		
11				1		3,6	

12				1			3,6
Total	22	10	4	2	12,19	11,5	11,5
Total Beban					35,19 A		

Keterangan:

1. Pembatas yang digunakan:
 - Grup 1-6 (MCB 10 Ampere)
 - Grup 7-12 (MCB 16 Ampere)
2. Kabel Yang Digunakan:
 - Grup 1-6 (NYA 2,5 mm²)
 - Grup 7-12 (NYM 2×4 mm)

Tabel 4.27. Panel Lantai 2 MCCB 75 Ampere

Grup	Lampu TL	Lampu TL	Lampu Pijar	Kontak AC		Jumlah beban dalam Ampere		
	1x60 VA	1x40 VA	40 VA	1200 VA	1030 VA	R	S	T
1	4						1,09	
2	4							1,09
3	2		2			0,9		
4	4						1,09	
5	8							2,1
6	2	2				0,9		
7	3						0,8	
8				1				5,4
9				1		5,4		
10					2		9,3	
11					1			4,7
Total	27	2	2	2	3	7,2	12,3	13,3
Total Beban						32,8 A		

Keterangan:

1. Pembatas yang digunakan:
 - Grup 1-7 (MCB 10 Ampere)
 - Grup 8 -11 (MCB 16 Ampere)
2. Kabel Yang Digunakan:
 - Grup 1-7 (NYA 2,5 mm²)
 - Grup 8-11 (NYM 2×4 mm)

4.8 Gedung Bengkel Jurusan Workshop Teknik Mesin (350 Ampere)

Tabel 4.28. Panel 1 MCCB 75 Ampere

Grup	Kontak.Kontak	Jumlah beban dalam Ampere		
	Alat/Mesin	R	S	T
1	1	3,1		
2	1		3,1	
3	1			3,1
4	1	3,1		
5	1		3,1	
6	1			3,1
7	1	3,1		
8	1		3,1	
9	1			3,1
10	1	3,6		
11	1		3,6	
12	1			2,1
13	1	2,1		
14	1		2,1	
15	1			2,1
16	1	2,1		
17	1		2,1	
18	1			2,1
19	1	2,1		
20	1		2,2	
21	1			2,2
22	1	2,2		
23	1	4,5	4,5	4,5
Total	23	25,9	23,8	22,3
Total beban		72 A		

Keterangan:

1. Pembatas yang digunakan:

- Grup 1-22 MCB 16 Ampere
- Grup 23 MCB 3ø 30 Ampere

2. Kabel yang digunakan:

- Grup 1-22 NYY 3×4 mm
- Grup 23 NYY 4×4 mm

Tabel 4.29. Panel 2 MCCB 50 Ampere

Grup	Kontak.Kontak	Jumlah beban dalam Ampere		
	Alat/Mesin	R	S	T
1	1	3,6		
2	1		3,6	
3	1			3,4
4	1	3,6		
5	1		3,6	
6	1			3,6
7	1	3,6		
8	1	4,5	4,5	4,5
9	1	9,1	9,1	9,1
Total	9	24,4	20,8	20,6
Total beban		65,8 A		

Keterangan:

1. Pembatas yang digunakan:

- Grup 1-7 MCB 16 Ampere
- Grup 8 dan 9 MCB 3 ϕ 32 Ampere

2.Kabel yang digunakan:

- Grup 1-7 NYY 3 \times 4 mm
- Grup 8 dan 9 NYY 4 \times 4 mm

Tabel 4.30. Panel 3 MCCB 40 Ampere

Grup	Kontak.Kontak	Jumlah beban dalam Ampere			
	1200 VA	900 VA	R	S	T
1		1	4,1		
2		1		4,1	
3	1				5,4
4	1		5,4		
5	1			5,4	
6	1				5,4
Total	4	2	9,5	9,5	10,8
Total beban			29,8 A		

Keterangan:

1. Pembatas yang digunakan:

- Grup 1-6 MCB 16 Ampere

2. Kabel yang digunakan:

- Grup 1-6 NYY 3×4 mm

Tabel 4.31. Panel 4 MCCB 30 Ampere

Grup	Lampu TL	Lampu Pijar	Jumlah beban dalam Ampere		
	1x40 VA	40 VA	R	S	T
1	8		1,4		
2	8			1,4	
3	9				1,6
4	8		1,4		
5	8			1,4	
6	8				1,4
7	9		1,6		
8	7	2		1,6	
9	9				1,6
10	8		1,4		
11	5	8		2,4	
12	5	5			1,8
13	8		1,4		
14	8	3		2	
15	6				1,1
16	5		1		
Total	119	18	8,2	8,8	7,5
Total beban			24,5 A		

Keterangan:

1. Pembatas yang digunakan MCB 6 Ampere
2. Kabel yang digunakan NYA 2,5 mm²

4.9 Data Beban Pada Gedung Akutansi (250 Ampere)

Tabel 4.32. Panel lantai 1 MCCB 100 Ampere

Grup	Lampu TL	Lampu TL	Kontak AC	K.Kontak	Jumlah beban dalam Ampere		
	1x60 VA	1x40 VA	880 VA	115 VA	R	S	T
1	6				1,6		
2	6					1,6	
3	6			1			2,1
4	6			1	2,1		
5		5		2		1,9	
6			1				4
7			1		4		
8			1			4	
9			1				4

10			1		4		
11			1			4	
12			1				4
13			1		4		
Total	24	5	8	4	15,7	11,5	14,1
Total beban					41,3 A		

Keterangan:

1. Pembatas yang digunakan:
 - Grup 1-5 (MCB 10 Ampere)
 - Grup 6-13 (MCB 16 Ampere)
2. Kabel Yang digunakan:
 - Grup 1-5 (NYA 2,5 mm²)
 - Grup 6-13 (NYM 2×4 mm)

Tabel 4.33. Panel lantai 2 MCCB 50 Ampere

Grup	Lampu TL	Lampu TL	Kontak AC	K.Kontak	Jumlah beban dalam Ampere		
	1x60 VA	1x40 VA	880 VA	115 VA	R	S	T
1	7				1,9		
2	6			2		2,7	
3	6			2			2,7
4		6		1	1,09		
5			1			4	
6			1				4
7			1		4		
8			1			4	
9			1				4
10			1		4		
11			1			4	
12			1				4
13			1		4		
Total	19	6	9	5	14,9	14,7	14,7
Total beban					44,3 A		

Keterangan:

1. Grup 1-13 Menggunakan MCB 10 Ampere
2. Kabel yang digunakan:
 - Grup 1-4 (NYA 2,5 mm²)
 - Grup 5-13 (NYM 2×4 mm)

Tabel 4.34. Panel Komputer lantai 2 MCB 30 Ampere

Grup	K.Kontak	Jumlah beban dalam Ampere		
	128 VA	R	S	T
1	6	3,5		
2	6		3,5	
3	7			4,1
4	6	3,5		
Total	25	7	3,5	4,1
Total beban		14,6 A		

Keterangan:

- Grup 1-4 menggunakan MCB 10 Ampere
- Kabel yang digunakan NYM 2×4 mm

Tabel 4.35. Panel Gedung F MCCB 100 Ampere

Grup	Lampu TL	Lampu Pijar	Kontak AC	Jumlah beban dalam Ampere		
	1x60 VA	25 VA	880 VA	R	S	T
1	6			1,6		
2	6				1,6	
3	6					1,6
4	6			1,6		
5	6				1,6	
6	2	3				0,8
7			1	4		
8			1		4	
9			1			4
10			1	4		
11			1		4	
12			1			4
13			1	4		
14			1		4	
15			1			4
16			1	4		
Total	32	3	10	19,2	15,2	14,4
Total beban				48,8 A		

Keterangan:

1. Pembatas yang digunakan:
 - Grup 1-6 (MCB 10 Ampere)

- Grup 7-16 (MCB 16 Ampere)
2. Kabel yang digunakan:
- Grup 1-6 (NYA 2,5 mm²)
 - Grup 7-16 (NYM 2×4 mm)

Tabel 4.36. Panel MCCB 200 Ampere

Grup	Lampu TL	Lampu Pijar	Kontak AC	Jumlah beban dalam Ampere		
	1x60 VA	25 VA	880 VA	R	S	T
1	6			1,6		
2	6				1,6	
3	6					1,6
4	6			1,6		
5	6				1,6	
6	6					1,6
7	6			1,6		
8	6				1,6	
9	6					1,6
10	4	3		1,4		
11			2		8	
12			2			8
13			2	8		
14			2		8	
15			2			8
16			2	8		
17			2		8	
18			2			8
19			2	8		
Total	58	3	18	30,2	28,8	28,8
Total beban				87,8 A		

Keterangan:

1. Pembatas yang digunakan:
- Grup 1-10 (MCB 10 Ampere)
 - Grup 11-19 (MCB 16 Ampere)
2. Kabel yang digunakan:
- Grup 1-10 (NYA 2,5 mm²)
 - Grup 11-19 (NYM 2×4 mm)

4.10 Hasil Pengolahan Data

Tabel 4.37. Perbandingan Beban

Nama Gedung/Jurusan	Beban Terpasang (Kondisi Riil) Dalam Ampere (A)			Pengukuran Disaat Beban Minimum Dalam Ampere (A)			Pengukuran Disaat Beban Maksimum Dalam Ampere (A)		
	R	S	T	R	S	T	R	S	T
Teknik Sipil	113,16	121,34	137,47	4	2,2	5	63	57,2	60,6
Worshop T.Sipil	86,56	89,21	87,54	1,6	0,9	2,3	46	44,1	40
Teknik Elektro	50,48	44,31	50,21	3,1	5	5,6	28,8	25	19,7
Worshop T.Elektro	72,48	72,59	69,59	0,6	3	2,2	48,4	46,8	42,7
Teknik Mesin	19,39	23,8	24,8	1,3	2	0,0	10,5	14,7	16
Workshop T.Mesin	68	62,9	61,2	6	2,1	1,7	33	31,6	27,2
Akuntansi	87	73,7	76,1	3	1	2,4	43	41,8	37,6
Administrasi Bisnis	77,7	84,8	79,2	2,3	0,0	2,9	30,1	35	34
Pariwisata	33,4	42,5	41	2	2,5	0,0	18	23,4	21,9

Jurusan Teknik Sipil:

Beban terpasang (kondisi riil):

- R = 113,16 Ampere
- S = 121,34 Ampere
- T = 137,47 Ampere

$$\text{Total : } I_{\text{total}} = I_R + I_S + I_T = 113,16 + 121,34 + 137,47 = 371,97 \text{ Ampere}$$

Hasil pengukuran beban maksimum :

- R = 63 Ampere
- S = 57,2 Ampere
- T = 60,6 Ampere

$$\text{Total : } I_{\text{total}} = I_R + I_S + I_T = 63 + 57,2 + 60,6 = 180,8 \text{ Ampere}$$

Dari hasil pengukuran diatas, beban pada masing-masing fasa sudah tidak seimbang. Untuk mengatur beban mencapai keseimbangan adalah beban pada fasa **R** dipindahkan ke fasa **S** sebesar **3 Ampere**.

Gedung Workshop Teknik Sipil:

Beban terpasang (kondisi riil):

- R = 86,56 Ampere
- S = 89,21 Ampere
- T = 87,54 Ampere

$$\text{Total : } I_{\text{total}} = I_R + I_S + I_T = 86,56 + 89,21 + 87,54 = 263,31 \text{ Ampere}$$

Hasil pengukuran beban maksimum :

- R = 46 Ampere
- S = 44,1 Ampere
- T = 40 Ampere

$$\text{Total : } I_{\text{total}} = I_R + I_S + I_T = 46 + 44,1 + 40 = 130,1 \text{ Ampere}$$

Dari hasil pengukuran diatas, beban pada masing-masing fasa sudah tidak seimbang. Untuk mengatur beban mencapai keseimbangan adalah beban pada fasa **R** dipindahkan ke fasa **T** sebesar **3 Ampere**.

Jurusan Teknik Elektro:

Beban terpasang (kondisi riil):

- R = 50,48 Ampere
- S = 44,31 Ampere
- T = 50,21 Ampere

$$\text{Total : } I_{\text{total}} = I_R + I_S + I_T = 50,48 + 44,31 + 50,21 = 145 \text{ Ampere}$$

Hasil pengukuran beban maksimum :

- R = 28,8 Ampere
- S = 25 Ampere
- T = 19,7 Ampere

$$\text{Total : } I_{\text{total}} = I_R + I_S + I_T = 28,8 + 25 + 19,7 = 72,9 \text{ Ampere}$$

Dari hasil pengukuran diatas, beban pada masing-masing fasa sudah tidak seimbang. Untuk mengatur beban mencapai keseimbangan adalah beban pada fasa

R dipindahkan ke fasa **T** sebesar **3 Ampere** dan fasa **S** dipindahkan ke fasa **T** sebesar **1 Ampere**.

Gedung Workshop Teknik Elektro

Beban terpasang (kondisi riil):

- R = 72,48 Ampere
- S = 72,59 Ampere
- T = 69,59 Ampere

$$\text{Total : } I_{\text{total}} = I_R + I_S + I_T = 72,48 + 72,59 + 69,59 = 214,66 \text{ Ampere}$$

Hasil pengukuran beban maksimum :

- R = 48,4 Ampere
- S = 46,8 Ampere
- T = 42,7 Ampere

$$\text{Total : } I_{\text{total}} = I_R + I_S + I_T = 48,4 + 46,8 + 42,7 = 137,9 \text{ Ampere}$$

Dari hasil pengukuran diatas, beban pada masing-masing fasa sudah tidak seimbang. Untuk mengatur beban mencapai keseimbangan adalah beban pada fasa **R** dipindahkan ke fasa **T** sebesar **3 Ampere**.

Jurusan Teknik Mesin :

Beban terpasang (kondisi riil):

- R = 19,39 Ampere
- S = 23,8 Ampere
- T = 24,8 Ampere

$$\text{Total : } I_{\text{total}} = I_R + I_S + I_T = 19,39 + 23,8 + 24,8 = 67,99 \text{ Ampere}$$

Hasil pengukuran beban maksimum :

- R = 10,5 Ampere
- S = 14,7 Ampere
- T = 16 Ampere

$$\text{Total : } I_{\text{total}} = I_R + I_S + I_T = 10,5 + 14,7 + 16 = 41,2 \text{ Ampere}$$

Dari hasil pengukuran diatas, beban pada masing-masing fasa sudah tidak seimbang. Untuk mengatur beban mencapai keseimbangan adalah beban pada fasa **T** dipindahkan ke fasa **R** sebesar **2 Ampere** dan **S** ke fasa **R** sebesar **1 Ampere**.

Workshop Teknik Mesin :

Beban terpasang (kondisi riil):

- R = 68 Ampere
- S = 62,9 Ampere
- T = 61,2 Ampere

$$\text{Total : } I_{\text{total}} = I_R + I_S + I_T = 68 + 62,9 + 61,2 = 192,1 \text{ Ampere}$$

Hasil pengukuran beban maksimum :

- R = 33 Ampere
- S = 31,6 Ampere
- T = 27,2 Ampere

$$\text{Total : } I_{\text{total}} = I_R + I_S + I_T = 33 + 31,6 + 27,2 = 91,8 \text{ Ampere}$$

Dari hasil pengukuran diatas, beban pada masing-masing fasa sudah tidak seimbang. Untuk mengatur beban mencapai keseimbangan adalah beban pada fasa **R** dipindahkan ke fasa **T** sebesar **2 Ampere** dan fasa **S** ke fasa **T** sebesar **1 Ampere**.

Jurusan Akutansi :

Beban terpasang (kondisi riil):

- R = 87 Ampere
- S = 73,7 Ampere
- T = 76,1 Ampere

$$\text{Total : } I_{\text{total}} = I_R + I_S + I_T = 87 + 73,7 + 76,1 = 236,8 \text{ Ampere}$$

Hasil pengukuran beban maksimum :

- R = 43 Ampere
- S = 41,8 Ampere
- T = 40 Ampere

$$\text{Total : } I_{\text{total}} = I_R + I_S + I_T = 43 + 41,8 + 40 = 124,8 \text{ Ampere}$$

Dari hasil pengukuran diatas, beban pada masing-masing fasa sudah tidak seimbang. Untuk mengatur beban mencapai keseimbangan adalah beban pada fasa **R** dipindahkan ke fasa **T** sebesar **1,5 Ampere**.

Jurusan Administrasi Bisnis :

Beban terpasang (kondisi riil):

- R = 77,7 Ampere
- S = 84,8 Ampere
- T = 79,2 Ampere

$$\text{Total : } I_{\text{total}} = I_R + I_S + I_T = 77,7 + 84,8 + 79,2 = 241,7 \text{ Ampere}$$

Hasil pengukuran beban maksimum :

- R = 30,1 Ampere
- S = 35 Ampere
- T = 34 Ampere

$$\text{Total : } I_{\text{total}} = I_R + I_S + I_T = 30,1 + 35 + 34 = 99,1 \text{ Ampere}$$

Dari hasil pengukuran diatas, beban pada masing-masing fasa sudah tidak seimbang. Untuk mengatur beban mencapai keseimbangan adalah beban pada fasa **S** dipindahkan ke fasa **R** sebesar **2 Ampere** dan fasa **T** dipindahkan ke fasa **R** sebesar **1 Ampere**.

Jurusan Pariwisata:

Beban terpasang (kondisi riil):

- R = 33,4 Ampere
- S = 42,5 Ampere
- T = 41 Ampere

$$\text{Total : } \sqrt{33,4 + 42,5 + 41} = 116,9 \text{ Ampere}$$

Hasil pengukuran beban maksimum :

- R = 18 Ampere
- S = 23,4 Ampere
- T = 21,9 Ampere

$$\text{Total : } I_{\text{total}} = I_R + I_S + I_T = 18 + 23,4 + 21,9 = 63,3 \text{ Ampere}$$

Dari hasil pengukuran diatas, beban pada masing-masing fasa sudah tidak seimbang. Untuk mengatur beban mencapai keseimbangan adalah beban pada fasa **S** dipindahkan ke fasa **R** sebesar **2 Ampere** dan fasa **T** dipindahkan ke fasa **R** sebesar **1 Ampere**.

Total Beban Keseluruhan:

Beban yang terpasang (kondisi riil) pada kampus Politeknik Negeri Manado adalah:

- **R = 611,17 Ampere**
- **S = 615,15 Ampere**
- **T = 627,11 Ampere**

Total :

$$I_{\text{total}} = I_R + I_S + I_T = 611,17 + 615,15 + 627,11 = 1853,43 \text{ Ampere}$$

$$\text{Daya : } P = V \cdot I \cdot 3 = 220 \times 1853,43 \times 1,73 = 482.072 \text{ VA} = 482 \text{ kVA}$$

Pemakaian beban maksimum pada kampus Politeknik Negeri Manado adalah :

- **R = 221,2 Ampere**
- **S = 198,2 Ampere**
- **T = 175,7 Ampere**

Total :

$$I_{\text{total}} = I_R + I_S + I_T = 221,2 + 198,2 + 175,7 = 592,1 \text{ Ampere}$$

$$\text{Daya} = P = V \cdot I \cdot 3 = 380 \times 592,1 \times 1,73 = 224.999 \text{ VA} = 225 \text{ kVA}$$

Besar daya ideal untuk Politeknik Negeri Manado adalah

$$800.000 \text{ VA} = 800 \text{ kVA}$$

$$\text{Arus} = 2000 \text{ Ampere}$$

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Setelah melakukan penelitian di Kamps Politeknik Negeri Manado maka kami menyimpulkan bahwa:

- a. Beban yang terpasang (kondisi riil) pada kampus Politeknik Negeri Manado adalah :

- **R = 611,17 Ampere**
- **S = 615,15 Ampere**
- **T = 627,11 Ampere**

Total beban terpasang adalah **1853,43 Ampere**

- b. Untuk pemakaian beban di kampus Politeknik Negeri Manado adalah :

- **R = 221,2 Ampere**
- **S = 298,2 Ampere**
- **T = 175,7 Ampere**

Total beban pemakaian adalah **592,1 Ampere**

5.2 Saran

Setelah melakukan Penelitian di Kmpus Politeknik Negeri Manado dalam laporan ini penulis menyampaikan saran sebagai berikut :

- a. Sebaiknya kegiatan pemeriksaan instalasi listrik dilakukan secara berkala yaitu 5 tahun sekali untuk bangunan perguruan tinggi/ sekolah.
- b. Sesuaikan warna kabel fasa R, S, T dalam pemasangan di panel listrik dengan standar PUIL yang sudah ditentukan.
- c. Hindari penentuan jumlah titik lampu yang berlebihan dari standar yang ditentukan karena akan menimbulkan pemborosan biaya.
- d. Gunakan circuit breaker atau pembatas yang sesuai dengan daya beban yang terpasang.

DAFTAR PUSTAKA

A. Insya Ansori, *Macam-Macam Circuit Breaker (CB)*, Dnia Elektro. Malang 2013.

F.Suryanto, 2005. *Dasar-Dasar Teknik Listrik*. Penerbit Bina Cipta Adiaksara. Jakarta.

Hage, 2008. *Sistem Distribusi Tenaga Listrik*. Ensiklopedia Listrik (Blog Dunia Listrik).

Hapidin Asep, *Tata Cara Memasang Instalasi Listrik*. Penerbit Griya Kreasi. Jakarta 10610.

Peraturan Umum Instalasi Listrik 2000 (PUIL 2000).

Sumanto MA, Drs, “*Teori Transformator*” Penerbit Andi Offset, Yogyakarta 1997.

Trevol Linsley, *Instalasi Listrik Tingkat Lanjut*. Penerbit Erlangga, Jl.H.Baping Raya No.100 Cilacap, Jakarta 13740.

Zuhal, *Dasar Tenaga Listrik*. Bandung, ITB 1991.

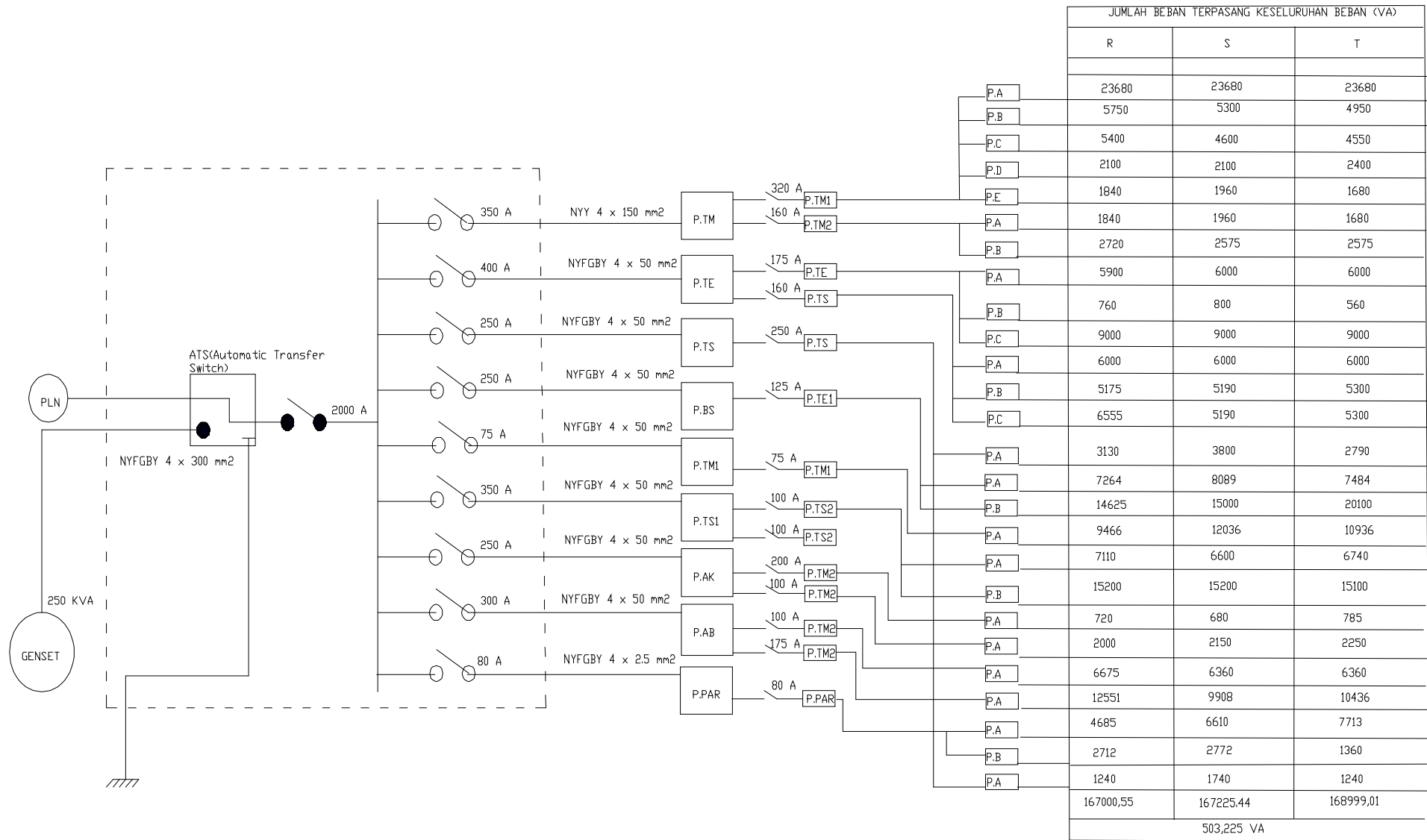
<http://akhdanazizan.com/peralatan-pengaman-arus-listrik>

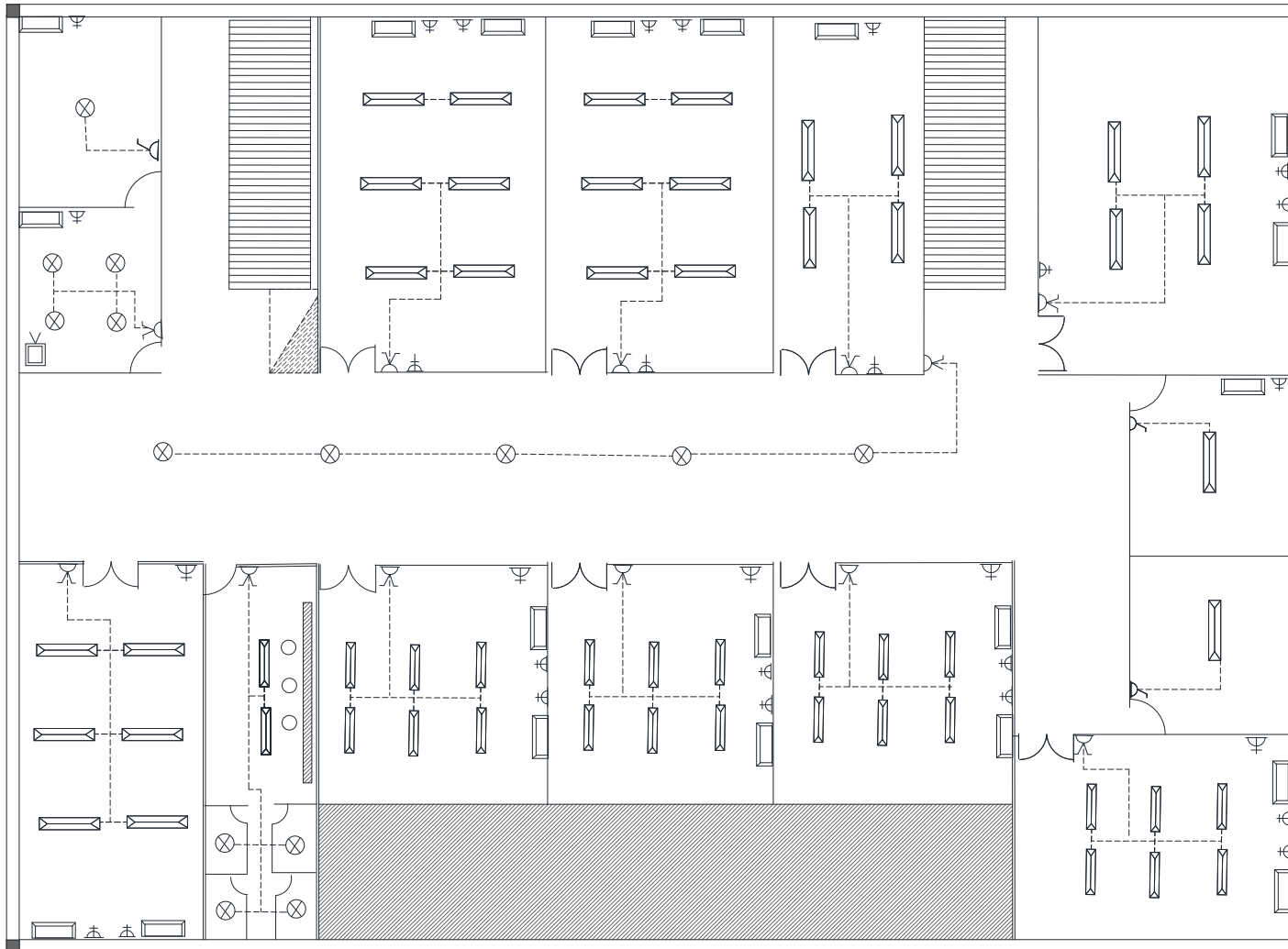
(Diakses tanggal 8 Mei 2015)

[http://akhdanazizan.com/jenis-jenis-kabel-listrik-\(blog-dunia-listrik\)](http://akhdanazizan.com/jenis-jenis-kabel-listrik-(blog-dunia-listrik))

(Diakses tanggal 12 Mei 2015)

LAMPIRAN



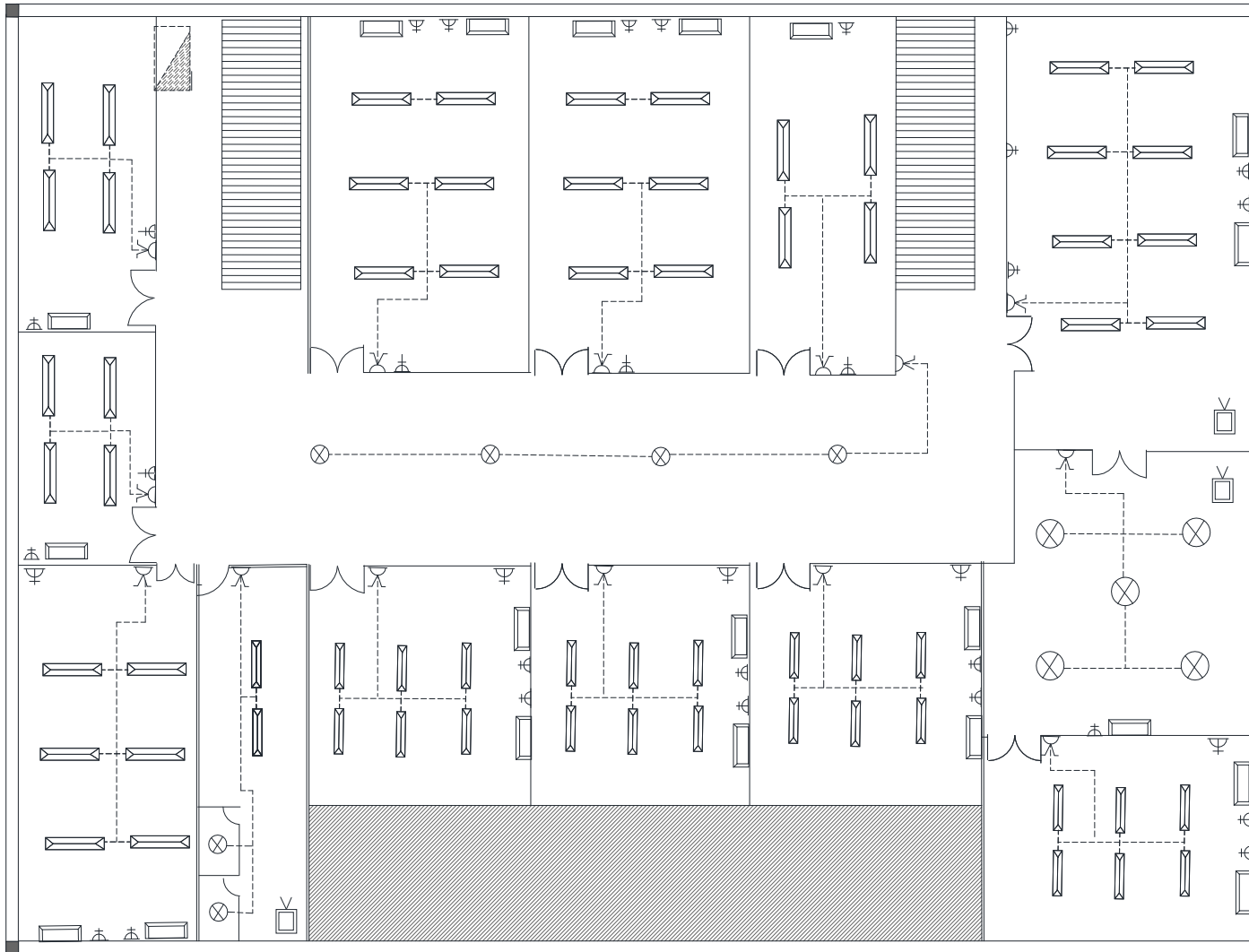


Denah Mekanikal Elektrikal

Jurusan Administrasi Bisnis Lt.1

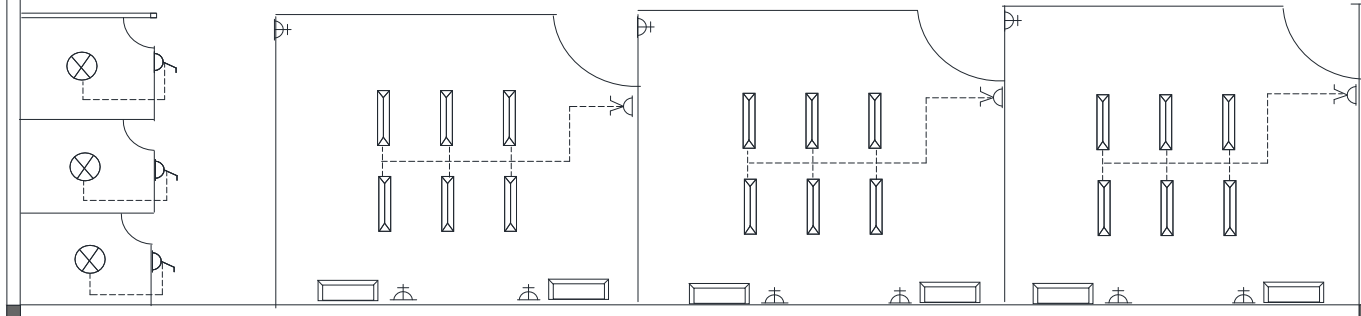
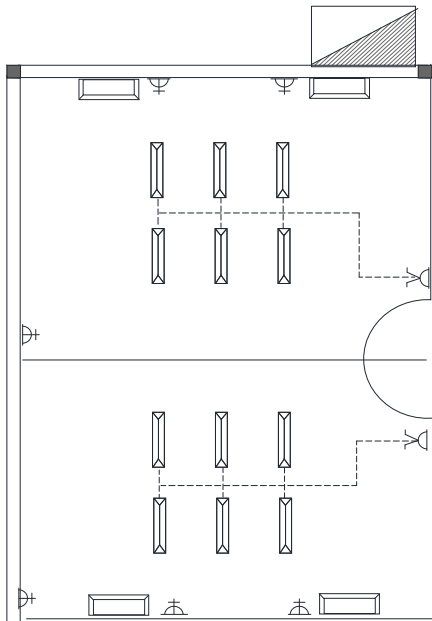
1:200

	AC (Pendingin)
	Lampu TL
	Televisi
	Stop Kontak
	Sakelar Seri
	Sakelar Tunggal
	Lampu Hemat Energi



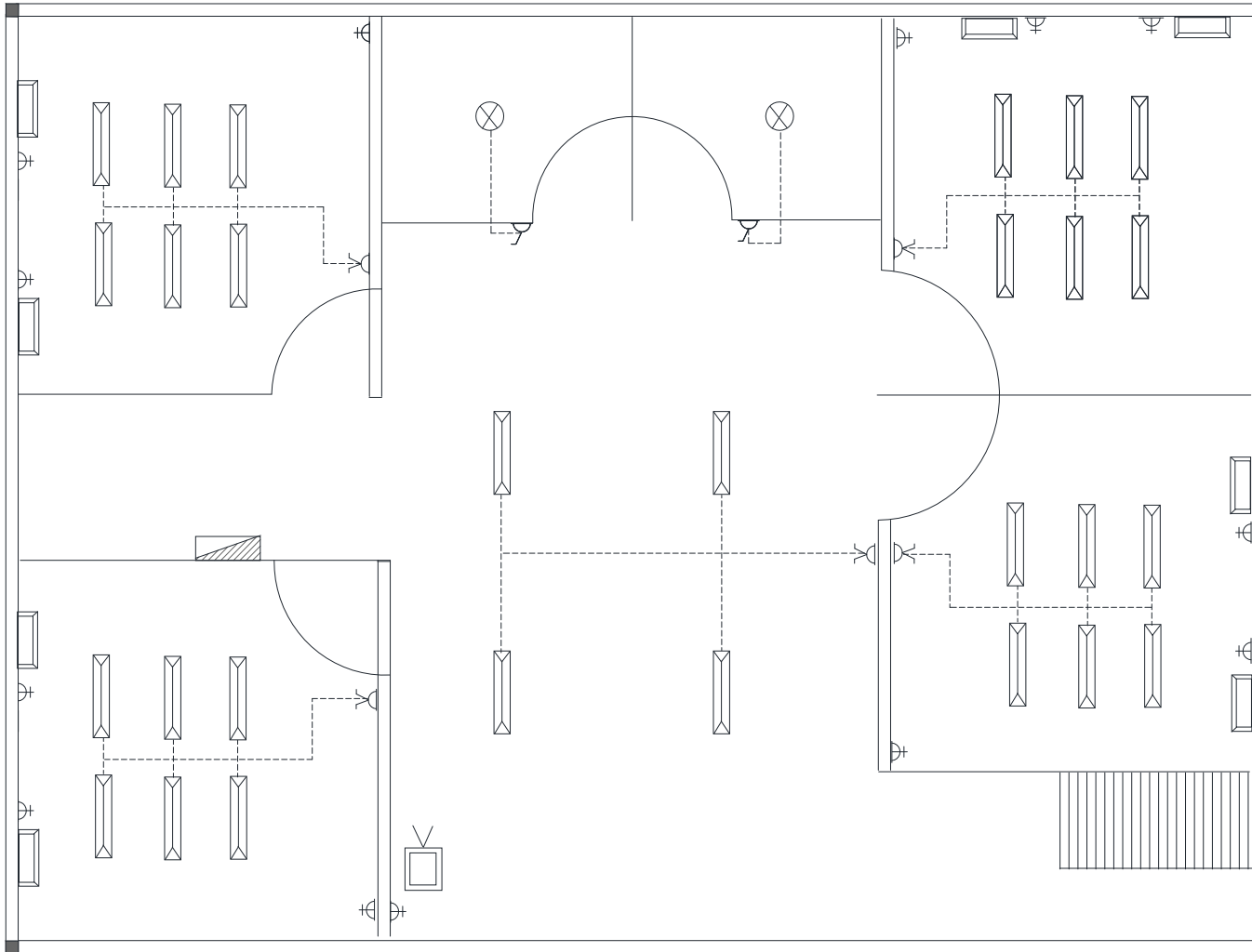
Denah Mekanikal Elektrikal
Jurusan Administrasi Bisnis Lt.2
1:200

	Lampu TL
	Televisi
	Stop Kontak
	Sakelar Seri
	Sakelar Tunggal
	Lampu Hemat Energi
	AC (Pendingin)



Denah Mekanikal Elektrikal
Jurusan Akuntansi Gedung F
1:200

	AC (Pendingin)
	Lampu TL
	Televisi
	Stop Kontak
	Sakelar Seri
	Sakelar Tunggal
	Lampu Hemat Energi

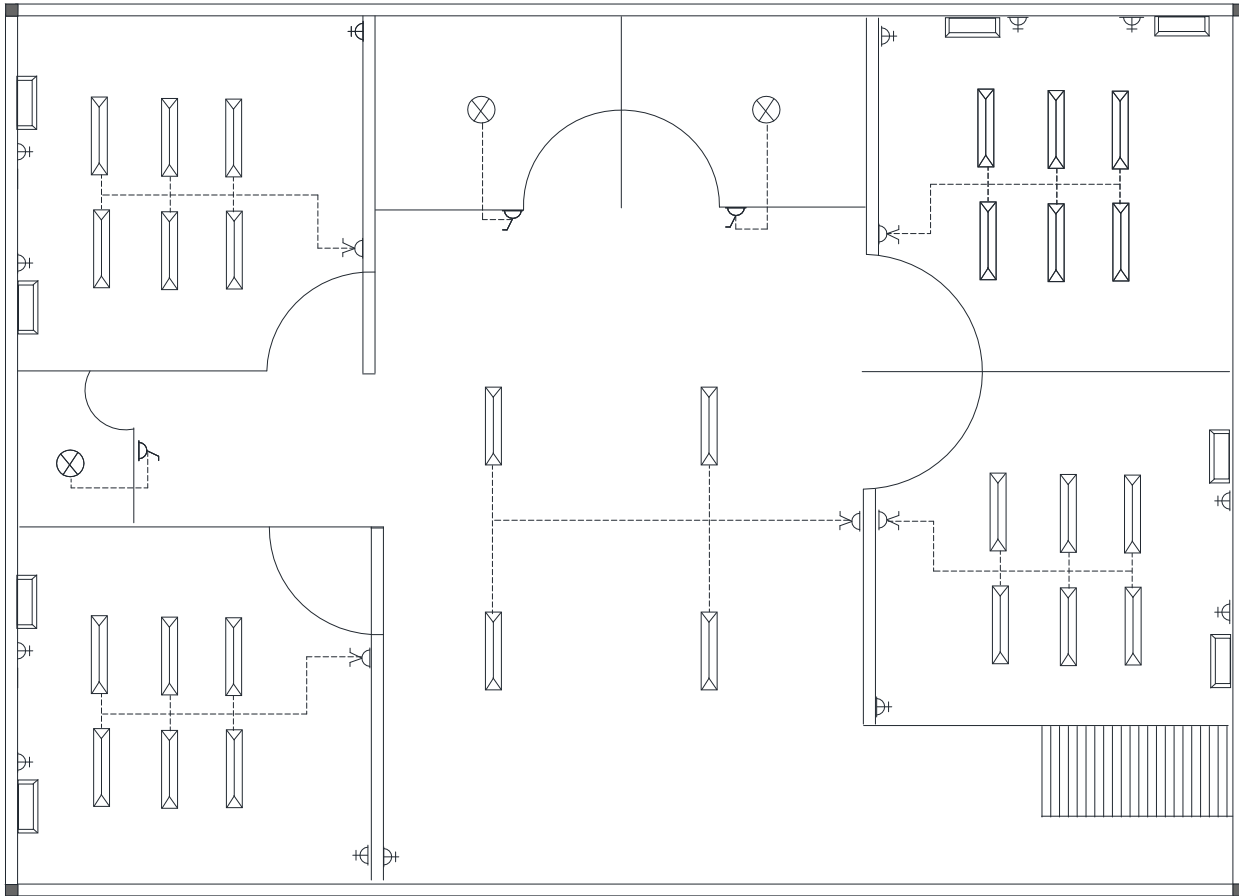


Denah Mekanikal Elektrikal

Jurusan Akuntansi Lt.1

1:200

	Lampu TL
	Televisi
	Stop Kontak
	Sakelar Seri
	Sakelar Tunggal
	Lampu Hemat Energi
	AC (Pendingin)

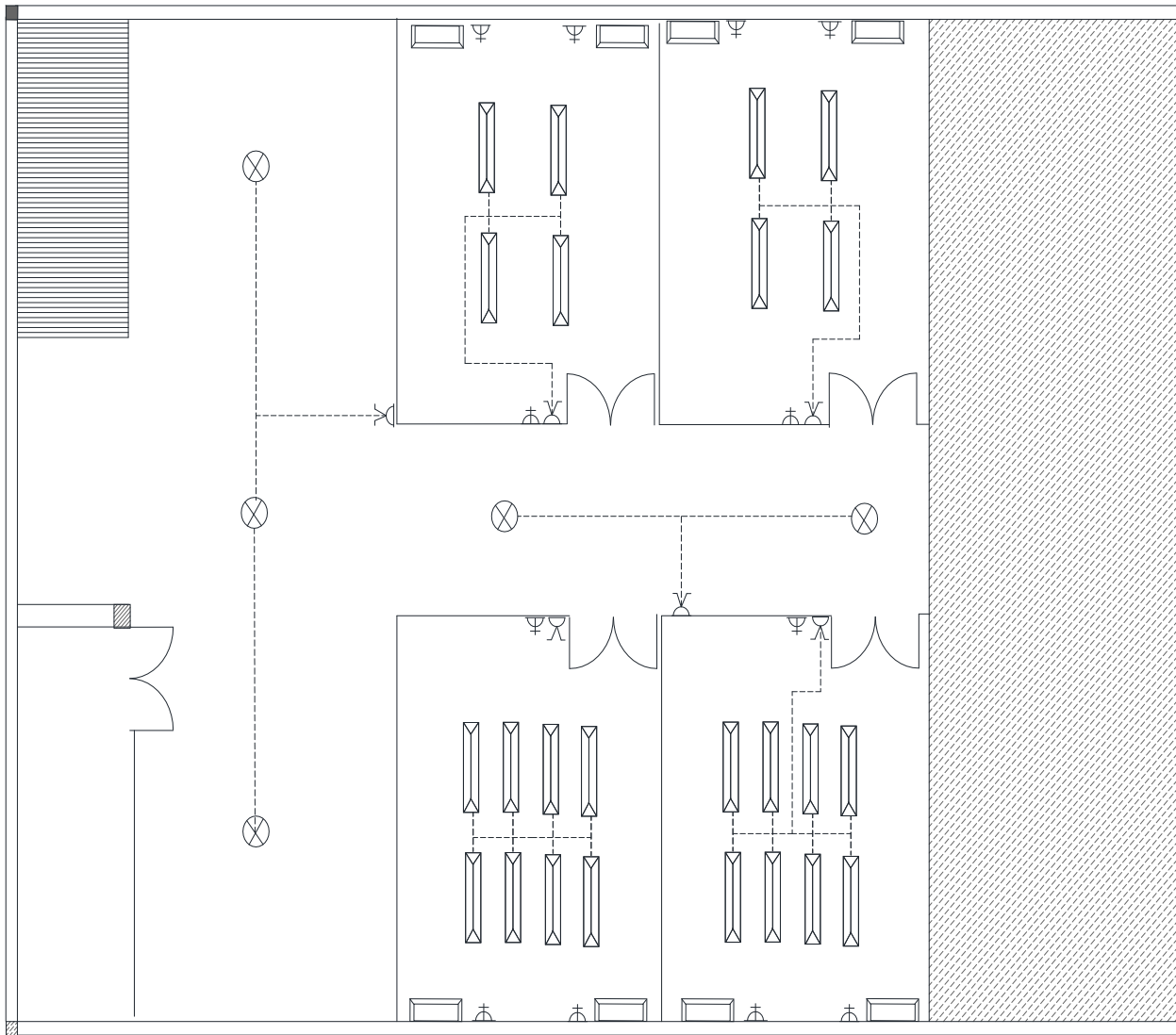


Denah Mekanikal Elektrikal

Jurusan Akuntansi Lt.2

1:200

	AC (Pendingin)
	Lampu TL
	Televisi
	Stop Kontak
	Sakelar Seri
	Sakelar Tunggal
	Lampu Hemat Energi

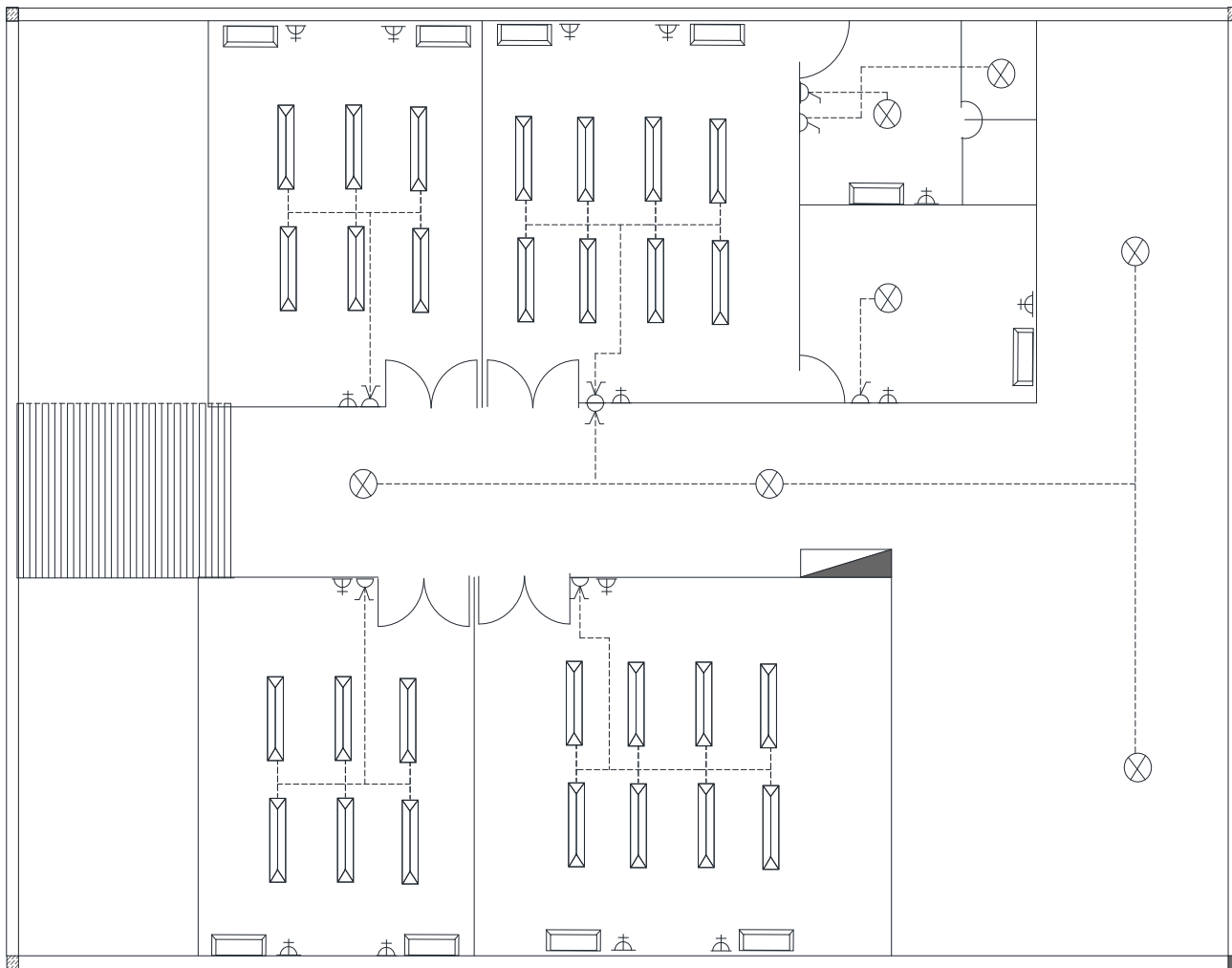


Denah Mekanikal Elektrikal

Jurusan Pariwisata Lt.1

1:200

	Lampu TL
	Televisi
	Stop Kontak
	Sakelar Seri
	Sakelar Tunggal
	Lampu Hemat Energi
	AC (Pendingin)

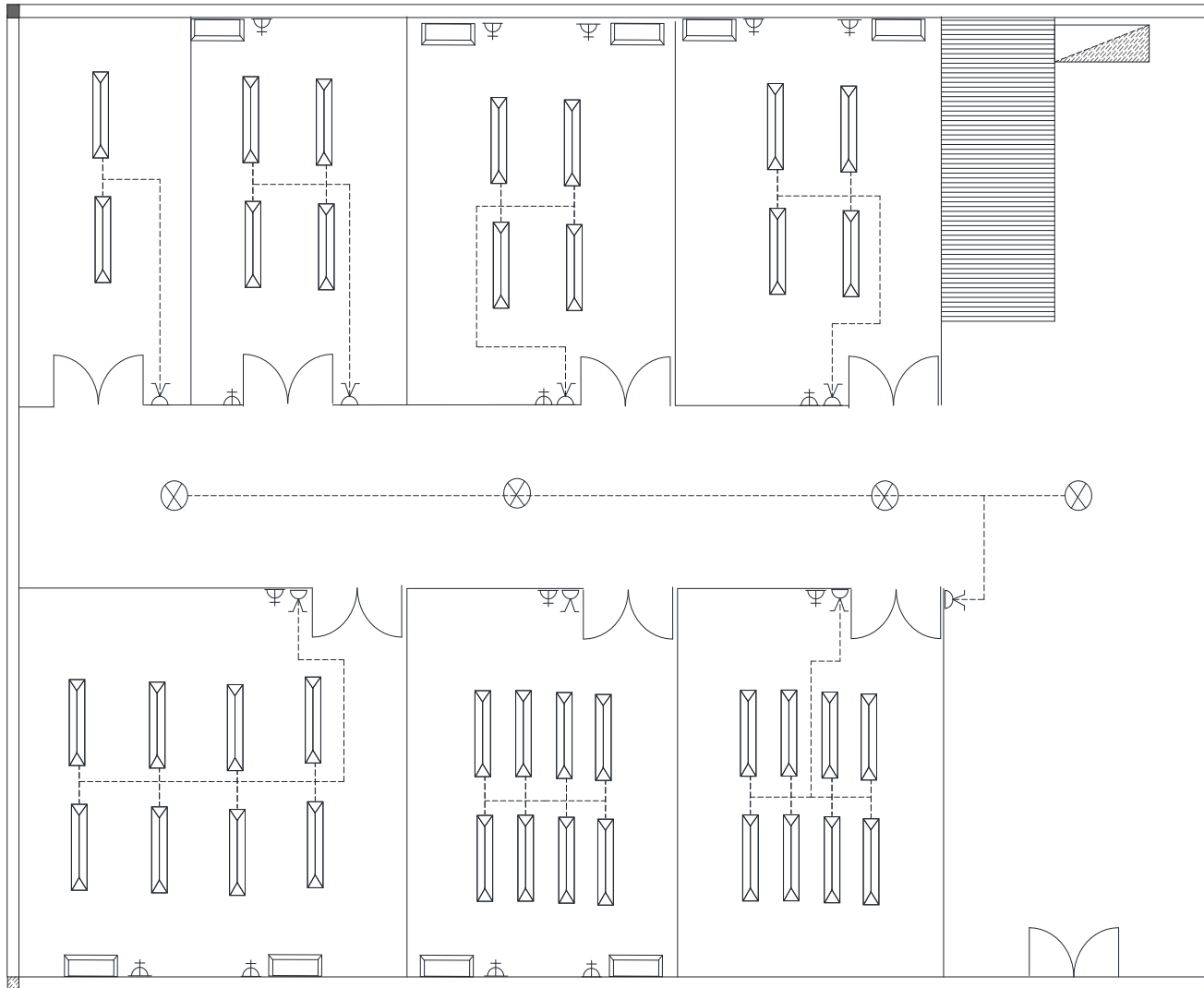


Denah Mekanikal Elektrikal

Jurusan Pariwisata Lt.2

1:200

	Lampu TL
	Televisi
	Stop Kontak
	Sakelar Seri
	Sakelar Tunggal
	Lampu Hemat Energi
	AC (Pendingin)

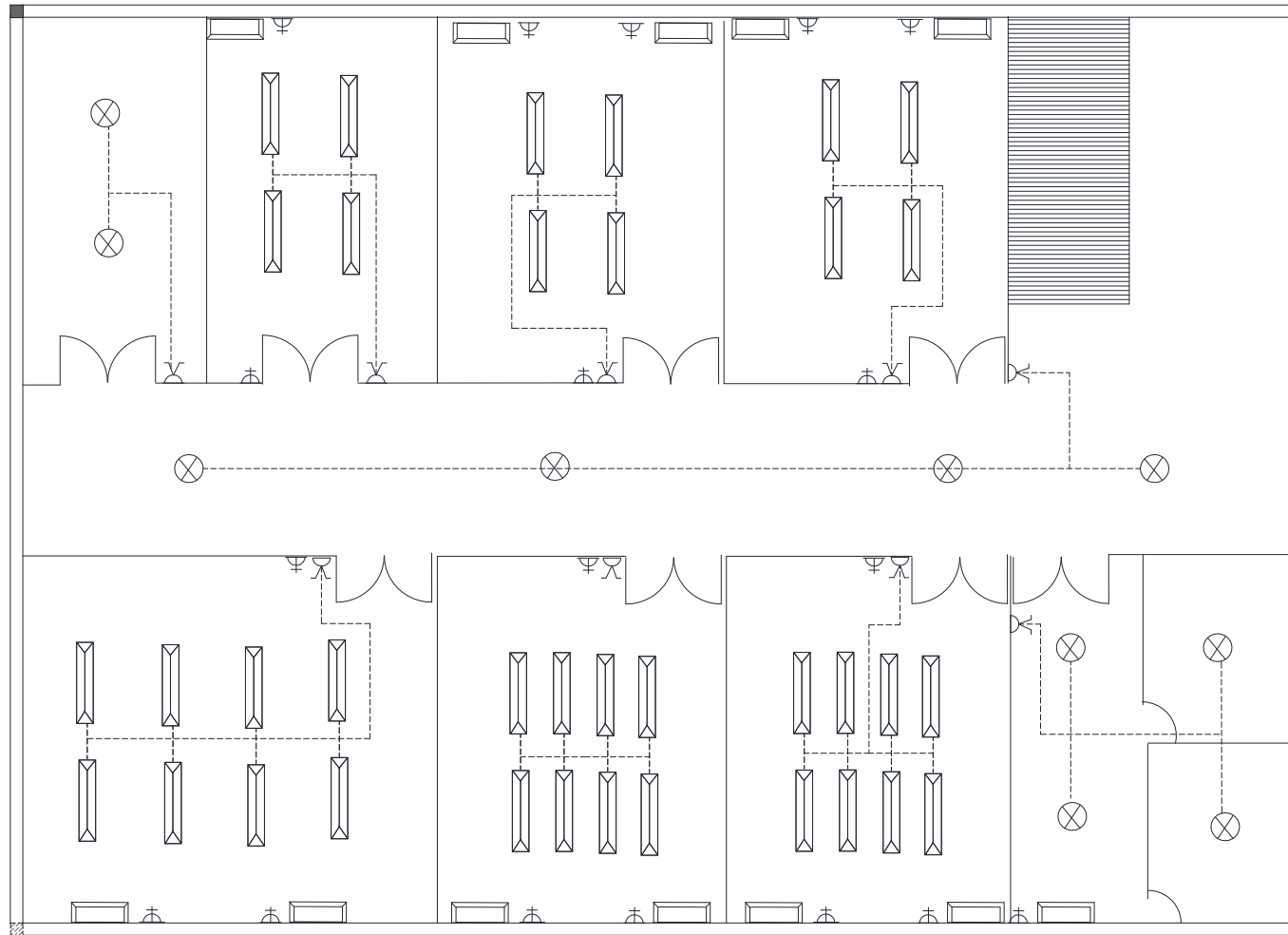


Denah Mekanikal Elektrikal

Jurusan Teknik Mesin Lt.1

1:200

	Lampu TL
	Televisi
	Stop Kontak
	Sakelar Seri
	Sakelar Tunggal
	Lampu Hemat Energi
	AC (Pendingin)

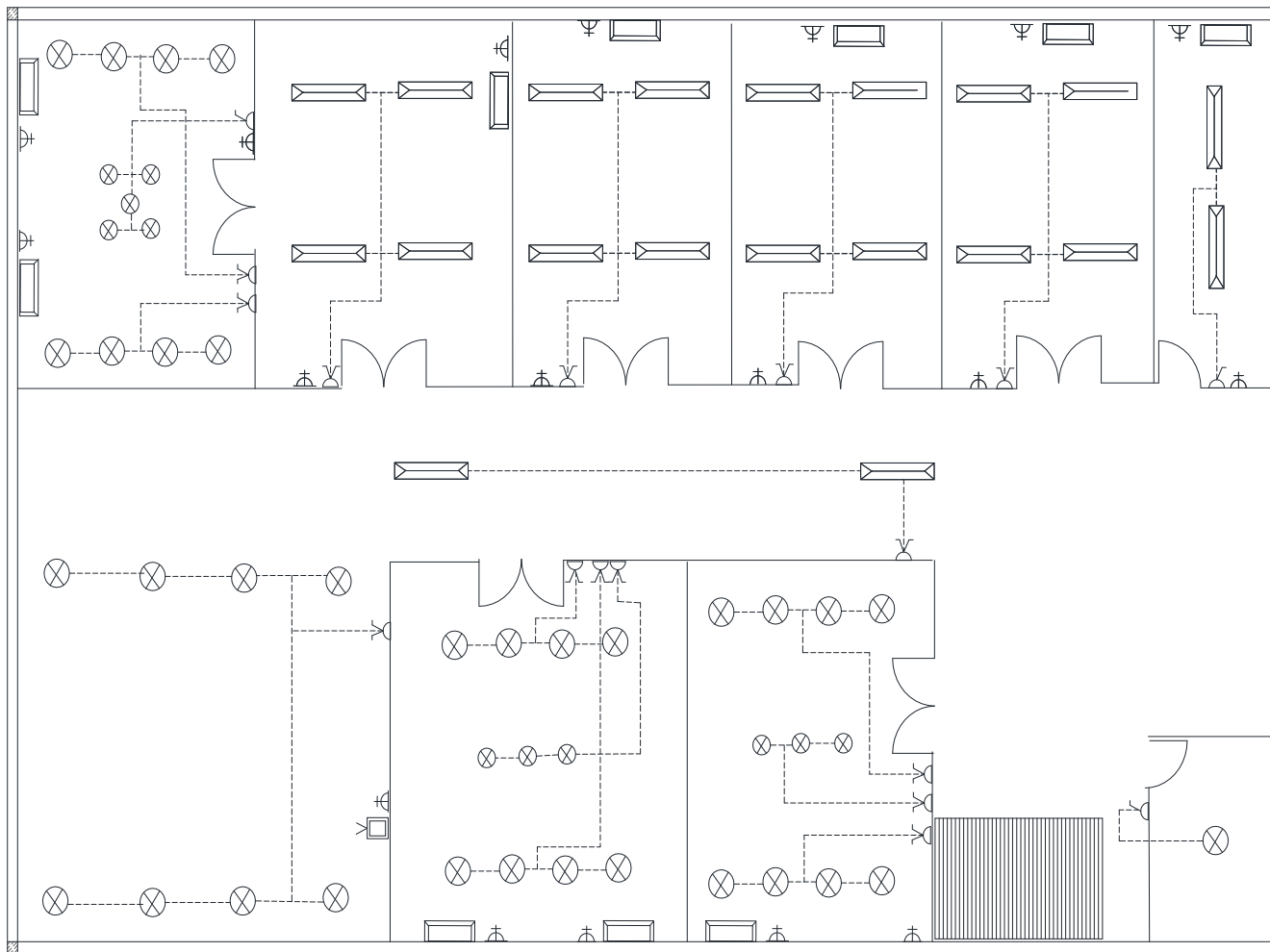


Denah Mekanikal Elektrikal

Jurusan Teknik Mesin Lt.2

1:200

	Lampu TL
	Televisi
	Stop Kontak
	Sakelar Seri
	Sakelar Tunggal
	Lampu Hemat Energi
	AC (Pendingin)

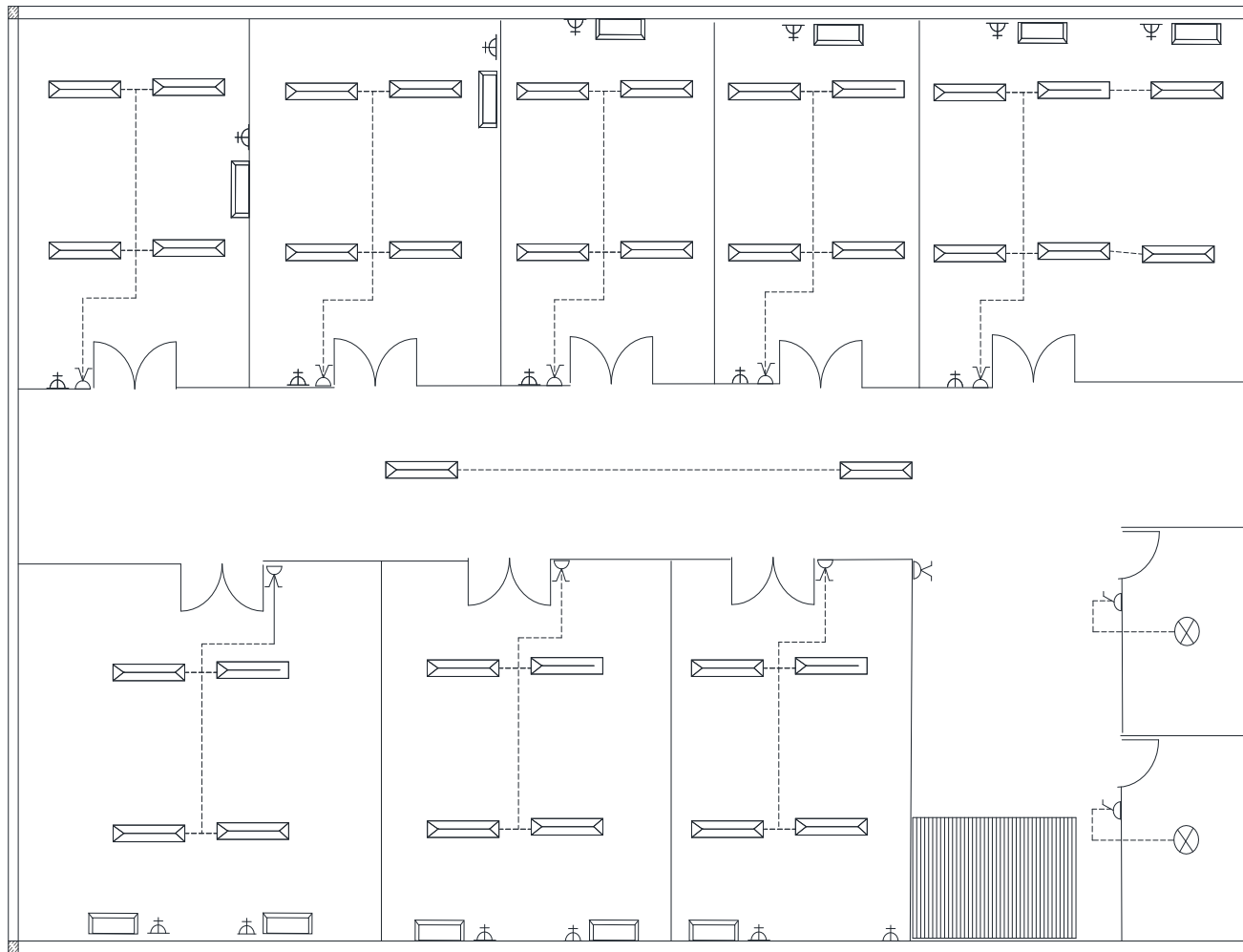


Denah Mekanikal Elektrikal

Jurusan Teknik Sipil

1:200

	Lampu TL
	Televisi
	Stop Kontak
	Sakelar Seri
	Sakelar Tunggal
	Lampu Hemat Energi
	AC (Pendingin)

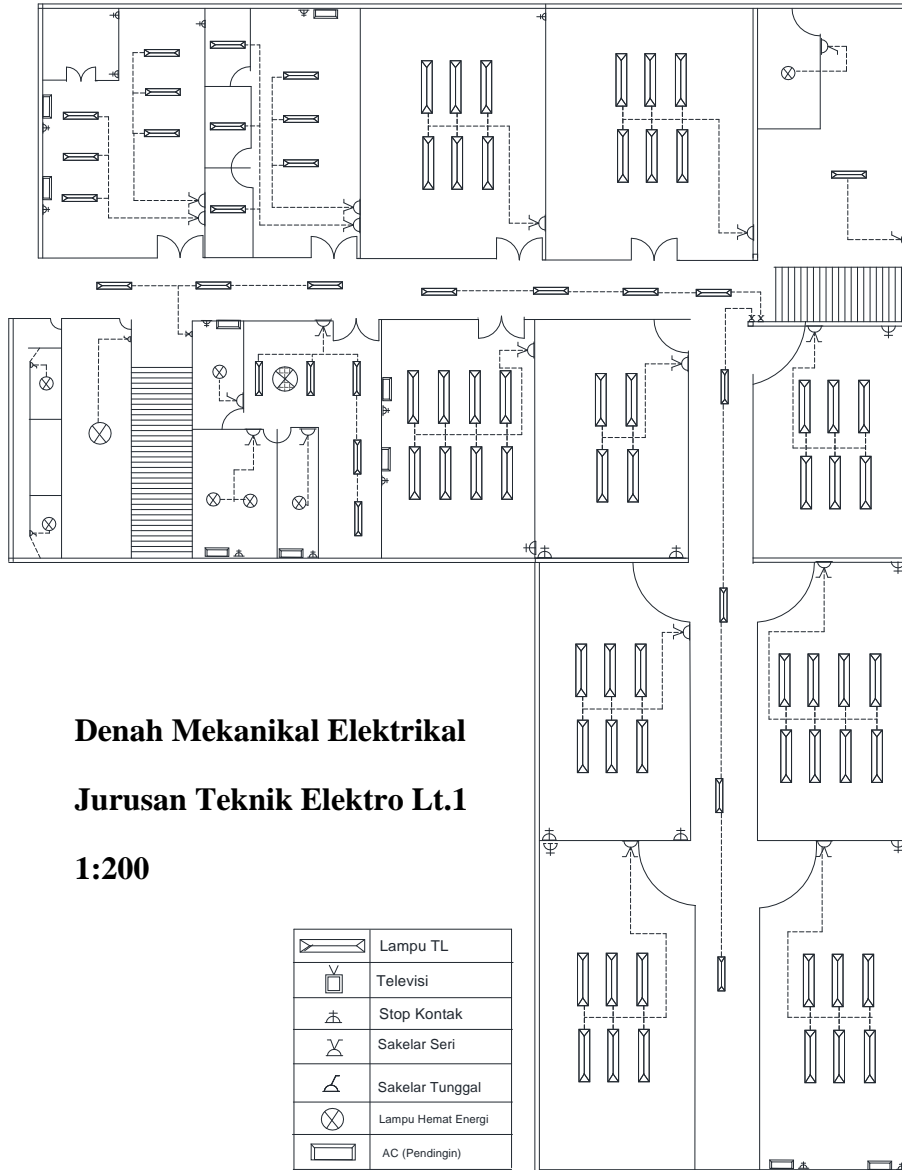
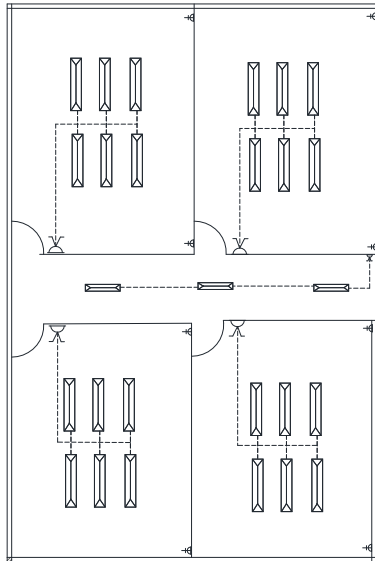


Denah Mekanikal Elektrikal

Jurusan Teknik Sipil

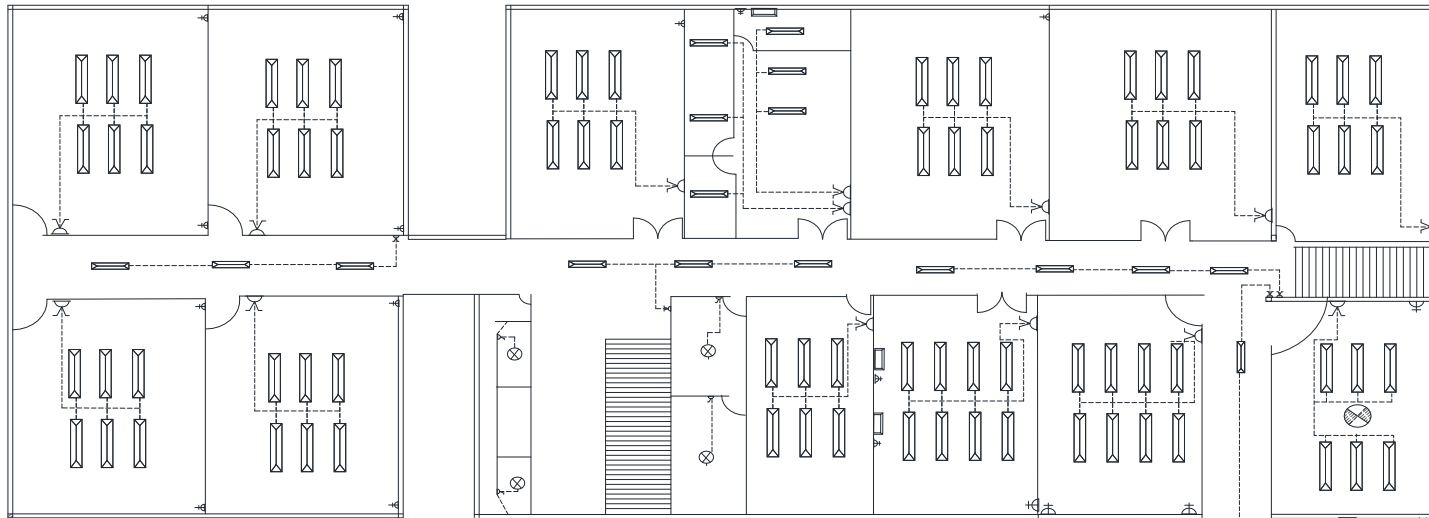
1:200

	Lampu TL
	Televisi
	Stop Kontak
	Sakelar Seri
	Sakelar Tunggal
	Lampu Hemat Energi
	AC (Pendingin)



Denah Mekanikal Elektrikal
Jurusan Teknik Elektro Lt.1
1:200

	Lampu TL
	Televisi
	Stop Kontak
	Sakelar Seri
	Sakelar Tunggal
	Lampu Hemat Energi
	AC (Pendingin)



Denah Mekanikal Elektrikal
Jurusan Teknik Elektro Lt.2
1:200

	Lampu TL
	Televisi
	Stop Kontak
	Sakelar Seri
	Sakelar Tunggal
	Lampu Hemat Energi
	AC (Pendingin)

