EVALUASI DAN PERENCANAAN INSTALASI LISTRIK GEDUNG JURUSAN TEKNIK ELEKTRO UNIVERSITAS BRAWIJAYA BERBASIS PENGHEMATAN ENERGI

SKRIPSI

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

Diajukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik

Disusun Oleh:

SUBKHAN SADZALI
NIM. 0510630099

DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
MALANG
2010

EVALUASI DAN PERENCANAAN INSTALASI LISTRIK GEDUNG JURUSAN TEKNIK ELEKTRO UNIVERSITAS BRAWIJAYA BERBASIS PENGHEMATAN ENERGI

SKRIPSI

KONSENTRASI TEKNIK ENERGI ELEKTRIK

Diajukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik

Disusun Oleh:

SUBKHAN SADZALI
NIM. 0510630099

Telah diperiksa dan disetujui oleh:

Dosen Pembimbing I	Dosen Pembimbing II
MOCH. DHOFIR, Drs., Ir., MT.	**MAHFUDZ SHIDIQ Ir., M.S.**
NIP. 19600701 199002 1 001	**NIP. 19580609 198703 1 003**

EVALUASI DAN PERENCANAAN INSTALASI LISTRIK GEDUNG JURUSAN TEKNIK ELEKTRO UNIVERSITAS BRAWIJAYA BERBASIS PENGHEMATAN ENERGI

Disusun Oleh :

SUBKHAN SADZALI
NIM. 0510630099

Skripsi ini telah diuji dan dinyatakan lulus pada
tanggal 28 Januari 2010

Majelis Penguji :

Hadi Suyono S.T., M.T., Ph.D.
NIP. 19730520 200801 1 013

Ir. Cahairuzzaini
NIP. 19500627 197803 1 001

Ir. Soemarwanto M.T.
NIP. 19500715 198003 1 002

Mengetahui :
Ketua Jurusan Teknik Elektro

Rudy Yuwono, S.T., M.Sc.
NIP. 19710615 199802 1 003

RINGKASAN

Subkhan Sadzali, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya, Januari 2010, ***Evaluasi Dan Perencanaan Instalasi Listrik Gedung Jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya Berbasis Penghematan Energi*** , Dosen Pembimbing: Moch. Dhofir, Drs., Ir., MT. dan Mahfudz Shidiq Ir., M.S.

Usia instalasi listrik pada gedung Jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya sudah lebih dari 10 tahun, dengan usia instalasi yang cukup lama maka perlu dilakukan evaluasi hal ini berkaitan dengan pertumbuhan beban pada instalasi yang ada dan usia dari konduktor. Selain itu telah terjadi beberapa perubahan fisik pada Gedung B dan Gedung C tanpa diikuti dengan perubahan instalasi listrik, terutama instalasi penerangan dan instalasi pendingin ruangan. Hal ini mengakibatkan terjadinya pemborosan karena instalasi bekerja kurang efektif sehingga harus dilakukan perencanaan ulang.

Pada instalasi listrik yang baru dilakukan perubahan besar pada instalasi penerangan, karena hampir semua ruangan pada kedua gedung tidak memenuhi standar SNI 03-6575-2001. Tetapi pemenuhan standar ini hanya dilakukan pada nilai 75 % mengingat besarnya konsumsi energi listrik dan kegiatan pada kedua gedung berlangsung pada siang hari. Pada instalasi penerangan digunakan lampu dengan ballast elektronik sehingga diperoleh penghematan sebesar 12.372,192 kWH per tahun pada Gedung B dan 9.422,784 kWH per tahun pada Gedung C. Selain itu diterapkan sistem pensaklaran yang lebih selektif sebagai solusi penghematan dari pemborosan yang terjadi pada instalasi listrik lama pada kedua gedung. Untuk instalasi pendingin ruangan dilakukan upaya penghematan dengan memperbanyak titik AC dan penggunaan AC hemat energi. Dengan penggunaan AC hemat energi diperoleh penghematan konsumsi energi sebesar 19.813,248 kWh per tahun untuk Gedung B dan 19.051, 2 kWh per tahun untuk Gedung C.

Dihasilkan instalasi listrik baru pada Gedung B dengan total beban terpasang 235.270 VA dan daya tersambung 164 kVA , pada Gedung C daya terpasang sebesar 137.180 VA dan daya tersambung sebesar 105 kVA. Instalasi pada dua gedung tersebut dapat digunakan hingga 10 tahun lagi dan daya tersambung pada kedua gedung mampu untuk menyuplai energi listrik hingga 5 tahun lagi dengan asumsi angka pertumbuhan konsumsi energi rata-rata per tahun 6,5 %.

Kata kunci: *evaluasi, perencanaan ulang instalasi listrik intensitas penerangan, saklar selektif, penghematan energi.*

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur dipanjatkan atas kehadirat Allah swt yang telah melimpahkan anugrah, perlindungan, rahmat, kasih sayang- Nya, sehingga skripsi yang berjudul "**Evaluasi Dan Perencanaan Instalasi Listrik Gedung Jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya Berbasis Penghematan Energi**" dapat diselesaikan.

Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar sarjana Teknik Elektro pada bidang studi Teknik Energi Elektrik, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya. Dengan rasa hormat, disampaikan rasa terima kasih yang tulus kepada:

1. Bapak Rudy Yuwono, ST., MSc sebagai Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya.
2. Bapak M. Aziz Muslim, ST., MT., PhD sebagai Sekretaris Jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya.
3. Bapak Hadi Suyono, ST., MT., PhD sebagai Ketua Kelompok Dosen Keahlian Teknik Tenaga Jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya.
4. Bapak Moch. Dhofir, Drs., Ir., MT. sebagai Dosen Pembimbing I atas segala bimbingan, pengarahan, gagasan, ide, saran serta motivasi yang telah diberikan.
5. Bapak Mahfudz Shidiq Ir., M.S. sebagai Dosen Pembimbing II atas segala bimbingan, perhatian, arahan hingga terselesainya skripsi ini.
6. Bapak Wiyanto yang telah banyak member bantuan dan arahan.
7. Orang tua dan saudara yang selalu mendukung lahir dan batin.
8. Teman-teman dan semua yang telah memotivasi dan memberi bantuan.

Sebagai manusia biasa perlu disadari sepenuhnya atas keterbatasan serta kekurangan yang ada pada tulisan ini, untuk itu diharapkan kritik dan saran agar tulisan ini menjadi lebih baik.

Akhirnya diharapkan semoga tulisan ini bermanfaat bagi pengembangan ilmu dan pengetahuan.

Malang, Januari 2010

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL ..... **i**
HALAMAN PENGESAHAN ..... **ii**
RINGKASAN ..... **iv**
KATA PENGANTAR ..... **v**
DAFTAR ISI ..... **vi**
DAFTAR GAMBAR ..... **ix**
DAFTAR TABEL ..... **xi**
DAFTAR LAMPIRAN ..... **xi**
BAB I PENDAHULUAN **1**
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 2
1.3 Batasan Masalah 2
1.4 Tujuan 3
1.5 Sistematika Pembahasan 3
BAB II LANDASAN TEORI **4**
2.1 Instalasi Listrik 4
2.1.1 Instalasi Penerangan Listrik 4
2.1.1.1 Intensitas Penerangan 5
2.1.1.2 Luminansi 7
2.1.1.3 Sistem Penerangan Dan Armatur 9
2.1.1.4 Perhitungan Intensitas Penerangan 13
2.1.2 Instalasi Daya Listrik 17
2.2 Pemilihan Kabel 18
2.2.1 Kemampuan Hantar Arus 18
2.2.2 Tahanan Listrik Kabel 19
2.2.3 Penurunan Tegangan 19
2.3 Proteksi 20
2.3.1 Proteksi Arus Lebih 20
2.3.1.1 Fuse 21
2.3.1.2 Circuit Breaker 21
2.4 Energi 22
2.4.1 Penghematan Energi 22

2.4.2 Langkah Penghematan Energi 23
2.4.2.1 Penerangan 23
2.4.2.2 Pendingin Ruangan *(Air Conditioner)* 24
2.4.2.3 Peralatan Komputer 25
2.5 *Software* DIALux 25
2.6 Klasifikasi Daya Listrik 28
2.7 Beban Listrik 29
BAB III METODOLOGI PENELITIAN 31
3.1 Studi Literatur 31
3.2 Pengambilan Data 31
3.3 Evaluasi Instalasi Listrik Lama 31
3.4 Perencanaan Instalasi Listrik 32
3.5 Kesimpulan 32
BAB IV PEMBAHASAN 34
4.1 Evaluasi Instalasi Listrik Lama 34
4.1.1 Hasil Survey Keadaan Instalasi Listrik Lama 34
4.1.2 Hasil Pengukuran 39
4.2 Perencanaan Instalasi Listrik 45
4.2.1 Perencanaan Beban 45
4.2.1.1 Perhitungan Daya Beban Pernerangan 45
4.2.1.2 Perhitungan Daya Beban Stop Kontak 57
4.1.1.3 Perhitungan Daya Beban Pendingin Ruangan 60
4.4.2.4 Perhitungan Daya Beban Stop Kontak
Dan Alat Laboratorium 62
4.3 Pertumbuhan Konsumsi Energi 64
4.4 Perhitungan Daya Terpasang dan Daya Tersambung 66
4.4.1 Perhitungan Daya Terpasang 66
4.4.2 Perhitungan Daya Tersambung 66
4.5 Pembagian Beban 67
4.5.1 Pembagian Beban Gedung B 68
4.5.2 Pembagian Beban Gedung C 69
4.6 Penentuan Kabel dan Nilai MCB 70
4.7 Upaya Penghematan 73
4.7.1 Perencanaan Ulang Jaringan Instalasi Listrik 73

4.7.2 Penggunaan Peralatan Hemat Energi 75
4.8 Perencanaan Material Instalasi Listrik 77
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN 78
5.1 Kesimpulan..... 78
5.2 Saran..... 79
DAFTAR PUSTAKA
LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

No.	Judul	Halaman
Gambar 2.1.	Armatur Bola	8
Gambar 2.2.	Skala Luminansi Untuk Pencahayaan Interior	9
Gambar 2.3.	Pola Cahaya Armatur	10
Gambar 2.4.	Titik P Menerima Komponen Langsung Dari Sumber Cahaya Titik	16
Gambar 2.5.	Denah Titik Pengukuran	17
Gambar 2.6.	Bagian MCB	22
Gambar 2.7.	Input program DIALux	26
Gambar 2.8	Output program DIALux	27
Gambar 2.9	Gambar 3D dan Distribusi Pencahayaan	28
Gambar 3.1	Langkah kerja Evaluasi Dan Perencanaan Instalasi Listrik Jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya	33
Gambar 4.1	(a) Stop Kontak Tambahan Pada Dinding, (b) Stop Kontak Tambahan Dengan Beban Berlebih	35
Gambar 4.2.	AC Pada Ruangan Yang Disekat	39
Gambar 4.3.	Data Hasil Pengukuran Penggunaan Listrik Pada Gedung B	39
Gambar 4.4.	Data Hasil Pengukuran Kualitas Daya Panel Utama	41
Gambar 4.5.	Kurva Hasil Pengukuran	43
Gambar 4.6.	Perhitungan Ruang B 1.5 dan B 1.7	47
Gambar 4.7.	Susunan Lampu Ruang B 1.5 dan B 1.7	48
Gambar 4.8.	Distribusi Pencahayaan Ruang B 1.5 dan B 1.7	48
Gambar 4.9.	Perhitungan 75% dari SNI 03-6575-2001 Ruang B 1.5 dan B 1.7	51
Gambar 4.10.	Hasil Perhitungan 75% dari SNI 03-6575-2001 Ruang B 1.5 dan B 1.7	51
Gambar 4.11.	Distribusi Intensitas Penerangan75% dari SNI 03-6575-2001 Ruang B1.5 dan B 1.7	52

Brawijaya

DAFTAR TABEL

No.	Judul	Halaman
Tabel 2.1.	Tingkat Pencahayaan Minimum dan Redensi Warna Yang Direkomendasikan	6
Tabel 2.2.	Klasifikasi Armatur	11
Tabel 2.3.	Klasifikasi Proteksi Terhadap Debu Dan Air Sesuai SNI No. 04-0202 – 1987	12
Tabel 2.4.	Klasifikasi Menurut C.E.E Terhadap Jenis Proteksi Listrik.Kelas Armatur Pengamanan Listrik	13
Tabel 2.5.	Efisiensi Penerangan	15
Tabel 4.1.	Hasil Pengukuran Daya pada Panel Utama di Gedung B dan C	41
Tabel 4.2.	Data Pengukuran Intensitas Penerangan	44
Tabel 4.3.	Perbandingan Hasil Pengukuran dengan Standar SNI 03-6575-2001	44
Tabel 4.4.	Perbandingan Hasil Perhitungan pada Ruang B 1.5 dan B 1.7	49
Tabel 4.5.	Perbandingan Hasil Perhitungan 75% dari Standar SNI 03-6575-2001 pada B 1.5 dan B 1.7	52
Tabel 4.6.	Perhitungan Jumlah Beban Penerangan Gedung B	54
Tabel 4.7.	Perhitungan Jumlah Beban Penerangan Gedung C	55
Tabel 4.8.	Komposisi Beban Penerangan Gedung B	56
Tabel 4.9.	Komposisi Beban Penerangan Gedung C	56
Tabel 4.10.	Rekapitulasi Jumlah Stop Kontak Gedung B	58
Tabel 4.11.	Rekapitulasi Jumlah Stop Kontak Gedung C	59
Tabel 4.12.	Rekapitulasi Daya AC pada Gedung B	61
Tabel 4.13.	Rekapitulasi Daya AC pada Gedung C	61
Tabel 4.14.	Perhitungan Beban Stop Kontak dan Alat Laboratorium Gedung B	63
Tabel 4.15.	Perhitungan Beban Stop Kontak dan Alat Laboratorium Gedung C	63
Tabel 4.16.	Data Pertumbuhan Konsumsi Energi Listrik	65
Tabel 4.17.	Perhitungan Penghematan Instalasi Penerangan	76

Tabel 4.18. Perhitungan Penghematan Instalasi AC 77

DAFTAR LAMPIRAN

No.	Judul	Halaman
Lampiran 1.	Data Teknis Kabel	81
Lampiran 2.	Denah Instalasi Penerangan	86
Lampiran 3.	Pendataan Beban	90
Lampiran 4.	Data Teknis Armatur	104
Lampiran 5.	Data Teknis Lampu	108
Lampiran 6.	Perhitungan Jumlah Titik Lampu Secara Teori	110
Lampiran 7.	Perhitungan Jumlah Titik Lampu Dengan DIALux	136
Lampiran 8.	Perhitungan Penentuan Kabel dan MCB	175
Lampiran 9.	Rencana Material	176
Lampiran 10.	Gambar instalasi	186
Lampiran 11	Hasil Pengukuran	194
Lampiran 12	Single Line Diagram	205

repository.ub.ac

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

BAB I.
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Instalasi listrik pada bangunan memiliki peranan penting untuk menyalurkan energi dari sumber menuju beban yang ada pada bangunan tersebut. Keandalan dari sebuah sistem instalasi turut menentukan nilai konsumsi energi yang digunakan untuk menyuplai beban yang terpasang.

Jika sebuah bangunan sudah memiliki sistem instalasi listrik, dan instalasi listrik tersebut telah berumur lebih dari 10 tahun, maka perlu dilakukan pemeriksaan baik dari segi kelayakan, maupun keamanan instalasi. Keamanan meliputi kondisi alat listrik yang digunakan, hal ini berhubungan erat dengan bahaya yang ditimbulkan jika terdapat kondisi peralatan yang tidak layak.

Selain itu, kelayakan instalasi untuk menyuplai beban dari bangunan dengan jumlah yang cenderung bertambah. Dari keadaan ini memungkinkan terjadinya penurunan kinerja dari instalasi yang sudah ada,sehingga perlu dilakukan pemeriksaan dan perncanaan ulang untuk instalasi yang sudah lama ini. Hal ini terjadi pada gedung Teknik Elektro Universitas Brawijaya.

Instalasi listrik pada gedung Teknik Elektro Universitas Brawijaya ini sudah berusia lebih dari 10 tahun. Tentunya hal ini sudah harus menjadi perhatian kita. Kinerja instalasi listrik ini tentunya sudah tidak sesuai lagi dengan waktu awal instalasi ini dirancang, beban yang bertambah tentunya harus dilakukan penyesuaian lagi terhadap instalasi, selain itu usia konduktor juga menjadi alasan perlunya dilakukan instalasi ulang karena isolasi kabel tentunya berkurang seiring bertambahnya waktu.

Perubahan tata ruang yang terjadi pada gedung jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya tanpa adanya perubahan sistem instalasi listrik yang ada, terutama pada instalasi penerangan tentunya membuat sistem instalasi yang terpasang harus dikaji ulang kelayakannya.

Suplai listrik yang baik sangat dibutuhkan di sini, mengingat kegiatan pembelajaran atau akademik maupun administratif ditunjang dengan peralatan dengan sumber energi utama ialah energi listrik, dan peralatan yang ada terus

berkembang dari waktu ke waktu, sehingga perlu dilakukan penyesuaian ulang pada sistem instalasi. Diharapkan didapat sebuah rancangan sistem instalasi listrik baru yang dapat menunjang kinerja sistem dengan baik

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana kelayakan sistem instalasi listrik yang sudah ada pada gedung Teknik Elektro Universitas Brawijaya.
2. Bagaimanakah perencanaan sistem instalasi listrik baru di gedung Teknik Elektro Universitas Brawijaya yang memenuhi syarat hemat energi.

1.3 Batasan Masalah

Agar pembahasan skripsi ini lebih terarah dan sesuai tujuan, maka perlu diberikan batasan masalah sebagai berikut:

1. Obyek penelitian adalah Gedung B dan Gedung C Teknik Elektro Universitas Brawijaya dengan kondisi beban dan keadaan jaringan listrik yang ada pada saat penelitian dilakukan.
2. Data yang digunakan berupa data sekunder yang tersedia dan data primer yang diperoleh dari hasil pengukuran.
3. Evaluasi dilakukan pada sistem instalasi listrik yang sudah terpasang., yang meliputi sistem pencahayaan, sistem pendinginan ruang dan beban lain yang terpasang dan instalasi daya.
4. Evaluasi sistem pensaklaran, pembagian beban tiap fasa, dan pemilihan konduktor dan pengamanan instalasi.
5. Melakukan perkiraan beban yang akan terpasang untuk perkembangan beberapa tahun ke depan.
6. Rancangan instalasi baru dibuat berdasarkan hasil evaluasi instalasi yang lama dan perkiraan beban.
7. Tidak membahas biaya investasi untuk perencanaan instalasi listrik baru.

1.4 Tujuan

Tujuan skripsi ini adalah melakukan evaluasi kelayakan sistem instalasi listrik yang sudah ada dan membuat perencanaan sistem instalasi listrik yang hemat energi.

1.5 Sistematika Pembahasan

Sistematika pembahasan pada skripsi ini tersusun sebagai berikut:

BAB I: PENDAHULUAN

Membahas latar belakang, rumusan masalah, tujuan, batasan masalah, dan sistematika pembahasan.

BAB II: INSTALASI LISTRIK

Membahas prinsip dasar perencanaan instalasi listrik, evaluasi instalasi listrik, jenis-jenis konduktor, penghematan energi.

BAB III: METODOLOGI PENELITIAN

Menjelaskan tentang metodologi yang digunakan dalam penyelesaian laporan akhir.

BAB V: EVALUASI DAN PERENCANAAN INSTALASI

Membahas langkah kerja dalam pengevaluasian instalasi listrik lama dan melakukan perencanaan instalasi listrik baru..

BAB VI: PEMBAHASAN DAN ANALISIS.

Membahas tentang hasil evaluasi dan data perencanaan instalasi listrik.

BAB VII: KESIMPULAN DAN SARAN

Berisi kesimpulan dan saran.

BAB II
TEORI DASAR

2.1 Instalasi Listrik

Instalasi listrik adalah : *Rangkaian dari peralatan listrik yang saling berhubungan satu sama lain secara listrik yang berada dalam suatu ruang atau lokasi* (PUIL 1977 ayat 110.I.6). Secara umum instalasi listrik dibagi menjadi dua jenis yaitu:

1. Instalasi penerangan listrik.
2. Instalasi daya listrik.

2.1.1 Instalasi Penerangan Listrik

Instalasi penerangan listrik adalah instalasi listrik yang digunakan untuk menyalurkan energi listrik dari sumbernya (PLN, Gen-set dan sumber lain) ke beban listrik atau peralatan rumah tangga/kantor (lampu dan stop kontak). Pada beban, energy listrik diubah menjadi energi dalam bentuk lain yang lebih kita butuhkan. Misalnya panas pada setrika, cahaya pada lampu, gerakan berputar pada kipas angin dan lain-lain.

Instalasi penerangan listrik dibagi menjadi dua golongan :

1. Instalasi penerangan di dalam gedung.
2. Instalasi penerangan di luar gedung.

Instalasi penerangan di dalam gedung adalah instalasi listrik dalam bangunan gedung. Yang termasuk golongan ini adalah instalasi dalam kamar, ruangan dan teras.

Instalasi penerangan di luar gedung dalam instalasi listrik di luar bangunan gedung. Yang termasuk dalam golongan ini adalah instalasi penerangan jalan dan taman.

Tujuan utama instalasi penerangan adalah untuk memberikan kenyamanan pada mata orang yang berada pada area tersebut dalam menikmati sesuatau atau melakukan kegiatan sehingga dapat dilakukan tanpa adanya akomodasi mata yang berlebihan dan diharapkan orang tersebut tidak merasakan lelah pada mata.

Pada kegiatan yang memerlukan ketelitian ekstra, maka diperlukan penerangan yang baik atau dengan kata lain memerlukan kuat penerangan yang besar, sedangkan untuk pekerjaan yang kurang memerlukan ketelitian tidak perlu menggunakan penerangan yang mempunyai kuat penerangan besar atau berlebihan.

Pada awalnya stop kontak pada instalasi listrik hanya diperhitungkan untuk daya sekitar 200 VA saja. Pada perkembangan selanjutnya variasi beban yang terpasang pada stop kontak instalasi penerangan sangat beragam dan juga daya yang digunakan semakin besar.

Pada kantor, sekolah atau pusat pelatihan, selain lampu-lampu penerangan beban pada instalasi penerangn umumnya berupa peralatan kantor dan peralatan kegiatan belajar mengajar, seperti komputer, *LCD Projector,* ataupun OHP. Selain itu sering juga kita jumpai beban pendingin ruangan atau AC. Untuk lembaga pendidikan kejuruan atau pendidikan teknik, beban yang terpasang beragam contohnya adalah motor.

Pada penerangan sebagian besar cahaya yang ditangkap oleh mata tidak datang langsung dari sumber cahaya tetapi dipantulkan oleh lingkungan di sekitar sumber cahaya. Penyebaran cahaya dari suatu sumber cahaya tergantung pada konstruksi sumber cahaya itu sendiri dan konstruksi armatur yang digunakan.

2.1.1.1 Intensitas Penerangan

Intensitas penerangan atau iluminansi di suatu bidang ialah fluks cahaya yang jatuh pada 1 m^2 dari bidang itu. Intensitas penerangan (E) dinyatakan dengan satuan lux (lm/m^2). Intensitas penerangan harus ditentukan berdasakan tempat dimana pekerjaan dilakukan. Bidang kerja umumnya 80 cm di atas lantai. Intensitas penerangan ditentukan pula oleh sifat dan jenis dari pekerjaan yang akan dilakukan dalam ruangan tersebut, serta lamanya waktu kerja. Pekerjaan dengan waktu kerja yang panjang dan membutuhkan ketelitian tinggi yang dilakukan dengan bantuan penerangan buatan, memerlukan intensitas penerangan yang besar dengan tingkat kesilauan yang rendah.

Banyak faktor risiko di lingkungan kerja yang mempengaruhi keselamatan dan kesehatan pekerja salah satunya adalah pencahayaan. Menurut Keputusan

Menteri Kesehatan No.1405 tahun 2002, pencahayaan adalah jumlah penyinaran pada suatu bidang kerja yang diperlukan untuk melaksanakan kegiatan secara efektif. Tingkat pencahayaan minimum dan renderasi warna yang direkomendasikan untuk berbagai fungsi ruangan ditunjukkan pada Tabel 2.1

Table 2.1 Tingkat Pencahayaan Minimum Dan Renderasi Warna Yang Direkomendasikan

Fungsi ruangan	Tingkat Pencahayaan (lux)	Kelompok renderasi warna	Keterangan
Rumah Tinggal :			
Teras	60	1 atau 2	
Ruang tamu	120 ~ 250	1 atau 2	
Ruang makan	120 ~ 250	1 atau 2	
Ruang kerja	120 ~ 250	1	
Kamar tidur	120 ~ 250	1 atau 2	
Kamar mandi	250	1 atau 2	
Dapur	250	1 atau 2	
Garasi	60	3 atau 4	
Perkantoran :			
Ruang Direktur	350	1 atau 2	
Ruang kerja	350	1 atau 2	
Ruang komputer	350	1 atau 2	Gunakan armatur berkisi untuk mencegah silau akibat pantulan layar monitor.
Ruang rapat	300	1 atau 2	
Ruang gambar	750	1 atau 2	Gunakan pencahayaan setempat pada meja gambar.
Gudang arsip	150	3 atau 4	
Ruang arsip aktif.	300	1 atau 2	
Lembaga Pendidikan :			
Ruang kelas	250	1 atau 2	
Perpustakaan	300	1 atau 2	
Laboratorium	500	1	
Ruang gambar	750	1	Gunakan pencahayaan setempat pada meja gambar.
Kantin	200	1	
Hotel dan Restauran			
Lobby, koridor	100	1	Pencahayaan pada bidang vertikal sangat penting untuk menciptakan suasana/kesan ruang yang baik.
Ballroom/ruang sidang.	200	1	Sistem pencahayaan harus di rancang untuk menciptakan suasana yang sesuai. Sistem pengendalian "switching" dan "dimming" dapat digunakan untuk memperoleh berbagai efek pencahayaan.
Ruang makan.	250	1	
Cafetaria.	250	1	
Kamar tidur.	150	1 atau 2	Diperlukan lampu tambahan pada bagian kepala tempat tidur dan cermin
Dapur.	300	1	
Rumah Sakit/Balai pengobatan			
Ruang rawat inap.	250	1 atau 2	

Sumber: SNI 03-6575-2001

Fluks cahaya yang dipancarkan lampu tidak semuanya mencapai bidang kerja. Sebagian dari fluks cahaya itu akan dipancarkan ke dinding dan langit-langit ruang tersebut.

1 lux = 1 lumen per m^2

Kalau suatu bidang yang luasnya A m^2 , diterangi dengan Φ lumen, maka intensitas penerangan rata-rata di bidang itu sama dengan (P.Van Harten II,1974:8):

$$E_{rata-rata} = \frac{\Phi}{A} lux \qquad (2.1)$$

Dimana:

Φ = fluks cahaya (lumen)

A = luas bidang m^2

2.1.1.2 Luminansi

Luminansi ialah suatu ukuran untuk terang suatu benda. Luminansi yang terlalu besar akan menyilaukan mata (P.Van Harten II,1974:8).

Luminansi L suatu sumber cahaya atau suatu permukaan yang memantulkan cahaya ialah intensitas cahayanya dibagi dengan luas semu permukaan. Dan persamaannya sebagai berikut (P.Van Harten II,1974:8):

$$L = \frac{I}{A_S} cd/cm^2 \qquad (2.2)$$

Dimana :

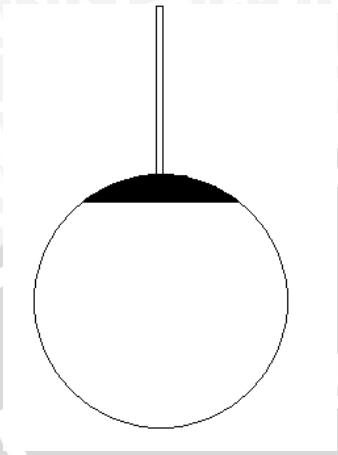
L = luminansi (cd/cm^2)

I = intensitas cahaya (cd)

A_S = luas semu permukaan (cm^2)

Faktor refleksi sebuah benda atau bidang juga ikut menentukan besar luminansi. Semakin besar faktor refleksi, maka luminansinya juga semakin besar. Dan sebaliknya, semakin kacil faktor refleksi maka luminansinya semakin kecil.

Luas semu permukaan ialah luas proyeksi sumber cahaya pada suatu bidang rata yang tegak lurus pada arah pandang, jadi bukan luas permukaan seluruhnya.



Gambar 2.1 Armatur Bola

Sumber : P. Van Harten, 1974 : 10

Untuk sebuah armatur bola, luas semu permukaannya sama dengan luas lingkaran besar bola itu.

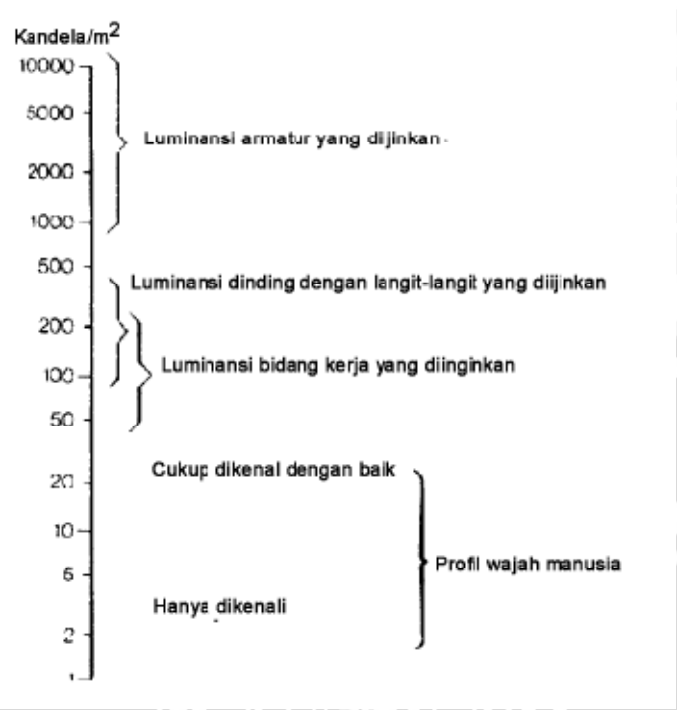
Distribusi luminansi didalam medan penglihatan harus diperhatikan sebagai pelengkap keberadaan nilai tingkat pencahayaan di dalam ruangan. Hal penting yang harus diperhatikan pada distribusi luminansi sebagai berikut :

a). Rentang luminasi permukaan langit-langit dan dinding.

b). Distribusi luminansi bidang kerja.

c). Nilai maksimum luminansi armatur (untuk menghindari kesilauan).

d). Skala luminansi untuk pencahayaan interior dapat dilihat pada gambar 2.2



Gambar 2.2 : Skala Luminansi Untuk Pencahayaan Interior.

Sumber: SNI 03-6575-2001

2.1.1.3 Sistem Penerangan Dan Armatur

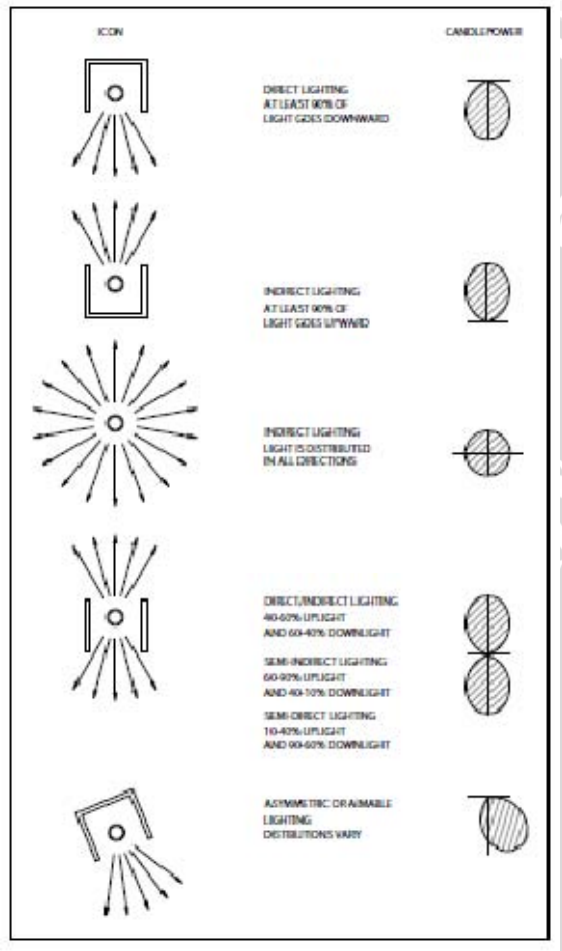
Penyebaran cahaya dari sumber cahaya tergantung pada konstruksi sumber cahaya itu sendiri dan pada konstruksi armatur yang digunakan. Armatur adalah rumah lampu yang digunakan untuk mengendalikan dan mendistribusikan cahaya yang dipancarkan oleh lampu yang dipasang didalamnya, dilengkapi dengan peralatan untuk melindungi lampu dan peralatan pengendali listrik. Konstruksi armatur antara lain ditentukan oleh :

a. Cara pemasangannya pada dinding atau langit-langit.
b. Cara pemasangan fiting atau fiting-fiting di dalam armatur.
c. Perlindungan sumber cahayanya.
d. Penyesuaian bentuknya dengan lingkungan.
e. Penyebaran cahayanya.

Sebagian besar dari cahaya yang ditangkap oleh mata, tidak datang langsung dari sumber cahaya, tetapi setelah dipantulkan oleh lingkungan.

Karena besarnya luminansi sumber-sumber cahaya modern, cahaya langsung dari sumber cahaya biasanya akan menyilaukan mata. Karena itu bahan-bahan armatur harus dipilih demikian rupa sehingga sumber cahayanya terlindung dan cahayanya terbagi secara tepat.

Cahaya yang diarahkan ke bawah, dianggap sebagai diarahkan langsung ke bidang kerja.



Gambar 2.3. Pola Cahaya Armatur

Sumber : Mark Karlen, 2004:15

Untuk memilih armatur yang akan digunakan, perlu dipertimbangkan faktor-faktor yang berhubungan dengan pencahayaan, sebagai berikut :

a). distribusi intensitas cahaya.

b). efisiensi cahaya.

c). koefisien penggunaan.

d). perlindungan terhadap kejutan listrik.

e). ketahanan terhadap masuknya air dan debu.

f). ketahanan terhadap timbulnya ledakan dan kebakaran.

g). kebisingan yang ditimbulkan.

Armatur diklasifikasikan menjadi beberapa jenis, yaitu:

a). Klasifikasi berdasarkan arah dari distribusi cahaya.

Berdasarkan distribusi intensitas cahayanya, armatur dapat dikelompokkan menurut prosentase dari jumlah cahaya yang dipancarkan ke arah atas dan ke arah bawah bidang horisontal yang meliwati titik tengah armatur, seperti pada Tabel 2.2 berikut :

Tabel 2.2 : Klasifikasi Armatur.

Kelas armatur	Jumlah cahaya	
	ke arah atas (%)	ke arah bawah (%)
langsung	0 ~ 10	90 ~ 100
semi langsung	10 ~ 40	60 ~ 90
difus	40 ~ 60	40 ~ 60
langsung-tidak langsung	40 ~ 60	40 ~ 60
semi tidak langsung	60 ~ 90	10 ~ 40
tidak langsung	90 ~ 100	0 ~ 10

Sumber: SNI 03-6575-2001

b). Klasifikasi berdasarkan proteksi terhadap debu dan air.

Kemampuan proteksi menurut klasifikasi SNI 04-0202-1987 dinyatakan dengan IP ditambah dua angka. Angka pertama menyatakan perlindungan terhadap debu dan angka kedua terhadap air. Contoh IP 55 menyatakan armatur dilindungi terhadap debu dan semburan air. Seperti yang ditunjukan pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3.: Klasifikasi Proteksi Terhadap Debu Dan Air Sesuai SNI No. 04-0202 – 1987.

angka pertama	Tingkat Proteksi		angka kedua
	Keterangan	Keterangan	
0	Tidak ada pengamanan terhadap bagian yang bertegangan atau bergerak di dalam selungkup peralatan. Tidak adanya pengamanan terhadap peralatan dari masuknya benda padat dari luar.	Tidak ada pengamanan	0
1	Pengamanan terhadap sentuhan secara tidak sengaja oleh bagian tubuh manusia yang permukaannya cukup luas, misalnya tangan dengan bagian yang bertegangan atau bergerak di dalam selungkup peralatan. Pengamanan terhadap masuknya benda padat yang cukup besar	Pengamanan terhadap tetesan air kondesasi: Tetesan air kondensasi yang jatuh selungkup peralatan tidak merusak peralatan tersebut.	1
2	Pengamanan terhadap sentuhan jari tangan dengan bagian bertegangan atau bergerak di dalam selungkup peralatan. Pengamanan terhadap masuknya benda padat yang cukup.	Pengamanan terhadap tetesan air. Cairan yang menetes tidak membawa dampak buruk walaupun selungkup peralatan dalam kondisi miring 15° segala arah terhadap sumbu vertikal.	2
3	Pengamanan terhadap masuknya lalat, kawat atau sejenis yang memilki tebal lebih dari 2,5 mm. Pengamanan terhadap masuknya benda padat dengan ukuran kecil.	Pengamanan terhadap hujan. Jatuhnya air hujan dengan arah samapai dengan 60^{0} terhadap vertikal tidak merusak.	3
4	Pengamanan terhadap masuknya lalat, kawat atau sejenis yang memilki tebal lebih dari 1 mm. Pengamanan terhadap masuknya benda padat dengan ukuran kecil.	Pengamanan terhadap percikan: Percikan cairan yang datang dari segalah arah tetapi tidak merusak.	4
5	Pengamanan secara sempurana terhadap sentuhan dengan bagian bertegangan atau bergerak di dalam selungkup peralatan. Pengamanan terhadap endapan debu yang dapat membahayakan, dalam hal ini debu masih bisa masuk tetapi tidak banyak sehingga mengganggu kinerja peralatan	Pengamanan terhadap semprotan air: Air yang disemprotkan dari segala arah dan tidak merusak	
6	Pengamanan secara sempurana terhadap sentuhan dengan bagian bertegangan atau bergerak di dalam selungkup peralatan.	Pengamanan terhadap keadaan di geladak kapal(Peralatan kedap air di geldak kapal): Air badai laut tidak masuk ke dalam selungkup peralatan	6
		Pengamanan terhadap rendaman air : Air tidak masuk ke dalam selungkup peralatan dengan kondisi tekanan dan waktu tertentu.	7
		Pengamanan terhadap rendaman air: Air tidak dalam masuk ke dalam selungkup peralatan dalam waktu terbatas sesuai dengan perjanjian antara pemakai dan pembuat.	8

Sumber: SNI 03-6575-2001

c). Klasifikasi berdasarkan proteksi terhadap kejutan listrik.

Tabel 2.4 : Klasifikasi Menurut C.E.E Terhadap Jenis Proteksi Listrik.Kelas Armatur Pengamanan Listrik

Kelas armatur	Pengamanan Listrik
0	Armatur dengan insulasi fungsional, tanpa pentanahan,
I	Paling tidak mempunyai insulasi fungsional, terminal untuk pembumian
II	Mempunyai insulasi rangkap, tanpa pentanahan.
III	Armatur yang direncanakan untuk jaringan listrik tegangan rendah.

Sumber: SNI 03-6575-2001

Keterangan : *CEE = International Commission for Comformity Certification of Electrical Equipment.*

d). Klasifikasi berdasarkan cara pemasangan.

Berdasarkan cara pemasangan, armatur dapat dikelompokkan menjadi:

1). armatur yang dipasang masuk ke dalam langit-langit.

2). armatur yang dipasang menempel pada langit-langit.

3). armatur yang digantung pada langit-langit.

4). armatur yang dipasang pada dinding.

5). dan lain-lain.

2.1.1.4 Perhitungan Intensitas Penerangan

Perhitungan intensitas penerangan dapat dilakukan dengan menentukan langkah-langkah sebagai berikut (IES Lighting Handbook, 1966: 9-2) :

a. Menetukan data ukuran ruangan :
   - Panjang dan lebar ruangan (m)
   - Tinggi ruangan (m)
   - Tinggi bidang kerja (m)

b. Menentukan faktor indeks ruang (P.Van Harten II,1974:8):

$$K = \frac{A}{t(p+l)} \qquad (2.3)$$

dimana :

K = faktor indeks ruang

t = tinggi lampu dari bidang kerja (m)

p = panjang ruang (m)

l = lebar ruang (m)

A = Luas ruangan (m^2)

c. Menentukan faktor refleksi berdasakan sistem pencahayaan yang digunakan. Faktor-faktor refleksi r_w dan r_p masing-masing menyatakan bagian yang dipantulkan dari fluks cahaya yang diterima oleh dinding dan langit-langit, dan kemudian mencapai bidang kerja.

   Faktor refleksi semu bidang pengukuran atau bidang kerja $r_{m,}$ ditentukan oleh refleksi lantai dan refleksi bagian dinding antara bidang kerja dan lantai. Umumnya r_m ini diambil 0,1. Langit-langit dan dinding berwarna terang memantulkan 50-70% dan yang berwarna gelap 10-20%.

   Pengaruh dinding dan langit-langit pada sistem penerangan langsung jauh lebih kecil daripada pengaruhnya pada sistem-sistem penerangan lainnya. Sebab cahaya yang jatuh di langit-langit dan dinding hanya sebagian kecil saja dari fluks cahaya.

   Dalam Tabel 2.5 efisiensi penerangannya diberikan untuk tiga nilai r_p yang berbeda,. Pada setiap nilai r_p terdapat tiga nilai r_w. untuk fkator refleksi dinding r_w ini dipilih suatu nilai rata-rata, sebab pengaruh gorden dan sebagainya sangat besar

d. Menentukan besar fluks cahaya (Φ) dari jenis lampu yang akan dipergunakan, industri produsen lampu mengeluarkan daftar ini.

e. Menentukan faktor depresiasi (d)

   Faktor depresiasi atau faktor penyusutan dibagi menjadi tiga golongan, yaitu:

   - Pengotoran Ringan : keadaan hampir tidak berdebu.
   - Pengotoran Biasa : keadaan debu ringan.
   - Pengotoran Berat : keadaan banyak debu.

   Untuk keadaan yang belum diketahui digunakan faktor depresiasi 0,8. Nilai faktor depresiasi dapat dilihat pada Tabel 2.5

Tabel 2.5 Efisiensi Penerangan

		Efisiensi Penerangan untuk Keadaan Baru									Faktor Depresiasi		
		r_p	0,7			0,5			0,3				
k	r_w	0,5	0,3	0,1	0,5	0,3	0,1	0,5	0,3	0,1	1thn	2thn	3thn
		r_m	0,1			0,1			0,1				
0,5		0,32	0,26	0,22	0,29	0,24	0,21	0,27	0,23	0,20			
0,6		0,37	0,31	0,27	0,35	0,30	0,26	0,32	0,28	0,25	Pengotoran		
											ringan		
0,8		0,46	0,41	0,36	0,43	0,38	0,35	0,40	0,36	0,33	0,90	0,80	0,75
1		0,53	0,48	0,44	0,49	0,45	0,42	0,46	0,42	0,39			
1,2		0,58	0,52	0,48	0,54	0,49	0,46	0,50	0,46	0,43	Pengotoran		
											sedang		
1,5		0,62	0,58	0,54	0,58	0,54	0,51	0,54	0,51	0,48	0,80	0,75	0,65
2		0,68	0,64	0,60	0,63	0,59	0,57	0,58	0,55	0,53			
2,5		0,71	0,67	0,64	0,66	0,63	0,60	0,61	0,59	0,57	Pengotoran berat		
3		0,73	0,70	0,67	0,68	0,65	0,63	0,63	0,61	0,59	x	x	X
4		0,76	0,74	0,71	0,71	0,69	0,67	0,65	0,64	0,62			
5		0,78	0,76	0,74	0,72	0,71	0,69	0,67	0,65	0,64			

Sumber: P. Van Harten, 1974: II-86

f. Perhitungan jumlah lampu yang diperlukan (n) (P.Van Harten II,1974:8):

$$n = \frac{E_M \times A}{\Phi \times \eta \times d} \qquad (2.4)$$

dimana :

n = jumlah lampu

E_M = illuminansi (lux)

Φ = flux cahaya tiap lampu (lumen)

η = efisiensi penerangan

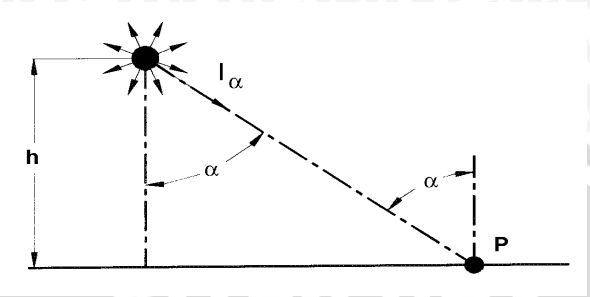
d = faktor reduksi (0.75 – 0.80)

Tingkat pencahayaan oleh komponen cahaya langsung:

$$E_p = \frac{I_\alpha x Cos^3}{h^2} ...(lux) \qquad (2.5)$$

dimana :

I_α = intensitas cahaya pada sudut α (kandela) .
h = tinggi armatur diatas bidang kerja (meter).



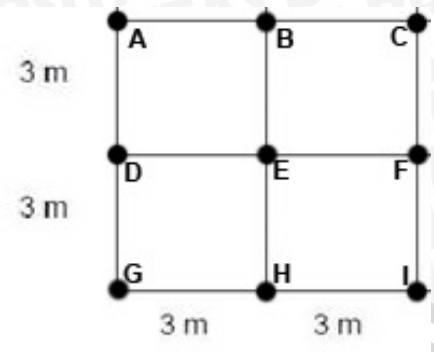
Gambar 2.4: Titik P Menerima Komponen Langsung Dari Sumber Cahaya Titik.

Sumber: SNI 03-6575-2001

Jika terdapat beberapa armatur, maka tingkat pencahayaan tersebut merupakan penjumlahan dari tingkat pencahayaan yang diakibatkan oleh masing-masing armatur.

g. Metode Penentuan dan Pengukuran Titik-titik Ukur Tingkat Pencahayaan

Dalam menentukan titik-titik ukur dalam pengukuran ruang digunakan metode menurut SNI 16-7062-2004 mengenai "Pengukuran Intensitas Penerangan di Tempat Kerja". Untuk mencari besarnya tingkat pencahayaan dalam suatu ruang, harus melalui suatu pengukuran dengan menggunakan alat ukur berupa *luxmeter*. Pengukuran dilakukan dengan meletakkan *luxmeter* diatas meja kerja yang ada. Untuk luas ruangan antara 10 m^2 sampai 100 m^2 dibuat titik potong garis horizontal panjang ruangan dan garis vertikal lebar ruangan pada jarak setiap 3 m. pengukuran akan dilakukan pada titik-titik potong tersebut, seperti pada gambar 2.5



Gambar 2.5 Denah titik pengukuran
Sumber : SNI 16-7062-2004

Keterangan:
A, B, C, D, E, F, G, H, I = Titik-titik pengukuran

Saat pengukuran dilakukan pintu ruangan dalam keadaan sesuai dengan kondisi tempat pekerjaan dilakukan. Lampu ruangan dalam keadaan dinyalakan sesuai dengan kondisi pekerjaan.

Setelah melakukan pengukuran, hal selanjutnya dilakukan adalah menentukan apakah tingkat pencahayaan minimum pada titik-titik ukur ≥ 80% dari tingkat pencahayaan rata-rata. Dari pengukuran di titik-titik ukur, maka didapatkan tingkat pencahayaan rata-rata ruang. Apabila ada titik ukur yang berada dibawah 80% tingkat pencahayaan rata-rata, berarti tidak memenuhi syarat sebagai penerangan merata.

h. Kuat penerangan rata-rata:

$$E_{Rata-rata} = \frac{\sum_{x=1}^{n} E_x}{n} \qquad (2.6)$$

2.1.2 Instalasi Daya Listrik

Instalasi daya listrik adalah instalasi listrik yang digunakan untuk menyalurkan daya listrik dari sumber (PLN, Generator dan lain-lain) ke motor-motor (Setyo Saksomo, 1982: 8). Yang dimaksud motor-motor disini adalah motor-motor dengan rating daya yang relatif besar ssepeti misalnya pada mesin bubut, pompa dan lain-lain, bukan motor kecil seperti motor pada kipas angin.

Fungsi dari instalasi daya listrik adalah untuk menjalankan motor-motor listrik sesuai dengan kebutuhan, seperti misalnya pada bengkel, pabrik dan laboratorium.

2.2 Pemilihan Kabel

Kabel penghantar digunakan untuk menyalurkan tenaga listrik dari sumber listrik ke beban-beban listrik. Bahan dari kabel penghantar umumnya berupa tembaga atau alumunium.

Untuk mencegah hal-hal yang membahayakan bagi manusia maka penghantar diletak di tempat yang terhindar dari jangkauan manusia atau penghantar diberi isolasi.

Demi keamanan, undang-undang dan Peraturan IEE menetapkan bahwa semua kabel harus cukup besar bagi arus yang melaluinya.

Pemilihan yang tepat untuk setiap instalasi bergantung aspek-aspek dasar dari:

a. Kemampuan hantar arus

b. Tahanan listrik kabel

c. Penurunan tegangan

Bila arus mengalir melalui sebuah penghantar, tahanan yang diberikan oleh penghantar tersebut menghasilkan panas. Pertambahan panas seanding dengan tahanan kabel yang pada gilirannya bergantung pada luas penampang kabel tersebut. Karena pemanasan yang berlebihan dapat merusak isolasi, untuk menghindari masalah ini ukuran konduktor harus sesuai.

2.2.1 Kemampuan Hantar Arus

Sifat terpenting yang harus dimiliki oleh bahan konduktor adalah kemampuan hantar listrik dan kemampuan hantar panas yang tinggi. Selama beban listrik dioperasikan, kabel penghantar mengalami kerugian listrik yang berupa panas pada komponen logam dan bahan isolasinya. Panas ini ditransmisikan ke permukaan kabel penghantar dan didisipasikan ke lingkungan sekitar.

Dari data teknis kabel pada **Lampiran 1** dapat dilhat kemampuan hantar arus secara terus menerus kabel penghantar NYM 2 x 2,5 mm^2 adalah jika dilakukan pemasangan di udara kemampuan hantar arusnya sebesar 25 A pada suhu 30°C dan kemampuan hantar arusnya sebesar 22 A jika pada suhu 40°C.

2.2.2 Tahanan Listrik Kabel

Tahanan listrik (resistansi) adalah besaran yang menyatakan hambatan dari bahan kabel penghantar dalam menyalurkan arus listrik. Tiap produsen penghasil kabel biasanya mengeluarkan data resistansi kabel penghantar dari produk mereka yang umumnya pada suhu 20^{0}C. sehingga reistansi kabel penghantar untuk suhu yang lain dapat dicari dengan menggunakan persamaan (Budiono Mismail, 1981: 20) :

$$R_t = R_{20}\left[1 + \alpha\left(t_t - t_{20}\right)\right] \qquad (2.7)$$

Dimana:

- R_t = resistansi pada suhu t^{o}C (Ω)
- R_{20} = resistansi pada suhu 20°C (Ω)
- α = 0,004 (^{o}C)$^{-1}$

2.2.3 Penurunan Tegangan

Pada keadaan berbeban dan beroperasi maka penghantar akan dilalui oleh arus yang besarnya tergantung dari besar arus beban.

Rugi tegangan merupakan rugi yang diakibatkan resistansi dan reaktansi pada kabel penghantar. Kerugian tegangan atau susut tegangan dalam saluran tenaga listrik adalah berbanding lurus dengan panjang saluran dan beban, berbanding terbalik dengan penampang saluran. Kerugian ini dalam persen ditentukan dalam batas-batas tertentu. Misalnya di PT. PLN (Persero) berlaku pada tegangan rendah ± 5 %, - 10 % dari tegangan pelayanan.

Perhitungan kerugian dalam menghitung resistant saja adalah sederhana, sedangkan perhitungan yang melibatkan induktansi dan kapasitansi tidak. Namun untuk menghitung jala-jala saluran sederhana yang tidak terlalu kompleks, hal ini dapat diabaikan. Oleh karenanya rugi tegangan dihitung oleh sebab nilai resistansinya saja.

Tetapi untuk jaringan distribusi tegangan rendah dan tegangan menengah harus dihitung juga pengaruh induktansi dan kapasitansinya, karena nilainya cukup berarti. Sehingga besar jatuh tegangan pada kabel penghantar adalah:

$$V_d = I \times Z \tag{2.8}$$

dimana :

V_d = rugi tegangan atau jatuh tegangan (V)

I = arus yang mengalir pada penghantar (A)

Z = impedansi kabel penghantar (Ω)

Pada PUIL 1987 ayat 412.A.5 disebutkan bahwa susut tegangan antara PHB utama dan setiap titik beban, tidak boleh lebih dari 5% dari tegangan di PHB utama bila semua kabel penghantar instalasi dilalui arus maksimum yang ditentukan (arus nominal pengaman). Kabel penghantar yang digunakan harus memenuhi persyaratan kemampuan hantar arus yang ditentukan dan rugi tegangan yang diijinkan.

2.3 Proteksi

Dalam instalasi tenaga listrik dengan tegangan rendah, pada umumnya dilakukan proteksi terhadap sistem jaringan dan peralatan, serta pengetanahan peralatan yang digunakan.

2.3.1 Proteksi Arus Lebih

Untuk melindungi peralatan dari timbulnya arus yang jauh lebih besar dari arus nominalnya akibat beban lebih atau hubung singkat dalam suatu sistem instalasi listrik digunakan peralatan proteksi arus lebih. Peralatan proteksi arus lebih pada dasarnya terdiri dari dua macam, yaitu pengaman lebur dan pemutus tenaga. Adapun besar kemampuan peralatan proteksi arus lebih untuk suatu jaringan dalam sistem instalasi listrik adalah disesuaikan dengan kemampuan hantar arus (KHA) kabel penghantar (PUIL 1987: ayat 412.C.5), sehingga didapatkan hasil koordinasiproteksi yang baik dan pemanfaatan usia guna kabel penghantar dengan baik.

Sedangkan terjadinya gangguan pada kabel penghantar sehingga menyebabkan turunnya besar harga tahanan isolasi pada kabel penghantar tersebut akan menyebakan timbulnya arus bocor. Arus bocor yang mengalir pada badan peralatan atau benda lain yang bersifat sebagai penghantar akan menyebabkan terjadinya tegangan sentuh tak langsung. Untuk mengatasi hal tersebut dapat dilakukan dengan cara mengetanahkan semua peralatan dan benda yang mempunyai sifat sebagai penghantar.

2.3.1.1 Fuse

Fuse atau sekering adalah perangkat proteksi arus lebih, ia memiliki sebuah elemen yang secara langsung dipanaskan oleh bagian dari arus dan dihancurkan bila suatu arus melebihi arus yang ditentukan. Sekering yang dipilih harus membuka sirkuit dengan merusak elemen sekering, menghapuskan busur yang timbul pada kehancuran dan elemen kemudian menjaga kondisi sirkuit membuka dengan tegangan nominal diterapkan ke terminal,(i.e. tidak ada arcing di seluruh elemen sekering).

2.3.1.2 Circuit Breaker (CB)

CB adalah alat pengaman bagi rangkaian maupun peralatan listrik dari suatu gangguan.

Fungsi utama dari CB adalah:

1. Pemutus arus hubung singkat
2. Memutus arus beban lebih

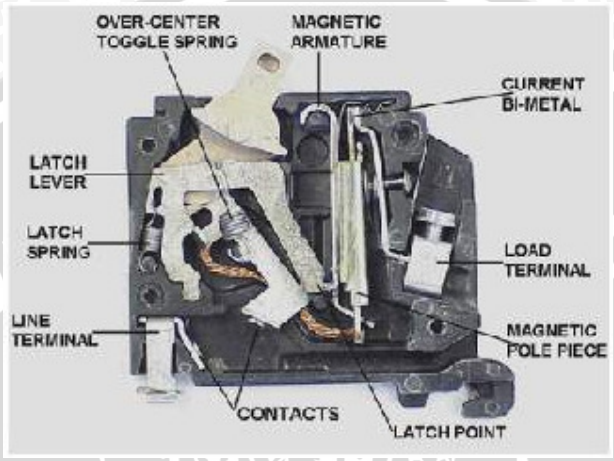
CB dapat pula digunakan sebagai saklar biasa, yaitu sebagai penghubung dan pemutus rangkaian. Pada panel distribusi terdapat dua macam CB yaitu:

1. MCB (*Miniature Circuit Breaker*)

   MCB adalah pengaman yang berfungsi sebagai pemutus arus rangkaian baik arus nominal maupun arus gangguan. MCB juga sebagai kombinasi fungsi fuse dan fungsi pemutus arus. MCB terdapat dua macam, yaitu MCB berkutub tiga untuk tiga fasa dan MCB berkutub satu untuk satu fasa.

   Fungsi MCB antara lain sebagai berikut:

- Mengamankan kabel dari arus lebih dan arus hubung singkat
- Membuka dan menutup sebuah rangkaian secara manual
- Pengaman terhadap kerusakan isolator kabel
- Melindungi beban



Gambar 2.6 Bagian MCB

Sumber : IAEI, *Circuit Overcurrent Protection*, 2008

2. MCCB (*Moulded Case Circuit Breaker*)

   Moulde Case Circuit Breaker (MCCB) adalah pengaman yang digunakan untuk memutus arus gangguan maupun arus nominal.

2.4 Energi

Energi adalah kemampuan untuk melakukan kerja yang dapat berupa panas, cahaya, mekanika, kimia, dan elektromagnetika. Energi dapat diperoleh dari berbagai sumber energi seperti listrik, BBM, panas bumi, matahari, dan sebagainya. Energi merupakan kebutuhan pokok dalam kehidupan.

2.4.1 Penghematan Energi

Penghematan energi atau efisiensi energi adalah kemampuan untuk menggunakan lebih sedikit energi untuk menjalankan fungsi dan kinerja yang sama. Perkembangan teknologi yang begitu pesat menghasilkan peralatan yang membantu kerja manusia dalam melakukan aktivitas. Dan sebagian besar alat tersebut menggunkan sumber energi baik berupa listrik maupun bahan bakar lain

untuk menjalankan fungsinya. Perkembangan jumlah alat yang dihasilkan tidak diimbangi dengan pertumbuhan sumber energi yang tersedia, hal ini menuntut kita dalam melakukan penghematan energi.

Penghematan energi dapat dicapai melalui berbagai cara, antara lain dengan meningkatkan perawatan dan penggunaan peralatan hemat energi. Dengan menerapkan program efisiensi energi, dapat menghemat biaya penggunaan energi. Selain menekan biaya penggunaan energi, efisiensi energi juga memberikan solusi yang sangat menguntungkan untuk upaya peningkatan kenyamanan. Ketika Anda menghemat biaya energi, dalam periode tertentu, akan tersedia dana yang cukup untuk melakukan perbaikan fasilitas. Banyak cara untuk menerapkan tindakan-tindakan penghematan dengan sukses dalam sebuah bangunan gedung atau ruang tanpa harus mengurangi kualitas pelayanan yang diberikan kepada pengguna.

2.4.2 Langkah Penghematan Energi

Untuk melakukan penghematan energi terutama energi listrik yang dikonsumsi pada sebuah gedung atau bangunan berkaitan dengan sistem instalasi dan beban yang terpasang pada sistem tersebut perlu dilakukan langkah-langkah penghematan energi.

2.4.2.1 Penerangan

Langkah-angkah penghematan energi pada sistem instalasi penerangan yang merupakan beban terbanyak dari sebuah sistem instalasi adalah sebagai berikut:

a. Lampu hemat energi

- Penggantian Lampu Pijar dengan lampu hemat energi

  Langkah penghematan energi pada bagian penerangan (lighting) yang dapat langsung dilakukan adalah dengan cara mengganti lampu pijar berdaya besar dengan lampu hemat energi (LHE) dengan luminasi cahaya sama terangnya namun daya lebih rendah. Penghematan energi dengan metode ini dapat menghemat pemakaian daya 50-70% lebih rendah.

- Penggunaan ballast dengan *losses* rendah

  Ballast jenis ini mempunyai keunikan khusus, yaitu sistem bekerjanya tidak lagi menggunakan gulungan (kumparan) kawat pada suatu inti besi, tetapi telah diganti dengan sistem rangkaian elektronik sehingga besarnya rugi-rugi pada inti besi, pada kumparan menjadi tidak ada lagi, dan hanya sedikit rugi saja karena rangkaian. Inilah yang paling menguntungkan dalam penghematan energi listrik yang diserapnya. Keuntungan lain yang didapat adalah dapat diatur konsumsi arus listriknya dengan tetap mempertahankann besar tegangan yang diinginkan, sehingga ballast elektronik dapat digunakan untuk sistem pengaturan energi listrik sesuai yang dibutuhkan pada suat ruangan. Dengan sistem sirkuit elektronik maka ballast menjadi lebih ringan dan lebih kecil dibandingkan dengan ballast konvensional (sistem gulungan kawat).

- Optimasi flux dalam penggunaan lampu hemat energi

  Penerangan dapat menimbulkan panas yang berlebihan pada suatu ruangan. Gunakan lampu dengan tipe compact fluorescent (CFL) yang hanya mengkonsumsi 75% energi dan menimbulkan 70-80% lebih sedikit panas. Lampu pijar biasa memberikan 10% penerangan dan 90% panas sedangkan lampu compact fluorescent memberikan 90% cahaya dan 10% panas. Untuk disesuaikan juga lampu yang dipakai dengan tingkat luminasi ruangan sesuai dengan kebutuhan.

- Sebaiknya instalasi listrik dipasang dengan lebih banyak saklar sehingga mudah untuk melakukan pengaturan pemakaian lampu-lampu sesuai dengan kebutuhan.

2.3.2.2 Pendingin Udara (Air Conditioner)

Penghematan konsumsi energi pada pendingin ruangan yang termasuk dalam evaluasi sistem instalasi listrik antara lain:

- Gunakan saklar sistem timer

  Untuk sistem pendingin terpusat dan peralatan pendingin terpisah, pasanglah sebuah thermostat yang dilengkapi dengan penanda waktu

(timer). Masukkan setting timer agar mengoperasikan pendingin hanya pada waktu diperlukan.

- Penggunaan kapasitas yang sesuai dengan luas ruangan

  Evaluasi apakah ukuran peralatan pendingin sesuai dengan luas ruangan yang didinginkan. Penggunaan kapasitas peralatan pendingin yang lebih kecil dari luas ruangan akan membuat alat pendingin bekerja terlalu berat namun kenyamanan ruangan tidak tercapai. Menentukan besar kapasitas AC yang sesuai dengan ruangan dapat menggunakan persamaan berikut:

$$P = \frac{p \times l \times t}{3} \times 500 \qquad (2.10)$$

  dimana

  P = Daya AC ([BTU/jam]/PK)

  p = Panjang ruangan (m)

  l = Lebar ruangan (m)

  t = Tinggi ruangan (m)

- Ganti pendingin udara yang berusia tua

  Pada peralatan pendingin (AC) berusia lebih dari 10 tahun, pemakaian energi akan lebih besar 30-50% dibandingkan dengan peralatan pendingin terkini.

2.4.2.3 Peralatan Komputer

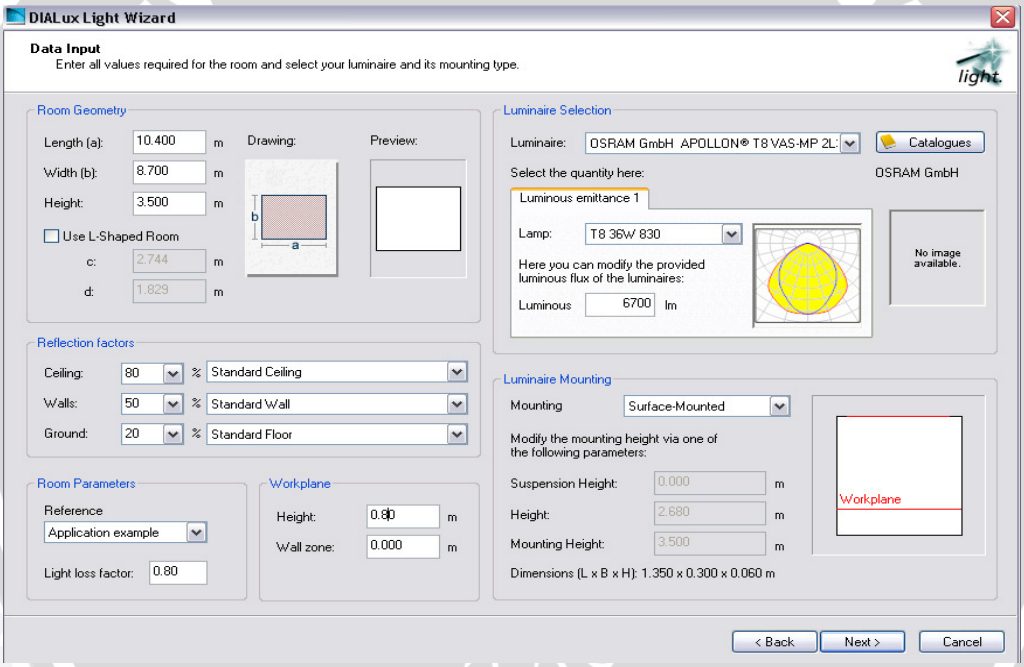
Penghematan energi untuk peralatan komputer dan sejenisnnya adalah lebih ke arah penggunaan, kadang komputer tetap menyala meskipun tidak digunakan. Untuk mengatasi hal ini dapat digunakan timer untuk *turn off* dan mode operasi *stand by*. Selain itu, penggantian monitor terutama penggunaan monitor tipe LCD flat yang lebih hemat energi lebih dari monitor tipe CRT karena konsumsi energi monitor tipe LCD hanya sekitar 1/3 dari tipe CRT. Penggunaan komputer jinjing atau laptop juga jauh lebih hemat energi.

2.5 Software DIALux

Program DIALux adalah salah satu program yang dapat digunakan untuk merancang bentuk dan dan kuat pencahayaan, baik di dalam ruangan (*indoor*), di

luar ruangan (*outdoor*), maupun penerangan pada jalan raya (*road lighting*). Rancangan yang dihasilkan oleh program ini dapat dijadikan acuan dalam membuat suatu bentuk ruangan dengan standar penerangan. Program ini dapat dapat juga digunakan untuk menghitung biaya penggunaan beban lampu yang efisien untuk suatu ruangan tertentu. Program ini dapat didownload dari internet dengan alamat website http://www.dialux.com.

Agar program DIALux dapat menghasilkan output, maka diperlukan data-data masukan berupa panjang ruangan, lebar ruangan, tinggi ruangan, faktor refleksi, jenis lampu, lumen lampu, dan jumlah lampu yang digunakan. Input program DIALux dapat dilihat pada Gambar 2.7.



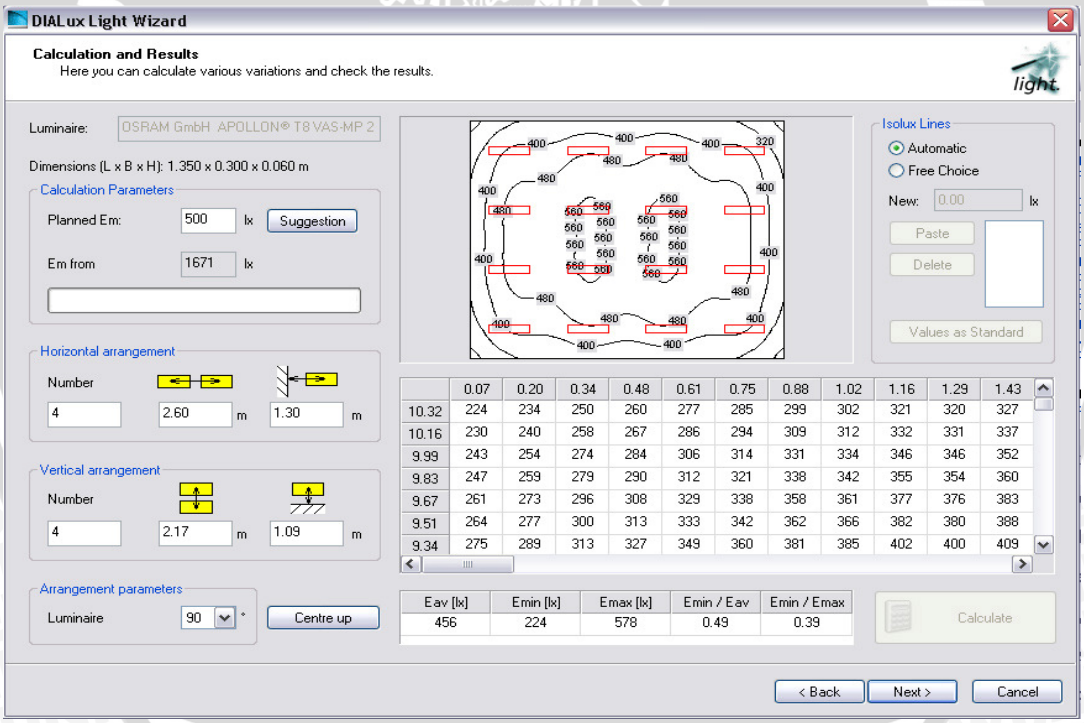
Gambar 2.7 Input program DIALux
Sumber : Software DIALux

Langkah-langkah menggunakan program DIALux:

a. Masukkan data-data yang diperlukan, seperti:
   - Panjang, lebar, tinggi ruang
   - Faktor refleksi langit-langit, dinding, lantai
   - Tinggi meja kerja
   - Pilih luminasi yang diinginkan dari katalog.

b. Klik next untuk menghitung intensitas pencahayaan.
c. Masukkan data intensitas pencahayaan sesuai standar
d. Pilih banyaknya titik lampu yang diinginkan untuk arah vertikal maupun horizontal.
e. Pilih juga untuk parameter posisi luminansinya.
f. Klik calculate untuk menghitung tingkat intensitas cahaya rata-rata, minimum, maksimum.
g. Klik next untuk mengetahui hasil dimensinya

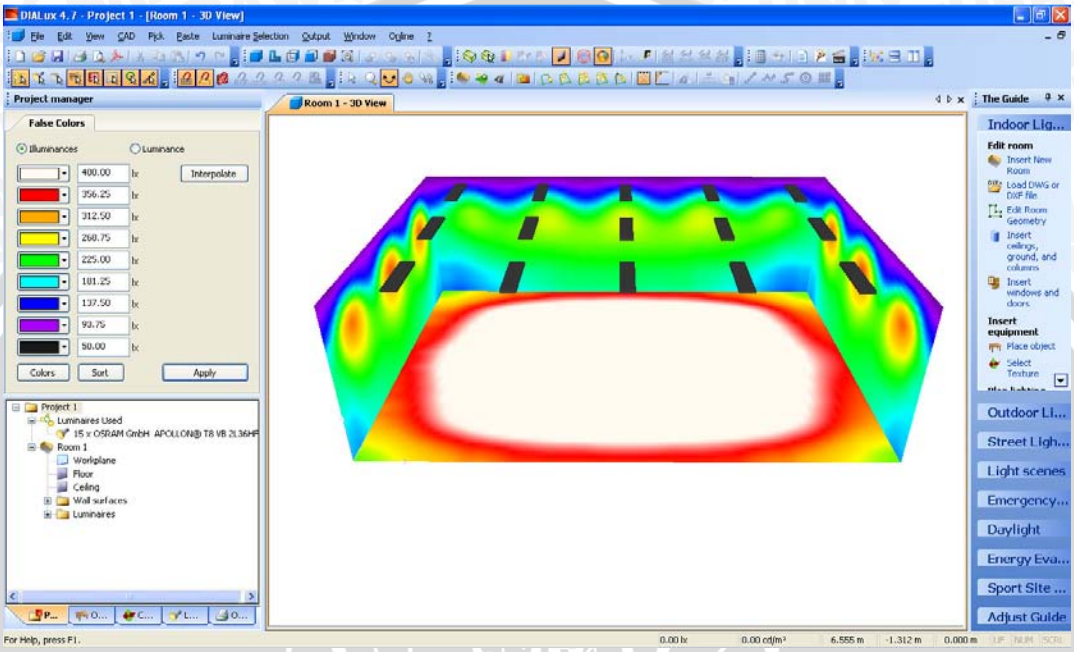
Output akhir dari program ini berupa garis-garis isolux yaitu garis-garis penghubung titik-titik dengan kuat penerangan yang sama, dan output dapat ditampilkan sebagai grafik angka, isolux garis dan gambar 3D. Contoh ouput dapat dilihat pada gambar 2.8 dan gambar 2.9.



Gambar 2.8 Output program DIALux
Sumber : Software DIALux

Dari Gambar 2.8 dapat dilihat pada *planned Em* merupakan intensitas penerangan yang diinginkan, *horizontal arrangement* merupakan jumlah lampu yang diinginkan dan *arrangement parameter* merupakan pososo dari luminer.

Setelah *planned Em, horizontal arrangement, arrangement parameter* telah diisi, kemudian klik *next* maka selanjutnya akan didapatkan intensitas pencahayaan rata-rata, minimum, maksimum, E_{min}/E_{av}, E_{min}/E_{max}. Data-data yang ada pada tabel merupakan intensitas pencahayaan pada titik-titik ruang.



Gambar 2.9 Gambar 3D dan Distribusi Pencahayaan
Sumber : Software DIALux

Dari Gambar 2.9 dapat dilihat bentuk 3D dari tata letak lampu yang dirancang dan distribusi pencahayaan yang dihasilkan lampu. Dari keterangan warna yang ada pada gambar, warna putih merupakan distribusi pencahayaan yang paling maksimal dan warna hitam merupakan distribusi pencahayaan paling minimal.

2.6 Klasifikasi Daya listrik

Klasifikasi daya listrik pada umumnya dibagi menjadi tiga bagian (Pabla, 1994), yaitu:

a. Daya Tersambung

Daya tersabung adalah daya yang disambungkan oleh pihak PLN kepada konsumen. Dalam menyalurkan energi listriknya pihak PLN

mempunyai aturan-aturan tertentu sehingga konsumen harus mengikuti aturan-aturan yang telah ditetapkan tersebut.

b. Daya Terpasang

Daya terpasang adalah besarnya daya yang dihitung dari besarnya masing-masing beban yang terpasang. Beban yang terpasang dapat berupa lampu-lampu, motor-motor listrik, dan beban listrik lainnya. Daya terpasang biasanya dinyatakan dalam kVA. Besarnya daya terpasang ini bisa lebih besar dari daya tersambungnya karena ada kemungkinan beban-beban yang ada tidak beroperasi secara bersamaan.

c. Daya Terpakai

Daya terpakai adalah besarnya pemakaian daya listrik dari beban yang terpasang. Besarnya pemakaian daya listrik ini dapat diketahui dari peralatan pengukur, misalnya Watt meter dan peralatan lainnya. Beban-beban yan terpasang ada kemungkinan tidak dioperasikan secara serentak, sehingga besarnya daya yang terpakai ini berada dibawahdaya tersambungnya.

2.7 Beban listrik

Daya listrik dalam bentuk kompleks dapat dinyatakan oleh persamaan (Budiono Mismail Jilid 1,1995:192)

$$S = P \pm jQ \qquad (2\text{-}11)$$

Dimana : S = daya kompleks (VA)

P = daya aktif/nyata (Watt)

Q = daya reaktif (VAR)

Besar kecilnya daya reaktif yang diserap oleh beban mengakibatkan faktor daya sistem berbeda. Faktor daya minimal yang harus dipenuhi oleh beban yang tersambung ke jaringan PLN di Indonesia adalah minimal 0.85 *lagging*. Bagi beban memiliki fakor daya kurang dari 0.85 *lagging* akan dikenakan denda pinalti. Oleh karena itu denda pinalti dapat diturunkan/dihilangkan perlu dipasang kompensasi daya reakif di sisi beban. Keuntungan lain dari pemasangan kompensasi daya reaktif adalah menurunkan jatuh tegangan (menaikan

tegangan), mengurangi rugi-rugi saluran, manambah penyediaan kapasitas daya (VA). Kapasitor dapat dipasang di terminal beban dan di pusat pengendalian beban.

Sedangkan untuk mencari nilai energi (W), digunakan persamaan (Budiono Mismail,1995) berikut:

$$W = P \times t \qquad (2\text{-}12)$$

Dimana: W = energi listrik (kWh)

P = daya yang digunakan (kW)

t = waktu (jam)

BAB III
METODOLOGI PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam evaluasi dan perencanaan instalasi listrik gedung Jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya adalah sebagai berikut:

3.1 Studi Literatur

Untuk mendukung seluruh penulisan tugas akhir agar didapatkan hasil yang diinginkan diperlukan literatur sebagai acuan penulisan antara lain yang membahas tentang instalasi listrik pada sebuah bangunan dan penghematan enargi.

3.2 Pengambilan Data

Data yang dikumpulkan berupa data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh dari pengukuran dan pengamatan langsung di lapangan. Sedangkan data sekunder diperoleh dari pihak Universitas Brawijaya dan data PLN.

Data yang dibutuhkan antara lain:

a. Gambar instalasi Gedung B dan Gedung C
b. Data beban
c. Data konsumsi energi
d. Tingkat pencahayaan ruang
e. Keadaan instalasi.

3.3 Evaluasi Instalasi Listrik Lama

Setelah data terkumpul, maka dianalisis sesuai dengan teori-teori dan literatur. Analisis evaluasi instalasi listrik di Jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya saat ini mengacu pada rumusan masalah yang meliputi :

a. Hasil survei dan pengukuran keadaan instalasi lama untuk mengetahui kelayakan instalasi lama dan potensi pemborosan.
b. Analisis intensitas penerangan meliputi perhitungan intensitas penerangan rata-rata dan kuat pencahayaan yang merata.

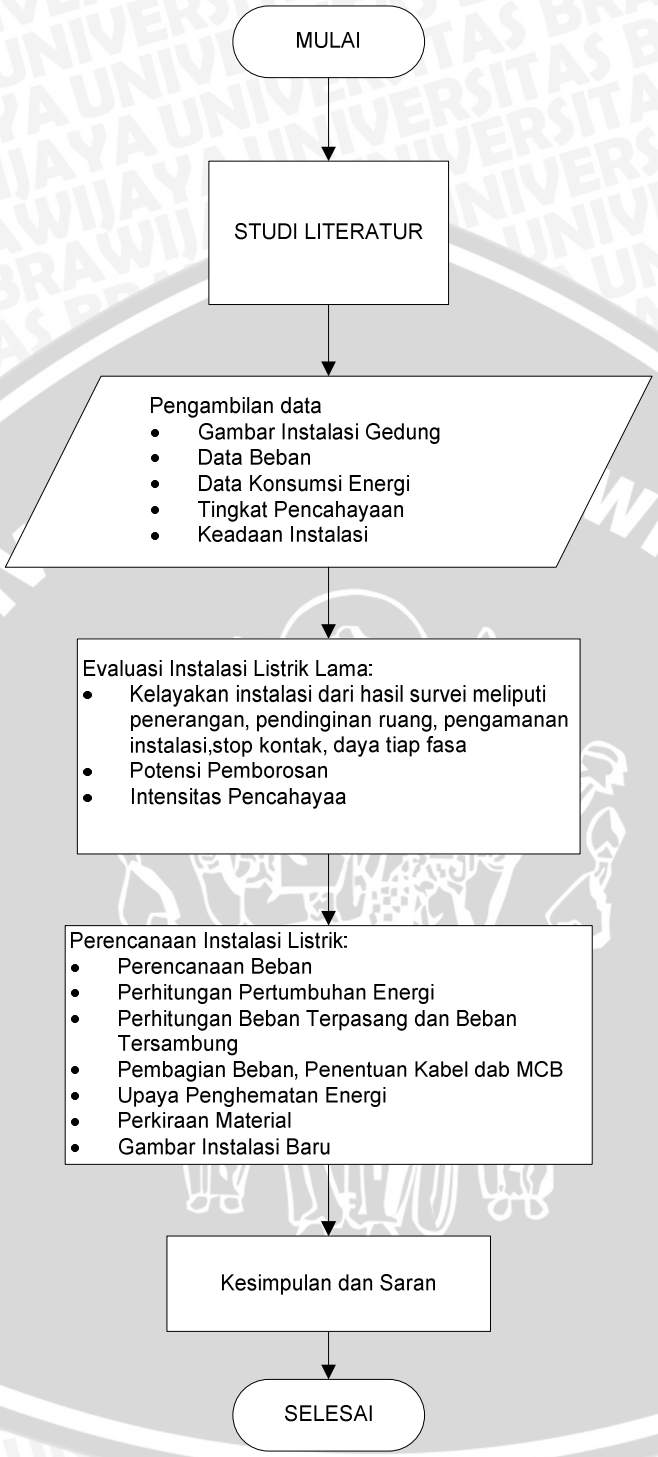
3.4 Perencanaan Instalasi Listrik Baru

Setelah data terkumpul dan dilakukan evaluasi, maka dianalisis sesuai dengan teori-teori dan literatur. Analisis perencanaan instalasi listrik di Jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya saat ini mengacu pada rumusan masalah yang meliputi :

a. Perencanaan beban instalasi baru berdasarkan perhitungan dan pendataan beban. Yang memenuhi aspek standar penerangan, ketersediaan *outlet* stop kontak sesuai dengan jumlah beban yang ada.
b. Perhitungan pertumbuhan beban berdasarkan data pertumbuhan konsumsi energi.
c. Perhitungan jumlah beban terpasang dan daya tersambung.
d. Pembagian beban dan penentuan diameter kabel dan rating MCB yang digunakan.
e. Upaya penghematan energi pada instalasi, meliputi pensakalaran, pembagian titik AC dan penggunaan peralatan hemat energi berdasarkan hasil evaluasi dan perencanaan.
f. Perkiraan material yang digunakan.
g. Gambar instalasi.

3.5 Kesimpulan

Dari hasil evaluasi, perencanaan dan analisis sistem yang telah dibuat, maka dapat ditarik kesimpulan yang berkenaan dengan judul skripsi di atas.



Gambar 3.1. Langkah kerja Evaluasi Dan Perencanaan Instalasi Listrik Jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya

BAB IV
PEMBAHASAN

4.1 Evaluasi Instalasi Listrik Lama

Keadaan instalasi listrik yang telah terpasang pada dua gedung Teknik Elektro Brawijaya yaitu Gedung B atau Gedung Recording Teknik Elektro dan Gedung C atau Gedung Baru Elektro yang merupakan pusat kegiatan administrasi dan praktikum merupakan instalasi listrik lama dengan keadaan seperti saat bangunan tersebut dibangun. Pertumbuhan beban dan perubahan tata ruang pada sebagian besar bagian gedung tanpa adanya perubahan instalasi listrik yang signifikan menjadi salah satu dasar dilakukan evaluasi ini.

Usia instalasi listrik yang ada telah lebih dari sepuluh tahun yang tentunya menjadi pertimbangan penting lain dilaksanakannya evaluasi ini. Ukuran konduktor yang digunakan mungkin masih mampu mengimbangi pertumbuhan beban yang ada, namun dengan usia pemakaian lebih dari sepuluh tahun tentunya terjadi penurunan kemampuan isolasi dari isolator konduktor.

Selain dua hal tersebut banyak hal yang menjadi bahan evaluasi untuk dilakukan perubahan atau perencanaan ulang sistem instalasi listrik.

4.1.1 Hasil Survei Keadaan Instalasi Listrik Lama

Keadaan instalasi listrik yang ada sekarang merupakan instalasi listrik yang sama seperti saat pertama kali instalasi ini dipasang. Namun seiring perubahan keadaan beban dan gangguan, proses pemeliharaan kurang diperhatikan sehingga terdapat beberapa kasus seperti tidak berfungsinya instalasi penerangan. Pensaklaran lampu yang tidak efisien. Berikut ini merupakan beberapa contoh temuan hasil survei sebagai bahan evaluasi:

- **Pengaman (*Proteksi*)**

  Koordinasi pengamanan pemutus gangguan arus lebih dalam hal ini menggunakan *Miniature Circuit Breaker* (MCB) pada panel induk dan panel bagi kurang baik. Beberapa kasus telah ditemukan melalui proses survei bahwa koordinasi pengamanan pada beberapa titik pengamanan sudah tidak layak dan cenderung membahayakan pada

peralatan yang sensitif, seperti contoh kasus pada laboratorium Mesin Elektrik, MCB pada panel utama memiliki rating arus 25A, sedangkan pada panel bagi di laboratorium Mesin Elektrik memilki rating arus 32 A, hal ini tentu sangat berbahaya karena koordinasi pengamanannya buruk.

- **Keadaan Stop Kontak**

  Pertumbuhan beban merupakan sebuah keadaan yang tidak dapat dihindari. Kemampuan daya dari sumber yaitu PLN masih bisa mencukupi pertumbuhan beban yang ada. Namun pertumbuhan beban ini mestinya juga harus diimbangi dengan perubahan instalasi listrik terutama pada ketersediaan stop kontak untuk beban yang tidak terpasang permanen yang cenderung pertumbuhannya sangat cepat. Keadaan ini dipaksakan dengan menggunakan stop kontak tambahan yang dihubungkan pada stop kontak yang telah ada sebelumnya. Selain membahayakan, tidak efisien dan jauh dari prinsip estetika. Kasus ini banyak sekali ditemukan, salah satu contoh dari hasil survei ditunjukkan Gambar 4.1

(a) (b)

Gambar 4.1 (a) Stop Kontak Tambahan Pada Dinding, (b) Stop Kontak Tambahan Dengan Beban Berlebih

Sumber : Dokumentasi Pribadi

Banyaknya daya yang harus diberikan ke beberapa beban yang terhubung melalui stop kontak tambahan yang dihubungkan pada sebuah stop kontak akan menimbulkan panas pada sisi konduktor. Panas ini merupakan sebuah bentuk perubahan energi dan salah satu

indikasi terjadinya pemborosan energi, selain itu panas yang ditimbulkan dapat menurunkan kemampuan isolasi dari isolator kabel penghantar.

- **Instalasi Penerangan**

  Pada Gedung B (Gedung Recording) dan Gedung C (Gedung Baru Elektro) telah dilakukan penyekatan ruangan tanpa dilakukan perubahan saklar lampu. Hal ini menyebabkan saklar menjadi tidak efisien karena pemempatan yang menjadi tidak ideal dan tidak selektif. Pada **Lampiran 2** dapat dilihat gambar tata letak lampu dan sistem pensaklarannya.

  Penggunaan lampu penerangan yang sebagian besar menggunakan lampu TL yang menggunakan ballast konvensional sehingga kurang efisien untuk menyalakan lampu TL 40W butuh daya 55W, selain itu rata-rata usia armatur, ballast lampu juga sudah lama, penurunan nilai efisiensi juga dapat mengakibatkan pemborosan.

  Contoh pemborosan yang terjadi akibat sistem pensaklaran pada:

  Gedung B

  - Ruang Dosen : B 1.3, B 1.4, B 1.9, B 1.11, B 2.3, B2.4, B 2.7, B 2.8, B2.9, B 2.12
  - Laboratorium dan Ruang Dosen : B 1.5, B 1.12, B 2.5, B 2.6, B 2.10,B 2.11
  - Mushola dan Recording 2 : B 1.16, B 1.1.1

  Gedung C

  - Ruang Dosen : C 1.5, C 2.7, C 2.8, C 2.9
  - Laboratorium dan Ruang Dosen : C 2.4, C 2.5

  Pada Gedung B terdapat beberapa kasus yang yang sama pada beberapa ruang dosen, seperti pada ruang B 1.3, B 1.11, B 2.3, B 2.4, B 2.8, B 2.9 dan B 2.12. Untuk mengetahui tingkat pemborosan maka dilakukan perhitungan sebagai berikut.

  Dari hasil pengukuran didapatkan hasil bahwa pada lampu TL 40 W untuk menyalakannnya dibutuhkan daya sebesar 55 W. Jika pada

sehari lampu digunakan selama 8 jam (jam kerja 07.00-15.00), maka konsumsi energi per hari yang dibutuhkan dapat dihitung dengan persamaan (2-12) :

$W = P \times t$

$= 0{,}055 \times 8$

$= 0{,}44$ kWh/hari

Jadi satu titik lampu TL 40 W mengkonsumsi energi sebesar 0,44 kWh per hari.

Contoh kasus pada ruang B 1.3

Pada ruang ini terdapat:

- Lampu TL 40 W = 3 x (1 x 40 W)
- Saklar = 2 titik

Jika ruang B 1.3.1 membutuhkan penerangan sedangkan ruang B 1.3.3 tidak, maka dengan instalasi yang ada sekarang terdapat 2 titik lampu yang menyala.

$W_{\text{1 titik lampu}}$ = 1 × 0,44 kWh/hari = 0,44 kWh/hari

$W_{\text{2 titik lampu}}$ = 2 × 0,44 kWh/hari = 0,88 kWh/hari

Selisih pemakaian = 0,88 – 0,44 = 0,44 kWh/hari

Jadi potensi pemborosan pada satu titik lampu pada ruang B 1.3 adalah sebesar 0,44 kWh/hari.

Contoh kasus pada ruang B 1.5 (Laboratorium Mesin Elektrik)

Pada ruang ini terdapat:

- Lampu TL 40 W = 8 x (2 x 40 W)
- Saklar = 2 titik

Jika dibutuhkan penerangan pada satu titik kerja pada ruang tersebut yaitu 1 titik lampu (2 × 40W), dengan keadaan selektifitas saklar yang ada pada saat ini lampu yang akan menyala yaitu 4 titik lampu (2 × TL 40W).

- $W_{\text{1 titik lampu}}$ = 2 × 0,44 kWh/hari = 0,88 kWh/hari
- $W_{\text{4 titik lampu}}$ = 8 × 0,44 kWh/hari = 3,52 kWh/hari
- Selisih pemakaian = 3,52 – 0,88 = 2,64 kWh/hari

Jadi potensi pemborosan pada satu titik lampu pada ruang B 1.5 adalah sebesar 2,64 kWh/hari.

Dan masih terdapat beberapa kasus lain yang menjadi potensi pemborosan, sehingga perlu dilakukan perencanaan ulang instalasi listrik yang ada untuk memperkecil potensi pemborosan dari sistem pensaklaran instalasi penerangan. Penggantian lampu menggunakan lampu hemat energi perlu dilakukan, melihat potensi pemborosan yang diakibatkan penggunaan lampu yang ada sekarang.

- **Kabel Penghantar**

  Usia instalasi listrik yang sudah lebih dari 10 tahun tentu akan mempengaruhi keadaan konduktor yang digunakan, perubahan suhu yang dapat disebabkan oleh lingkungan maupun panas yang diakibatkan arus beban akan mempengaruhi kualitas isolator dari kabel penghantar sehingga kemampuan isolasinya akan berkurang. Ini menjadi pertimbangan untuk dilakukan penggantian kabel konduktor dengan pertimbangan keamanan.

- **Beban**

  Pertumbuhan beban yang pesat terutama peralatan yang menggunakan semikonduktor dan beban yang bersifar non linear mengakibatkan perubahan kualitas daya yang dihasilkan, ini dapat dilihat dari data hasil pengukuran yang menunjukan kualitas daya dari masing-masing fasa pada panel utama untuk tiap gedung. Selain itu penambahan beban juga mengakibatkan pembagian beban tiap fasa menjadi tidak seimbang. Dan diperoleh data beban dari proses pendataan yang ditunjukkan pada **Lampiran 3**.

- **Sitem Pendingin Ruangan**

  Pembenahan sistem pendingin ruangan juga perlu dilakukan. Beberapa ruang besar yang dulunya hanya satu ruang besar yang dilengkapi pendingin udara atau AC, dilakukan pembagian ruang tanpa menata ulang penempatan AC, sehingga udara yang dihasilkan penyebarannya tidak merata karena terhambat oleh penyekatan ruangan. Contoh kasus ini ditunjukkan Gambar 4.2

Gambar 4.2 AC Pada Ruangan Yang Disekat.

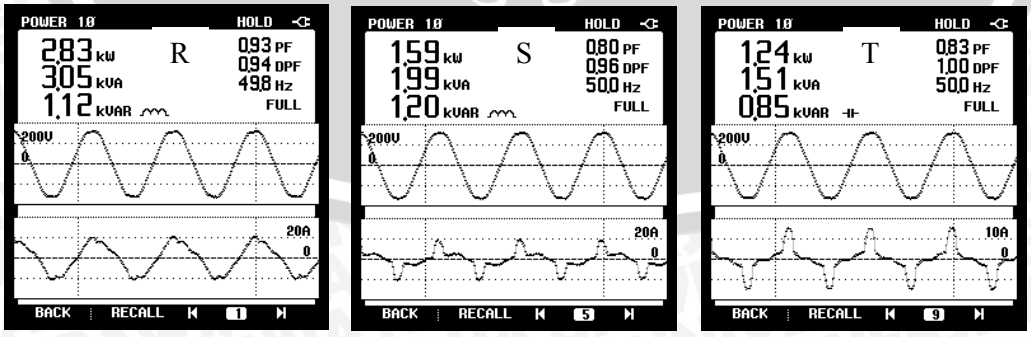
Sumber : Dokumentasi Pribadi

Dari keseluruhan hasil survei, beberapa kasus menunjukan bahwa terjadi pemborosn dari beberapa hal, teutama dari sisi penerangan dan AC yang disebabkan adanya perubahan tata ruang tanpa perubahan instalasi.

4.1.2 Hasil Pengukuran

Metode kedua untuk melakukan evaluasi adalah pengambilan data melalui pengukuran. Untuk membuktikan terjadinya ketidakseimbangan beban yang terjadi pada sistem instalasi listrik pada Gedung B dan Gedung C dilakukan pengukuran arus, tegangan, daya dan harmonisa pada panel utama pada masing-masing gedung.

Berikut adalah hasil pengukuran untuk mengetahui penggunaan listrik pada hari libur tanggal 26 Juli 2009 pada Gedung Recording Teknik Elektro UB ditunjukan Gambar 4.3



Gambar 4.3 Data Hasil Pengukuran Penggunaan Listrik Pada Gedung B

Sumber : Pengukuran

Data tersebut merupakan hasil pengukuran untuk daya tiap fasa pada panel utama:

- fasa R daya yang terukur sebesar 2,83 kW; 3,05 kVA; 1,12 kVAR dan faktor daya 0,93.
- fasa S daya yang terukur sebesar 1,59 kW; 1,99 kVA; 1,2 kVAR dan faktor daya 0,8.
- fasa T daya yang terukur sebesar 1,24 kW; 1,51 kVA; 0,85 kVAR dan faktor daya 0,83.

Dari data yang diperoleh jika diambil sebuah nilai rata-rata daya yang terpakai untuk mengetahui besar nilai penyimpangan konsumsi daya tiap fasanya terhadap daya rata-rata maka diperoleh data sebagai berikut:

$$P_{rata} = \frac{P_R + P_S + P_T}{3}$$
$$= \frac{2{,}83\ kW + 1{,}59\ kW + 1{,}24\ kW}{3}$$
$$= 1{,}887\ kW$$

Setelah diketahui nilai daya rata-rata kita dapat mengetahui persentase penyimpangan nilai daya tiapa fasa dengan menggunakan persamaan selisih daya:

- Nilai penyimpangan daya fasa R dalam persen:

  $\Delta P_R = \left\| \frac{2{,}83 - 1{,}887}{1{,}887} \right\| \times 100\% = 49{,}97\%$

- Nilai penyimpangan daya fasa S dalam persen:

  $\Delta P_S = \left\| \frac{1{,}59 - 1{,}887}{1{,}887} \right\| \times 100\% = 15{,}74\%$

- Nilai penyimpangan daya fasa S dalam persen:

  $\Delta P_S = \left\| \frac{1{,}24 - 1{,}887}{1{,}887} \right\| \times 100\% = 34{,}29\%$

Dari perhitungan diatas dapat dilihat besar penyimpangan nilai daya tiap fasa dari nilai daya rata-rata. Pada fasa R terjadi penyimpangan paling besar. Ini membuktikan terjadi ketidak seimbangan pembagian beban tiap fasanya sehingga perlu dilakukan pembagian beban melalui perencanaan ulang instalasi listrik.

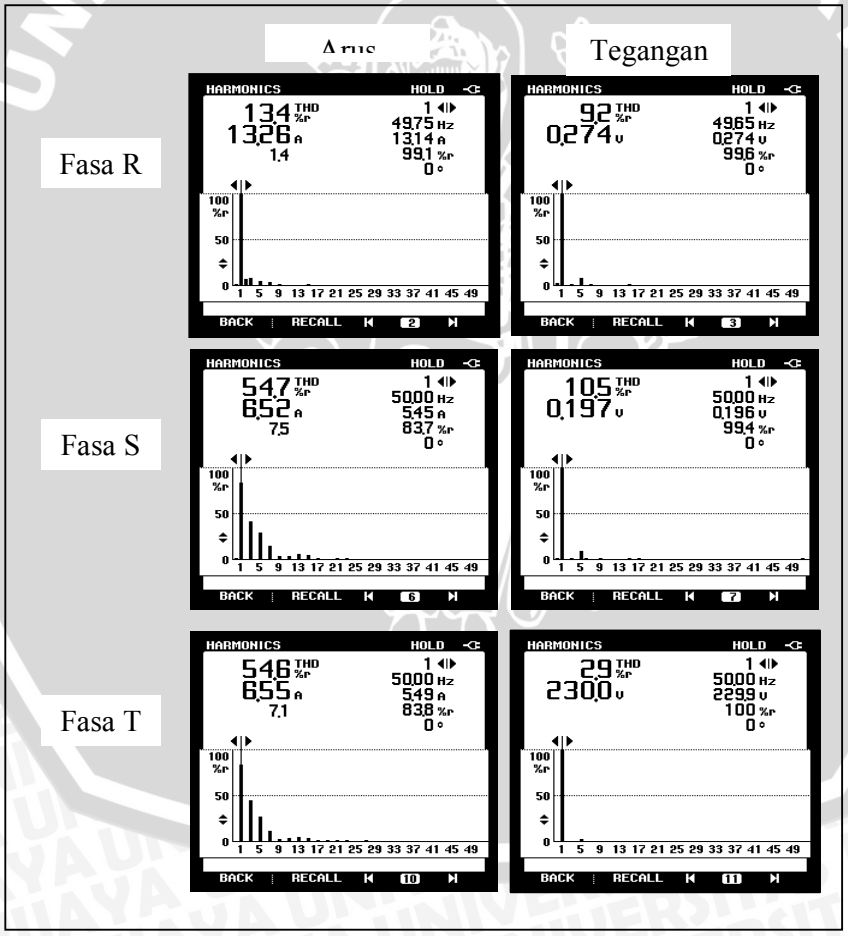
Persentase nilai penyimpangan konsumsi daya tiap fasa terhadap daya rata-rata pada,Gedung B dan Gedung C dapat dilihat pada Tabel 4.1:

Tabel 4.1 Hasil Pengukuran Daya pada Panel Utama di Gedung B dan C

No	Tanggal	Gedung	Jam	Daya (kW)			Daya Rata-rata (kW)	Δ P (%)		
				Fasa R	Fasa S	Fasa T		Fasa R	Fasa S	Fasa T
1	26-07-2009	B	10.05	2,62	1,41	1,64	1,89	38,62	25,40	13,23
2	27-07-2009	B	11.12	7,67	4,76	3,69	5,37	42,74	11,41	31,33
3	30-07-2009	C	10.11	1,72	8,02	1,79	3,84	55,25	108,67	53,43
4	11-08-2009	B	10.37	0,788	0,599	0,391	0,59	32,96	1,07	34,03
5	08-10-2009	C	10.10	7,94	5,66	1,64	5,08	56,30	11,42	67,72

Sumber: Hasil Pengukuran

Dari segi kualitas daya yang dihasilkan juga kurang baik, hal ini dapat dilihat dari nilai faktor daya. Faktor daya fasa R mempunyai nilai yang baik, namun untuk fasa S dan fasa T nilai faktor dayanya kurang dari 0,85. Hasil pengukuran menunjukan terdapat harmonisa yang nilainya berbeda untuk tiap fasanya, hal ini dapat dilihat dari Gambar 4.4.



Gambar 4.4. Data Hasil Pengukuran Kualitas Daya Panel Utama.

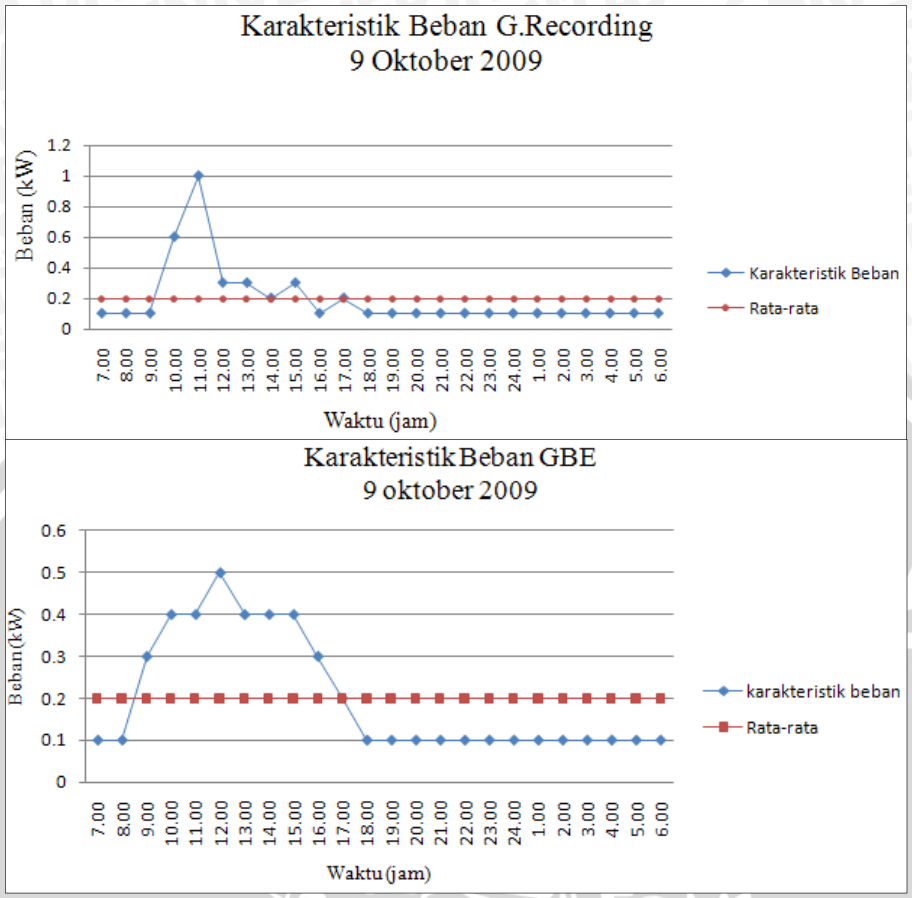
Sumber : Pengukuran

Dari hasil pengukuran dapat diketahui kualitas arus dan tegangan pada masing-masing fasa. Berdasarkan data pengukuran, harmonisa arus untuk fasa S dan fasa T memiliki nilai yang besar bahkan diatas 50% yaitu untuk fasa S dengan nilai arus harmonisa 6,52 A (54,7%) dan fasa T dengan arus harmonisa sebesar 6,55 A (54,6%). Sedangkan nilai arus harmonisa pada fasa R adalah 13,26 A (13,4%). Nilai harmonisa arus pada tiap fasa tidak memenuhi batas THDI standar IEEE 519-1992 yaitu sebesar 15 %.

Untuk nilai harmonisa tegangan, nilai harmonisa tiap fasanya tidak begitu besar yaitu untuk fasa S dengan nilai tegangan 0,196V (10,5%, fasa R dengan nilai tegangan 0,274V (9,2%, dan fasa T dengan nilai tegangan 230V (2,9%). Nilai harmonisa tegangan pada tiap fasa tidak memenuhi batas THDV standar IEEE 519-1992 yaitu sebesar 5 %.

Dengan tingginya nilai Total Harmonic Distortion baik arus maupun tegangan tiapa fasa jika dilihat dari standar batas THDV dan THDI IEEE 519-1992, maka pembenahan dari sisi instalasi dan beban juga perlu dilakukan berkaitan dengan kualitas daya yang dihasilkan instalasi listrik yang lama.

Pengukuran berikutnya adalah dilakukan dengan mengukur konsumsi energi per hari, pengukuran dilakukan per jam dengan mengambil sampel selama 7 hari (seminggu). Dari data yang diperoleh diharapkan akan diperoleh rata-rata konsumsi energi per hari atau beban rata-rata dan konsumsi energi tertinggi atau beban puncak. Pengambilan data dilakukan pada hari kerja, terutama pada hari dimana terdapat kegiatan praktikum di beberapa laboratorium. Dari data ini, maka akan diketahui gambaran faktor beban dari instalasi listrik pada masing-masing gedung. Dan faktor beban dari Gedung B dan Gedung C dari hasil pengukuran dapat dikatakan masih baik, yaitu pada angka 0,5. Hal ini dapat dilihat pada Gambar 4.5.



Gambar 4.5. Kurva Hasil Pengukuran.

Sumber : Pengukuran

Dari semua hasil survei dan pengukuran yang dilakukan, maka dapat diambil sebuah kesimpulan bahwa keadaan instalasi sekarang sudah tidak layak dan perlu dilakukan perencanaan ulang sehingga dihasilkan sebuah instalasi baru yang lebih baik dan hemat energi.

Selain itu dilakukan pengukuran intensitas cahaya untuk beberapa ruang sebagai contoh kualitas instalasi penerangan dalam memenuhi standart penerangan ruangan sesuai dengan fungsi ruang tersebut. Untuk mengetahui kuat penerangan rata-rata pada ruangan digunakan persamaan (2.7), sebagai contoh perhitungan digunakan hasil pengukuran pada ruang B.1.5 (Lab. Mesin Elektrik) dengan data penerangan untuk setiap titik pengukran dapat dilihat pada Tabel 4.2:

$$E_{Rata-rata} = \frac{\sum_{x=1}^{n} E_x}{n}$$

$$= \frac{320 + 135 + 170 + 250 + 150 + 200 + 300 + 120 + 200}{9}$$

$$= 205$$

Tabel 4.2 Data Pengukuran Intensitas Penerangan

Ruang	Titik Pengukuran								
	A	B	C	D	E	F	G	H	I
B 1.2	77	60	60	80	100	120	80	70	85
B 1.5	320	135	170	250	150	200	300	120	200
B 1.11	275	220	220	110	85	65	63	85	65
B 1.15	180	170	210	205	105	140	195	75	110
B 2.4	65	78	100	120	205	200	180	80	75
C 1.1	60	45	100	75	70	100	65	75	100
C 2.4	230	320	270	250	320	480	150	235	360
C 2.11	65	150	310	100	130	300	90	110	30

Sumber : Pengukuran

Keterangan:

B 1.2 = Ruang pertemuan kecil
B 1.5, B 2.11 = Laboratorium
B 1.11, B 2,4 = Ruang kerja dosen
B 1.15 = Ruang rapat
C 1.1 = Perpustakaan
C 2.4, C 2.11 = Laboratorium

Sesuai dengan standar SNI 03-6575-2001, tingkat pencahayaan minimum pada ruang laboratorium di lembaga pendidikan adalah sebesar 500 lux. Sedangkan data hasil pengukuran intensitas cahaya dalam ruang B 1.5 yang berfungsi sebagai laboratorium tingkat pencahayaan rata-ratanya hanya sebesar 205 lux, ini jelas tidak memenuhi standar. Perbandingan tingkat pencahayaan ruang lain hasil pengukuran dan standar SNI 03-6575-2001 ditunjukan pada Tabel 4.3:

Tabel 4.3 Perbandingan Hasil Pengukuran dan Standar SNI 03-6575-2001

Ruang	Intensitas Penerangan (lux)		Selisih	Keterangan (memenuhi/tidak memenuhi standar)
	Pengukuran	Standar	(lux)	
B 1.2	81.33	250	-168.67	Tidak memenuhi
B 1.5	205	500	-295	Tidak memenuhi
B 1.11	132	350	-218	Tidak memenuhi
B 1.15	154.44	300	-145.56	Tidak memenuhi
B 2.4	122.56	350	-227.44	Tidak memenuhi
C 1.1	76.67	300	-223.33	Tidak memenuhi
C 2.4	290.56	500	-209.44	Tidak memenuhi
C 2.11	142.78	500	-357.22	Tidak memenuhi

Sumber: Hasil Perhitungan

Dari tabel diatas menunjukkan bahwa tingkat pencahayaan yang ada sekarang sudah tidah memenuhi standar minimum tingkat pencahayaan dari SNI 03-6575-2001 sehingga perlu dilakukan perencanaan ulang insatalasi penerangan yang memenuhi standar dan hemat energi.

Dari semua hasil pengukuruan didapatkan keadaan lapangan bahwa, konsumsi daya tiap fasa pada panel utama kedua gedung tidak seimbang. Dan intensitas cahaya yang dihasilkan sistem penerangan yang ada, tidak memenuhi standar minimum tingkat pencahayaan dari SNI 03-6575-2001.

4.2 Perencanaan Instalasi Listrik

Setelah melakukan evaluasi dan observasi terhadap keadaan instalasi listrik dan keadaan bangunan yang ada maka dilakukan perencanaan instalasi listrik baru yang lebih efisien dengan keadaan beban tetap seperti yang ada sekarang.

4.2.1 Perencanaan Beban

Dalam menghitung beban yang pada setiap gedung dapat dilakukan melalui perhitungan beban-beban pada instalasi yang sudah ada sekarang. Beban tersebut meliputi beban instalasi penerangan maupun instalasi daya. Data yang digunakan dalam perhitungan ini yaitu data berupa data beban yang diperoleh dari survei dan denah Gedung Recording Teknik Elektro dan Gedung Baru Elektro Universitas Brawijaya, denah ruang yang digunakan merupakan gambaran bangunan terbaru setelah mengalami penyekatan pada beberapa ruangan.

4.2.1.1 Perhitungan Daya Beban Penerangan

Besar daya pada instalasi penerangan dapat diketahui dengan melakukan perhitungan jumlah lampu yang digunakan. Perubahan instalasi penerangan sesuai dengan standart dilakukan tiap ruangan per lantai. Namun ada beberapa ruang yang memiliki dimensi hampir sama, sehingga akan diambil contoh perhitungan.

- **Penerangan Ruang B 1.5 dan B 1.7**

  Kedua ruangan ini memilki fungsi yang sama sebagai laboratorium dengan dimensi ruang yang sama.

p = 10.8 meter
l = 8 meter
t = 2,4 meter
h = 3,2 meter

dalam perencanaan ini digunakan lampu *Fluorescent Lamps* (FL) dalam hal ini kita gunakan produk merk tertentu T8 Fluorescent lamps 26 mm Ø, LUMILUX®, base G13, **L 36 W/830** dan terdapat dua lampu tiap armature dengan tipe armatur APOLLON T8 VB 2L36HF dan lumen yang dihasilkan sistem ini sebesar 6700 lumen. Dalam ruangan ini menggunakan penerangan langsung sehingga faktor indeks ruangannya:

$$K = \frac{A}{t(p+l)} = \frac{10.8 \times 8}{2{,}4(10.8+8)} = 1.915$$

menentukan faktor refleksi berdasarkam warna dinding dan langit-langit ruangan maka diperoleh data

$r_p = 0{,}7$ $r_w = 0{,}5$ $r_m = 0.1$

kemudian ditentukan efisiensi penerangannya dari Tabel dengan melihat nilai k, r_p, r_w, r_m di atas.

Dari tabel dapat dibaca:

Untuk k = 1,5 : η = 0,62
Untuk k = 2 : η = 0,68

Efisiensi penerangan untuk k = 1,915, ditentukan dengan interpolasi :

$$\eta = 0{,}62 + \frac{1{,}915 - 1{,}5}{2 - 1{,}5}(0{,}68 - 0{,}62) = 0{,}67$$

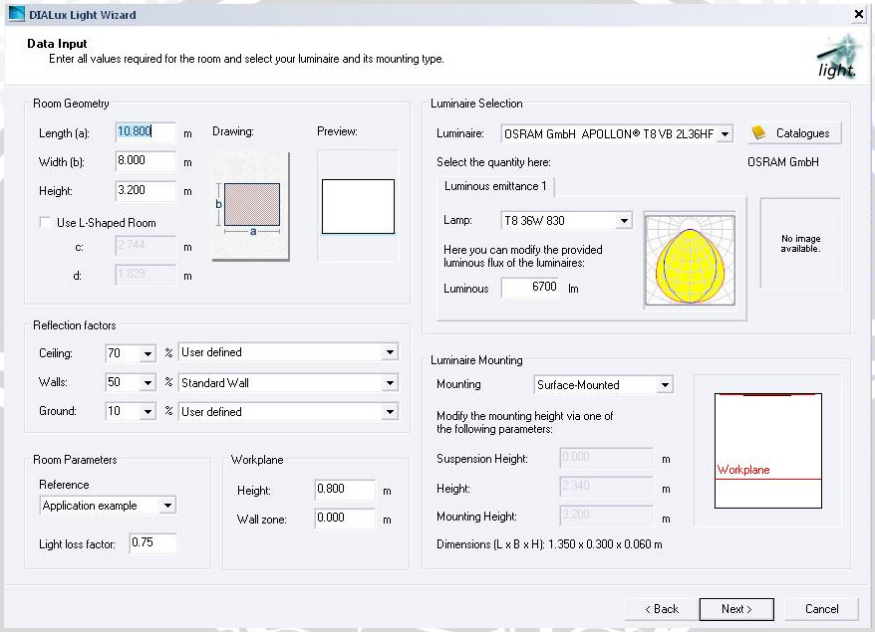
Intensitas penerangan yang diperlukan ruangan B 1.5 dan B 1.7 sesuai dengan fungsinya sebagai laboratorium yaitu 500 lux. Jumlah armatur atau lampu yang diperlukan dapat dihitung dengan persamaan

$$n = \frac{E_M \times A}{\Phi \times \eta \times d}$$

Jumlah armatur yang diperlukan dapat dihitung setelah ditentukan faktor depresiasinya. Untuk ruangan ini hanya akan terjadi pengotoran ringan. Kalau lampu-lampunya diperbaharui setiap 3 tahun sekali, maka d = 0,75

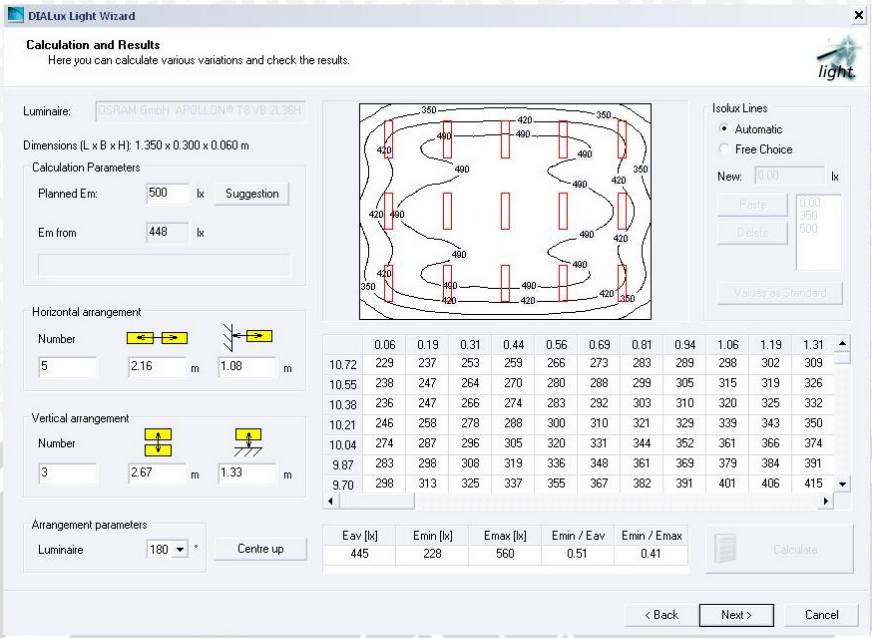
$$n = \frac{500 \times 86{,}4}{6700 \times 0{,}67 \times 0{,}75} = 12{,}83$$

Setelah dilakukan perhitungan secara manual pada perencanaan penerangan pada ruang B 1.5 dan B 1.7 diperoleh hasil 13. Untuk langkah berikutnya dilakukan perhitungan menggunakan program DIALux. Dengan memperhatikan dimensi ruang B 1.5 dan B 1.7 yaitu dengan lebar 10.8 m dan panjang 8 m, tinggi 3,2 m dan bidang kerja 0.8 m seperti pada Gambar 4.6



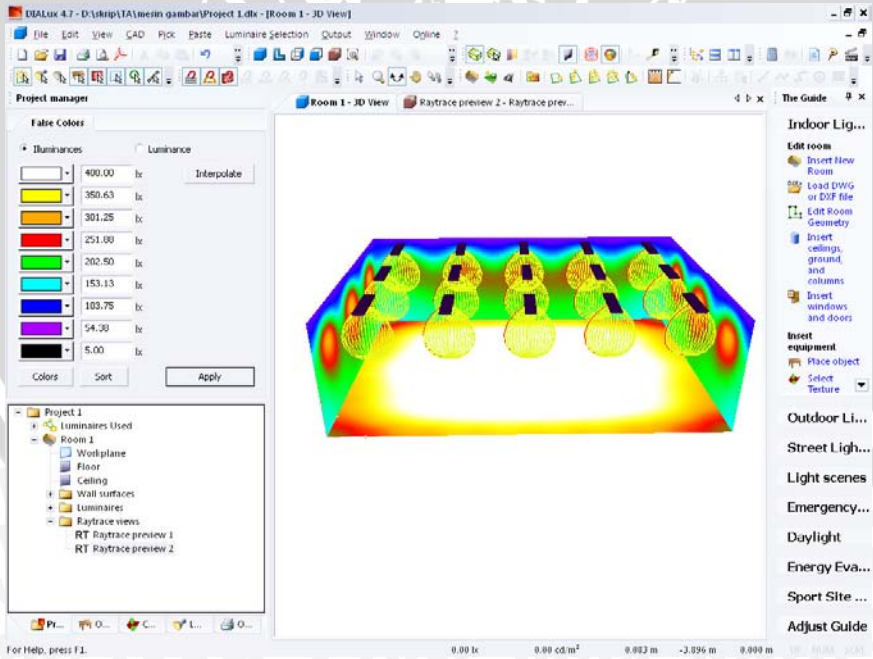
Gambar 4.6 Perhitungan Ruang B 1.5 dan B 1.7
Sumber : Perhitungan DIALux

Dari simulasi program DIALux, diperoleh jumlah 15 titik lampu, dengan penempatan lampu seperti ditunjukan pada Gambar 4.7



Gambar 4.7 Susunan Lampu Ruang B 1.5 dan B 1.7
Sumber : Perhitungan DIALux

Gambar diatas merupakan susunan terbaik dengan nilai intensitas seperti pada gambar. Intensitas penerangan pada area kerja sudah mendapatkan nilai yang memadai sesuai standar SNI 03-6575-2001.



Gambar 4.8 Distribusi Pencahayaan Ruang B 1.5 dan B 1.7
Sumber : Perhitungan DIALux

Keadaan distribusi pencahayaan pada ruang B 1.5 dan B 1.7 yang diperoleh dari program DIALux adalah seperti Gambar 4.8 .Perbandingan antara perhitungan manual dengan program DIALux dalam melakukan pergantian susunan dan jenis lampu untuk ruang B 1.5 dan B 1.7 dapat dilihat pada Tabel 4.4 berikut ini.

Tabel 4.4 Perbandingan Hasil Perhitungan pada Ruang B 1.5 dan B 1.7

Faktor Pembanding	Manual	DiALux	Keadaan sekarang
Intensitas Penerangan Rata-rata	500 lux	445 lux	205
Jumlah Titik Lampu	13 titik	15 titik	8 titik

Sumber : Perhitungan

Dari tabel di atas terdapat perbedaan jumlah titik lampu. Dengan perbedaan 2 titik lampu pada perhitungan manual dengan menggunakan program DIALux diperoleh intensitas pencahayaan diatas standar minimum intensitas penerangan untuk laboratorium. Namun jumlah tersebut sangat jauh dibandingkan dengan jumlah titik lampu pada instalasi yang lama. Dengan intensitas pencahyaan rata-rata yang jauh dibawah standar pencahayaan untuk sebuah laboratorium tentunya ini menjadi pertimbangan dalam investasi selain pemenuhan standar pencahyaan.

Dari perhitungan dengan standar pencahayaan minimum SNI 03-6575-2001, terdapat penambahan jumlah titik lampu yang sangat signifikan jumlahnya, dengan adanya penambahan jumlah titik lampu yang sangat banyak, maka konsumsi energi menjadi semakin besar.

Untuk itu dilakukan penurunan standar pencahayaan untuk menekan biaya investasi. Dan digunakan nilai 75% dari standar acuan SNI 03-6575-2001. Dengan pertimbangan hampir sebagian besar ruangan yang ada juga menggunakan pencahayaan alami, dan penggunaan ruangan di siang hari. Sehingga perhitungan dengan standar baru adalah sebagai berikut:

- **Penerangan Ruang B 1.5 dan B 1.7**

Kedua ruangan ini memilki fungsi sebagai laboratorium dengan dimensi ruang yang sama.

p = 10.8 meter
l = 8 meter
t = 2,4 meter
h = 3,2 meter

digunakan lampu *Fluorescent Lamps* (FL) produk merk tertentu T8 Fluorescent lamps 26 mm Ø, LUMILUX®, base G13, **L 36 W/830** dan dua lampu tiap armature dengan tipe APOLLON T8 VB 2L36HF 6700 lumen. Dalam ruangan ini menggunakan penerangan langsung sehingga faktor indeks ruangannya:

Indeks ruangan:

$$k = \frac{p \times l}{t(p + l)}$$

$$= \frac{8 \times 10{,}8}{2{,}4\ (8 + 10.8)}$$

$$= 1{,}915$$

kemudian ditentukan efisiensi penerangannya dari Tabel dengan melihat nilai k, r_p, r_w, r_m di atas.

Dari tabel dapat dibaca:

Untuk k = 1,5 : η = 0,62
Untuk k = 2 : η = 0,68

Efisiensi penerangan untuk k = 1,915, ditentukan dengan interpolasi :

$$\eta = 0{,}62 + \frac{1{,}915 - 1{,}5}{2 - 1{,}5}(0{,}68 - 0{,}62) = 0{,}67$$

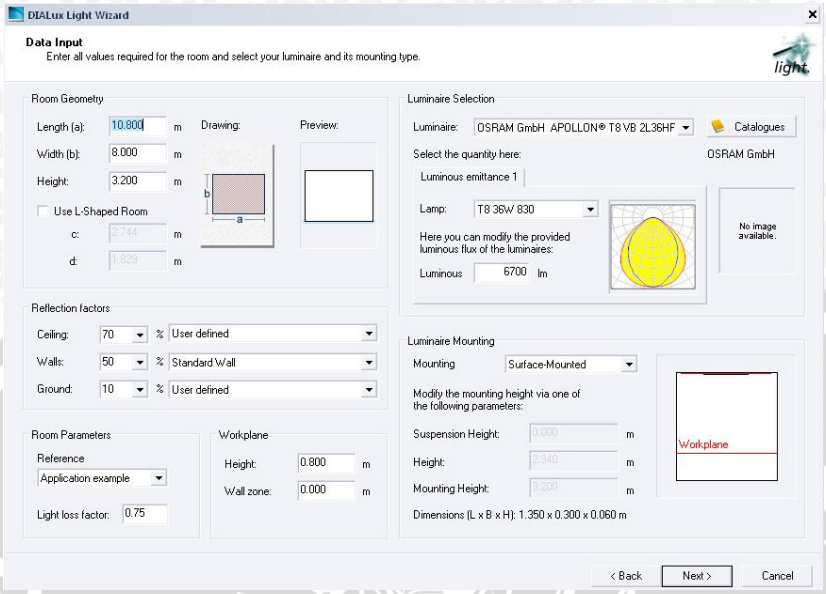
Intensitas penerangan yang diperlukan ruangan B 1.5 dan B 1.7 sesuai dengan fungsinya sebagai laboratorium yaitu 75% dari 500 lux. Jumlah armatur atau lampu yang diperlukan dapat dihitung dengan persamaan

$$n = \frac{E_M \times A}{\Phi \times \eta \times d}$$

Faktor depresiasinya jika lampu-lampunya diperbaharui setiap 3 tahun sekali dengan pengotoran ringan, maka d = 0,75

$$n = \frac{0{,}75 \times 500 \times 86{,}4}{6700 \times 0{,}67 \times 0{,}75} = 8{,}878 \approx 9$$

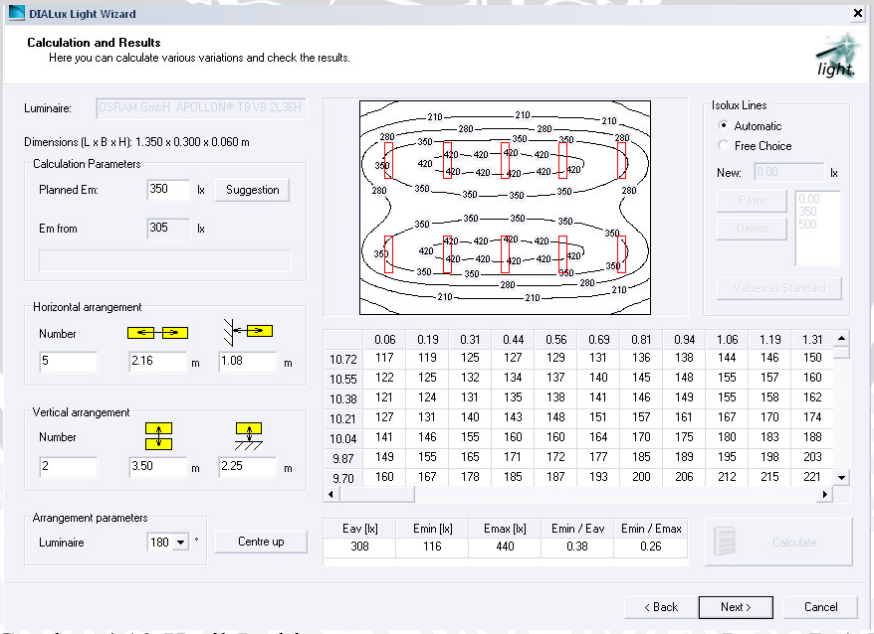
Sebagai perbandingan maka dilakukan perhitungan menggunakan program dilakukan dengan software DIALux seperti Gambar 4.9 berikut.



Gambar 4.9 Perhitungan 75% dari SNI 03-6575-2001 Ruang B 1.5 dan B 1.7

Sumber : Perhitungan DIALux

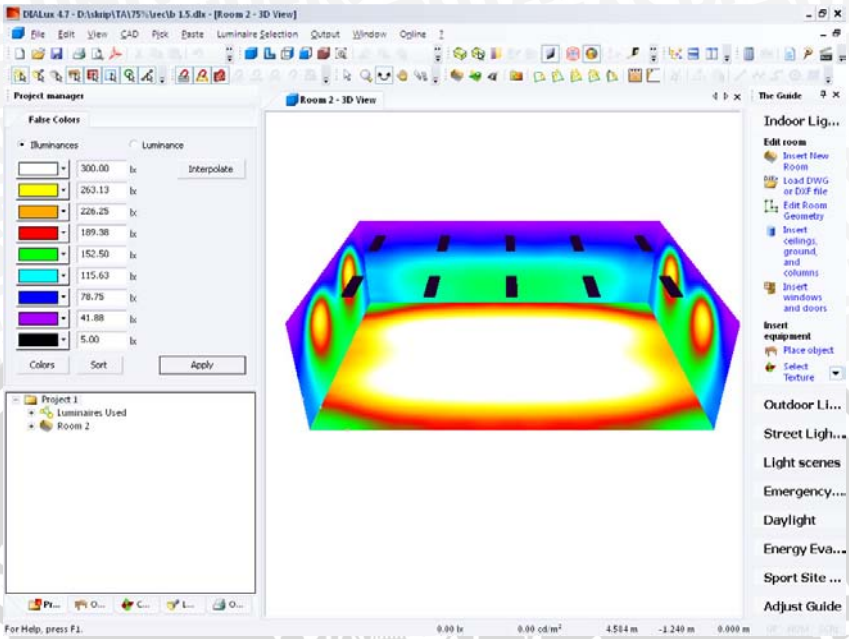
Hasil perhitungan menggunakan DIALux dan pola distribusi cahaya pada ruang B 1.5 dan B 1.7 ditunjukkan pada Gambar 4.10.



Gambar 4.10 Hasil Perhitungan 75% dari SNI 03-6575-2001 Ruang B 1.5 dan B 1.7

Sumber : Perhitungan DIALux

Dan distribusi pencahayaan dapat dilihat pada Gambar 4.11.



Gambar 4.11 Distribusi Intensitas Penerangan75% dari SNI 03-6575-2001 Ruang B1.5 dan B 1.7

Sumber : Perhitungan DIALux

Dari gambar tampak bahwa daerah berwarna putih merupakan daerah dengan intensitas cahaya yang di atas 300 lux yang merupakan daerah kerja pada labortorium, sedangkan pada dinding merupakan daerah dengan intensitas terendah.

Perbandingan antara perhitungan manual dengan program DIALux dalam melakukan pergantian susunan dan jenis lampu untuk ruang B 1.5 dan B 1.7 dapat dilihat pada Tabel 4.5 berikut ini.

Tabel 4.5 Perbandingan Hasil Perhitungan 75% dari Standar SNI 03-6575-2001 pada B 1.5 dan B 1.7

Faktor Pembanding	Manual	DiALux	Keadaan sekarang
Intensitas Penerangan Rata-rata	375 lux	308 lux	205
Jumlah Titik Lampu	9 titik	10 titik	8 titik

Sumber : Perhitungan

Dari tabel di atas, selisih dari perhitungan manual dan DIALux adalah 1 titik lampu dan perbedaan intensitas cahaya rata-rata yaitu 375 lux untuk manual dan 308 lux untuk DIALux.

Dari perhitungan baik menggunakan teori maupun menggunakan DIALux diperoleh jumlah total gedung dengan menunjukkan nilai intensitas cahaya rata-rata dan maksimum. Untuk perencanaan akan digunakan hasil perhitungan dari DIALux dengan pertimbangan faktor pemenuhan standar dan pemenuhan estetika. Terdapat beberapa titk yang tidak dilakukan penghitungan karena dimensi ruang sangat kecil dan fungsinya yang tidak memaksa pemenuhan standar, seperti kamar mandi, dapur dan eksterior. Dan hasil rekapitulasi perhitungan lampu sebagai berikut.

- Hasil rekapitulasi lampu Gedung Recording Jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya (Gedung B) dapat dilihat pada Tabel 4.6

Tabel 4.6 Perhitungan Jumlah Beban Penerangan Gedung B

No	Ruang	panjang	lebar	tinggi bidang kerja	Lux			titik lampu		titik lampu yang digunakan	daya
					Teori	DIALux					
		Meter				rata2	max	teori	DIALux		Watt
1	B 1.1.1	3,6	3,6	0,8	263	288	418	2	2	2 x (2x36W)	144
2	B 1.1	3,6	8	0,8	263	233	341	3	3	3 x (2x36W)	216
3	B 1.2	3,6	8	0,8	225	233	341	3	3	3 x (2x36W)	216
4	B 1.3	3,6	8	0,8	263	233	341	3	3	3 x (2x36W)	216
5	B 1.4	3,6	8	0,8	263	233	341	3	3	3 x (2x36W)	216
6	B 1.5	10,8	8	0,8	375	308	440	10	10	10 x (2x36W)	720
7	B 1.6	3,6	8	0,8				4	4	4 x 18W	72
8	B 1.7	10,8	8	0,8	375	308	440	10	10	10 x (2x36W)	720
9	B 1.8	3,6	8	0,8	375	308	440	4	4	4 x (2x36W)	288
10	B 1.9	3,6	8	0,8	263	233	341	3	3	3 x (2x36W)	216
11	B 1.10	3,6	8	0,8	112,5	145	255	2	2	2 x (2x36W)	144
12	B 1.11	3,6	8	0,8	263	233	341	3	3	3 x (2x36W)	216
13	B 1.12	7,2	8	0,8	375	350	514	7	8	8 x (2x36W)	576
14	B 1.13	7,2	8	0,8	375	350	514	7	8	8 x (2x36W)	576
15	B 1.14	3,6	8	0,8				5	5	5x18W	90
16	B 1.15	10,8	8	0,8	225	188	297	6	6	6 x (2x36W)	432
17	B 1.16	3,6	4,4	0,8	150	126	181	2	2	2 x (1x36W)	72
18	koridor	46,8	2	0,8	100	86	144	11	11	11x (1x36W)	396
19	B 2.1	3,6	8	0,8	263	233	341	3	3	3 x (2x36W)	216
20	B 2.2	3,6	8	0,8	263	233	341	3	3	3 x (2x36W)	216
21	B 2.3	3,6	8	0,8	263	233	341	3	3	3 x (2x36W)	216
22	B 2.4	3,6	8	0,8	263	233	341	3	3	3 x (2x36W)	216
23	B 2.5	8	9	0,8	375	317	420	9	9	9 x (2x36W)	648
24	B 2.5r	3	9	0,8	263	231	316	3	3	3 x (2x36W)	216
25	B 2.5.1	3,6	9	0,8	263	279	395	4	4	4 x (2x36W)	288
26	B 2.6	7,2	3	0,8	263	282	382	3	3	3 x (2x36W)	216
27	B 2.6.1	7,2	5	0,8	375	378	469	5	6	6 x (2x36W)	432
28	B 2.6.5	7,2	9	0,8	263	240	344	6	6	6 x (2x36W)	432
29	B 2.7.1&B 2.7.2	3,6	4	0,8	263	269	389	4	4	2x2 x (2x36W)	288
30	B 2.8	3,6	8	0,8	263	255	505	3	3	3 x (2x36W)	216
31	B 2.9	3,6	8	0,8	263	255	505	3	3	3 x (2x36W)	216
32	B 2.10	7,2	3	0,8	263	320	538	3	3	3 x (2x36W)	216
33	B 2.10.1	7,2	5	0,8	375	378	469	5	6	6 x (2x36W)	432
34	B 2.10.5	7,2	9	0,8	263	240	344	6	6	6 x (2x36W)	432
35	B 2.11	10,8	9	0,8	375	324	422	11	12	12 x (2x36W)	864
36	B 2.11.1	3,6	8	0,8	263	233	341	3	3	3 x (2x36W)	216
37	B 2.12	3,6	8	0,8	263	233	341	3	3	3 x (2x36W)	216
38	koridor 2	18	2	0,8	100	97	148	6	6	6x (1x36W)	216
39	penerangan luar							24	24	24 x 23 w	552
JUMLAH								201	206	total Daya	12486

Sumber : Perhitungan

- Hasil rekapitulasi lampu Gedung Baru Jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya (Gedung C) dapat dilihat pada Tabel 4.7

Tabel 4.7 Perhitungan Jumlah Beban Penerangan Gedung C

No	Ruang	panjang	lebar	tinggi bidang kerja	lux			titik lampu		titik lampu yang digunakan	Daya
					teori	DIALux					
		Meter				rata2	max	teori	DIALux		Watt
1	C 1.1	6,25	10	0,8	225	235	342	5	6	6 x (2x36W)	432
2	C 1.2	6,25	3,6	0,8	225	185	262	2	2	2 x (2x36W)	144
3	C 1.2.1	6,25	3,6	0,8	225	185	263	2	2	2 x (2x36W)	144
4	C 1.3(x2)	6,25	7,2	0,8	375	316	428	12	12	12x (2x36W)	864
5	C 1.3.1	6,25	3,6	0,8	263	271	385	3	3	3 x (2x36W)	216
6	C 1.4	8,75	7,2	0,8	263	239	335	6	6	6x (2x36W)	432
7	C 1.5	6,25	5,4	0,8	263	261	324	4	4	4x (2x36W)	288
8	C 1.6 & C 1.7	6,25	5,4	0,8	263	261	324	4	4	4x (2x36W)	288
9	C 1.8	6,25	5,4	0,8	263	261	324	4	4	4x (2x36W)	288
10	C 1.9	6,25	5,4	0,8	263	261	324	4	4	4x (2x36W)	288
11	C 1.10	6,25	3,6	0,8	263	271	385	3	3	3 x (2x36W)	216
12	C 1.11 & C 1.12	6,25	3,6	0,8				7	7	7 x 18W	126
13	C 1.13	2,65	5,15	0,8	150	124	153	2	2	2 x (1x36W)	72
14	C 1.1.1	3,6	5,15	0,8	263	212	296	2	2	2 x (2x36W)	144
15	koridor 1	2,5	36	0,8	100	77	121	9	9	9 x (1x36W)	324
16	C 2.1	5,5	3,6	0,8	263	204	281	2	2	2 x (2x36W)	144
17	C 2.2	5,5	4,2	0,8	100	110	216	1	1	1 x (2x36W)	72
18	C 2.3	5,5	3,6	0,8	263	206	298	2	2	2 x (2x36W)	144
19	C 2.4.1	5,5	3,6	0,8	263	206	298	2	2	2 x (2x36W)	144
20	C 2.4	8,75	10,8	0,8	375	324	412	11	12	12x (2x36W)	864
21	C 2.4.2	6,25	3,6	0,8	100	99	215	1	1	1 x (2x36W)	72
22	C 2.5	6,25	3,6	0,8	263	271	385	3	3	3 x (2x36W)	216
23	C 2.5.1	4,5	3,6	0,8	263	235	372	2	2	2 x (2x36W)	144
24	C 2.5.2	6,25	3,6	0,8	263	271	385	3	3	3 x (2x36W)	216
25	C 2.6	4,5	4,5	0,8	263	300	476	3	3	3 x (2x36W)	216
26	C 2.7	4,5	2,8	0,8	263	266	345	2	2	2x(2x36W)	144
27	C 2.8	4,5	2,8	0,8	263	266	345	2	2	2x(2x36W)	144
28	C 2.9	4,5	4,5	0,8	263	203	298	2	2	2 x (2x36W)	144
29	C 2.10	7,5	10,8	0,8	375	368	463	10	12	12x(2x36W)	864
30	C 2.11	7,5	10,8	0,8	375	367	463	10	12	12x(2x36W)	864
31	C 2.10.1	7,5	3,6	0,8	100	85	213	1	1	1x (2x36W)	72
32	C 2.11.1	7,5	3,6	0,8	100	85	213	1	1	1x (2x36W)	72
33	koridor 2	5	12	0,8	100	104	168	7	7	7 x (1x36W)	252
34	lampu luar							24	24	24 x 23W	552
Jumlah								158	164	total daya	9678

Sumber : Perhitungan

Dari hasil perhitungan diatas, digunakan hasil dari DIALux dengan pertimbangan bahwa penempatan titik penerangan lebih mudah dengan pertimbangan unsur estetika dan pemenuhan standar intensitas cahaya. Dan jumlah total daya dan komposisi beban penerangan Gedung B dan Gedung C ditunjukan pada tabel berikut:

Tabel 4.8 Komposisi Beban Penerangan Gedung B

Metode	TL 2x 36W (2 x 40 VA)	TL 1x 36W (40 VA)	SL 18W (20 VA)	SL 23W (25VA)	Jumlah Titik Lampu	Jumlah Daya (VA)
Teori	149	19	9	24	201	13.460
DIALux	154	19	9	24	206	13.860

Sumber : Perhitungan

Tabel 4.9 Komposisi Beban Penerangan Gedung C

Metode	TL 2x 36W (2 x 40 VA)	TL 1x 36W (40 VA)	SL 18W (20 VA)	SL 23W (25VA)	Jumlah Titik Lampu	Jumlah Daya(VA)
Teori	109	18	7	24	158	10.180
DIALux	115	18	7	24	164	10.660

Sumber : Perhitungan

Dari kedua tabel diatas, diuraikan bahwa terdapat 4 jenis beban penerangan, yaitu lampu TL 2 x 36 W untuk ruangan kerja dalam gedung, termasuk laboratorium. Karena dibutuhkan intensitas sumber cahaya yang tinggi. Sedangkan lampu TL 1 x 36 W digunakan pada koridor dan musholah, jumlah perhitungan secara teori dan menggunakan DIALux menunjukkan hasil yang sama. Untuk lampu SL 18 W digunakan pada kamar mandi dan dapur, dilakukan pemilihan langsung melihat dimensi ruang yang kecil. Lampu SL 23 W digunakan untuk penerangan luar pada malam hari. Dan faktor daya dari semua jenis lampu tersebut berdasarkan data teknisnya adalah 0,95. Sehingga untuk lampu 36W setara 38 VA ≈ 40VA, 18W setara 19 VA ≈ 20 VA, dan 23 W setara 25 VA.

Berdasarkan tabel diatas jumlah beban penerangan untuk gedung B terdapat selisih perhitungan pada lampu 2 x 36 W, untuk lampu lain jumlahnya sama antara perhitungan teori dan DIALux yaitu terdapat perbedaan 5 titik lampu 2 x 36 W , 1 x 36 W jumlahnya sama yaitu 19 titik lampu, lampu SL 18 W sama 9 titik lampu dan lampu SL 23 W 24 titik lampu.

Hal yang sama juga terjadi pada komposisi lampu pada gedung C. Terdapat perbedaan 6 titik lampu 2 x 36 W, lebih banyak perhitungan DIALux. Sedangkan untuk jumlah perhitungan titik lampu TL 1 x 36 W, SL 18 W dan SL 23 W semuanya sama yaitu 18 titik, 7 titik dan 24 titik.

4.2.1.2 Perhitungan Daya Beban Stop Kontak

Setiap ruangan dengan fungsi masing-masing memiliki perangkat atau peralatan listrik tersendiri untuk menunjang kegiatan pada ruang tersebut. Untuk menghubungkan peralatan yang tidak tersambung langsung dengan instalasi listrik, maka digunakan stop kontak. Jumlah stop kontak yang terpasang pada suatu ruangan disesuaikan dengan kebutuhan beban dari ruangan tersebut.

Sebagai contoh :

Ruang B 1.3.1 yang merupakan ruang kerja dosen, dalam ruangan ini beban yang ada berdasarkan data beban hasil survei antara lain:

- Komputer 1 unit
- Printer 1 unit

Dari peralatan tersebut perkiraan jumlah beban non penerangan di ruang tersebut yang membutuhkan sumber listrik dari stop kontak berkisar pada nilai 200 VA, untuk itu pada perencanaan ini,untuk mengatasi beban yang ada dan beban tambahan lain, maka pada ruang tersebut akan dipasang dua buah stop kontak dengan nilai beban 200VA.

Untuk penentuan jumlah beban stop kontak ruang lain akan dilakukan tabulasi dengan memperhatikan jumlah peralatan yang ada di ruang tersebut. Dalam penentuan beban stop kontak ini akan dibedakan dari beban stop kontak untuk beban AC dan beban meja praktikum.

Berikut merupakan hasil perencanaan jumlah stop kontak tiap ruangan untuk tiap gedung. Perencanaan dibuat berdasarkan jumlah peralatan yang ada pada ruangan yang diperoleh dari data pada proses survei pada **Lampiran 3** dan perkiraan pertumbuhan beban. Hasil perencanaan Gedung B dapat dilihat pada Tabel 4.10 dan Gedung C pada Tabel 4.11.

Tabel 4.10 Rekapitulasi Jumlah Stop Kontak Gedung B

No.	Ruang	Beban (Unit)			stop kontak (titik)	DAYA (VA)
		komputer	printer	beban lain		
1	B 1.1.1	1	1	-	2	400
2	B 1.1	5	3	-	8	1.600
3	B 1.2	1	-	4	5	1.000
4	B 1.3	3	3	-	6	1.200
5	B 1.4	3	3	-	6	1.200
6	B 1.5	1	1	-	2	400
7	B 1.6	-	-	2	2	400
8	B 1.7	1	1	4	6	1.200
9	B 1.8	-	-	4	4	800
10	B 1.9	3	3	-	6	1.200
11	B 1.10	3	3	-	6	1.200
12	B 1.11	3	3	-	6	1.200
13	B 1.12	2	1	1	4	800
14	B 1.13	1	1	1	3	600
15	B 1.14	-	-	2	2	400
16	B 1.15	1	1	1	3	600
17	B 1.16	-	-	-	-	-
18	koridor	-	-	1	1	200
19	B 2.1	1	1	2	4	800
20	B 2.2	1	1	-	2	400
21	B 2.3	3	3	-	6	1.200
22	B 2.4	3	3	-	6	1.200
23	B 2.5	-	-	-	-	-
24	B 2.5r	3	2	-	5	1.000
25	B 2.5.1	4	4	-	8	1.600
26	B 2.6	3	3	-	6	1.200
27	B 2.6.1	2	1	-	3	600
28	B 2.6.5	13	-	1	14	2.800
29	B 2.7.1&B 2.7.2	2	2	-	4	800
30	B 2.8	3	3	-	6	1.200
31	B 2.9	3	3	-	6	1.200
32	B 2.10	3	3	-	6	1.200
33	B 2.10.1	-	-	-	-	-
34	B 2.10.5	9	1	-	10	2.000
35	B 2.11	5	1	1	7	1.400
36	B 2.11.1	3	3	-	6	1.200
37	B 2.12	3	3	-	6	1.200
38	koridor 2	-	-	-	-	-
Jumlah		92	61	24	177	35.400

Sumber : Perhitungan

Tabel 4.11 Rekapitulas Jumlah Stop Kontak Gedung C

No.	Ruang	Beban (Unit)			stop kontak (titik)	DAYA (VA)
		komputer	printer	beban lain		
1	C 1.1	2	-	-	2	400
2	C 1.2	-	-	-	-	-
3	C 1.2.1	1	1	1	3	600
4	C 1.3	3	1	2	6	1.200
5	C 1.3.1	1	1	1	3	600
6	C 1.4	16	1	-	17	3.400
7	C 1.5	3	3	-	6	1.200
8	C 1.6	2	2	-	4	800
9	C 1.7	1	1	-	2	400
10	C 1.8	16	-	1	17	3.400
11	C 1.9	16	-	1	17	3.400
12	C 1.10	5	1	1	7	1.400
13	C 1.11	-	-	1	1	200
14	C 1.12	-	-	-	-	-
15	C 1.13	-	-	-	-	-
16	C 1.1.1	2	2	-	4	800
17	koridor	-	-	1	1	200
18	C 2.1	2	2	-	4	800
19	C 2.2	-	-	1	1	200
20	C 2.3	2	2	-	4	800
21	C 2.4	3	1	1	5	1.000
22	C 2.4.1	2	2	-	4	800
23	C 2.4.2	-	-	1	1	200
24	C 2.5	-	-	2	2	400
25	C 2.5.1	1	-	1	2	400
26	C 2.5.2	1	-	1	2	400
27	C 2.6	1	-	1	2	400
28	C 2.7	1	1	-	2	400
29	C 2.8	1	1	-	2	400
30	C 2.9	2	2	-	4	800
31	C 2.10	2	1	1	4	800
32	C 2.10.1	-	-	1	1	200
33	C 2.11	6	2	1	9	1.800
36	C 2.11.1	-	-	1	1	200
38	koridor 2	-	-	4	4	800
Jumlah		92	27	25	144	28.800

Sumber : Perhitungan

Dari perhitungan perencanaan jumlah stop kontak, diperoleh jumlah beban sebesar:

- Gedung B : 35400 VA
- Gedung C : 28800 VA

Dari jumlah ini kemudian akan menjadi pertimbangan pemilihan konduktor dan pembagian beban.

4.2.1.3 Perhitungan Daya Beban Pendingin Ruangan (AC)

Pada perencanaan ini penggunaan AC ditekankan pada ruang tertentu, seperti laboratorium, ruang seminar, ruang pertemuan kecil dosen, ruang administrasi dan beberapa ruang lain. Beberapa ruang tersebut dipilih dengan pertimbangan jumlah orang yang pada ruang tersebut pada saat tertentu sangat banyak, tentu ini berkaitan dengan faktor kenyamanan. Untuk laboratorium, pengkondisian suhu ruang saat melakukan praktikum menjadi pertimbangan utama selain faktor kenyamanan.

Untuk menentukan berapa besar daya AC yang akan digunakan pada suatu ruangan. Maka digunakan persamaan (2.9):

$$P = \frac{p \times l \times t}{3} \times 500$$

Keterangan :

P : Daya AC ([BTU/jam]/PK)

p : panjang ruangan (m)

l : lebar ruangan (m)

t : tinggi ruangan (m)

Sebagai contoh kasus pada Ruang B 1.15 dengan dimensi panjang (p) 8 m, lebar (l) 10.8 m dan tinggi (t) 3,2 m. maka daya AC yang digunakan pada ruang tersebut adalah

$$P = \frac{8 \times 10{,}8 \times 3{,}2}{3} \times 500$$

$$= 46080\ BTU/jam$$

$$= 5{,}12\ PK$$

Dan hasil perhitungan pada ruang lain akan ditampilkan dalam Tabel 4.12 dan Tabel 4.13.

Tabel 4.12 Rekapitulasi Daya AC pada Gedung B

No.	Ruang	Dimensi (m)			Daya (BTU)	Daya (PK)	Daya AC yang digunakan (PK)
		panjang	lebar	tinggi			
1	B 1.1	8,00	3,60	3,20	15,360,00	1,71	1,50
2	B 1.2	8,00	3,60	3,20	15,360,00	1,71	1,50
3	B 1.5	8,00	10,80	3,20	46,080,00	5,12	4,50
4	B 1.8	8,00	3,60	3,20	15,360,00	1,71	1,50
5	B 1.12	8,00	7,20	3,20	30,720,00	3,41	3,00
6	B 1.13	8,00	7,20	3,20	30,720,00	3,41	3,00
7	B 1.15	8,00	10,80	3,20	46,080,00	5,12	4,50
8	B 2.1	8,00	3,60	3,20	15,360,00	1,71	1,50
9	B 2.2	8,00	3,60	3,20	15,360,00	1,71	1,50
10	B 2.5	9,00	8,00	3,20	38,400,00	4,27	3,00
11	B 2.6.1	5,00	7,20	3,20	19,200,00	2,13	1,50
12	B 2.6.5	9,00	7,20	3,20	34,560,00	3,84	3,00
13	B 2.10.1	5,00	7,20	3,20	19,200,00	2,13	1,50
14	B 2.10.5	9,00	7,20	3,20	34,560,00	3,84	3,00
15	B 2.11	9,00	10,80	3,20	51,840,00	5,76	4,50
TOTAL					428.160,00	47,57	39,00

Sumber : Perhitungan

Tabel 4.13 Rekapitulasi Daya AC pada Gedung C

No.	Ruang	Dimensi (m)			Daya (BTU)	Daya (PK)	Daya AC yang digunakan (PK)
		panjang	lebar	Tinggi			
1	C 1.1	6,25	10,00	3,40	35.416,67	3,94	3,00
2	C 1.2	6,25	3,60	3,40	12.750,00	1,42	1,50
3	C 1.3	6,25	14,40	3,40	51.000,00	5,67	6,00
4	C 1.4	8,75	7,20	3,40	35.700,00	3,97	4,50
5	C 1.8	6,25	7,20	3,40	25.500,00	2,83	3,00
6	C 1.9	6,25	7,20	3,40	25.500,00	2,83	3,00
7	C 1.10	6,25	3,60	3,40	12.750,00	1,42	1,50
8	C 2.4	8,75	10,80	3,40	53.550,00	5,95	6,00
9	C 2.10	7,50	10,80	3,40	45.900,00	5,10	4,50
10	C 2.11	7,50	10,80	3,40	45.900,00	5,10	4,50
TOTAL					343.966.67	38,22	37,50

Sumber : Perhitungan

Dari kedua tabel di atas dapat dilihat besar kapasitas AC dari proses perhitungan. Hasil dari perhitungan tersebuta menjadi acuan pemilihan kapasitas AC yang akan dipasang pada keadaan sebenarnya sehingga diperoleh hasil seperti

diatas. Dari proses pemilihan ini terdapat selisih kapasitas AC, namun hal ini ditujukan untuk untuk penghematan konsumsi energi dan biaya investasi.

Dari perencanaan beban AC diperoleh beban sebesar 47,57 PK untuk perhitungan secara teori, dan 39 PK untuk kapasitas yang akan digunakan pada Gedung B. Sedangkan pada Gedung C untuk perhitungan secara teori diperoleh kapaitas total sebesar 38,22 PK, sedangkan kapasitas yang akan digunakan adalah sebesar 37,50 PK.

Dengan komposisi kapasitas AC yang akan digunakan seperti pada Tabel 4.13 dan tabel 4.14, untuk ruangan dengan kapasitas AC 3 PK, 4,5 PK dan 6 PK akan digunakan kapasitas AC sebagai berikut:

- 3 PK = 2 x 1,5 PK
- 4,5 PK = 3 x 1,5 PK
- 6 PK = 4 x 1,5 PK

Dari cara tersebut dimaksudkan agar pendinginan ruangan lebih efektif. Sebagai contoh pada **Ruang C 2.4**, kapasitas AC yang akan digunakan adalah sebesar 6 PK. Jika digunakan AC 1 buah 6 PK, maka AC akan ditempatkan pada satu titik diruang tersebut. Sedangkan jika digunakan AC 4 x 1,5 PK, maka akan ada 4 titik AC, sehingga akan jauh lebih efektif jika terdapat suatu keadaan dimana hanya ada satu area kerja yang membutuhkan pendinginan, dan konsumsi energinya akan jauh lebih kecil jika hanya menyalakan AC 1 PK daripada 6 PK. Dan ini berlaku untuk ruang lain yang memiliki AC dengan kapasitas AC 3 PK, 4,5 PK dan 6 PK. Sedangkan nilai Wattage dari AC 1,5 PK dianggap setara 1000VA.

4.2.1.4 Perhitungan Daya Beban Stop Kontak dan Alat Praktikum

Untuk beban jenis meja praktikum yang digunakan sebagai media penyedia energi listrik untuk beberapa alat yang digunakan saat praktikum. Besar beban tidak ditentukan secara pasti, sehingga dianggap seperti stop kontak namun dengan kapasitas besar yang disediakan jalur instalasi sendiri.

Contoh : **Ruang B 2.11 Laboratorium Elektronika Daya**.

Pada laboratorium ini terdapat 8 meja praktikum dengan rincian sebagai berikut:

- Meja praktikum 16 A : 4 buah
- Meja praktikum 10 A : 4 buah

Jadi akan disediakan jalur untuk menyuplai beban meja tersebut, yaitu 4 x Meja praktikum 16A 3 fasa setara 7.500 VA dan 10 A 3 fasa setara 4.500 VA sehingga total beban meja praktikum sebesar (7500 VA x 4) + (4500 VA x 4) = 48.000 VA

Untuk beberapa laboratorium lain akan dihitung jumlah bebannya dan dilakukan rekapitulasi beban meja praktikum tiap gedung seperti pada Tabel 4.14 untuk Gedung B dan Tabel 4.15 untuk gedung C

Tabel 4.14 Perhitungan Beban Stop Kontak dan Alat Laboratorium Gedung B

No.	Ruang	Meja Lab 3 fasa		Meja Lab. 1 fasa 10 A	Beban Lain VA	Daya Total VA
		16 A	10 A			
1	B 1.5	-	2	-	10.500	19.500
2	B 1.7	-	1	-	7.500	12.000
3	B 1.12	-	-	6	-	9.000
4	B 1.13	-	1	-	5.000	9.500
5	B 2.5	-	-	9	-	13.500
6	B 2.6.1	1	-		-	7.500
7	B 2.10.1	-	4		-	18.000
8	B 2.11	4	4		-	48.000
Total						137.000

. Sumber : Perhitungan

Dari tabel di atas terdapat 3 macam meja laboratorium yaitu meja 10A 1 fasa, meja 10 A 3 fasa dan meja 16 A 3 fasa. Masing-masing meja digunakan sesuai dengan kebutuhan Laboratorium. Selain itu terdapat pula beban lain terutama motor dan peralatan las listrik yang membutuhkan daya masukan besar. Dari perhitungan dan dilakukan rekapitulasi, diperoleh total daya 132.500 VA untuk beban meja laboratorium dan peralatan laboratorium lainnya.

Tabel 4.15 Perhitungan Beban Stop Kontak dan Alat Laboratorium Gedung C

No.	Ruang	Meja Lab 10 A	Beban Lain W	Daya Total W
1	C 1.3	9	-	13.500
2	C 2.4	9	-	13.500
3	C 2.10	9	-	13.500
4	C 2.11	9	-	13.500
Total				54.000

Sumber : Perhitungan

Dari tabel di atas, dengan menggunakan acuan instalasi lama dan memperhatikan perubahan fungsi ruang yang semula berfungsi sebagai laboratorium menjadi fungsi lain. Maka hanya terdapat empat ruang laboratorium yang masih tetap mendapat suplai energi dari saluran lain selain stop kontak. Dan total beban meja praktikum gedung C sebesar 54.000 Watt.

Dari perhitungan beban yang dilakukan, maka diperoleh daya beban terpasang tiap gedung :

- **Gedung B**:

Beban penerangan	:		13.860	VA
Beban stop kontak	:		35.400	VA
Beban AC	: 39 PK /1,5 x 1000	:	26.000	VA
Beban laboratorium	:		137.000	VA
Total	:		212.260	VA

- **Gedung C**:

Beban penerangan	:		10.660	VA
Beban stop kontak	:		28.800	VA
Beban AC	: 37,5 PK/1,5 x 1000	:	25.000	VA
Beban laboratorium	:		54.000	VA
Total	:		118.460	VA

Dari perhitungan di atas diketahui bahwa beban terpasang pada Gedung B sebesar 212.260 VA, sedangkan pada Gedung C sebesar 118.460 VA.

4.3 Pertumbuhan Beban

Instalasi listrik yang akan direncanakan adalah jaringan instalasi listrik yang memilki kemampuan menyuplai beban hingga 10 tahun lebih. Dan jumlah beban yang terpasang pada instalasi ini tentunya akan mengalami perkembangan dari waktu ke waktu, untuk itu perlu diketahui pertumbuhan konsumsi energi pertahun, sehingga instalasi bisa menyediakan jalur untuk pertumbuhan konsumsi energi.

Pertumbuhan beban dapat diketahui dari pertumbuhan konsumsi energi selama beberapa periode sebelumnya, dalam hal ini digunakan data penggunaan energi listrik pada gardu listrik dengan nomor 513110198409 dengan kapasitas 1100 kVA yang menyuplai Gedung B dan Gedung C, ini dapat ditunjukkan Tabel 4.16

Tabel 4.16 Data Pertumbuhan Konsumsi Energi Listrik

No.	Bulan	Tarif (Rp.)				
		2005	2006	2007	2008	2009
1	Januari	-	-	107.475.000	86.701.000	104.530.500
2	Februari	-	-	94.631.000	94.182.500	100.097.500
3	Maret	-	-	-	93.545.500	100.682.500
4	April	81.891.000	-	101.937.000	99.018.500	108.476.000
5	Mei	-	90.601.000	83.464.000	102.015.500	114.670.500
6	Juni	83.711.000	-	-	100.448.500	113.949.000
7	Juli	-	-	90.035.000	96.327.500	103.042.000
8	Agustus	-	-	93.773.000	98.076.000	108.053.500
9	September	-	94.566.000	93.207.500	102.931.500	107.020.000
10	Oktober	88.001.000	85.219.000	88.202.300	89.242.500	99.974.000
11	November	76.301.000	89.502.500	-	-	-
12	Desember	-	-	105.278.000	105.278.000	-
Konsumsi energi rata-rata per tahun		**82.476.000**	**89.972.125**	**95.333.644**	**97.069.727**	**106.049.550**
Selisih konsumsi energi rata-rata per tahun			**7.496.125**	**5.361.519**	**1.736.083**	**8.979.823**
Perbandingan Selisih Konsumsi Energi Per tahun (%)			**9,09**	**5,96**	**1,82**	**9,25**
Pertumbuhan konsumsi energi rata-rata per tahun (%)				**6,53**		

Sumber : Perhitungan

Dari tabel di atas menunjukkan bahwa pertumbuhan konsumsi energi rata-rata sebesar 0.0653 atau sebesar 6,5% per tahun. Pertumbuhan konsumsi energi menjadi indikasi pertumbuhan beban yang digunakan ataupun yang terpasang. Pada perencanaan ini digunakan angka pertumbuhan 6,5% per tahun, pertumbuhan beban ditekankan pada instalasi stop kontak komputer dan untuk beban lain, indikasi ini dapat dilihat pada penambahan ekstensi stop kontak, sedangkan perkembangan beban yang lain cenderung tetap dan diwujudkan berupa jalur cadangan pada jaringan instalasi listrik yang direncanakan . Untuk perencanaan jaringan instalasi digunakan pertumbuhan samapai 10 tahun (65%), sedangkan untuk kapasitas tersambung untuk 5 tahun (32,5%) dari kapasitas tersambung sekarang.

Besar daya jalur cadangan untuk pertumbuhan beban adalah sebesar:

- Gedung B : 35.400 VA x 65 % = 23.010 VA
- Gedung C : 28.800 VA x 65 % = 18.720 VA

Dari perhitungan di atas diketahui bahwa besar daya jalur cadangan untuk pertumbuhan beban pada Gedung B sebesar 23.010 VA dan pada Gedung C sebesar 18.720 VA

4.4 Perhitungan Daya Terpasang Dan Daya Tersambung

4.4.1 Perhitungan Daya Terpasang

Dari semua beban yang direncanakan maka akan diperoleh besar total day terpasang pada jaringan instalasi baru yang mampu mencukupi kebutuhan beban hingga 10 tahun ke depan. Sehingga dapat menjadi acuan dalam pembagian beban, penentuan rating MCB dan diameter kabel yang digunakan.

- **Daya Terpasang Gedung B** = Beban Terpasang + Cadangan
  = 212.260 VA + 23.010 VA
  = 235.270 VA
- **Daya Terpasang Gedung C** = Beban Terpasang + Cadangan
  = 118.460 VA + 18.720 VA
  = 137.180 VA

4.4.2 Perhitungan Daya Tersambung

Penentuan daya tersambung yang akan digunakan berdasarkan besar daya terpasang ditambahkan nilai pertumbuhan beban untuk jangka waktu lima tahun dengan pertimbangan semakin besar daya tersambung maka semakin besar pula biaya beban yang akan ditanggung konsumen. Dan jika terjadi peningkatan pertumbuhan beban yang melebihi perencanaan setelah lima tahun, maka dapat dievaluasi ulang nilai daya tersambung yang digunakan untuk lima tahun berikutnya.

Langkah pertama adalah menentukan besar total beban untuk 5 tahun ke depan:

- **Gedung B** = Beban + Cadangan (5 tahun)
  = 212.260 VA + (0,5 x 23.010 VA)
  = 223.765 VA

- **Gedung C** = Beban + Cadangan (5 tahun)
  = 118.460 VA + (0,5 x 18.720 VA)
  = 127.820 VA

Langkah berikutnya adalah menentukan faktor keserempakan kerja seluruh beban. Jika menggunakan acuan instalasi lama maka nilai faktor keserempakan yang digunakan adalah 75%. Maka nilai daya tersambung untuk masing-masing gedung sudah dapat dihitung:

- **Daya tersambung gedung B** = faktor keserempakan x Total Beban
  = 75 % x 223.765 VA
  = 167.823,75 VA
- **Daya tersambung gedung C** = faktor keserempakan x Total Beban
  = 75 % x 127.820 VA
  = 95.865 VA

Dari perhitungan di atas diperoleh nilai daya tersambung untuk Gedung B sebesar 167.823,75 VA ,nilai ini mendekati nilai beban tersambung dari PLN yaitu sebesar 164 kVA dengan rating MCCB 3 fasa sebesar 250 A, sedangkan pada Gedung C nilai beban tersambung hasil perhitungannya sebesar 95.865 VA, nilai ini mendekati nilai daya tersambung dari PLN yaitu sebesar 105 kVA dengan rating MCCB 3 fasa sebesar 160 A.

4.5 Pembagian Beban

Pada perencanaan insatalasi listrik baru akan menggunakan konsep pembagaian beban berdasarkan fungsinya. Kabel feeder dari trafo tiang PLN akan menyuplai PHU (Panel Hubung Utama), dari PHU akan dibagi ke PHB (Panel Hubung Bagi) lantai 1 dan PHB lantai 2 dan beberapa PHB laboratorium. PHB lantai 1 dan PHB lantai 2 berfungsi untuk pembagian beban penerangan. beban stop kontak dan beban AC masing-masing lantai, sedangakan PHB laboratorium digunakan khusus untuk suplai daya meja laboratorium dan peralatan laboratorium. Dan tiap PHB akan dibagi menjadi beberapa group kecil. Untuk menyediakan penambahan beban. maka akan diberi jalur cadangan. Besar beban jalur cadangan diperkirakan akan mampu menyuplai penambahan beban hingga 10 tahun ke depan.

4.5.1 Pembagian Beban Gedung B:

Berdasarkan beban terpasang yang ada pada gedung B sebesar 207.760 VA. dan beban cadangan 23.010 VA. Pada Gedung B terdapat beberapa PHB. diantaranya adalah:

- PHB lantai 1 (PHB-1)
- PHB lantai 2 (PHB-2)
- PHB Ruang 1.5 (PHB 1.5)
- PHB Ruang 1.7 (PHB 1.7)
- PHB Ruang 1.12 (PHB 1.12)
- PHB Ruang 1.13 (PHB 1.13)
- PHB Ruang 2.5 (PHB 2.5)
- PHB Ruang 2.6.1 (PHB 2.6)
- PHB Ruang 2.10.1 (PHB 2.10)
- PHB Ruang 2.11 (PHB2.11)
- PHB Komputer 1 (PHB PC1)
- PHB Komputer 2 (PHB PC2)

Dan pembagian beban untuk setiap PHB dihasilkan pembagian beban menjadi beberapa kelompok kecil. Untuk PHB-1 dan PHB-2 dikhususkan untuk beban penerangan. stop kontak dan AC. Untuk PHB PC1 dan PHB PC2 merupakan beban stop kontak computer. ini dilakukan untuk memberi pengamanan lebih terhadap beban computer. Untuk PHB selain itu merupakan beban untuk kebutuhan laboratorium.

Dari pembagian beban yang ada pada semua PHB. maka diperoleh daya total sebesar 207.760 VA. dan beban cadangan 23.010 VA. Dengan rincian pembagian beban cadangan sebagai berikut:

- PHB-1 : 65% x 44 x 200 VA = 5.720 VA
- PHB PC1 : 65% x 28 x 200 VA = 3.640 VA
- PHB -2 : 65% x 41 x 200 VA = 5.330 VA
- PHB PC2 : 65% x 64 x 200 VA = 8.320 VA

Daya pada perhitungan ini akan dibagi tiap fasa dan merupakan jalur cadangan yang disediakan untuk pertumbuhan beban untuk jangka waktu lebih

dari 10 tahun dengan asumsi pertumbuhan beban per tahun rata-rata adalah sebesar 6,5 %.

4.5.2 Pembagian Beban Gedung C

Berdasarkan beban terpasang yang ada pada gedung C sebesar 118.460 VA dan beban cadangan 18.720 VA. Pada Gedung C terdapat beberapa PHB. diantaranya adalah:

- PHB lantai 1 (PHB-1)
- PHB lantai 2 (PHB-2)
- PHB Ruang 1.3 (PHB 1.3)
- PHB Ruang 2.4 (PHB 2.4)
- PHB Ruang 2.10 (PHB 2.10)
- PHB Ruang 2.11 (PHB2.11)
- PHB Komputer 1 (PHB PC1)
- PHB Komputer 2 (PHB PC2)

Dan pembagian beban untuk setiap PHB dihasilkan pembagian beban menjadi beberapa kelompok kecil. Untuk PHB-1 dan PHB-2 dikhususkan untuk beban penerangan. stop kontak dan AC. Untuk PHB PC1 dan PHB PC2 merupakan beban stop kontak computer. ini dilakukan untuk member pengamanan lebih terhadap beban computer. Untuk PHB selain itu merupakan beban untuk kebutuhan laboratorium.

Dari pembagian beban yang ada pada semua PHB. maka diperoleh daya total sebesar 118.460 VA dan beban cadangan 18.720 VA. Dengan rincian sebagai berikut:

- PHB 1 : 65% x 22 x 200 VA = 2.860 VA
- PHB PC1 : 65% x 68 x 200 VA = 8.840 VA
- PHB 2 : 65% x 30 x 200 VA = 3.900 VA
- PHB PC2 : 65% x 24 x 200 VA = 3.120 VA

Daya pada perhitungan ini akan dibagi tiap fasa dan merupakan jalur cadangan yang disediakan untuk pertumbuhan beban untuk jangka waktu lebih dari 10 tahun dengan asumsi pertumbuhan beban per tahun rata-rata adalah sebesar 6,5 %.

Pembagian beban dapat dilihat pada **Lampiran 11**, untuk beban pada instalasi, dilakukan pembagian beban hingga dihasilkan konfigurasi yang mendekati seimbang.

4.6 Penentuan Kabel dan Nilai MCB

Setelah dihasilkan pembagian beban yang mendekati seimbang, maka dilakukan penentuan jenis dan diameter kabel yang akan digunakan, selain itu juga dilakukan pemilihan nilai MCB yang digunakan. Untuk kabel ditentukan jenisnya, berdasarkan fungsi dan cara pemasangannya.

- Kabel NYFGBY : digunakan dari trafo tiang ke PHU
- Kabel NYY : digunakan dari PHU ke PHB, atau PHB ke beban meja laboratorium.
- Kabel NYM : digunakan dari PHB ke beban

Sedangkan untuk MCB digunakan MCB 1 fasa untuk beban satu fasa dan MCB 3 fasa untuk beban tiga fasa. Maka pemilihan kabel dan MCB dapat ditentukan sebagai berikut:

- **Gedung B**

  Untuk contoh perhitungan pada Gedung B digunakan data perencanaan untuk PHB-1, pada PHB-1 terdapat 24 group dan 3 jalur cadangan yang dapat dilihat pada **Lampiran 11**.

  Contoh :

  Group 1 beban lampu dengan daya satu fasa1520 VA

$$S = V_{L-N} \times I_{Nominal}$$

$$I_{Nominal} = \frac{S}{V_{L-N}}$$

$$I_{Nominal} = \frac{1520\ VA}{220\ V}$$

$$= 6{,}909\ \text{A}$$

  Dengan arus nominal sebesar 6,909 A maka digunakan MCB 1 fasa 10A, dan kabel NYM 2 x 2,5 mm^2 dengan KHA 25 A untuk suhu 30° C dan 22 A untuk suhu 40° C.

Group 6 beban stop kontak AC dengan daya satu fasa 1000 VA

$$S = V_{L-N} \times I_{Nominal}$$

$$I_{Nominal} = \frac{S}{V_{L-N}}$$

$$I_{Nominal} = \frac{1000\ VA}{220\ V}$$

$$= 4{,}545\ A$$

Dengan arus nominal sebesar 4,545 A maka digunakan MCB 1 fasa 6A, dan kabel NYM 3 x 2,5 mm^2 dengan KHA 25 A untuk suhu 30° C dan 22 A untuk suhu 40° C.

PHB-1 bebannya merupakan 24 group beban dan 3 jalur cadangan dengan daya 3 fasa 34.240 VA

$$S = 3 \times V_{L-N} \times I_{Nominal}$$

$$I_{Nominal} = \frac{S}{V_{L-N}}$$

$$I_{Nominal} = \frac{34.240\ VA}{3 \times 220\ V}$$

$$= 51{,}878\ A$$

Dengan arus nominal sebesar 51,878 A maka digunakan MCB 3 fasa 63A, dan kabel NYY 4 x 16 mm^2 dengan KHA 100 A untuk suhu 20° C dan 89 A untuk suhu 30° C dengan cara pemasangan ditanam.

Contoh lain dapat dilihat pada perhitungan **Lampiran 8.**

- **Gedung C**

  Untuk contoh perhitungan pada Gedung C digunakan data perencanaan untuk PHB-1, pada PHB-1 terdapat 22 group dan 3 jalur cadangan yang dapat dilihat pada **Lampiran 11**.

  Contoh :

  Group 1 beban lampu dengan daya satu fasa1200 VA

$$S = V_{L-N} \times I_{Nominal}$$

$$I_{Nominal} = \frac{S}{V_{L-N}}$$

$$I_{Nominal} = \frac{1200\ VA}{220\ V}$$
$$= 5{,}454\ A \text{ A}$$

Dengan arus nominal sebesar 5,454 A maka digunakan MCB 1 fasa 6 A, dan kabel NYM 2 x 2,5 mm^2 dengan KHA 25 A untuk suhu 30° C dan 22 A untuk suhu 40° C.

Group 20 beban stop kontak AC dengan daya satu fasa 1400 VA

$$S = V_{L-N} \times I_{Nominal}$$
$$I_{Nominal} = \frac{S}{V_{L-N}}$$
$$I_{Nominal} = \frac{1400\ VA}{220\ V}$$
$$= 6{,}363\ A$$

Dengan arus nominal sebesar 6,363 A maka digunakan MCB 1 fasa 10 A, dan kabel NYM 3 x 2,5 mm^2 dengan KHA 25 A untuk suhu 30° C dan 22 A untuk suhu 40° C.

PHB-1 bebannya merupakan 22 group beban dan 3 jalur cadangan dengan daya 3 fasa 27.590 VA

$$S = 3 \times V_{L-N} \times I_{Nominal}$$
$$I_{Nominal} = \frac{S}{V_{L-N}}$$
$$I_{Nominal} = \frac{27.590\ VA}{3 \times 220\ V}$$
$$= 41{,}803\ A$$

Dengan arus nominal sebesar 41,803 A maka digunakan MCB 3 fasa 63A, dan kabel NYY 4 x 16 mm^2 dengan KHA 100 A untuk suhu 20° C dan 89 A untuk suhu 30° C dengan cara pemasangan ditanam.

Contoh lain dapat dilihat pada perhitungan **Lampiran 8.**

4.7 Upaya Penghematan

Untuk memperkecil nilai konsumsi energi yang digunakan, maka dilakukan beberapa upaya, antara lain perencanaan ulang jaringan instalasi listrik dan penggunaan peralatan hemat energi.

4.7.1 Perencanaan Ulang Jaringan Instalasi Listrik

Perencanaan ulang jaringan instalasi listrik dilakukan berdasarkan hasil evaluasi yang ditemukan pemborosan pada instalasi penerangan dan instalasi AC akibat penyekatan ruangan. Upaya penghematannya antara lain:

a. Instalasi Penerangan

Dari hasil evalusi diketahui bahwa sebagian besar intensitas penerangan yang dihasilkan instalasi penerangan yang ada tidak memenuhi standar pencahayaan minimum SNI 03-6575-2001. Namun pada perencanaan jika pemenuhan standar 100% diterapkan, maka yang terjadi adalah terjadi penumpukan jumlah lampu yang begitu banyak. Sehingga diambil nilai 75 % dengan pertimbangan intensitas pada area kerja mendekati nilai 100 % seperti telah disimulasikan pada software DIALux. Dilakukan penggantian lampu baru dengan lampu hemat energi.

Setelah dilakukan pemenuhan intensitas penerangan, dilakukakan penataan instalasi penerangan sehingga menghasilkan pola konsumsi yang lebih hemat energi.

Contoh:

Pada ruang B 1.3, pada perencanaan dihasilkan instalasi penerangannya terdapat 3 titik lampu dengan tiap titiknya menggunakan lampu hemat energi 2 x 36 W, dengan daya untuk menyalakan sebesar 36 W per lampu. Dengan asumsi dalam satu hari 8 jam jam kerja, maka konsumsi energi untuk menyalakan lampu selama 1 hari :

$$W = P \times t$$
$$= 0{,}036 \times 8$$
$$= 0{,}288 \text{ kWh/hari}$$

Selisih konsumsi energi antara lampu yang digunakan sekarang dan lampu hemat energi sebesar = 0,44 – 0,288 = 0,152 kWh/hari

Jika menggunakan instalasi lama menggunakan 3 titik lampu 2 titik saklar, jika kita menyalakan ruang lampu di ruang B 1.3.1 maka lampu pada ruang B 1.3.3 akan menyala, sehingga jumlah titik lampu yang menyala 2 titik dengan masing-masing titik menggunakan lampu 2 x 36 W, sehingga konsumsi energi yang diperlukan untuk menyalakan lampu di ruang B 1.3.1 adalah sebesar

W = 4 x 0,288 kWh/hari = 1.152 kWh/hari

Dan terdapat 8 ruang dengan kasus yang sama pada Gedung B.

Sedangkan pada instalasi penerangan yang baru dengan menggunakan 3 titik lampu dengan tiga titik saklar. Untuk menyalakan lampu pada ruang B 1.3.1 hanya mengkonsumsi energi sebesar

W = 2 x 0,288 kWh/hari = 0,576 kWh/hari

Dan ini juga berlaku pada 8 ruang lain pada gedung B yang memiliki pola yang sama. Selisih konsumsi sebesar 50 % jika digunakan instalasi penerangan yang baru. Dan banyak kasus lain dengan pola yang berbeda.

b. Instalasi AC

Pada evaluasi terdapat kasus penyekatan ruangan yang menggunakan AC tanpa dilakukan penataan ulang titik AC sehingga membuat pendinginan AC tidak maksimal. Pada perencanaan ulang instalasi AC selain dilakukan penataan ulang titik AC, juga dilakukan pola pembagian AC.

Contoh:

Pada ruang B 1.15, pada perencanaan diperoleh bahwa daya pendinginan AC yang sesuai adalah 5,12 PK. Pada keadaan sekarang terdapat dua titik AC dengan daya masing-masing kapasitas 2860 W, dan kapasitas 860 W dengan keadaan ini, jika terdapat aktivitas pada area AC kapasitas 2860 W dalam waktu satu jam maka akan mengkonsumsi energi sebesar:

$$W = P \times t$$
$$= 2.860 \times 1$$
$$= 2{,}86 \text{ kWh}$$

Pada instalasi AC baru, dilakukan pembagian yang lebih merata, dengan diketahui daya pendinginan yang dibutuhkan sebesar 5,12 PK, maka digunakan 3 titik AC dengan masing-masing daya 1,5 PK total 4,5 PK

nilai terdekat dengan 5,12 PK. Dengan pembagian ini diharapkan konsumsi energi yang lebih kecil, selain itu penggunaan AC hemat energi juga perlu dilakukan. Berdasarkan data teknis AC dengan daya 1,5 PK dengan teknologi inverter yang hemat energi, untuk memperoleh suhu 25° C hanya membutuhkan daya 792 W. Jika terdapat kasus yang sama maka konsumsi energi yang diperlukan untuk mendinginkan titik tersebut adalah sebesar :

$$W = P \times t$$
$$= 0{,}792 \times 1$$
$$= 0{,}792 \text{ kWh}$$

Terdapat selisih konsumsi energi sebesar = 2,86 – 0,792 = 2,068 kWh untuk kasus tersebut dalam pemakaian AC selam 1 jam.

4.7.2 Penggunaan Peralatan Hemat Energi

Upaya lain untuk menekan angka konsumsi energi listrik yang digunakan adalah penggunaan peralatan hemat energi, dalam hal ini direkomendasikan penggunaan lampu hemat energi dan AC hemat energi.

a. Lampu Hemat Energi

Berdasarkan hasil evaluasi, diketahui bahwa lampu TL 40 W yang banyak digunakan pada instalasi sekarang tidak hemat energi. Untuk menyalakan lampu tersebut, dibutuhkan daya sebesar 55 W. Jika menggunakan lampu hemat energi yaitu FL 36 W tipe T8 L 36 W/830 dengan menggunakan ballast elektronik tipe QTIS E 1x36/2x36. Dengan penggunaan lampu hemat energi tersebut, untuk menyalakan1 lampu FL 36 W tipe T8 L 36 W/830 yang menghasilkan 3.350 lumen hanya dibutuhkan daya sebesar 36 W. Terdapat selisih daya 19 W per lampu antara lampu yanga ada sekarang dengan lampu hemat energi.

Selain konsumsi daya yang lebih kecil, penggunaan ballast elektronik juga memperpanjang usia teknis lampu, jika menggunakan ballast magnetic usia lampu hanya 10.000 jam sedangkan jika menggunakan ballast elektronik usia lampu mencapai 18.000 jam. Semua data tersebut berdasarkan data teknis pada **Lampiran 5.**

Jika perencanaan beban penerangan diterapkan dengan perbandingan menggunakan lampu lama dan lampu dengan menggunakan ballast elektroni, dengan selisih konsumsi daya 0,019 kWh per lampu, dan asumsi jamkerja per hari adalah 8 jam, dan hari efektif kerja selama satu tahun adalah 252 hari, maka selisih konsumsi energinya dapat dilihat pada Tabel 4.17.

Tabel 4.17 Perhitungan Penghematan Instalasi Penerangan

No.	Instalasi Penerangan	Jumlah Lampu T8	Jumlah Penghematan kWh		
			Per Jam	Per Hari	Per Tahun
1	Gedung B	323	6,137	49,096	12.372,192
2	Gedung C	246	4,674	37,392	9.422,784
Total Penghematan			10,811	86,488	21.794,976

Sumber : Perhitungan

Jadi total penghematan jikadigunakan lampu hemat energi setelah dilakukan pemenuhan standar intensitas penerangan selama 1 tahun adalah sebesar 12.372,192 kWh per tahun Gedung B dan pada 9.422,784 kWh per tahun pada Gedung C.

b. Penggunaan AC Hemat Energi

Setelah dilakukan penataan ulang titik AC, upaya penghematan AC berikutnya adalah dengan menggunakan AC hemat energi. Pada perencanaan ditentukan bahwa digunakan AC dengan daya 1,5 PK. Jika digunakan acuan suhu ruang yang diinginkan 25° C, maka AC konvensional membutuhkan daya sebesar 1.170, sedangkan AC hemat energi untuk mencapai suhu yang sama hanya membutuhkan daya sebesar 792 W, terdapat selisih sebesar 378 W, data ini sesuai dengan data teknis dari AC merk tertentu. Jika perencanaan penggunaan AC diterapkan maka selisih penghematan konsumsi energi antara penggunaan AC konvensional dengan AC hemat energi dapat dilihat pada Tabel 4.18

Tabel 4.18 Perhitungan Penghematan Instalasi AC

No.	Instalasi AC	Total Daya AC (PK)	Jumlah Ac	Jumlah Penghematan (kWh)		
				Per Jam	Per Hari	Per Tahun
1	Gedung B	39	26	9,828	78,624	19.813,248
2	Gedung C	37,5	25	9,45	75,6	19.051,2
Total Penghematan				19,278	154,224	38.864,448

Sumber : Perhitungan

Dengan asumsi 1 hari kerja adalah 8 jam dan 1 tahun adalah 252 hari kerja, maka diperoleh penghematan dari penggunaan AC hemat energi sebesar 19.813,248 kWh per tahun untuk Gedung B dan 19.051, 2 kWh per tahun untuk Gedung C.

4.8 Perencanaan Material Instalasi Listrik

Perencanaan material instalasi listrik ini meliputi perhitungan volume material yang digunakan yang sebelumnya dapat dilihat pada pembagian beban. Perhitungan dilakukan tiap gedung tiap lantai. Pada perencanaan material ini pemilihan jenis kabel untuk beberapa telah ditentukan, seperti kabel untuk instalasi penerangan digunakan jenis kabel NYM 2 x 2,5 mm^2 dan untuk instalasi stop kontak dan stop kontak AC digunakan jenis kabel NYM 3 x 2,5 $mm^{2,}$, semuanya sesuai dengan perhitungan dengan memperhatikan tingkat keamaan dari material yang digunakan. Perencanaan pertama adalah pada Gedung B, dengan rincian pada lampiran.

Berikutnya adalah daftar material pekerjaan perencanaan instalasi listrik yang baru pada Gedung C untuk tiap lantai, yang masing-masing pekerjaannya akan diuraikan pada Lampiran

Dari semua tabel rincian material pekerjaan perencanaan instalasi listrik yang telah ada diharapkan menjadi pertimbangan dalam realisasi pada lapangan. Rincian di atas belum termasuk lampu dan AC yang akan digunakan. Sebagai rekomendasi keduanya, telah dinyatakan dalam upaya penghematan energi pada sub bab sebelumnya.

BAB V
KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Setelah dilakukan serangkaian kegiatan evaluasi dan perencanaan pada skripsi ini, diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan hasil evaluasi pada instalasi listrik yang sudah ada,:
   a. Terdapat ketidakseimbangan konsumsi energi listrik, baik pada Gedung B maupun Gedung C.
   b. Penyekatan ruangan membuat instalasi penerangan mengakibatkan pemborosan, terutama berkaitan dengan sistem pensaklaran dan penggunaan ballast magnetik.
   c. Intensitas cahaya yang dihasilkan instalasi penerangan yang lama jauh dari standar.
   d. Penambahan ekstensi stop kontak yang berlebihan pada beberapa titik yang bisa berakibat membahayakan.
   e. Penyekatan ruangan juga berakibat pada kerja yang kurang efektif pada sistem pendingin ruangan pada beberapa ruang yang berAC.
   f. Sistem pengamanan pada instalasi yang lama koordinasi pengamanannya kurang.

   Dari keadaan diatas dapat dikatakan bahwa keadaan instalasi listrik yang ada sudah tidak layak dan perlu dilakukan perencanaan ulang.
2. Pada Gedung B dan Gedung C dilakukakan perencanaan instalasi listrik baru berdasarkan evaluasi yang telah dilakukan dengan beberapa upaya penghematan:
   a. Instalasi penerangan digunakan standar intensitas penerangan 75% dari standar penerangan SNI 03-6575-2001 dan digunakan lampu FL dengan ballast elektronik yang lebih hemat energi yang dapat menghemat energi sebesar 12.372,192 kWh per tahun Gedung B dan pada 9.422,784 kWh per tahun pada Gedung C, dan digunakan pensaklar yang lebih selektif dapat mengurangi pemborosan energi yang disebabkan menyalanya beberapa titik lampu yang tidak diperlukan.

b. Diberikan outlet stop kontak dengan jumlah lebih banyak, menyesuaikan jumlah beban.
c. Penggunaan pendingin ruangan hemat energ dengan teknologi inverter untuk yang dapat menghemat konsumsi energi sebesar 19.813,248 kWh per tahun untuk Gedung B dan 19.051, 2 kWh per tahun untuk Gedung C. Dan memperbanyak titik AC dengan jumlah kapasitas tetap sebagai upaya penghematan energi.
d. Dilakukan penataan ulang instalasi sesuai hasil evaluasi dan perencanaan baru sehingga tidak lagi terjadi pemborosan yang diakibatkan instalasi listrik.
e. Dari perencanaan instalasi listrik baru diperoleh instalai baru pada Gedung B dengan beban terpasang sebesar 235.270 VA dan Gedung C sebesar 137.180 VA yang mampu mencukupi kebutuhan beban untuk 10 tahun lagi dengan angka pertumbuhan beban 6,5% per tahun. Dan daya tersambung untuk Gedung B yang mampu mensuplai kebutuhan beban 5 tahun mendatang dengan daya sebesar 164 kVA dan Gedung C sebesar 105 kVA.

5.2 SARAN

Beberapa hal yang direkomendasikan untuk pengembangan lebih lanjut adalah:

1. Dikembangkan rencanaa instalasi yang lebih baik, dari sisi faktor daya dan harmonisa.
2. Perlu adanya sistem yang mampu menangani keadaan darurat, dalam hal ini penyediaan sumber energi listrik.
3. Penggunaan peralatan listrik hemat energi wajib dilakukan.
4. Instalasi dan peralatan hemat energi akan sia-sia apabila keasadaran penghematan energi kurang
5. Perlunya management penggunaan energi listrik sehingga kinerja peralatan menjadi efektif dan mengurangi pemborosan akibat penggunaan yang tidak sesuai.
6. Perlunya pendataan konsumsi energi tiap gedung dengan periode waktu tertentu agar dapat memantau konsumsi energi.

DAFTAR PUSTAKA

Badan Standar Nasional , SNI 03-6575-2001, *Tata Cara Perancangan Sistem Pencahayaan Alami pada Bangunan Gedung*

Badan Standar Nasional ,SNI 2001, *Tata Cara Perancangan Sistem Ventilasi dan Pengkondisian Udara pada Bangunan Gedung*

Badan Standar Nasional, SNI 16-7062-2004, *Pengukuran Intensitas Penerangan di Tempat Kerja*

Badan Standar Nasional, SNI 04-0225-2000, *Persyaratan Umum Instalasi Listrik 2000*

Kadir, Abdul, 1990, *Energi,* Penerbit Universitas Indonesia pres

Kadir. Abdul, *Distribusi dan Utilisasi Tenaga Listrik*, Universitas Indonesia (UI-Press)

Linsley, Trevor. 2005. *Basic Electrical Installation Work, Fourth Edition.* Elsevier Ltd.

Neidle, Michael.1985. *Instalasi Listrik,* edisi kedua. Diterjemahkan oleh Hendarsin H. Jakarta: Erlangga.

Neidle, Michael.1999. *Teknologi Instalasi Listrik,* edisi ketiga. Diterjemahkan oleh Ir. Sahat Pakpahan. Jakarta: Erlangga.

Pabla, A.S. 1994. Sistem Distribusi Daya Listrik, Ir. Abdul Hadi. Jakarta: Airlangga.

Tuck, David & Tuck Gary.2003.*Electrician's Instant Answer.* The McGraw-Hill Company Inc.

Van,P. Harten,1974, *Instalasi Listrik Arus Kuat Jilid I,* Bina Cipta

Van,P. Harten,1974, *Instalasi Listrik Arus Kuat Jilid II*, Bina Cipta

Zanten, J.van & J. Schotsman. 1993. *Instalasi,* edisi kelima. Diterjemahkan oleh E. Diraatmadja. Jakarta: Erlangga

UNIVERSITAS BRAWIJAYA repository.ub.ac

Lampiran 1. Data Teknis Kabel

TECHNICAL DATA FOR NYM 500 VOLT

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Number of Core	Nominal Size	Construc-tion	Conductor		Nominal Thickness			Overall diameter		DC Resistance at 20°C Max.	Maximum permissible current capacity		Weight of finished cable approx	Standard Reel Length	PACKING
			Minimum number of wires in conductor	Diameter of conductor	Nominal Insulation S1	Inner Sheath S2	Outer Sheath S3	Minimum	Maximum		30°C	40°C			
	mm2			mm	mm	mm	mm	mm	mm	Ohm/km	A	A	kg/km	m	
	1.5	re	1	1.38	0.7	0.4	1.2	8.4	10.0	12.1	19	16	115	500	WOODEN DRUM
	1.5	rm	7	0.52	0.7	0.4	1.2	8.4	10.5	12.1	19	16	115	500	WOODEN DRUM
	2.5	re	1	1.78	0.8	0.4	1.2	9.6	11.5	7.28	25	22	155	500	WOODEN DRUM
	2.5	rm	7	0.67	0.8	0.4	1.2	9.6	12.0	7.28	25	22	155	500	WOODEN DRUM
	4	re	1	2.26	0.8	0.4	1.2	10.5	12.5	4.56	34	30	210	500	WOODEN DRUM
	4	rm	7	0.85	0.8	0.4	1.2	10.5	13.0	4.56	34	30	210	500	WOODEN DRUM
	6	re	1	2.76	0.8	0.4	1.2	11.5	13.5	3.03	44	39	270	500	WOODEN DRUM
2 x	6	rm	7	1.04	0.8	0.4	1.2	11.5	14.0	3.03	44	39	270	500	WOODEN DRUM
	10	re	1	3.57	1.0	0.6	1.4	14.5	16.5	1.81	61	53	435	500	WOODEN DRUM
	10	rm	7	1.35	1.0	0.6	1.4	15.0	17.5	1.81	61	53	435	500	WOODEN DRUM
	16	rm	7	1.71	1.0	0.6	1.4	16.5	20.0	1.15	82	71	655	500	WOODEN DRUM
	25	rm	7	2.13	1.2	0.8	1.4	20.5	24.0	0.727	108	94	975	500	WOODEN DRUM
	35	rm	7	2.52	1.2	1.0	1.6	23.0	27.5	0.524	134	117	1270	500	WOODEN DRUM

9

UNIVERSITAS BRAWIJAYA repository.ub.ac

TECHNICAL DATA FOR NYM 500 VOLT

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Number of Core	Nominal Size	Construc-tion	Conductor		Nominal Thickness			Overall diameter		DC Resistance at 20°C Max.	Maximum permissible current capacity		Weight of finished cable approx	Standard Reel Length	PACKING
			Minimum number of wires in conductor	Diameter of conductor	Nominal Insulation S1	Inner Sheath S2	Outer Sheath S3	Minimum	Maximum		30°C	40°C			
	mm2			mm	mm	mm	mm	mm	mm	Ohm/km	A	A	kg/km	m	
3 x	1.5	re	1	1.38	0.7	0.4	1.2	8.8	10.5	12.1	19	16	135	500	WOODEN DRUM
	1.5	rm	7	0.52	0.7	0.4	1.2	8.8	11.5	12.1	19	16	135	500	WOODEN DRUM
	2.5	re	1	1.78	0.8	0.4	1.2	10.0	12.0	7.28	25	22	185	500	WOODEN DRUM
	2.5	rm	7	0.67	0.8	0.4	1.2	10.0	12.5	7.28	25	22	185	500	WOODEN DRUM
	4	re	1	2.26	0.8	0.4	1.2	11.0	13.0	4.56	34	30	255	500	WOODEN DRUM
	4	rm	7	0.85	0.8	0.4	1.2	11.0	13.5	4.56	34	30	255	500	WOODEN DRUM
	6	re	1	2.76	0.8	0.4	1.4	12.5	14.5	3.03	44	39	345	500	WOODEN DRUM
	6	rm	7	1.04	0.8	0.4	1.4	12.5	15.5	3.03	44	39	345	500	WOODEN DRUM
	10	re	1	3.57	1.0	0.6	1.4	15.5	17.5	1.81	61	53	540	500	WOODEN DRUM
	10	rm	7	1.35	1.0	0.6	1.4	15.5	19.0	1.81	61	53	540	500	WOODEN DRUM
	16	rm	7	1.71	1.0	0.8	1.4	18.0	21.5	1.15	82	71	840	500	WOODEN DRUM
	25	rm	7	2.13	1.2	0.8	1.6	22.0	26.0	0.727	108	94	1250	500	WOODEN DRUM
	35	rm	7	2.52	1.2	1.0	1.6	24.5	29.0	0.524	134	117	1640	500	WOODEN DRUM

UNIVERSITAS BRAWIJAYA repository.ub.ac

TECHNICAL DATA FOR NYM 500 VOLT

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Number of Core	Nominal Size	Construc-tion	Conductor		Nominal Thickness			Overall diameter		DC Resistance at 20°C Max.	Maximum permissible current capacity		Weight of finished cable approx	Standard Reel Length	PACKING
			Minimum number of wires in conductor	Diameter of conductor	Nominal Insulation S1	Inner Sheath S2	Outer Sheath S3	Minimum	Maximum		30°C	40°C			
	mm2			mm	mm	mm	mm	mm	mm	Ohm/km	A	A	kg/km	m	
	1.5	re	1	1.38	0.7	0.4	1.2	9.6	11.5	12.1	19	16	155	500	WOODEN DRUM
	1.5	rm	7	0.52	0.7	0.4	1.2	9.6	12.0	12.1	19	16	155	500	WOODEN DRUM
	2.5	re	1	1.78	0.8	0.4	1.2	11.0	13.0	7.28	25	22	220	500	WOODEN DRUM
	2.5	rm	7	0.67	0.8	0.4	1.2	11.0	13.5	7.28	25	22	220	500	WOODEN DRUM
	4	re	1	2.26	0.8	0.4	1.4	12.0	14.5	4.56	34	30	325	500	WOODEN DRUM
	4	rm	7	0.85	0.8	0.4	1.4	12.5	15.0	4.56	34	30	325	500	WOODEN DRUM
	6	re	1	2.76	0.8	0.6	1.4	14.0	16.0	3.03	44	39	440	500	WOODEN DRUM
	6	rm	7	1.04	0.8	0.6	1.4	14.0	17.0	3.03	44	39	440	500	WOODEN DRUM
	10	re	1	3.57	1.0	0.6	1.4	16.5	19.0	1.81	61	53	665	500	WOODEN DRUM
	10	rm	7	1.35	1.0	0.6	1.4	17.0	20.5	1.81	61	53	665	500	WOODEN DRUM
	16	rm	7	1.71	1.0	0.8	1.4	20.0	23.5	1.15	82	71	1045	500	WOODEN DRUM
	25	rm	7	2.13	1.2	1.0	1.6	24.5	28.5	0.727	108	94	1590	500	WOODEN DRUM
	35	rm	7	2.52	1.2	1.0	1.6	27.0	32.0	0.524	132	117	2060	500	WOODEN DRUM

UNIVERSITAS BRAWIJAYA repository.ub.ac

TECHNICAL DATA FOR NYY MULTI CORE 0,6 / 1 KV

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Number of Core	Nominal Size	Conductor		Nominal Thickness				Maximum permissible current capacity				DC Resistanc at 20°C Max.	Approx Over all diameter	Approx Net Weight	Standard Reel Length	PACKING
		Construc-tion	Number of Wire, Each Core	Nominal Insulation S1	Inner Sheath (S2)		Outer Sheath S3	in ground with ambient temperature		in air with ambient temperature						
					Exstruc-tion	Tape		20°C	30°C	30°C	40°C					
	mm2			mm	mm	mm	mm	A	A	A	A	Ohm/km	mm	kg/km	m	
	1.5	re	1	0.8	1.0	0.4	1.8	27	24	18	16	12.1	12.9	227	500	WOODEN DRUM
	1.5	rm	1	0.8	1.0	0.4	1.8	27	24	18	16	12.1	12.9	227	500	WOODEN DRUM
	2.5	re	1	0.8	1.0	0.4	1.8	36	32	25	22	7.28	14.5	298	500	WOODEN DRUM
	2.5	rm	1	0.8	1.0	0.4	1.8	36	32	25	22	7.28	14.5	298	500	WOODEN DRUM
	4	re	1	1.0	1.0	0.4	1.8	46	41	34	30	4.56	15.9	398	500	WOODEN DRUM
	4	rm	1	1.0	1.0	0.4	1.8	46	41	34	30	4.56	15.9	398	500	WOODEN DRUM
	6	re	1	1.0	1.0	0.4	1.8	58	52	44	38	3.03	16.8	505	500	WOODEN DRUM
	6	rm	1	1.0	1.0	0.4	1.8	58	52	44	38	3.03	16.8	505	500	WOODEN DRUM
	10	re	1	1.0	1.0	0.4	1.8	77	69	60	52	1.81	18.8	699	500	WOODEN DRUM
	10	rm	1	1.0	1.0	0.4	1.8	77	69	60	52	1.81	18.8	699	500	WOODEN DRUM
	16	re	1 2)	1.0	1.0	0.4	1.8	100	89	80	70	1.14	23.9	1119	500	WOODEN DRUM
	16	rm	1 2)	1.0	1.0	0.4	1.8	100	89	80	70	1.14	23.9	1119	500	WOODEN DRUM
4 x	25	rm	7	1.2	1.0	0.4	1.8	130	116	105	91	0.722	27.9	1627	500	WOODEN DRUM
	35	rm	7 3)	1.2	1.0	0.4	1.8	155	138	130	113	0.524	30.9	2098	500	WOODEN DRUM
	35	sm	6	1.2	1.0	0.4	1.8	155	138	130	113	0.524			500	WOODEN DRUM
	50	sm	19	1.4	1.2	0.4	1.8	185	165	160	139	0.387	30.7	3207	500	WOODEN DRUM
	70	sm	19 /15	1.4	1.2	0.4	1.9	230	205	200	174	0.268	33.9	3207	500	WOODEN DRUM
	95	sm	19 /15	1.6	1.2	0.4	2.1	275	245	245	215	0.193	39.5	4227	500	WOODEN DRUM
	120	sm	37 /15	1.6	1.4	0.4	2.3	315	285	285	250	0.153	42.7	5528	300	WOODEN DRUM
	150	sm	37 /15	1.8	1.4	0.4	2.5	355	315	325	285	0.124			300	WOODEN DRUM
	185	sm	37 /15	2.0	1.8	0.6	2.7	400	355	370	320	0.0991	51.9	8035	300	WOODEN DRUM
	240	sm	61 /30	2.2	2.0	0.6	2.9	465	415	435	380	0.0754	57.9	10635	300	WOODEN DRUM
	300	sm	61 /30	2.4	2.2	0.6	3.1	520	465	500	435	0.0601	65.8	13345	300	WOODEN DRUM
	400	sm	61 /53	2.6	2.2	0.6	3.4	600	535	600	520	0.0470			300	WOODEN DRUM

UNIVERSITAS BRAWIJAYA repository.ub.ac

TECHNICAL DATA FOR NYFGbY / NYRGbY 0,6 / 1 KV

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Number of Core	Nominal Size	Conductor		Nominal Thickness			Nominal Flat Steel	Outer Sheath S3	Max. permissible current capacity				DC Resistance at 20°C Max.	Approx Over all diameter	Approx Net Weight	Standard Reel Length	PACKING
		Construc-tion	Number of wire, Each Core	Insulation S1	Inner Sheath S2 Extrud Tape				in ground with ambient temperature		in air with ambient temperature						
									20°C	30°C	30°C	40°C					
	mm2			mm	mm	mm		mm	A	A	A	A	Ohm/km	mm	kg/km	m	
4 x	1.5	re/rm	1	0.8	0.6	0.3	SPECIFICATION IN TABLE I	1.8	27	24	18	16	21.1	16.8	580	500	WOODEN DRUM
	2.5	re/rm	1	0.9	0.6	0.3		1.8	36	32	25	22	7.28	17.1	604	500	WOODEN DRUM
	4	re/rm	1	1.0	0.6	0.3		1.8	46	41	34	30	4.56	17.9	723	500	WOODEN DRUM
	6	re/rm	1	1.0	0.6	0.3		1.8	58	52	44	38	3.03	19.2	859	500	WOODEN DRUM
	10	re/rm	1	1.0	0.6	0.3		1.8	77	69	60	52	1.81	21.2	1089	500	WOODEN DRUM
	16	re/rm	1	1.0	1.2	0.3		1.8	100	89	80	70	1.14	25.9	1637	500	WOODEN DRUM
	25	rm	7	1.2	1.2	0.3		2.0	130	116	105	91	0.722	30.0	2245	500	WOODEN DRUM
	35	rm	7	1.2	1.2	0.3		2.0	155	138	130	113	0.524	32.9	2781	500	WOODEN DRUM
	35	sm	6	1.2	1.2	0.3		2.0	155	138	130	113	0.524			500	WOODEN DRUM
	50	rm	19	1.4	1.5	0.4		2.0	185	165	160	139	0.387			500	WOODEN DRUM
	50	sm	6	1.4	1.5	0.4		2.0	185	165	160	139	0.387	33.1	1992	500	WOODEN DRUM
	70	rm/sm	19/15	1.4	1.5	0.4		2.0	230	205	200	174	0.268	36.1	3896	500	WOODEN DRUM
	95	rm/sm	19/15	1.6	1.5	0.4		2.2	275	245	245	215	0.193	41.0	5057	500	WOODEN DRUM
	120	rm/sm	37/15	1.6	1.8	0.5		2.6	315	280	285	250	0.153	43.9	6138	500	WOODEN DRUM
	150	rm/sm	37/15	1.8	1.8	0.5		3.0/2.6	355	315	325	285	0.124	48.8	7451	300	WOODEN DRUM
	185	rm/sm	37/30	2.0	1.8	0.6		3.0/2.6	400	355	370	320	0.0991	52.7	9124	300	WOODEN DRUM
	240	rm/sm	61/30	2.2	2.0	0.6		3.4/3.0	465	415	435	380	0.0754	59.8	12108	300	WOODEN DRUM
	300	rm/sm	61/30	2.4	2.2	0.6		3.8/3.4	520	465	500	435	0.0601	68.3	14720	300	WOODEN DRUM

UNIVERSITAS BRAWIJAYA repository.ub.ac

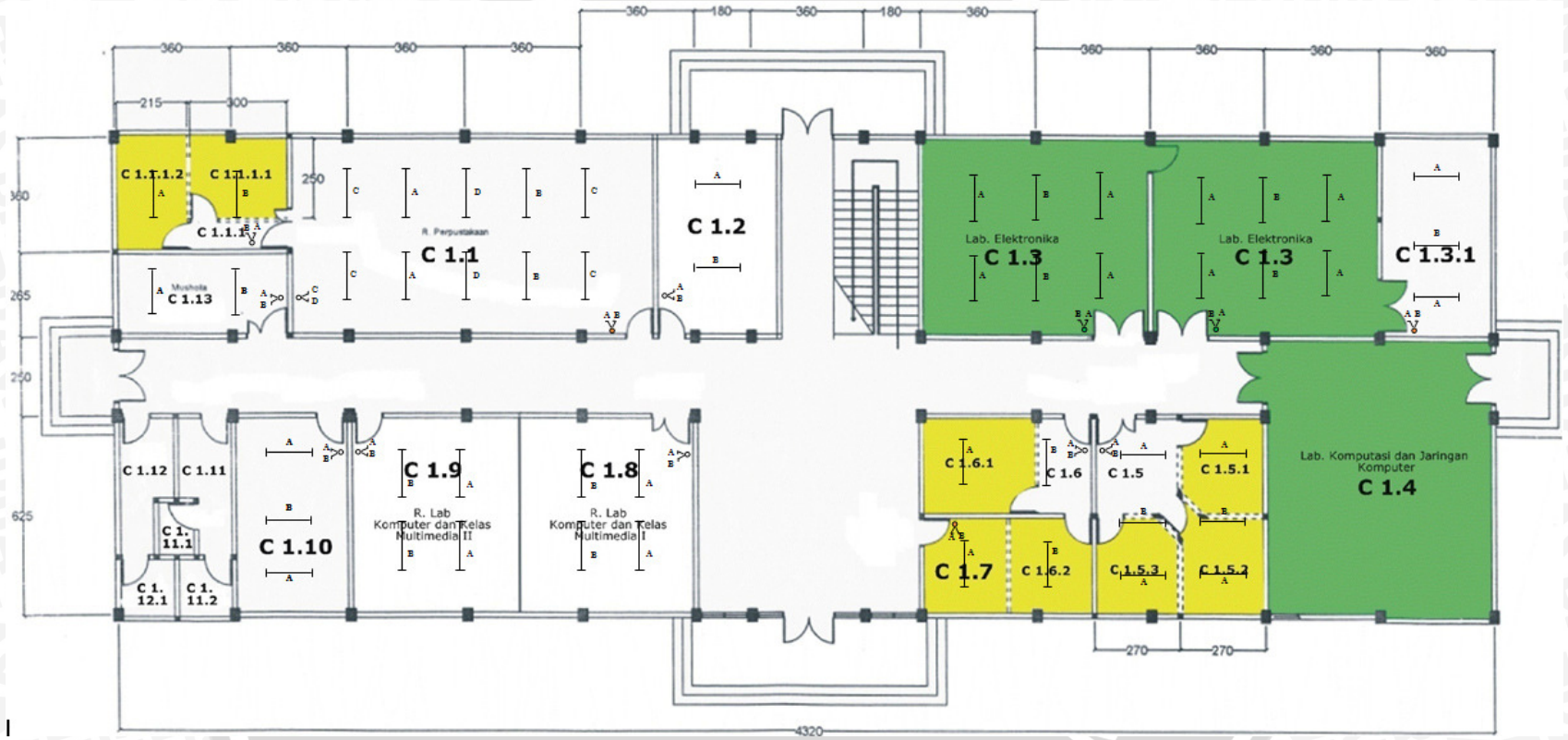
Lampiran 2. Denah Instalasi Penerangan

Denah Instalasi Penerangan Lantai 1 Gedung B Jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya

UNIVERSITAS BRAWIJAYA repository.ub.ac

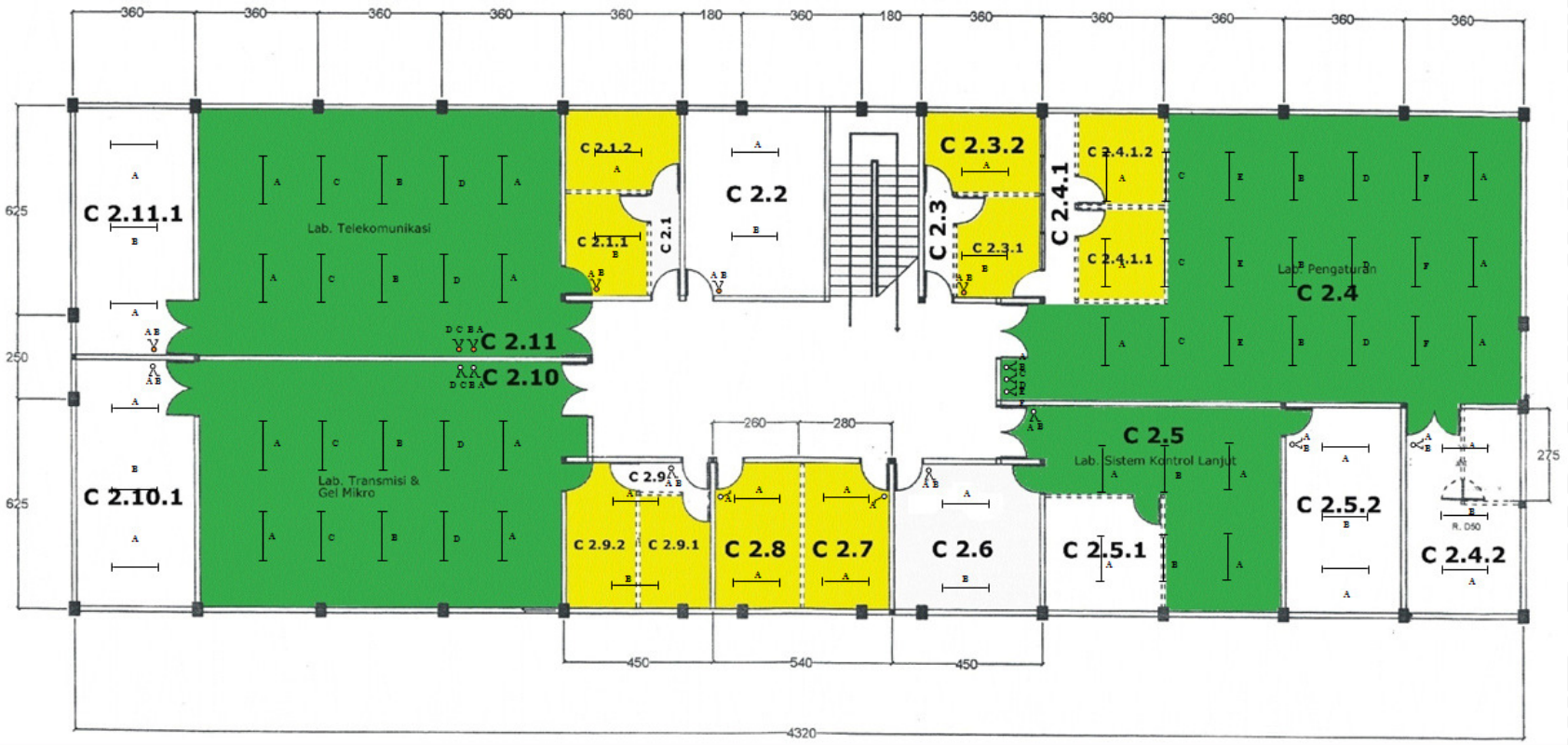
Denah Instalasi Penerangan Lantai 2 Gedung B Jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya

UNIVERSITAS BRAWIJAYA repository.ub.ac



Denah Instalasi Penerangan Lantai 1 Gedung C Jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya

UNIVERSITAS BRAWIJAYA repository.ub.ac



Denah Instalasi Penerangan Lantai 2 Gedung C Jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya

Lampiran 3. Pendataan Beban

GEDUNG B

Nama Gedung : Recording 1 (B 1.1)
Guna Gedung : kegiatan administrasi
Luas lantai seluruh : 39.6m^2
Luas Laintai ber-AC : -

NO	DATA ALAT	JUMLAH	DAYA(WATT/PK)	TOTAL DAYA	INTENSITAS PENGGUNAAN	
					RUTIN	BILA PERLU
1	Lampu TL 40W	4	40	160	√	
2	Komputer	5	400	2000	√	
3	Printer	3	50	300	√	
TOTAL DAYA				2460		

Nama Gedung : Ruang Pertemuan Kecil (B 1.2)
Guna Gedung : kegiatan pertemuan dosen
Luas lantai seluruh : 28.8 m^2
Luas Laintai ber-AC : -

NO	DATA ALAT	JUMLAH	DAYA(WATT/PK)	TOTAL DAYA	INTENSITAS PENGGUNAAN	
					RUTIN	BILA PERLU
1	Lampu TL 40W	2	40	80	√	
2	Komputer	1	400	400	√	
3	Dispenser	1	200	200	√	
4	TV	1	100	100	√	
5	Kipas angin	1	40	40	√	
6	Microwave	1	1200	1200		√
TOTAL DAYA				2020		

Nama Gedung : Ruang Dosen (B 1.3)
Guna Gedung : kegiatan Dosen
Luas lantai seluruh : 28.8 m^2

NO	DATA ALAT	JUMLAH	DAYA(WATT/PK)	TOTAL DAYA	INTENSITAS PENGGUNAAN	
					RUTIN	BILA PERLU
1	Lampu TL 40W	3	40	120	√	
2	Komputer	2	400	800	√	
TOTAL DAYA				920		

Nama Gedung : Ruang Dosen (B 1.4)
Guna Gedung : kegiatan Dosen
Luas lantai seluruh : 28.8 m^2

NO	DATA ALAT	JUMLAH	DAYA(WATT/PK)	TOTAL DAYA	INTENSITAS PENGGUNAAN	
					RUTIN	BILA PERLU
1	Lampu TL 40W	4	40	160	√	
2	Komputer	1	400	400	√	
3	printer	1	50	50		
TOTAL DAYA				610		

Nama Gedung : Lab. Mesin Elektrik (B 1.5)
Guna Gedung : kegiatan Praktikum
Luas lantai seluruh :86.4m^2

NO	DATA ALAT	JUMLAH	DAYA(WATT/PK)	TOTAL DAYA	INTENSITAS PENGGUNAAN	
					RUTIN	BILA PERLU
1	Lampu TL 40W	16	40	640	√	
2	Komputer	1	400	400	√	
3	Printer	1	50	50	√	
4	Motor	1	3000	3000		√
5	Motor	1	7500	7500		√
TOTAL DAYA				11.590		

Nama Gedung : Pojok Barat (B 1.6)
Guna Gedung : kegiatan

NO	DATA ALAT	JUMLAH	DAYA(WATT/PK)	TOTAL DAYA	INTENSITAS PENGGUNAAN	
					RUTIN	BILA PERLU
1	Lampu TL 20W	4	20	80	√	
2	Lampu TL 40W	1	40	40	√	
3	Lampu SL 20W	1	20	20	√	
2	Kulkas	1	100	100	√	
3	Dispenser	1	200	200	√	
TOTAL DAYA				440		

Nama Gedung : Bengkel Mesin (B 1.7)
Guna Gedung : kegiatan Praktikum
Luas lantai seluruh : 86.4m^2

NO	DATA ALAT	JUMLAH	DAYA(WATT/PK)	TOTAL DAYA	INTENSITAS PENGGUNAAN	
					RUTIN	BILA PERLU
1	Lampu TL 40W	16	40	640	√	
2	Komputer	1	400	400	√	
3	Printer	1	50	50	√	
4	Gerinda	1	480	480		√
5	Mesin gergaji	1	400	400		
6	Las Listrik	1	7500	7500		
7	Mesin Bor+bubut	1	370	370		
8	Mesin Bubut	1	120	120		
9	Mesin Bor	1	560	560		
10	Gergaji besi	1	1430	1430		
11	Bor Listrik	1	500	500		
TOTAL DAYA				12.450		

Nama Gedung : Bengkel Elektronika&Proses (B 1.8)
Guna Gedung : kegiatan Praktikum
Luas lantai seluruh : 28.8 m^2

NO	DATA ALAT	JUMLAH	DAYA(WATT/PK)	TOTAL DAYA	INTENSITAS PENGGUNAAN	
					RUTIN	BILA PERLU
1	Lampu TL 40W	4	40	160	√	
2	Bor Listrik	2	650	1300		√
3	Exhaust fan	1	100	100		
TOTAL DAYA				1560		

Nama Gedung :Ruang Dosen (B 1.9)
Guna Gedung : kegiatan Dosen
Luas lantai seluruh : 28.8 m^2

NO	DATA ALAT	JUMLAH	DAYA(WATT/PK)	TOTAL DAYA	INTENSITAS PENGGUNAAN	
					RUTIN	BILA PERLU
1	Lampu TL 40W	4	40	160	√	
2	Komputer	1	400	400	√	
TOTAL DAYA				560		

Nama Gedung : Ruang SIM (B 1.10)
Guna Gedung : kegiatan administrasi
Luas lantai seluruh : 28.8 m^2

NO	DATA ALAT	JUMLAH	DAYA(WATT/PK)	TOTAL DAYA	INTENSITAS PENGGUNAAN	
					RUTIN	BILA PERLU
1	Lampu TL 40W	4	40	160	√	
2	Komputer	2	400	400	√	
3	Printer	1	50	50	√	
TOTAL DAYA				510		

Nama Gedung : Ruang Dosen (B 1.11)
Guna Gedung : kegiatan administrasi
Luas lantai seluruh : 28.8 m^2

NO	DATA ALAT	JUMLAH	DAYA(WATT/PK)	TOTAL DAYA	INTENSITAS PENGGUNAAN	
					RUTIN	BILA PERLU
1	Lampu TL 40W	3	40	120	√	
2	Komputer	2	400	800	√	
3	Printer	1	50	50	√	
TOTAL DAYA				970		

Nama Gedung : Lab PBE
Guna Gedung : kegiatan Praktikum

NO	DATA ALAT	JUMLAH	DAYA(WATT/PK)	TOTAL DAYA	INTENSITAS PENGGUNAAN	
					RUTIN	BILA PERLU
1	Lampu TL 40W	6	40	240	√	
2	Lampu TL 15W	1	15	15		√
3	Lampu TL 10W	1	10	10		√
4	Lampu Pijar 25W	5	25	125		√
5	Lampu Pijar 10W	1	10	10		√
6	Lampu Pijar 15W	1	15	15		√
7	Lampu Pijar 40W	2	40	80		√
8	Komputer	2	400	800	√	
9	Printer	1	50	50	√	
10	Dispenser	1	200	200	√	
11	Osiloskop	3	37	111		√
12	Generator fungsi	4	693	2772		√
13	DC voltage	1	50	50		√
14	AC voltage	1	200	200		√
TOTAL DAYA				4.678		

Nama Gedung : Lab Tegangan Tinggi (B 1.13)
Guna Gedung : kegiatan Praktikum
Luas lantai seluruh : 57.6 m^2

NO	DATA ALAT	JUMLAH	DAYA(WATT/PK)	TOTAL DAYA	INTENSITAS PENGGUNAAN	
					RUTIN	BILA PERLU
1	Lampu TL 40W	8	40	320	√	
2	Komputer	2	400	800	√	
3	Trafo TT	1	5000	5000	√	
4	Pompa vakum	1	120	120		√
5	Osiloskop	1	30	30		√
6	Kompresor	1		1000		√
TOTAL DAYA				7.280		

Nama Gedung : Pojok Timur (B 1.14)
Guna Gedung : kegiatan
Luas lantai seluruh : 28.8 m^2
Luas Laintai ber-AC : -

NO	DATA ALAT	JUMLAH	DAYA(WATT/PK)	TOTAL DAYA	INTENSITAS PENGGUNAAN	
					RUTIN	BILA PERLU
1	Lampu TL 15W	6	15	90	√	
2	Lampu Pijar40W	1	40	40		
3	Komputer	1	400	400	√	
4	Printer	1	50	50	√	
TOTAL DAYA				580		

Nama Gedung : Ruang Seminar (B 1.15)
Guna Gedung : kegiatan Seminar
Luas lantai seluruh : 86.4m^2
Luas Laintai ber-AC : 86.4m^2

NO	DATA ALAT	JUMLAH	DAYA(WATT/PK)	TOTAL DAYA	INTENSITAS PENGGUNAAN	
					RUTIN	BILA PERLU
1	Lampu TL 40W	12	40	480	√	
2	Komputer	1	400	400	√	
3	LCD	1	100	100	√	
4	OHP	1	250	250	√	
5	AC 1 Fase	2	750	5000	√	
TOTAL DAYA				6.230		

Nama Gedung : Mushola (B1.16)
Guna Gedung : kegiatan Ibadah
Luas lantai seluruh : 18 m^2

NO	DATA ALAT	JUMLAH	DAYA(WATT/PK)	TOTAL DAYA	INTENSITAS PENGGUNAAN	
					RUTIN	BILA PERLU
1	Lampu TL 40W	2	40	80	√	
TOTAL DAYA				80		

Nama Gedung : Koridor Lantai 1
Guna Gedung : kegiatan

NO	DATA ALAT	JUMLAH	DAYA(WATT/PK)	TOTAL DAYA	INTENSITAS PENGGUNAAN	
					RUTIN	BILA PERLU
1	Lampu TL 40W	11	40	440	√	
TOTAL DAYA				440		

Nama Gedung : Teras lantai 1
Guna Gedung : kegiatan administrasi

NO	DATA ALAT	JUMLAH	DAYA(WATT/PK)	TOTAL DAYA	INTENSITAS PENGGUNAAN	
					RUTIN	BILA PERLU
1	Lampu Pijar 40W	33	40	1320	√	
2	Mercuri 125W	1	125	125	√	
TOTAL DAYA				1445		

Nama Gedung : Ruang Kajur (B 2.1)
Guna Gedung : kegiatan
Luas lantai seluruh : 28.8 m^2
Luas Laintai ber-AC : 28.8 m^2

NO	DATA ALAT	JUMLAH	DAYA(WATT/PK)	TOTAL DAYA	INTENSITAS PENGGUNAAN	
					RUTIN	BILA PERLU
1	Lampu TL 40W	2	40	80	√	
2	Komputer	1	400	400	√	
3	Printer	1	50	50	√	
4	TV	1	100	100	√	
5	Kulkas	1	100	100	√	
6	AC 1 Fase	1	750	750	√	
TOTAL DAYA				1480		

Nama Gedung : Ruang Sekjur (B 2.2)
Guna Gedung : kegiatan
Luas lantai seluruh : 28.8 m^2

NO	DATA ALAT	JUMLAH	DAYA(WATT/PK)	TOTAL DAYA	INTENSITAS PENGGUNAAN	
					RUTIN	BILA PERLU
1	Lampu TL 40W	2	40	80	√	
2	Komputer	1	400	400	√	
3	Printer	1	50	50	√	
TOTAL DAYA				530		

Nama Gedung : Ruang Dosen (B 2.3)
Guna Gedung : kegiatan administrasi
Luas lantai seluruh : 28.8 m^2

NO	DATA ALAT	JUMLAH	DAYA(WATT/PK)	TOTAL DAYA	INTENSITAS PENGGUNAAN	
					RUTIN	BILA PERLU
1	Lampu TL 40W	3	40	120	√	
2	Komputer	1	400	400	√	
3	Printer	1	50	50	√	
TOTAL DAYA				570		

Nama Gedung : Ruang Dosen (B 2.4)
Guna Gedung : kegiatan administrasi
Luas lantai seluruh : 28.8 m^2

NO	DATA ALAT	JUMLAH	DAYA(WATT/PK)	TOTAL DAYA	INTENSITAS PENGGUNAAN	
					RUTIN	BILA PERLU
1	Lampu TL 40W	3	40	120	√	
2	Komputer	1	400	400	√	
3	Laser Jet	3	100	300	√	
TOTAL DAYA				820		

Nama Gedung : Lab Sistem Digital (B 2.5)
Guna Gedung : kegiatan Praktikum
Luas lantai seluruh : 115.2 m^2
Luas Laintai ber-AC : 115.2 m^2

NO	DATA ALAT	JUMLAH	DAYA(WATT/PK)	TOTAL DAYA	INTENSITAS PENGGUNAAN	
					RUTIN	BILA PERLU
1	Lampu TL 40W	21	40	840	√	
2	Komputer	3	400	1200	√	
3	Printer	2	50	100	√	
4	AC 1 Fase	2	750	1500	√	
TOTAL DAYA				3640		

Nama Gedung : Lab dan Ruang Dosen (B 2.6)
Guna Gedung : kegiatan administrasi
Luas lantai seluruh : 115.2 m^2
Luas Laintai ber-AC : 75,6 m^2

NO	DATA ALAT	JUMLAH	DAYA(WATT/PK)	TOTAL DAYA	INTENSITAS PENGGUNAAN	
					RUTIN	BILA PERLU
1	Lampu TL 40W	21	40	840	√	
2	Komputer	15	400	6000	√	
3	AC 1 Fase	1	750	750	√	
4	Dispenser	1	200	200		
TOTAL DAYA				7790		

Nama Gedung : Ruang Dosen (B 2.7)
Guna Gedung : kegiatan
Luas lantai seluruh : 28.8 m^2

NO	DATA ALAT	JUMLAH	DAYA(WATT/PK)	TOTAL DAYA	INTENSITAS PENGGUNAAN	
					RUTIN	BILA PERLU
1	Lampu TL 40W	3	40	120	√	
TOTAL DAYA				120		

Nama Gedung : Ruang Dosen (B 2.8)
Guna Gedung : kegiatan Dosen
Luas lantai seluruh : 28.8 m^2
Luas Laintai ber-AC : 28.8 m^2

NO	DATA ALAT	JUMLAH	DAYA(WATT/PK)	TOTAL DAYA	INTENSITAS PENGGUNAAN	
					RUTIN	BILA PERLU
1	Lampu TL 40W	3	40	120	√	
2	Komputer	2	400	800	√	
3	AC 1 Fase	1	750	750	√	
TOTAL DAYA				1670		

Nama Gedung : Ruang Dosen (B 2.9)
Guna Gedung : kegiatan Dosen
Luas lantai seluruh : 28.8 m^2

NO	DATA ALAT	JUMLAH	DAYA(WATT/PK)	TOTAL DAYA	INTENSITAS PENGGUNAAN	
					RUTIN	BILA PERLU
1	Lampu TL 40W	4	40	160	√	
TOTAL DAYA				160		

Nama Gedung : Lab dan Ruang Dosen (B 2.10)
Guna Gedung : kegiatan Praktikum
Luas lantai seluruh : 115.2 m^2
Luas Laintai ber-AC : 75,6 m^2

NO	DATA ALAT	JUMLAH	DAYA(WATT/PK)	TOTAL DAYA	INTENSITAS PENGGUNAAN	
					RUTIN	BILA PERLU
1	Lampu TL 40W	21	40	840	√	
2	Komputer	9	400	5400	√	
3	AC 1 fase	1	750	750	√	
TOTAL DAYA				6990		

Nama Gedung : Lab Elektronika Daya (B 2.11)
Guna Gedung : kegiatan Praktikum
Luas lantai seluruh : 115.2 m^2
Luas Laintai ber-AC : 115.2 m^2

NO	DATA ALAT	JUMLAH	DAYA(WATT/PK)	TOTAL DAYA	INTENSITAS PENGGUNAAN	
					RUTIN	BILA PERLU
1	Lampu TL 40W	21	40	840	√	
2	Komputer	4	400	1600	√	
	Komputer (LCD)	1	400	400		
3	Printer	1	50	50	√	
4	Dispenser	1	200	200		
5	Alat2 lab			2000		
TOTAL DAYA				5090		

Nama Gedung : Koridor Lantai 2
Guna Gedung : kegiatan

NO	DATA ALAT	JUMLAH	DAYA(WATT/PK)	TOTAL DAYA	INTENSITAS PENGGUNAAN	
					RUTIN	BILA PERLU
1	Lampu TL 40W	7	40	280	√	
2	Mercuri 125W	2	125	250		
TOTAL DAYA				530		

Nama Gedung : lantai 2
Guna Gedung : kegiatan

NO	DATA ALAT	JUMLAH	DAYA(WATT/PK)	TOTAL DAYA	INTENSITAS PENGGUNAAN	
					RUTIN	BILA PERLU
1	Lampu Pijar 40W	33	40	1320	√	
2	Mercuri 125W	1	125	125	√	
TOTAL DAYA				1445		

GEDUNG C

Nama Gedung : Ruang Perpustakaan (C 1.1)
Guna Gedung :
Luas lantai seluruh : 67,5 m^2
Luas Laintai ber-AC : 67,5 m^2

NO	DATA ALAT	JUMLAH	DAYA(WATT/PK)	TOTAL DAYA	INTENSITAS PENGGUNAAN	
					RUTIN	BILA PERLU
1	Lampu TL 40W	6	40	240	√	
2	Komputer	1	400	400	√	
3	AC 1Fasa	2	750	1500		
TOTAL DAYA				2140		

Nama Gedung : Ruang Administrasi Perpustakaan (C1.2)
Guna Gedung : kegiatan
Luas lantai seluruh : 22,5 m^2

NO	DATA ALAT	JUMLAH	DAYA(WATT/PK)	TOTAL DAYA	INTENSITAS PENGGUNAAN	
					RUTIN	BILA PERLU
1	Lampu TL 40W	2	40	80	√	
2	Komputer	1	400	400	√	
3	Fotocopy	1	1300	1300	√	
TOTAL DAYA				1780		

Nama Gedung : Lab Elektronika (C 1.3)
Guna Gedung : kegiatan Praktikum
Luas lantai seluruh : 67,5 m^2

NO	DATA ALAT	JUMLAH	DAYA(WATT/PK)	TOTAL DAYA	INTENSITAS PENGGUNAAN	
					RUTIN	BILA PERLU
1	Lampu TL 40W	14	40	560	√	
2	Komputer	5	400	2000	√	
3	Osiloskop	7	60	420		√
4	Kipas angin	1	55	55	√	
5	Function generator	2	27.5	55	√	
TOTAL DAYA				3090		

Nama Gedung : Lab komputasi &jaringan Komputer (C1.4)
Guna Gedung : kegiatan Praktikum
Luas lantai seluruh : 63
Luas Laintai ber-AC : 63 m^2

NO	DATA ALAT	JUMLAH	DAYA(WATT/PK)	TOTAL DAYA	INTENSITAS PENGGUNAAN	
					RUTIN	BILA PERLU
1	Lampu TL 40W	10	40	400	√	
2	Lampu TL 20W	12	20	240	√	
3	AC 1 Fase	1	750	750	√	
4	Printer	1	50	50	√	
5	Lampu Pijar	22	40	880		√
6	Komputer	16	400	6400	√	
TOTAL DAYA				8720		

Nama Gedung : Ruang Dosen (C 1.5)
Guna Gedung : kegiatan Dosen
Luas lantai seluruh : 33.75 m^2

NO	DATA ALAT	JUMLAH	DAYA(WATT/PK)	TOTAL DAYA	INTENSITAS PENGGUNAAN	
					RUTIN	BILA PERLU
1	Lampu TL 40W	6	40	240	√	
TOTAL DAYA				240		

Nama Gedung : Ruang Dosen (C 1.6)
Guna Gedung : kegiatan Dosen
Luas lantai seluruh : 16.875 m^2

NO	DATA ALAT	JUMLAH	DAYA(WATT/PK)	TOTAL DAYA	INTENSITAS PENGGUNAAN	
					RUTIN	BILA PERLU
1	Lampu TL 40W	2	40	80	√	
TOTAL DAYA				80		

Nama Gedung : Ruang Dosen (C 1.7)
Guna Gedung : kegiatan Dosen
Luas lantai seluruh : 16.875 m^2

NO	DATA ALAT	JUMLAH	DAYA(WATT/PK)	TOTAL DAYA	INTENSITAS PENGGUNAAN	
					RUTIN	BILA PERLU
1	Lampu TL 40W	2	40	80	√	
TOTAL DAYA				80		

Nama Gedung : Lab Komputer& Kelas Multimedia I (C1.8)
Guna Gedung : kegiatan Praktek
Luas lantai seluruh : 33.75 m^2
Luas Laintai ber-AC : 33.75 m^2

NO	DATA ALAT	JUMLAH	DAYA(WATT/PK)	TOTAL DAYA	INTENSITAS PENGGUNAAN	
					RUTIN	BILA PERLU
1	Lampu TL 40W	4	40	160	√	
2	LCD	1	100	100	√	
3	Komputer (LCD)	16	400	6400	√	
4	AC 1 Fase	1	750	750	√	
TOTAL DAYA				7410		

Nama Gedung : Lab Komputer& Kelas Multimedia II (C1.9)
Guna Gedung : kegiatan Praktek
Luas lantai seluruh : 33.75 m^2
Luas Laintai ber-AC : 33.75 m^2

NO	DATA ALAT	JUMLAH	DAYA(WATT/PK)	TOTAL DAYA	INTENSITAS PENGGUNAAN	
					RUTIN	BILA PERLU
1	Lampu TL 40W	4	40	160	√	
2	LCD	1	100	100	√	
3	Komputer (LCD)	16	400	6400	√	
4	AC 1 Fase	1	750	750	√	
TOTAL DAYA				7410		

Nama Gedung : Ruang Pengelola Lab Komputer& Multimedia (C1.10)
Guna Gedung : kegiatan administrasi
Luas lantai seluruh : 22.5 m^2
Luas Laintai ber-AC : 22.5 m^2

NO	DATA ALAT	JUMLAH	DAYA(WATT/PK)	TOTAL DAYA	INTENSITAS PENGGUNAAN	
					RUTIN	BILA PERLU
1	Lampu TL 40W	2	40	80	√	
2	Komputer	5	400	2000	√	
3	Printer	1	50	50	√	
4	AC 1 Fase	1	750	750	√	
TOTAL DAYA				2880		

Nama Gedung : Ruang Dapur (C 1.11)
Guna Gedung : kegiatan
Luas lantai seluruh : 11.25 m^2

NO	DATA ALAT	JUMLAH	DAYA(WATT/PK)	TOTAL DAYA	INTENSITAS PENGGUNAAN	
					RUTIN	BILA PERLU
1	Lampu TL 40W	2	40	80	√	
TOTAL DAYA				80		

Nama Gedung : Ruang Kamar mandi (C 1.12)
Guna Gedung : kegiatan
Luas lantai seluruh : 11.25 m^2

NO	DATA ALAT	JUMLAH	DAYA(WATT/PK)	TOTAL DAYA	INTENSITAS PENGGUNAAN	
					RUTIN	BILA PERLU
1	Lampu TL 40W	2	40	80	√	
TOTAL DAYA				80		

Nama Gedung : Mushola (C 1.13)
Luas lantai seluruh : 14.31 m^2

NO	DATA ALAT	JUMLAH	DAYA(WATT/PK)	TOTAL DAYA	INTENSITAS PENGGUNAAN	
					RUTIN	BILA PERLU
1	Lampu TL 40W	2	40	80	√	
TOTAL DAYA				80		

Nama Gedung : Koridor Lantai 1
Guna Gedung : kegiatan

NO	DATA ALAT	JUMLAH	DAYA(WATT/PK)	TOTAL DAYA	INTENSITAS PENGGUNAAN	
					RUTIN	BILA PERLU
1	Lampu TL 40W	7	40	280	√	
TOTAL DAYA				280		

Nama Gedung : Ruang Dosen (C2.1)
Guna Gedung : kegiatan Dosen
Luas lantai seluruh : 22.5 m^2

NO	DATA ALAT	JUMLAH	DAYA(WATT/PK)	TOTAL DAYA	INTENSITAS PENGGUNAAN	
					RUTIN	BILA PERLU
1	Lampu TL 40W	2	40	80	√	
TOTAL DAYA				80		

Nama Gedung : Gudang (C2.2)
Luas lantai seluruh : 33.75 m^2

NO	DATA ALAT	JUMLAH	DAYA(WATT/PK)	TOTAL DAYA	INTENSITAS PENGGUNAAN	
					RUTIN	BILA PERLU
1	Lampu TL 40W	2	40	80	√	
TOTAL DAYA				80		

Nama Gedung : Ruang Dosen (C2.3)
Guna Gedung : kegiatan Dosen
Luas lantai seluruh : 22.5 m^2

NO	DATA ALAT	JUMLAH	DAYA(WATT/PK)	TOTAL DAYA	INTENSITAS PENGGUNAAN	
					RUTIN	BILA PERLU
1	Lampu TL 40W	2	40	80	√	
TOTAL DAYA				80		

Nama Gedung : Lab Pengaturan (C2.4)
Guna Gedung : kegiatan Praktikum
Luas lantai seluruh : 126 m^2
Luas Laintai ber-AC : 126 m^2

NO	DATA ALAT	JUMLAH	DAYA (WATT/PK)	TOTAL DAYA	INTENSITAS PENGGUNAAN	
					RUTIN	BILA PERLU
1	Lampu TL 40W	24	40	960	√	
2	Komputer	3	400	1200	√	
3	AC 1 Fase	2	750	1500	√	
4	Plotter	1	140	140		
5	DC Voltage	1	220	220		
6	Function Generator	1	69.3	69.3		
7	Dispenser	1	200	200		
8	Solder	1	30	30		
9	Motor DC	1	100	100		
10	Osiloskop	1	63	63		
TOTAL DAYA				4.482,3		

Nama Gedung : Ruang TIM ROBOT (C 2.5-2.6)
Guna Gedung : kegiatan

NO	DATA ALAT	JUMLAH	DAYA (WATT/PK)	TOTAL DAYA	INTENSITAS PENGGUNAAN	
					RUTIN	BILA PERLU
1	Lampu TL 40W	8	40	320	√	
2	Komputer	2	400	800	√	
3	Dispenser	1	200	200	√	
4	Kipas Angin	2	55	110	√	
5	BOR listrik makita	2	650	1300		
6	Heater	1	100	100		
7	Kompor Listrik	1	300	300		
8	Solder	5	30	150		
9	Solder Uap	1	270	270		
10	Charger Aki	2	225	450		
11	Charger Batre	2	30	60		
TOTAL DAYA				4060		

Nama Gedung : Ruang Dosen (C 2.7)
Guna Gedung : kegiatan administrasi
Luas lantai seluruh :7.56 m^2

NO	DATA ALAT	JUMLAH	DAYA (WATT/PK)	TOTAL DAYA	INTENSITAS PENGGUNAAN	
					RUTIN	BILA PERLU
1	Lampu TL 40W	2	40	80	√	
2	Komputer	1	400	400	√	
3	Dispenser	1	200	200	√	
4	Lampu Meja	1	50	50	√	
TOTAL DAYA				730		

Nama Gedung : Ruang Dosen (C 2.8)
Guna Gedung : kegiatan administrasi
Luas lantai seluruh : 7.56 m^2

NO	DATA ALAT	JUMLAH	DAYA (WATT/PK)	TOTAL DAYA	INTENSITAS PENGGUNAAN	
					RUTIN	BILA PERLU
1	Lampu TL 40W	2	40	80	√	
2	Komputer	1	400	400	√	
3	Printer	1	100	100	√	
TOTAL DAYA				580		

Nama Gedung : Ruang Dosen (C 2.9)
Guna Gedung : kegiatan administrasi
Luas lantai seluruh :15.75m^2

NO	DATA ALAT	JUMLAH	DAYA (WATT/PK)	TOTAL DAYA	INTENSITAS PENGGUNAAN	
					RUTIN	BILA PERLU
1	Lampu TL 40W	2	40	80	√	
2	Komputer	2	400	800	√	
3	Printer	1	50	50	√	
4	Lampu SL 40	1	40	40	√	
TOTAL DAYA				970		

Nama Gedung : Lab Transmisi dan Gelombang Mikro (C2.10)
Guna Gedung : kegiatan Praktikum
Luas lantai seluruh : 93.6m^2
Luas Laintai ber-AC : 93.6m^2

NO	DATA ALAT	JUMLAH	DAYA (WATT/PK)	TOTAL DAYA	INTENSITAS PENGGUNAAN	
					RUTIN	BILA PERLU
1	Lampu TL 40W	13	40	520	√	
2	Komputer	2	400	800	√	
3	Printer	1	50	50	√	
4	AC 1 Fase	1	750	750	√	
5	Dispenser	1	200	200		
6	Osiloskop 46W	6	46	276		
7	Osiloskop 55W	1	55	55		
8	GUM Power Supply	4	20	80		
9	Transmiter Rectifier	1	660	660		
TOTAL DAYA				3391		

Nama Gedung : Lab Telekomunikasi (C2.11)
Guna Gedung : kegiatan Praktikum
Luas lantai seluruh : 93.6m^2
Luas Laintai ber-AC : 93.6m^2

NO	DATA ALAT	JUMLAH	DAYA (WATT/PK)	TOTAL DAYA	INTENSITAS PENGGUNAAN	
					RUTIN	BILA PERLU
1	Lampu TL 40W	13	40	520	√	
2	Komputer	6	400	2400	√	
3	Printer	2	50	100	√	
4	AC 1 Fase	2	750	1500	√	
5	Dispenser	1	200	200		
6	Osiloskop 46W	3	46	138		
7	Osiloskop 37W	1	37	37		
8	Spectrum Analyzer	2	120	240		
9	DR MASS	1	2880	2880		
10	SDH	1	7920	7920		
11	Solder	1	30	30		
12	Function Generator	2	27.5	55		
13	Lampu pijar 60W	23	60	1380		
14	Lampu pijar 25W	20	25	500		
15	Lampu pijar 10W	20	10	200		
16	Osilator	1	660	660		
TOTAL DAYA				18760		

Nama Gedung : Koridor Lantai 2
Guna Gedung : kegiatan

NO	DATA ALAT	JUMLAH	DAYA (WATT/PK)	TOTAL DAYA	INTENSITAS PENGGUNAAN	
					RUTIN	BILA PERLU
1	Lampu TL 40W	2	40	80	√	
2	Lampu Neon	4	40	160		
TOTAL DAYA				240		

Lampiran 4. Data Teknis Armatur

APOLLON™ T8 VAS-MP / VB

OSRAM

E: Logistic Data

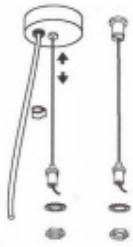
Product Name – APOLLON™ T8 VAS-MP	Power	EAN	Shipment Unit
APOLLON T8 VAS-MP 1L36HF	36 W	4050300 799148	1x1
APOLLON T8 VAS-MP 1L58HF	58 W	4050300 800035	1x1
APOLLON T8 VAS-MP 2L36HF	72 W	4050300 799070	1x1
APOLLON T8 VAS-MP 2L58HF	116 W	4050300 799896	1x1

Product Name – APOLLON™ T8 VB	Power	EAN	Shipment Unit
APOLLON T8 VB 1L36HF	36 W	4050300 799100	1x1
APOLLON T8 VB 1L58HF	58 W	4050300 799926	1x1
APOLLON T8 VB 2L36HF	72 W	4050300 965147	1x1
APOLLON T8 VB 2L58HF	116 W	4050300 799933	1x1

Accessories

Product Name	EAN	Shipment Unit
S APOLLON mounting	4050300 807027	10x1
A APOLLON power supply	4050300 803203	12x1
SA APOLLON mounting and power supply	4050300 807072	12x1
APOLLON 1 LAMP connection	4050300 810430	26x1
APOLLON 2 LAMPS connection	4050300 810454	26x1

KIT SUSPENSION S



KIT SUSPENSION SA

KIT ALIMENTATION A

APOLLON™ T8 VAS-MP / VB

OSRAM

G: Technical Information

1. Housing, Mounting and Accessories

- A painted profile body, only 60 mm of thickness.
- Longitudinal reflector.

Housing material VAS-MP	A painted profile sheet body, ABS VO caps. Perforated cover with aluminium vents. V central parabola in satin-finish aluminium. 4 closing clips which serve as hinge for the opening.
Housing material VB	A painted profile sheet body, ABS VO caps. White vents, white-painted aluminium grid. 4 closing clips which serve as hinge for the opening.
Housing color	White
Net weight (Kg)	4,4 for the 1 x 36 ; 5,5 for the 1 x 58 ; 5,8 for the 2 x 36 ; 7,3 for the 2 x 58
Dimensions (L x W x H) mm	See next picture
Mounting holes	See next picture
Fire protection	To be defined
Glow wire test	850°C
Ingress protection	IP20
Shock resistance	IK07
Safety class	I
Approval marks	NF EN 60598 - CE

APOLLON™ T8 VAS-MP / VB

OSRAM

2. Electrical Installation

Power supply	OSRAM QUICKTRONIC® PROFESSIONAL
Mains Voltage	200 to 260 V
Mains Frequency	50 – 60 Hz

OSRAM QUICKTRONIC® PROFESSIONAL (QTP)

APOLLON™ T8 VAS-MP / VB

OSRAM

3. Optical features

Used lamp	LUMILUX® T8				
Watt	36 W				
Luminous flow	3000 lm	3250 lm	3350 lm	3350 lm	3350 lm
Brilliant efficiency (lm/W)	83	90	93	93	93
Color temperature	8000 K	6500 K	4000 K	3000 K	2700 K
Reference	L36W/880	L36W/865	L36W/840	L36W/830	L36W/827
EAN	4008321 002976	4050300 517858	4050300 517872	4050300 517896	4050300 517919

No exhaustive list

Used lamp	LUMILUX® T8				
Watt	58 W				
Luminous flow	4900 lm	5000 lm	5200 lm	5200 lm	5200 lm
Brilliant efficiency (lm/W)	84	86	90	90	90
Color temperature	8000 K	6500 K	4000 K	3000 K	2700 K
Reference	L58W/880	L58W/865	L58W/840	L58W/830	L58W/827
EAN	4008321 002990	4050300 517933	4050300 517957	4050300 517971	4050300 603049

No exhaustive list

Lampiran 5. Data Lampu L 36/830

product details **L 36 W/830**

Product description:	L 36 W/830
EAN/ Product:	4050300517896
Quantity:	Sleeves (FLH) contains 1 Piece (PCE)

You can find this product in the eCatalog:
http://catalog.myosram.com?~language=EN&~country=COM&it_p=4050300517896

General Description	
Recycling	Yes
Energy Label - EEI	A
SEG no.	8329094
Base (standard designation)	G13
Sstl-Number	4930430

Technical - Electrical Data	
Nominal wattage (packaging)	36 W

Technical - Geometries	
Length	1200 mm
Tube diameter	26 mm

Technical - Life	
Service life	18000 h [1)]
Lifespan	20000 h [2)]

Technical - Light Technical Data	
Light colour	830
Colour rendering index Ra	80...89
Luminous flux	3350 lm

Packaging units

EAN	Packaging type and content	Dimensions in h x w x l	Gross weight	Volume
4050300517896	Sleeves contains 1 Piece	33,000 mm x 27,000 mm x 1.215,000 mm	202,000 g (0,000 g)	1,083 Cubic dec.
4050300517902	Shipping carton box contains 25 Piece	145,000 mm x 142,000 mm x 1.242,000 mm	4.650,000 g (0,000 g)	25,573 Cubic dec.

QUICKTRONIC® INSTANT START
ECG for T8/Ø26mm fluorescent lamps

Technical Information
Edition: March 2007
subject to change

QTISe 1x36/220-240
QTISe 2x36/220-240

Product features:

- QUICKTRONIC INSTANT START is the electronic alternative to conventional ballasts
- Constant flicker-free light without stroboscopic effects
- For lighting fixtures with protection class I
- CW terminals for robot and manual wiring
- CELMA energy classification EEI = A3
- Reliable and safe shutdown of defective lamps
- Restart after lamp replacement
- High energy savings
- Suitable for lighting with max. 3 switching cycles per day

Technical data:

Reference:	QTISe 1x36/220-240	QTISe 2x36/220-240
Lamp:	L 36 W	2x L 36 W
HF Lamp wattage:	32 W_{HF}	2x 32 W_{HF}
System wattage:	36 W	70 W
Line current:	0.16 A	0.30 A
Luminous flux at 25°C:	3200 lm	2x 3200 lm
Max. cable diameter for IDC contact [mm²]:	„s"[1]: 0,5; „s-f"[2]: 0,75	
Max. cable diameter for push-in contact [mm²]:	„s"[1]: 0.5...1.0"	
Starting time:	t < 0.3 sec	
Supply voltage:	220-240 V	
Voltage range (AC):	198-264 V	
Line frequency:	50-60 Hz	
Operating frequency:	45-50 kHz	
Inrush current:	I_p = 20 A; T_H = 210 µs	I_p = 46 A; T_H = 260 µs
Power factor:	λ = 0.95 c	λ = 0.95 c
Temperature range t_a:	-15 °C to +50 °C	
Case temperature t_c:	max. +70 °C	
Dimensions (l x w x h):	360 x 30 x 30 mm	
Hole spacing:	350 mm	
Weight:	300 g	315 g
Safety:	acc. to EN 61347-2-3 / IEC 61347-2-3	
Radio interference suppression:	acc. to EN 55015 / CISPR 15	
Harmonic content:	acc. to EN 61000-3-2 / IEC 61000-3-2	
Immunity to interference:	acc. to EN 61547 / IEC 61547	
Standard pack:	20 pcs.	
Approval marks:		

[1] „s" = stranded wire
[2] „s-f" = stranded-flexible wire

repository.ub.ac
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Qtis-e 2x36 vs Magnetik Ballast

Cost comparison between Conventional and OSRAM Electronic ballasts

Lighting system		Conventional	OSRAM ECG
Ballasts Type		Standard	QTIS e 2x36
No. of Luminaires	pcs	600	600
Configuration	W	2x L36W	2x L36W
Circuit wattage per luminaire	W	90	70
? Aircon loading per luminaire	W	0	0
Total circuit wattage per luminaire	W	90	70
Annual hours burned	hrs	4380	4380
Total circuit wattage	kW	54	42
Annual energy consumed	kWh	236520	183960
Average electricity tariff	Rp/kWh	600	600
Economic lamp life (80% inst. lum. flux)	hrs	10000	18000
Lamp replacement cost i/c lamp (1)	Rp	9800	9800
Annual energy costs	Rp	141,912,000	110,376,000
Annual lamp costs	Rp	2,575,440	1,430,800
Annual operating costs	Rp	144,487,440	111,806,800
Annual savings	Rp	0	32,680,640
Saving as % of conv. operation cost	%	0	23

Lampiran 6. Perhitungan Jumlah Titik Lampu Secara Teori

RECORDING LANTAI 1

- **B 1.1.1**

p = 3,6 meter
l = 3,6 meter
t = 2,4 meter
h = 3,2 meter

$$k = \frac{p \times l}{t(p + l)}$$

$$= \frac{3,6 \times 3,6}{2,4(3,6 + 3,6)}$$

$$= 0,75$$

Untuk k = 0,6 : η = 0,37
Untuk k = 0,8 : η = 0,46

Efisiensi penerangan untuk k = 0.75 ditentukan dengan interpolasi:

$$\eta = 0,37 + \frac{0,75 - 0,6}{0,8 - 0,6}\,(0,46 - 0,37)$$

$$= 0,438$$

75% x 350 lux,

d = 0,75

$$n = \frac{0,75 \times 350 \times 12,96}{6700 \times 0,438 \times 0,75} = 1,546$$

Jumlah titik lampu 1,546=2

Dialux = 2 Eav=288, Emax=418

- B 1.2

p = 8 meter
l = 3,6 meter
t = 2,4 meter
h = 3,2 meter

$$k = \frac{p \times l}{t(p + l)}$$

$$= \frac{8 \times 3,6}{2,4(8 + 3,6)}$$

$$= 1,034$$

Untuk k = 1 : η = 0,53

Untuk k = 1,2 : η = 0,58

Efisiensi penerangan untuk k = 1,034 ditentukan dengan interpolasi:

$$\eta = 0{,}53 + \frac{1{,}034 - 1}{1{,}2 - 1}\,(0{,}58 - 0{,}53)$$

$= 0{,}539$

75% x 300 lux,

d = 0,75

$$n = \frac{0{,}75 \times 300 \times 28{,}8}{6700 \times 0{,}539 \times 0{,}75} = 2{,}39$$

Jumlah titik lampu 2,39=3

Dialux 3, Eav=233,Emax=341

- **B 1.8**

p = 8 meter

l = 3,6 meter

t = 2,4 meter

h = 3,2 meter

$$k = \frac{p \times l}{t(p + l)}$$

$$= \frac{8 \times 3{,}6}{2{,}4(8 + 3{,}6)}$$

$= 1{,}034$

Untuk k = 1 : η = 0,53

Untuk k = 1,2 : η = 0,58

Efisiensi penerangan untuk k = 1,034 ditentukan dengan interpolasi:

$$\eta = 0{,}53 + \frac{1{,}034 - 1}{1{,}2 - 1}\,(0{,}58 - 0{,}53)$$

$= 0{,}539$

75% x 500 lux,

d = 0,75

$$n = \frac{0{,}75 \times 500 \times 28{,}8}{6700 \times 0{,}539 \times 0{,}75} = 3{,}99$$

Jumlah titik lampu 3,99=4

Dialux 4, Eav=308,Emax=440

- **B 1.12**

p = 8 meter

l = 7,2 meter

t = 2,4 meter

h = 3,2 meter

$$k = \frac{p \times l}{t(p + l)}$$

$$= \frac{8 \times 7,2}{2,4(8 + 7,2)}$$

$$= 1,579$$

Untuk k = 1,5 : η = 0,62

Untuk k = 2 : η = 0,68

Efisiensi penerangan untuk k = 1,579 ditentukan dengan interpolasi:

$$\eta = 0,62 + \frac{1,579 - 1,5}{2 - 1,5}(0,68 - 0,62)$$

$$= 0,63$$

75% x 500 lux,

d = 0,75

$$n = \frac{0,75 \times 500 \times 57,6}{6700 \times 0,63 \times 0,75} = 6,82$$

Jumlah titik lampu 6,82=7

Dialux 8 Eav=350,Emax=514

- **B 1.10**

p = 4 meter

l = 3,6 meter

t = 2,4 meter

h = 3,2 meter

$$k = \frac{p \times l}{t(p + l)}$$

$$= \frac{4 \times 3,6}{2,4(4 + 3,6)}$$

$$= 0,789$$

Untuk k = 0,6 : η = 0,37

Untuk k = 0,8 : η = 0,46

Efisiensi penerangan untuk k = 0,789 ditentukan dengan interpolasi:

$$\eta = 0,37 + \frac{0,789 - 0,6}{0,8 - 0,6}(0,46 - 0,37)$$

$$= 0,455$$

75% x 150 lux,

d = 0,75

$$n = \frac{0{,}75 \times 150 \times 14{,}4}{6700 \times 0{,}455 \times 0{,}75} = 0{,}71$$

Jumlah titik lampu 0,71=1

Dialux 1, Eav=145,Emax=255

- **B 1.16**

p = 4,4 meter

l = 3,6 meter

t = 2,4 meter

h =3,2 meter

$$k = \frac{p \times l}{t(p + l)}$$

$$= \frac{4{,}4 \times 3{,}6}{2{,}4(4{,}4 + 3{,}6)}$$

$$= 0{,}825$$

Untuk k = 0,8 : η = 0,46

Untuk k = 1 : η = 0,53

Efisiensi penerangan untuk k = 0,825 ditentukan dengan interpolasi:

$$\eta = 0{,}46 + \frac{0{,}825 - 0{,}8}{1 - 0{,}8}(0{,}53 - 0{,}46)$$

$$= 0{,}469$$

75% x 200 lux,

d = 0,75

$$n = \frac{0{,}75 \times 200 \times 15{,}84}{3350 \times 0{,}469 \times 0{,}75} = 2{,}02$$

Jumlah titik lampu 2,02=2

Dialux 2, Eav=126,Emax=181

- **Koridor**

p = 2 meter

l = 46,8 meter

t = 2,4 meter

h = 3,2 meter

$$k = \frac{p \times l}{t(p + l)}$$

$$= \frac{2 \times 46{,}8}{2{,}4(2 + 46{,}8)}$$

$$= 0{,}799$$

Untuk k = 0,6 : η = 0,37

Untuk k = 0,8 : η = 0,46

Efisiensi penerangan untuk k = 0,799 ditentukan dengan interpolasi:

$$\eta = 0{,}37 + \frac{0{,}799 - 0{,}6}{0{,}8 - 0{,}6}\,(0{,}46 - 0{,}37)$$

$$= 0{,}46$$

100 lux,

d = 0,75

$$n = \frac{100 \times 93{,}6}{3350 \times 0{,}46 \times 0{,}75} = 8{,}098$$

Jumlah titik lampu 8,098=9

Dialux 9, Eav=86,Emax=144

- **B 1.5**

p = 8 meter

l = 10,8 meter

t = 2,4 meter

h = 3,2 meter

$$k = \frac{p \times l}{t(p + l)}$$

$$= \frac{8 \times 10{,}8}{2{,}4\,(8 + 10.8)}$$

$$= 1{,}915$$

Dari tabel dapat dibaca:

Untuk k = 1,5 : η = 0,62

Untuk k = 2 : η = 0,68

Efisiensi penerangan untuk k = 1,915, ditentukan dengan interpolasi :

$$\eta = 0{,}62 + \frac{1{,}915 - 1{,}5}{2 - 1{,}5}(0{,}68 - 0{,}62) = 0{,}67$$

75% x 500 lux,

d = 0,75

$$n = \frac{0{,}75 \times 500 \times 86{,}4}{6700 \times 0{,}67 \times 0{,}75} = 9{,}623$$

Jumlah titik lampu 9,623=10

Dialux 10, Eav=308,Emax=440

- **B 1.15**

p = 8 meter
l = 10,8 meter
t = 2,4 meter
h = 3,2 meter

$$k = \frac{p \times l}{t(p + l)}$$

$$= \frac{8 \times 10{,}8}{2{,}4\ (8 + 10.8)}$$

$$= 1{,}915$$

Dari tabel dapat dibaca:

Untuk k = 1,5 : η = 0,62
Untuk k = 2 : η = 0,68

Efisiensi penerangan untuk k = 1,915, ditentukan dengan interpolasi :

$$\eta = 0{,}62 + \frac{1{,}915 - 1{,}5}{2 - 1{,}5}(0{,}68 - 0{,}62) = 0{,}67$$

75% x 300 lux,

d = 0,75

$$n = \frac{0{,}75 \times 300 \times 86{,}4}{6700 \times 0{,}67 \times 0{,}75} = 5{,}77$$

Jumlah titik lampu 5,77=6

Dialux **6,** Eav=188,Emax=296

- **B 1.3**

p = 8 meter
l = 3,6 meter
t = 2,4 meter
h = 3,2 meter

$$k = \frac{p \times l}{t(p + l)}$$

$$= \frac{8 \times 3{,}6}{2{,}4(8 + 3{,}6)}$$

$$= 1{,}034$$

Untuk k = 1 : η = 0,53
Untuk k = 1,2 : η = 0,58

Efisiensi penerangan untuk k = 1,034 ditentukan dengan interpolasi:

$$\eta = 0{,}53 + \frac{1{,}034 - 1}{1{,}2 - 1}\,(0{,}58 - 0{,}53)$$

$= 0{,}539$

75% x 350 lux,

d = 0,75

$$n = \frac{0{,}75 \times 350 \times 28{,}8}{6700 \times 0{,}539 \times 0{,}75} = 2{,}79$$

Jumlah titik lampu 2,79=3

Dialux **3,** Eav=233,Emax=341

- **B 2.3**

p = 8 meter

l = 3,6 meter

t = 2,4 meter

h = 3,2 meter

$$k = \frac{p \times l}{t(p + l)}$$

$$= \frac{8 \times 3{,}6}{2{,}4(8 + 3{,}6)}$$

$= 1{,}034$

Untuk k = 1 : η = 0,53

Untuk k = 1,2 : η = 0,58

Efisiensi penerangan untuk k = 1,034 ditentukan dengan interpolasi:

$$\eta = 0{,}53 + \frac{1{,}034 - 1}{1{,}2 - 1}\,(0{,}58 - 0{,}53)$$

$= 0{,}539$

75% x 350 lux,

d = 0,75

$$n = \frac{0{,}75 \times 350 \times 28{,}8}{6700 \times 0{,}539 \times 0{,}75} = 2{,}79$$

Jumlah titik lampu 2,79=3

Dialux **3,** Eav=233,Emax=341

- **B 2.7.1**

p = 4 meter

l = 3,6 meter

t = 2,4 meter

h = 3,2 meter

$$k = \frac{p \times l}{t(p + l)}$$

$$= \frac{4 \times 3,6}{2,4(4 + 3,6)}$$

$$= 0,789$$

Untuk k = 0,6 : η = 0,37

Untuk k = 0,8 : η = 0,46

Efisiensi penerangan untuk k = 0,789 ditentukan dengan interpolasi:

$$\eta = 0,37 + \frac{0,789 - 0,6}{0,8 - 0,6}(0,46 - 0,37)$$

$$= 0,455$$

75% x 350 lux,

d = 0,75

$$n = \frac{0,75 \times 350 \times 14,4}{6700 \times 0,455 \times 0,75} = 1,65$$

Jumlah titik lampu 1,65=2

Dialux 2, Eav=269,Emax=389

- **B 2.6**

p = 3 meter

l = 7,2 meter

t = 2,4 meter

h = 3,2 meter

$$k = \frac{p \times l}{t(p + l)}$$

$$= \frac{3 \times 7,2}{2,4(3 + 7,2)}$$

$$= 0882$$

Untuk k = 0,8 : η = 0,46

Untuk k = 1 : η = 0,53

Efisiensi penerangan untuk k = 0,882 ditentukan dengan interpolasi:

$$\eta = 0,46 + \frac{0,882 - 0,8}{1 - 0,8}(0,53 - 0,46)$$

$$= 0,489$$

75% x 350 lux,

d = 0,75

$$n = \frac{0{,}75 \times 350 \times 21{,}6}{6700 \times 0{,}489 \times 0{,}75} = 2.31$$

Jumlah titik lampu 2.31=3

Dialux 3, Eav=282,Emax=382

- **B 2.6.1**

p = 5 meter

l = 7,2 meter

t = 2,4 meter

h = 3,2 meter

$$k = \frac{p \times l}{t(p + l)}$$

$$= \frac{5 \times 7{,}2}{2{,}4(5 + 7{,}2)}$$

$$= 1{,}23$$

Untuk k = 1,2 : η = 0,58

Untuk k = 1,5 : η = 0,62

Efisiensi penerangan untuk k = 0,922 ditentukan dengan interpolasi:

$$\eta = 0{,}58 + \frac{1{,}23 - 1{,}2}{1{,}5 - 1{,}2}\,(0{,}62 - 0{,}58)$$

$$= 0{,}584$$

75% x 500 lux,

d = 0,75

$$n = \frac{0{,}75 \times 500 \times 36}{6700 \times 0{,}584 \times 0{,}75} = 4{,}6$$

Jumlah titik lampu 4,6 = 5

Dialux 6, Eav=378,Emax=469

- **B 2.6.5**

p = 9 meter

l = 7,2 meter

t = 2,4 meter

h = 3,2 meter

$$k = \frac{p \times l}{t(p + l)}$$

$$= \frac{9 \times 7,2}{2,4(9+7,2)}$$

$$= 1,67$$

Untuk k = 1.5 : η = 0,62

Untuk k = 2 : η = 0,68

Efisiensi penerangan untuk k = 1,67 ditentukan dengan interpolasi:

$$\eta = 0,62 + \frac{1,67-1,5}{2-1,5}(0,68-0,62)$$

$$= 0,6404$$

75%x350 lux,

d = 0,75

$$n = \frac{0,75 \times 350 \times 64,8}{6700 \times 0,6404 \times 0,75} = 5,29$$

Jumlah titik lampu 5,29 = 6

Dialux 6, Eav = 240 ,Emax = 344

- **B 2.11**

p = 9 meter

l = 10,8 meter

t = 2,4 meter

h = 3,2 meter

$$k = \frac{p \times l}{t(p+l)}$$

$$= \frac{9 \times 10,8}{2,4(9+10,8)}$$

$$= 2,045$$

Untuk k = 2 : η = 0,68

Untuk k = 2,5 : η = 0,71

Efisiensi penerangan untuk k = 2,045 ditentukan dengan interpolasi:

$$\eta = 0,68 + \frac{2,045-2}{2,5-2}(0,71-0,68)$$

$$= 0,683$$

75% x 500 lux,

d = 0,75

$$n = \frac{75\% \times 500 \times 97,2}{6700 \times 0,683 \times 0,75} = 10,62$$

Jumlah titik lampu 10,62=11

Dialux 12, Eav=324,Emax=422

- **Koridor 2**

p = 2 meter
l = 18 meter
t =2,4 meter
h = 3,2 meter

$$k = \frac{p \times l}{t(p + l)}$$

$$= \frac{2 \times 18}{2{,}4(2 + 18)}$$

$$= 0{,}75$$

Untuk k = 0,6 : η = 0,37
Untuk k = 0,8 : η = 0,46

Efisiensi penerangan untuk k = 0,75 ditentukan dengan interpolasi:

$$\eta = 0{,}37 + \frac{0{,}75 - 0{,}6}{0{,}8 - 0{,}6}\,(0{,}46 - 0{,}37)$$

$$= 0{,}438$$

100 lux,

d = 0,75

$$n = \frac{100 \times 36}{3350 \times 0{,}438 \times 0{,}75} = 3{,}27$$

Jumlah titik lampu 3,27=4

Dialux 4, Eav=97,Emax=148

- **B 2.5**

p = 9 meter
l = 8 meter
t = 2,4 meter
h = 3,2 meter

$$k = \frac{p \times l}{t(p + l)}$$

$$= \frac{9 \times 8}{2{,}4(9 + 8)}$$

$$= 1{,}765$$

Untuk k = 1.5 : η = 0,62
Untuk k = 2 : η = 0,68

Efisiensi penerangan untuk k = 1,765 ditentukan dengan interpolasi:

$$\eta = 0{,}62 + \frac{1{,}765 - 1{,}5}{2 - 1{,}5}\,(0{,}68 - 0{,}62)$$

$= 0{,}652$

75% x 500 lux,

d = 0,75

$$n = \frac{75\% \times 500 \times 72}{6700 \times 0{,}652 \times 0{,}75} = 8{,}24$$

Jumlah titik lampu 8,24 = 9

Dialux 9, Eav=317,Emax=420

- **B 2.5(r asisten)**

p = 9 meter

l = 3 meter

t = 2,4 meter

h = 3,2 meter

$$k = \frac{p \times l}{t(p + l)}$$

$$= \frac{9 \times 3}{2{,}4(9 + 3)}$$

$$= 0{,}938$$

Untuk k = 0,8 : η = 0,46

Untuk k = 1 : η = 0,53

Efisiensi penerangan untuk k = 0,938 ditentukan dengan interpolasi:

$$\eta = 0{,}46 + \frac{0{,}938 - 0{,}8}{1 - 0{,}8}\,(0{,}53 - 0{,}46)$$

$= 0{,}508$

75% x 350 lux,

d = 0,75

$$n = \frac{75\% \times 350 \times 27}{6700 \times 0{,}508 \times 0{,}75} = 2{,}77$$

Jumlah titik lampu 2,77 = 3

Dialux 3 Eav=231,Emax=316

- **B 2.5.1**

p = 9 meter

l = 3,6 meter

t = 2,4 meter

h =3,2 meter

$$k = \frac{p \times l}{t(p + l)}$$

$$= \frac{9 \times 3,6}{2,4(9 + 3,6)}$$

$$= 1,071$$

Untuk k = 1 : η = 0,53

Untuk k = 1,2 : η = 0,58

Efisiensi penerangan untuk k = 1,071 ditentukan dengan interpolasi:

$$\eta = 0,53 + \frac{1,071 - 1}{1,2 - 1}(0,58 - 0,53)$$

$$= 0,548$$

75% x 350 lux,

d = 0,75

$$n = \frac{75\% \times 350 \times 32,4}{6700 \times 0,548 \times 0,75} = 3,1$$

Jumlah titik lampu 3,1=4

Dialux 4 Eav=279,Emax=395

GBE LANTAI 1

- **C 1.1**

p = 6,25 meter

l = 10 meter

t = 2,6 meter

h =3,4 meter

$$k = \frac{p \times l}{t(p + l)}$$

$$= \frac{6,25 \times 10}{2,6(6,25 + 10,5)}$$

$$= 1,435$$

Untuk k = 1,2 : η = 0,58

Untuk k = 1.5 : η = 0,62

Efisiensi penerangan untuk k = 1,507 ditentukan dengan interpolasi:

$$\eta = 0,58 + \frac{1,435 - 1,2}{1,5 - 1,2}(0,62 - 0,58)$$

$$= 0,611$$

75% x 300 lux,

d = 0,75

$$n = \frac{0{,}75 \times 300 \times 62.5}{6700 \times 0{,}611 \times 0{,}75} = 4{,}58$$

Jumlah titik lampu 4,58 = 5

Dialux 6 Eav=235,Emax=342

- **C 1.2**

p = 6,25 meter

l = 3,6 meter

t = 2,6 meter

h =3,4 meter

$$k = \frac{p \times l}{t(p + l)}$$

$$= \frac{6{,}25 \times 3{,}6}{2{,}6(6{,}25 + 3{,}6)}$$

$$= 0{,}879$$

Untuk k = 0,8 : η = 0,46

Untuk k = 1 : η = 0,53

Efisiensi penerangan untuk k = 0,879 ditentukan dengan interpolasi:

$$\eta = 0{,}46 + \frac{0{,}879 - 0{,}8}{1 - 0{,}8}(0{,}53 - 0{,}46)$$

$$= 0{,}488$$

75% x 300 lux,

d = 0,75

$$n = \frac{0{,}75 \times 300 \times 22{,}5}{6700 \times 0{,}488 \times 0{,}75} = 2{,}75$$

Jumlah titik lampu 2,06 = 2

Dialux 2 Eav=185,Emax=263

- **C 1.1.1**

p = 3,6 meter

l = 5,15 meter

t = 2,6 meter

h =3,4 meter

$$k = \frac{p \times l}{t(p + l)}$$

$$= \frac{3,6 \times 5,15}{2,6(3,6 + 5,15)}$$

$$= 0,824$$

Untuk k = 0,8 : η = 0,46

Untuk k = 1 : η = 0,53

Efisiensi penerangan untuk k = 0,824 ditentukan dengan interpolasi:

$$\eta = 0,46 + \frac{0,824 - 0,8}{1 - 0,8}(0,53 - 0,46)$$

$$= 0,468$$

75% x 350 lux,

d = 0,75

$$n = \frac{0,75 \times 350 \times 18,54}{6700 \times 0,468 \times 0,75} = 2,07$$

Jumlah titik lampu 2,07 = 2

Dialux 2 Eav=212 ,Emax=296

- **C 1.3**

p = 6,25 meter

l = 7,2 meter

t = 2,6 meter

h =3,4 meter

$$k = \frac{p \times l}{t(p + l)}$$

$$= \frac{6,25 \times 7,2}{2,6(6,25 + 7,2)}$$

$$= 1,287$$

Untuk k = 1,2 : η = 0,58

Untuk k = 1,5 : η = 0,62

Efisiensi penerangan untuk k = 1,287 ditentukan dengan interpolasi:

$$\eta = 0,58 + \frac{1,287 - 1,2}{1,5 - 1,2}(0,62 - 0,58)$$

$$= 0,592$$

75% x 500 lux,

d = 0,75

$$n = \frac{0,75 \times 500 \times 45}{6700 \times 0,592 \times 0,75} = 5,67$$

Jumlah titik lampu 5,67 = 6

Dialux 6 Eav=316,Emax=428

- **C 1.3.1**

p = 6,25 meter

l = 3,6 meter

t = 2,6 meter

h =3,4 meter

$$k = \frac{p \times l}{t(p + l)}$$

$$= \frac{6{,}25 \times 3{,}6}{2{,}6(6{,}25 + 3{,}6)}$$

$$= 0{,}879$$

Untuk k = 0,8 : η = 0,46

Untuk k = 1 : η = 0,53

Efisiensi penerangan untuk k = 0,879 ditentukan dengan interpolasi:

$$\eta = 0{,}46 + \frac{0{,}879 - 0{,}8}{1 - 0{,}8}(0{,}53 - 0{,}46)$$

$$= 0{,}488$$

0,75 x 300 lux,

d = 0,75

$$n = \frac{0{,}75 \times 350 \times 22{,}5}{6700 \times 0{,}488 \times 0{,}75} = 2{,}41$$

Jumlah titik lampu 2,41 = 3

Dialux 3 Eav=271,Emax=385

- **C 1.4**

p = 8,75 meter

l = 7,2 meter

t = 2,6 meter

h =3,4 meter

$$k = \frac{p \times l}{t(p + l)}$$

$$= \frac{8{,}75 \times 7{,}2}{2{,}6(8{,}75 + 7{,}2)}$$

$= 1{,}471$

Untuk k = 1,2 : η = 0,58

Untuk k = 1,5 : η = 0,62

Efisiensi penerangan untuk k = 1,287 ditentukan dengan interpolasi:

$$\eta = 0{,}58 + \frac{1{,}471 - 1{,}2}{1{,}5 - 1{,}2}(0{,}62 - 0{,}58)$$

$= 0{,}616$

75% x 350 lux,

d = 0,75

$$n = \frac{0{,}75 \times 350 \times 63}{6700 \times 0{,}616 \times 0{,}75} = 5{,}34$$

Jumlah titik lampu 5,34 = 6

Dialux 6 Eav=239,Emax=335

- **C 1.5**

p = 6,25 meter

l = 5,4 meter

t = 2,6 meter

h =3,4 meter

$$k = \frac{p \times l}{t(p + l)}$$

$$= \frac{6{,}25 \times 5{,}4}{2{,}6(6{,}25 + 5{,}4)}$$

$= 1{,}114$

Untuk k = 1 : η = 0,53

Untuk k = 1,2 : η = 0,58

Efisiensi penerangan untuk k = 1,287 ditentukan dengan interpolasi:

$$\eta = 0{,}53 + \frac{1{,}114 - 1}{1{,}2 - 1}(0{,}58 - 0{,}53)$$

$= 0{,}534$

75% x 350 lux,

d = 0,75

$$n = \frac{0{,}75 \times 350 \times 33{,}75}{6700 \times 0{,}534 \times 0{,}75} = 3{,}3$$

Jumlah titik lampu 3,3 = 4

Dialux 4 Eav=261 Emax=324

- **C 1.13**

p = 2,65 meter
l = 5,15 meter
t = 2,6 meter
h =3,4 meter

$$k = \frac{p \times l}{t(p + l)}$$

$$= \frac{2,65 \times 5,15}{2,6(2,65 + 5,15)}$$

$$= 0,673$$

Untuk k = 0,6 : η = 0,37
Untuk k = 0,8 : η = 0,46

Efisiensi penerangan untuk k = 0,673 ditentukan dengan interpolasi:

$$\eta = 0,37 + \frac{0,673 - 0,6}{0,8 - 0,6}(0,46 - 0,37)$$

= 0,403

150 lux,

d = 0,75

$$n = \frac{150 \times 13,65}{3350 \times 0,403 \times 0,75} = 2,02$$

Jumlah titik lampu 2,02= 2

Dialux 2 Eav=124 ,Emax=158

- **Koridor**

p = 2,5 meter
l = 36 meter
t = 2,6 meter
h = 3,4 meter

$$k = \frac{p \times l}{t(p + l)}$$

$$= \frac{2,5 \times 36}{2,6(2,5 + 36)}$$

$$= 0,92$$

Untuk k = 0,8 : η = 0,46
Untuk k = 1 : η = 0,53

Efisiensi penerangan untuk k = 0,909 ditentukan dengan interpolasi:

$$\eta = 0{,}46 + \frac{0{,}92 - 0{,}8}{1 - 0{,}8}\,(0{,}53 - 0{,}46)$$

$= 0{,}502$

100 lux,

d = 0,75

$$n = \frac{100 \times 90}{3350 \times 0{,}502 \times 0{,}75} = 7{,}14$$

Jumlah titik lampu 7,14 =7

Dialux 7, Eav=77Emax=121

GBE LANTAI 2

- **C 2.1**

p = 3,6 meter

l = 5,5 meter

t = 2,6 meter

h =3,4 meter

$$k = \frac{p \times l}{t(p + l)}$$

$$= \frac{3{,}6 \times 5{,}5}{2{,}6(3{,}6 + 5{,}5)}$$

$= 0{,}837$

Untuk k = 0,8 : η = 0,46

Untuk k = 1 : η = 0,53

Efisiensi penerangan untuk k = 0,837 ditentukan dengan interpolasi:

$$\eta = 0{,}46 + \frac{0{,}837 - 0{,}8}{1 - 0{,}8}\,(0{,}53 - 0{,}46)$$

$= 0{,}473$

75% x 350 lux,

d = 0,75

$$n = \frac{0{,}75 \times 350 \times 19{,}8}{6700 \times 0{,}473 \times 0{,}75} = 2{,}19$$

Jumlah titik lampu 2,19 = 2

Dialux 2 Eav=204 ,Emax=281

- **C 2.2**

p = 3,6 meter

l = 5,5 meter

t = 2,6 meter

h =3,4 meter

$$k = \frac{p \times l}{t(p + l)}$$

$$= \frac{3,6 \times 5,5}{2,6(3,6 + 5,5)}$$

$$= 0,837$$

Untuk k = 0,8 : η = 0,46

Untuk k = 1 : η = 0,53

Efisiensi penerangan untuk k = 0,837 ditentukan dengan interpolasi:

$$\eta = 0,46 + \frac{0,837 - 0,8}{1 - 0,8}(0,53 - 0,46)$$

$$= 0,473$$

100 lux,

d = 0,75

$$n = \frac{100 \times 19,8}{6700 \times 0,473 \times 0,75} = 0,83$$

Jumlah titik lampu 0,83 = 1

Dialux 1 Eav=110 ,Emax=216

- **C 2.4**

p = 8,75 meter

l = 10,8 meter

t = 2,6 meter

h =3,4 meter

$$k = \frac{p \times l}{t(p + l)}$$

$$= \frac{8,75 \times 10,8}{2,6(8,75 + 10,8)}$$

$$= 1,859$$

Untuk k = 1,5 : η = 0,62

Untuk k = 2 : η = 0,68

Efisiensi penerangan untuk k = 1,859 ditentukan dengan interpolasi:

$$\eta = 0,62 + \frac{1,859 - 1,5}{2 - 1,5}(0,68 - 0,62)$$

$$= 0,663$$

75% x 500 lux,

d = 0,75

$$n = \frac{0{,}75 \times 500 \times 94{,}5}{6700 \times 0{,}663 \times 0{,}75} = 10{,}63$$

Jumlah titik lampu 10,63 = 11

Dialux 12 Eav=324,Emax=412

- **C 2.4.2**

p = 6,25 meter

l = 3,6 meter

t = 2,6 meter

h =3,4 meter

$$k = \frac{p \times l}{t(p + l)}$$

$$= \frac{6{,}25 \times 3{,}6}{2{,}6(6{,}25 + 3{,}6)}$$

$$= 0{,}879$$

Untuk k = 0,8 : η = 0,46

Untuk k = 1 : η = 0,53

Efisiensi penerangan untuk k = 0,879 ditentukan dengan interpolasi:

$$\eta = 0{,}46 + \frac{0{,}879 - 0{,}8}{1 - 0{,}8}(0{,}53 - 0{,}46)$$

$$= 0{,}488$$

100 lux,

d = 0,75

$$n = \frac{100 \times 22{,}5}{6700 \times 0{,}488 \times 0{,}75} = 0{,}92$$

Jumlah titik lampu 0,92 = 1

Dialux 1 Eav=99,Emax=215

- **C 2.5.1**

p = 4,5 meter

l = 3,6 meter

t = 2,6 meter

h =3,4 meter

$$k = \frac{p \times l}{t(p + l)}$$

$$= \frac{4{,}5 \times 3{,}6}{2{,}6(4{,}5 + 3{,}6)}$$

$= 0{,}769$

Untuk k = 0,6 : η = 0,37

Untuk k = 0,8 : η = 0,46

Efisiensi penerangan untuk k = 0,879 ditentukan dengan interpolasi:

$$\eta = 0{,}37 + \frac{0{,}769 - 0{,}6}{0{,}8 - 0{,}6}(0{,}46 - 0{,}37)$$

$= 0{,}446$

0,75 x 350 lux,

d = 0,75

$$n = \frac{75\% \times 350 \times 16{,}2}{6700 \times 0{,}446 \times 0{,}75} = 1{,}987$$

Jumlah titik lampu 1,897 =2

Dialux 2Eav=235,Emax=372

- **C 2.6**

p = 4,5 meter

l = 4,5 meter

t = 2,6 meter

h =3,4 meter

$$k = \frac{p \times l}{t(p + l)}$$

$$= \frac{4{,}5 \times 4{,}5}{2{,}6(4{,}5 + 4{,}5)}$$

$= 0{,}865$

Untuk k = 0,8 : η = 0,46

Untuk k = 1 : η = 0,53

Efisiensi penerangan untuk k = 0,879 ditentukan dengan interpolasi:

$$\eta = 0{,}46 + \frac{0{,}865 - 0{,}8}{1 - 0{,}8}(0{,}53 - 0{,}46)$$

$= 0{,}483$

0,75 x 350 lux,

d = 0,75

$$n = \frac{75\% \times 350 \times 20{,}25}{6700 \times 0{,}483 \times 0{,}75} = 2{,}19$$

Jumlah titik lampu 2,19 =3

Dialux 3 Eav=300,Emax=476

- **C 2.7**

p = 4,5 meter
l = 2,8 meter
t = 2,6 meter
h =3,4 meter

$$k = \frac{p \times l}{t(p + l)}$$

$$= \frac{4,5 \times 2,8}{2,6(4,5 + 2,8)}$$

$$= 0,664$$

Untuk k = 0,6 : η = 0,37
Untuk k = 0,8 : η = 0,46

Efisiensi penerangan untuk k = 0,664 ditentukan dengan interpolasi:

$$\eta = 0,37 + \frac{0,664 - 0,6}{0,8 - 0,6}\,(0,46 - 0,37)$$

$$= 0,399$$

0,75 x 350 lux,

d = 0,75

$$n = \frac{75\% \times 350 \times 12,6}{6700 \times 0,399 \times 0,75} = 1,65$$

Jumlah titik lampu 1,65 =2

Dialux 2 Eav=266,Emax=345

- **C 2.9**

p = 4,5 meter
l = 4,5 meter
t = 2,6 meter
h =3,4 meter

$$k = \frac{p \times l}{t(p + l)}$$

$$= \frac{4,5 \times 4,5}{2,6(4,5 + 4,5)}$$

$$= 0,865$$

Untuk k = 0,8 : η = 0,46
Untuk k = 1 : η = 0,53

Efisiensi penerangan untuk k = 0,879 ditentukan dengan interpolasi:

$$\eta = 0{,}46 + \frac{0{,}865 - 0{,}8}{1 - 0{,}8}(0{,}53 - 0{,}46)$$

$= 0{,}483$

0,75 x 350 lux,

d = 0,75

$$n = \frac{75\% \times 350 \times 20{,}25}{6700 \times 0{,}483 \times 0{,}75} = 2{,}19$$

Jumlah titik lampu 2,19 =2

Dialux = 2 titik lampu Eav = 204 lux ,Emax = 298 lux

- **C 2.10**

p = 7,5 meter

l = 10,8 meter

t = 2,6 meter

h =3,4 meter

$$k = \frac{p \times l}{t(p + l)}$$

$$= \frac{7{,}5 \times 10{,}8}{2{,}6(7{,}5 + 10{,}8)}$$

$= 1{,}702$

Untuk k = 1,5 : η = 0,62

Untuk k = 2 : η = 0,68

Efisiensi penerangan untuk k = 1,702 ditentukan dengan interpolasi:

$$\eta = 0{,}62 + \frac{1{,}702 - 1{,}5}{2 - 1{,}5}(0{,}68 - 0{,}62)$$

$= 0{,}644$

75% x 500 lux,

d = 0,75

$$n = \frac{0{,}75 \times 500 \times 81}{6700 \times 0{,}644 \times 0{,}75} = 9{,}38$$

Jumlah titik lampu 9.38 = 10

Dialux 12 Eav=368,Emax=463

- **C 2.10.1**

p = 7,5 meter

l = 3,6 meter

t = 2,6 meter

h =3,4 meter

$$k = \frac{p \times l}{t(p + l)}$$

$$= \frac{7,5 \times 3,6}{2,6(7,5 + 3,6)}$$

$$= 0,936$$

Untuk k = 0,8 : η = 0,46

Untuk k = 1 : η = 0,53

Efisiensi penerangan untuk k = 0,879 ditentukan dengan interpolasi:

$$\eta = 0,46 + \frac{0,936 - 0,8}{1 - 0,8}(0,53 - 0,46)$$

$$= 0,508$$

100 lux,

d = 0,75

$$n = \frac{100 \times 27}{6700 \times 0,508 \times 0,75} = 1,06$$

Jumlah titik lampu 1,06 = 1

Dialux 1 Eav=85,Emax=213

- **Koridor**

p = 5 meter

l = 12 meter

t = 2,6 meter

h = 3,4 meter

$$k = \frac{p \times l}{t(p + l)}$$

$$= \frac{5 \times 12}{2,6(5 + 12)}$$

$$= 1,357$$

Untuk k = 1,2 : η = 0,58

Untuk k = 1,5 : η = 0,62

Efisiensi penerangan untuk k = 1,357 ditentukan dengan interpolasi:

$$\eta = 0,58 + \frac{1,357 - 1,2}{1,5 - 1,2}(0,62 - 0,58)$$

$$= 0,601$$

100 lux,

d = 0,75

$$n = \frac{100 \times 60}{3350 \times 0{,}601 \times 0{,}75} = 3{,}97$$

Jumlah titik lampu 3,97 = 4

Dialux 5, Eav = 104,Emax = 168

Lampiran 7. Perhitungan DIALux

B 1.1.1

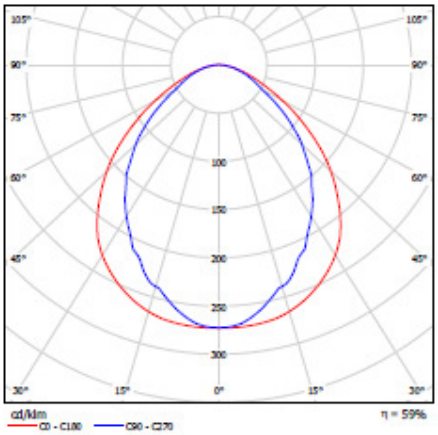
DIALux
12.01.2010

Operator
Telephone
Fax
e-Mail

OSRAM GmbH APOLLON® T8 VB 2L36HF / Luminaire Data Sheet

See our luminaire catalog for an image of the luminaire.

Luminous emittance 1:



Luminaire classification according to CIE: 100
CIE flux code: 57 87 97 100 60

Luminous emittance 1:

Glare Evaluation According to UGR

ρ Ceiling	70	70	50	50	30	70	70	50	50	30
ρ Walls	50	30	50	30	30	50	30	50	30	30
ρ Floor	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20

Room Size X	Y	Viewing direction at right angles to lamp axis					Viewing direction parallel to lamp axis				
2H	2H	18.3	19.5	18.6	19.8	20.0	16.9	18.1	17.2	18.2	18.5
	3H	19.2	20.2	19.5	20.5	20.8	17.7	18.7	18.0	19.0	19.3
	4H	19.5	20.5	19.8	20.8	21.1	18.0	19.0	18.4	19.3	19.6
	6H	19.7	20.7	20.1	20.9	21.3	18.3	19.3	18.7	19.5	19.9
	8H	19.8	20.7	20.2	21.0	21.3	18.4	19.3	18.8	19.6	19.9
	12H	19.8	20.7	20.2	21.0	21.3	18.5	19.3	18.9	19.7	20.0
4H	2H	18.6	19.6	19.0	19.9	20.2	17.4	18.4	17.7	18.7	19.0
	3H	19.6	20.5	20.0	20.8	21.1	18.4	19.2	18.7	19.5	19.9
	4H	20.1	20.8	20.5	21.2	21.5	18.8	19.6	19.2	19.9	20.3
	6H	20.5	21.1	20.9	21.5	21.9	19.2	19.9	19.7	20.3	20.7
	8H	20.6	21.2	21.0	21.6	22.0	19.4	20.0	19.8	20.4	20.8
	12H	20.7	21.2	21.1	21.6	22.0	19.5	20.0	19.9	20.4	20.9
8H	4H	20.2	20.8	20.6	21.2	21.6	19.1	19.6	19.5	20.0	20.4
	6H	20.7	21.2	21.1	21.6	22.0	19.6	20.0	20.0	20.5	20.9
	8H	20.9	21.3	21.3	21.7	22.1	19.8	20.2	20.3	20.6	21.1
	12H	21.0	21.4	21.5	21.8	22.3	19.9	20.3	20.4	20.8	21.3
12H	4H	20.2	20.7	20.7	21.1	21.6	19.1	19.6	19.5	20.0	20.4
	6H	20.7	21.1	21.2	21.6	22.0	19.6	20.0	20.1	20.5	21.0
	8H	20.9	21.3	21.4	21.7	22.2	19.8	20.2	20.3	20.7	21.2

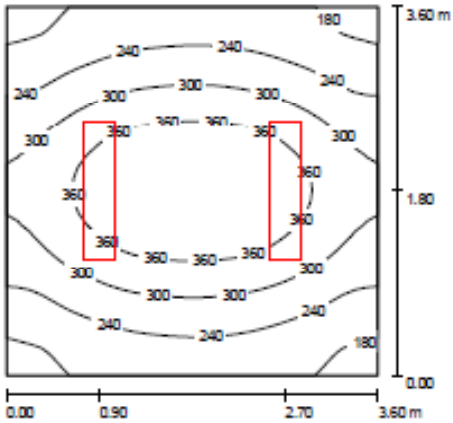
Variation of the observer position for the luminaire distances X

S = 1.0H	+0.1 / -0.2		+0.1 / -0.3
S = 1.5H	+0.5 / -0.7		+0.6 / -1.0
S = 2.0H	+1.2 / -1.4		+1.0 / -1.4
Standard table	BK04		BK04
Correction	1.6		0.3
Recognized			

Corrected Glare Indices referring to 4700lm Total Luminous Flux

Operator
Telephone
Fax
e-Mail

Room 1 / Summary



Height of Room: 3.200 m, Mounting Height: 3.200 m, Light loss factor: 0.75 — Values in Lux, Scale 1:47

Surface	ρ [%]	E_{av} [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	u0
Workplane	/	268	162	418	0.563
Floor	10	224	151	291	0.671
Ceiling	70	56	38	66	0.680
Walls (4)	50	135	45	372	/

Workplane:
Height: 0.800 m
Grid: 32 x 32 Points
Boundary Zone: 0.000 m

Illuminance Quotient (according to LG7): Walls / Working Plane: 0.491, Ceiling / Working Plane: 0.194.

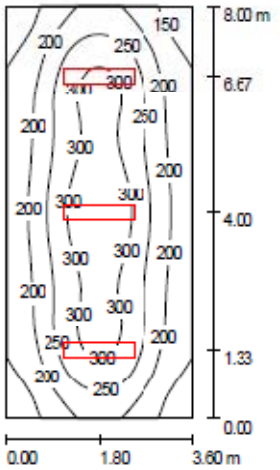
Luminaire Parts List

No.	Pieces	Designation (Correction Factor)	Φ [lm]	P [W]
1	2	OSRAM GmbH APOLLON® T8 VB 2L36HF (1.000)	6700	79.0
		Total:	13400	158.0

Specific connected load: 12.19 W/m² = 4.23 W/m²/100 lx (Ground area: 12.96 m²)

Operator
Telephone
Fax
e-Mail

Room 1 / Summary



Height of Room: 3.200 m, Mounting Height: 3.200 m, Light loss factor: 0.75 Values in Lux, Scale 1:103

Surface	ρ [%]	E_{av} [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	u0
Workplane	/	233	120	341	0.515
Floor	10	194	114	259	0.588
Ceiling	70	36	26	41	0.720
Walls (4)	50	97	33	199	/

Workplane:
Height: 0.800 m
Grid: 64 x 32 Points
Boundary Zone: 0.000 m

UGR (CIE, SHR = 0.25.)

	Lengthways	Across
Left Wall	19	17
Lower Wall	19	18

to luminaire axis

Illuminance Quotient (according to LG7): Walls / Working Plane: 0.412, Ceiling / Working Plane: 0.156.

Luminaire Parts List

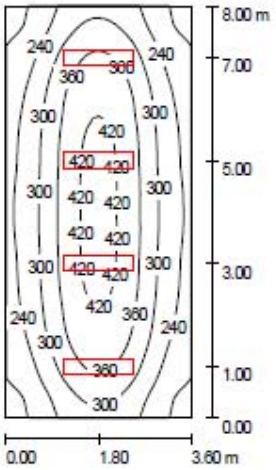
No.	Pieces	Designation (Correction Factor)	Φ [lm]	P [W]
1	3	OSRAM GmbH APOLLON® T8 VB 2L36HF (1.000)	6700	79.0
		Total:	20100	237.0

Specific connected load: 8.23 W/m² = 3.53 W/m²/100 lx (Ground area: 28.80 m²)

DIALux
12.01.2010

Operator
Telephone
Fax
e-Mail

Room 1 / Summary



Height of Room: 3.200 m, Mounting Height: 3.200 m, Light loss factor: 0.75

Values in Lux, Scale 1:103

Surface	ρ [%]	E_{av} [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	u0
Workplane	/	308	160	440	0.520
Floor	10	257	153	344	0.596
Ceiling	70	49	37	60	0.752
Walls (4)	50	130	45	316	/

Workplane:
Height: 0.800 m
Grid: 64 x 32 Points
Boundary Zone: 0.000 m

UGR (CIE, SHR = 0.25.)

	Lengthways-	Across
Left Wall	19	17
Lower Wall	19	18

to luminaire axis

Illuminance Quotient (according to LG7): Walls / Working Plane: 0.423, Ceiling / Working Plane: 0.160.

Luminaire Parts List

No.	Pieces	Designation (Correction Factor)	Φ [lm]	P [W]
1	4	OSRAM GmbH APOLLON® T8 VB 2L36HF (1.000)	6700	79.0
		Total:	26800	316.0

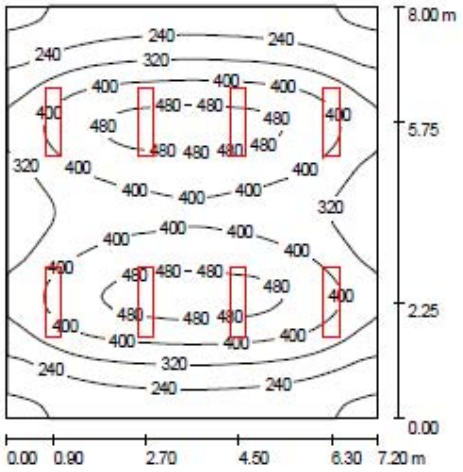
Specific connected load: 10.97 W/m² = 3.56 W/m²/100 lx (Ground area: 28.80 m²)

DIALux

12.01.2010

Operator
Telephone
Fax
e-Mail

Room 1 / Summary



Height of Room: 3.200 m, Mounting Height: 3.200 m, Light loss factor: 0.75

Values in Lux, Scale 1:103

Surface	ρ [%]	E_{av} [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	u0
Workplane	/	350	141	514	0.401
Floor	10	312	154	420	0.495
Ceiling	70	50	40	67	0.790
Walls (4)	50	139	45	375	/

Workplane:
Height: 0.800 m
Grid: 64 x 64 Points
Boundary Zone: 0.000 m

UGR (CIE, SHR = 0.25.)

	Lengthways-	Across	to luminaire axis
Left Wall	20	19	
Lower Wall	20	19	

Illuminance Quotient (according to LG7): Walls / Working Plane: 0.390, Ceiling / Working Plane: 0.144.

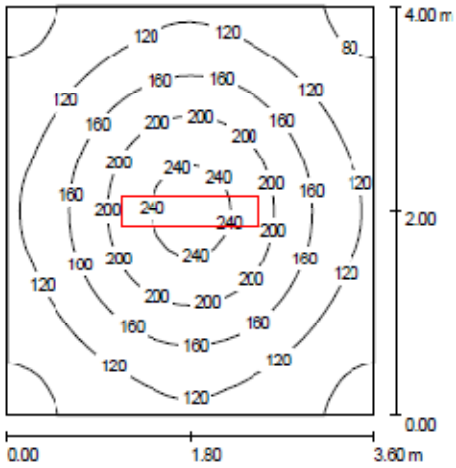
Luminaire Parts List

No.	Pieces	Designation (Correction Factor)	Φ [lm]	P [W]
1	8	OSRAM GmbH APOLLON® T8 VB 2L36HF (1.000)	6700	79.0
			Total: 53600	632.0

Specific connected load: 10.97 W/m² = 3.13 W/m²/100 lx (Ground area: 57.60 m²)

Operator
Telephone
Fax
e-Mail

Room 1 / Summary



Height of Room: 3.200 m, Mounting Height: 3.200 m, Light loss factor: 0.75 — Values in Lux, Scale 1:52

Surface	ρ [%]	E_{av} [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	u0
Workplane	/	145	68	255	0.470
Floor	10	113	69	159	0.610
Ceiling	70	23	16	26	0.693
Walls (4)	50	58	19	98	/

Workplane:
Height: 0.800 m
Grid: 32 x 32 Points
Boundary Zone: 0.000 m

UGR

	Lengthways-	Across
Left Wall	18	17
Lower Wall	18	17

to luminaire axis
(CIE, SHR = 0.25.)

Illuminance Quotient (according to LG7): Walls / Working Plane: 0.392, Ceiling / Working Plane: 0.155.

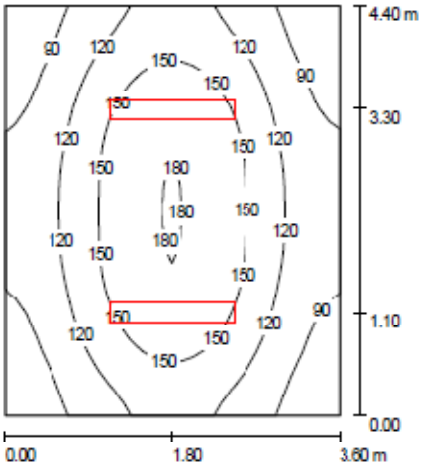
Luminaire Parts List

No.	Pieces	Designation (Correction Factor)	Φ [lm]	P [W]
1	1	OSRAM GmbH APOLLON® T8 VB 2L36HF (1.000)	6700	79.0
		Total:	6700	79.0

Specific connected load: 5.49 W/m² = 3.77 W/m²/100 lx (Ground area: 14.40 m²)

Operator
Telephone
Fax
e-Mail

Room 1 / Summary



Heigh: of Room: 3.200 m, Mounting Height: 3.200 m, Light loss factor: 0.75

Values in Lux, Scale 1:57

Surface	ρ [%]	E_{av} [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	uO
Workplane	/	120	09	181	0.551
Floor	10	100	66	132	0.655
Ceiling	70	22	16	25	0.704
Walls (4)	50	56	19	135	/

Workplane:
Height: 0.800 m
Grid 32 x 32 Points
Boundary Zone: 0.000 m

UGR Lengthways- Across to luminaire axis
Left Wall 18 17
Lower Wall 18 17
(CIE, SHR = 0.25.)

Illuminance Quotient (according to LG7): Walls / Working Plane: 0.458, Ceiling / Working Plane: 0.177.

Luminaire Parts List

No.	Pieces	Designation (Correction Factor)	Φ [lm]	P [W]
1	2	OSRAM GmbH APOLLON® T8 VB 1L36HF (1.000)	3350	44.0
			Total: 6700	88.0

Specific connected load: 5.56 W/m² = 4.41 W/m²/100 lx (Ground area: 15.84 m²)

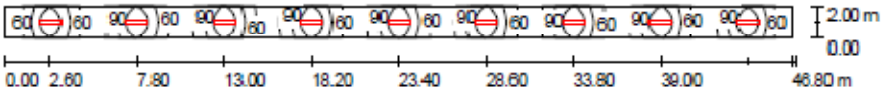
repository.ub.ac

koridor 1b DIALux

12.01.2010

Operator
Telephone
Fax
e-Mail

Room 1 / **Summary**



Height of Room: 3.200 m, Mounting Height: 3.200 m, Light loss factor: 0.75 — Values in Lux, Scale 1:335

Surface	ρ [%]	E_{av} [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	u0
Workplane	/	88	37	144	0.431
Floor	10	69	39	93	0.566
Ceiling	70	18	13	27	0.697
Walls (4)	50	46	14	150	/

Workplane:
Height: 0.800 m
Grid: 128 x 16 Points
Boundary Zone: 0.000 m

Illuminance Quotient (according to LG7): Walls / Working Plane: 0.595, Ceiling / Working Plane: 0.213.

Luminaire Parts List

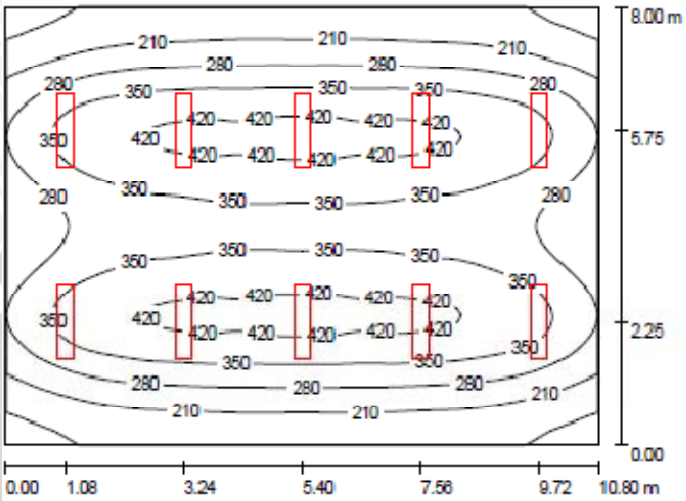
No.	Pieces	Designation (Correction Factor)	Φ [lm]	P [W]
1	9	OSRAM GmbH APOLLON® T8 VB 1L36HF (1.000)	3350	44.0
		Total:	30150	396.0

Specific connected load: 4.23 W/m² = 4.93 W/m²/100 lx (Ground area: 93.60 m²)

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Operator
Telephone
Fax
e-Mail

Room 1 / Summary



Height of Room: 3.200 m, Mounting Height: 3.200 m, Light loss factor: 0.75

Values in Lux, Scale 1:103

Surface	ρ [%]	E_{av} [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	u0
Workplane	/	308	116	440	0.376
Floor	10	280	131	372	0.468
Ceiling	70	41	35	52	0.863
Walls (4)	50	115	38	279	/

Workplane:

		UGR	Lengthways-	Across	to luminaire axis
Height:	0.800 m	Left Wall	20	19	
Grid:	64 x 64 Points	Lower Wall	20	19	
Boundary Zone:	0.000 m	(CIE, SHR = 0.25.)			

Illuminance Quotient (according to LG7): Walls / Working Plane: 0.357, Ceiling / Working Plane: 0.132.

Luminaire Parts List

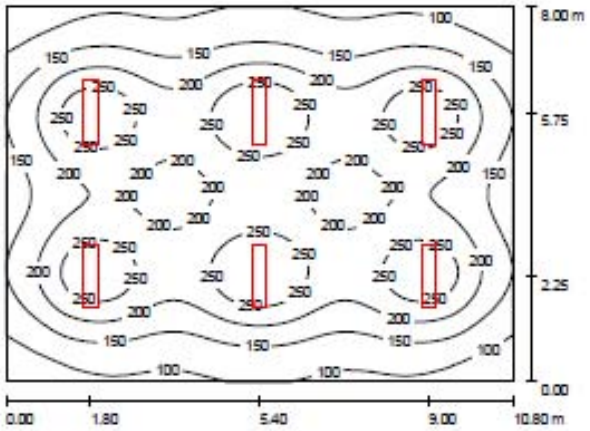
No.	Pieces	Designation (Correction Factor)	Φ [lm]	P [W]
1	10	OSRAM GmbH APOLLON® T8 VB 2L36HF (1.000)	6700	79.0
			Total: 67000	790.0

Specific connected load: 9.14 W/m² = 2.97 W/m²/100 lx (Ground area: 86.40 m²)

b 1.15 DIALux
12.01.2010

Operator
Telephone
Fax
e-Mail

Room 1 / Summary



Height of Room: 3.200 m, Mounting Height: 3.200 m, Light loss factor: 0.75

Values in Lux, Scale 1:103

Surface	ρ [%]	E_{av} [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	u0
Workplane	/	188	68	299	0.362
Floor	10	170	79	229	0.462
Ceiling	70	24	20	27	0.842
Walls (4)	50	66	22	123	/

Workplane:

		UGR	Lengthways-	Across	to luminaire axis
Height:	0.800 m	Left Wall	20	19	
Grid:	64 x 64 Points	Lower Wall	20	19	
Boundary Zone:	0.000 m	(CIE, SHR = 0.25.)			

Illuminance Quotient (according to LG7): Walls / Working Plane: 0.327, Ceiling / Working Plane: 0.126.

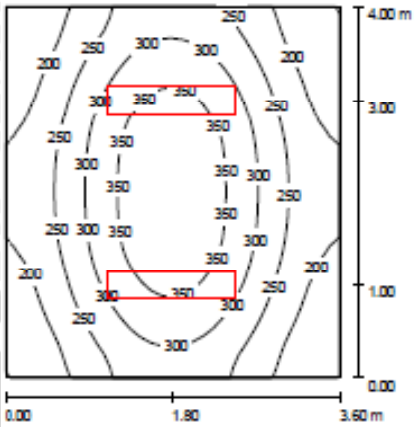
Luminaire Parts List

No.	Pieces	Designation (Correction Factor)	Φ [lm]	P [W]
1	6	OSRAM GmbH APOLLON® T8 VB 2L36HF (1.000)	6700	79.0
		Total:	40200	474.0

Specific connected load: 5.49 W/m² = 2.92 W/m²/100 lx (Ground area: 86.40 m²)

Operator
Telephone
Fax
e-Mail

Room 1 / Summary



Height of Room: 3.200 m, Mounting Height: 3.200 m, Light loss factor: 0.75

Values in Lux, Scale 1:52

Surface	ρ [%]	E_{av} [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	u0
Workplane	/	269	149	389	0.556
Floor	10	212	141	278	0.664
Ceiling	70	50	35	58	0.696
Walls (4)	50	123	41	314	/

Workplane:		UGR	Lengthways-	Across	to luminaire axis
Height:	0.800 m	Left Wall	18	17	
Grid:	32 x 32 Points	Lower Wall	18	17	
Boundary Zone:	0.000 m	(CIE, SHR = 0.25.)			

Illuminance Quotient (according to LG7): Walls / Working Plane 0.473, Ceiling / Working Plane: 0.184.

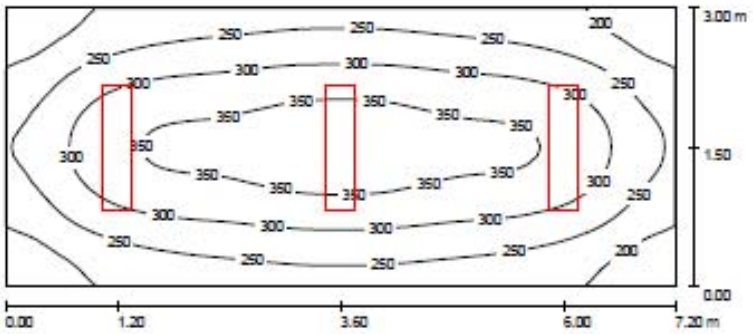
Luminaire Parts List

No.	Pieces	Designation (Correction Factor)	Φ [lm]	P [W]
1	2	OSRAM GmbH APOLLON® T8 VB 2L36HF (1.000)	6700	79.0
		Total:	13400	158.0

Specific connected load: 10.97 W/m² = 4.08 W/m²/100 lx (Ground area: 14.40 m²)

Operator
Telephone
Fax
e-Mail

Room 1 / Summary



Height of Room: 3.200 m, Mounting Height: 3.200 m, Light loss factor: 0.75 — Values in Lux, Scale 1:52

Surface	ρ [%]	E_{av} [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	u0
Workplane	/	282	162	362	0.573
Floor	10	229	146	291	0.635
Ceiling	70	50	36	58	0.725
Walls (4)	50	127	45	244	/

Workplane:
Height: 0.800 m
Grid: 64 x 32 Points
Boundary Zone: 0.000 m
Illuminance Quotient (according to LG7): Walls / Working Plane: 0.465, Ceiling / Working Plane: 0.176.

Luminaire Parts List

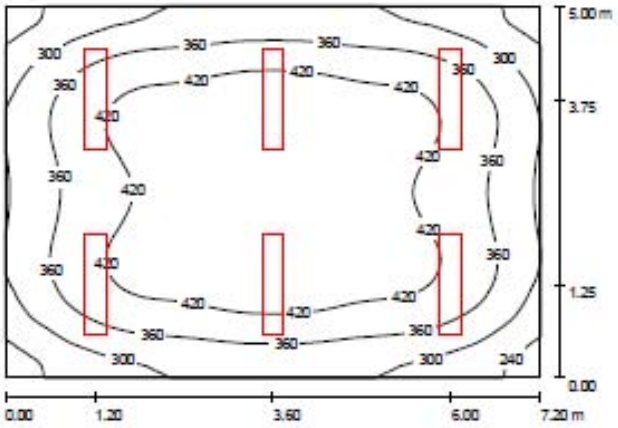
No.	Pieces	Designation (Correction Factor)	Φ [lm]	P [W]
1	3	OSRAM GmbH APOLLON® T8 VB 2L36HF (1.000)	6700	79.0
		Total:	20100	237.0

Specific connected load: 10.97 W/m² = 3.88 W/m²/100 lx (Ground area: 21.60 m²)

b2.6.1 DIALux 13.01.2010

Operator
Telephone
Fax
e-Mail

Room 1 / Summary



Height of Room: 3.200 m, Mounting Height: 3.200 m, Light loss factor: 0.75

Values in Lux, Scale 1:65

Surface	ρ [%]	E_{av} [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	u0
Workplane	/	378	210	469	0.556
Floor	10	325	204	400	0.626
Ceiling	70	63	55	72	0.870
Walls (4)	50	171	60	271	/

Workplane:

		UGR	Lengthways-	Across	to luminaire axis
Height:	0.800 m	Left Wall	19	18	
Grid:	64 x 64 Points	Lower Wall	20	18	
Boundary Zone:	0.000 m	(CIE, SHR = 0.25.)			

Illuminance Quotient (according to LG7): Walls / Working Plane: 0.464, Ceiling / Working Plane: 0.167.

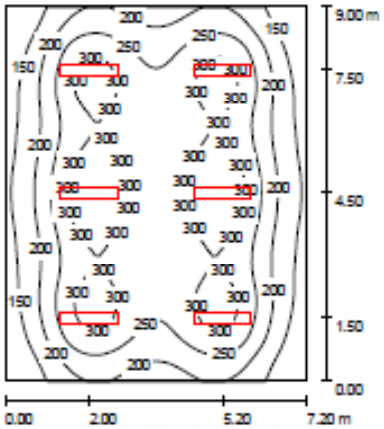
Luminaire Parts List

No.	Pieces	Designation (Correction Factor)	Φ [lm]	P [W]
1	6	OSRAM GmbH APOLLON® T8 VB 2L36HF (1.000)	6700	79.0
			Total: 40200	474.0

Specific connected load: 13.17 W/m² = 3.48 W/m²/100 lx (Ground area: 36.00 m²)

Operator
Telephone
Fax
e-Mail

Room 1 / Summary



Height of Room: 3.200 m, Mounting Height: 3.200 m, Light loss factor: 0.75

Values in Lux, Scale 1:116

Surface	ρ [%]	E_{av} [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	u0
Workplane	/	240	103	344	0.430
Floor	10	214	108	278	0.503
Ceiling	70	33	28	39	0.860
Walls (4)	50	92	31	169	/

Workplane:		UGR	Lengthways-	Across	to luminaire axis
Height:	0.800 m	Left Wall	20	19	
Grid:	64 x 64 Points	Lower Wall	20	19	
Boundary Zone:	0.000 m	(CIE, SHR = 0.25.)			

Illuminance Quotient (according to LG7): Walls / Working Plane: 0.366, Ceiling / Working Plane: 0.136.

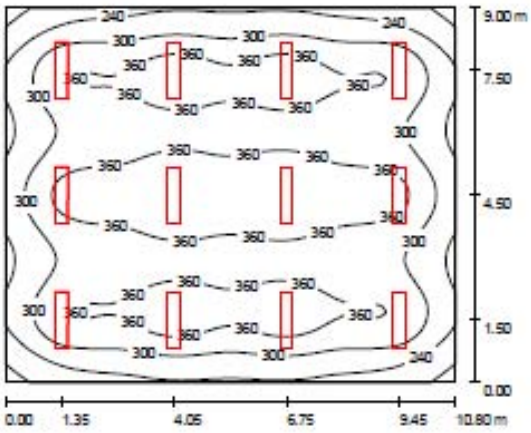
Luminaire Parts List

No.	Pieces	Designation (Correction Factor)	Φ [lm]	P [W]
1	6	OSRAM GmbH APOLLON® T8 VB 2L36HF (1.000)	6700	79.0
		Total:	40200	474.0

Specific connected load: 7.31 W/m² = 3.05 W/m²/100 lx (Ground area: 64.80 m²)

Operator
Telephone
Fax
e-Mail

Room 1 / Summary



Height of Room: 3.200 m, Mounting Height: 3.200 m, Light loss factor: 0.75

Values in Lux, Scale 1:116

Surface	ρ [%]	E_{av} [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	u0
Workplane	/	324	165	422	0.509
Floor	10	296	161	375	0.545
Ceiling	70	45	42	49	0.935
Walls (4)	50	134	45	219	/

Workplane:		UGR	Lengthways-	Across	to luminaire axis
Height:	0.800 m	Left Wall	20	19	
Grid:	64 x 64 Points	Lower Wall	20	19	
Boundary Zone:	0.000 m	(CIE, SHR = 0.25.)			

Illuminance Quotient (according to LG7): Walls / Working Plane: 0.407, Ceiling / Working Plane: 0.139.

Luminaire Parts List

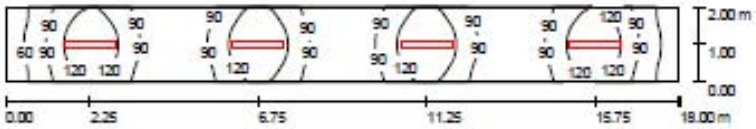
No.	Pieces	Designation (Correction Factor)	Φ [lm]	P [W]
1	12	OSRAM GmbH APOLLON® T8 VB 2L36HF (1.000)	6700	79.0
		Total:	80400	948.0

Specific connected load: 9.75 W/m² = 3.01 W/m²/100 lx (Ground area: 97.20 m²)

koridor 2b DIALux 12.01.2010

Operator
Telephone
Fax
e-Mail

Room 1 / Summary



Height of Room: 3.200 m, Mounting Height: 3.200 m, Light loss factor: 0.75 — Values in Lux, Scale 1:129

Surface	ρ [%]	E_{av} [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	u0
Workplane	/	97	45	148	0.464
Floor	10	77	45	98	0.583
Ceiling	70	21	14	26	0.678
Walls (4)	50	51	17	151	/

Workplane:
Height: 0.800 m
Grid: 128 x 16 Points
Boundary Zone: 0.000 m
Illuminance Quotient (according to LG7): Walls / Working Plane: 0.569, Ceiling / Working Plane: 0.215.

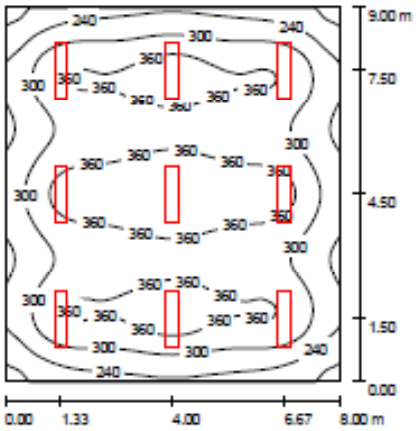
Luminaire Parts List

No.	Pieces	Designation (Correction Factor)	Φ [lm]	P [W]
1	4	OSRAM GmbH APOLLON® T8 VB 1L36HF (1.000)	3350	44.0
		Total:	13400	176.0

Specific connected load: 4.89 W/m² = 5.06 W/m²/100 lx (Ground area: 36.00 m²)

Operator
Telephone
Fax
e-Mail

Room 1 / Summary



Height of Room: 3.200 m, Mounting Height: 3.200 m, Light loss factor: 0.75 — Values in Lux, Scale 1:116

Surface	ρ [%]	E_{av} [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	u0
Workplane	/	317	164	420	0.518
Floor	10	285	161	364	0.563
Ceiling	70	46	41	52	0.885
Walls (4)	50	134	47	225	/

Workplane:
Height: 0.800 m
Grid: 64 x 64 Points
Boundary Zone: 0.000 m

UGR (CIE, SHR = 0.25.)

	Lengthways-	Across
Left Wall	20	19
Lower Wall	20	19

Illuminance Quotient (according to LG7): Walls / Working Plane: 0.420, Ceiling / Working Plane: 0.145.

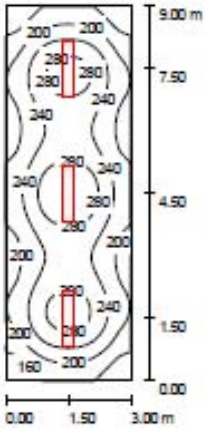
Luminaire Parts List

No.	Pieces	Designation (Correction Factor)	Φ [lm]	P [W]
1	9	OSRAM GmbH APOLLON® T8 VB 2L36HF (1.000)	6700	79.0
		Total:	60300	711.0

Specific connected load: 9.88 W/m² = 3.11 W/m²/100 lx (Ground area: 72.00 m²)

Operator
Telephone
Fax
e-Mail

Room 1 / Summary



Height of Room: 3.200 m, Mounting Height: 3.200 m, Light loss factor: 0.75

Values in Lux, Scale 1:116

Surface	ρ [%]	E_{av} [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	u0
Workplane	/	231	128	316	0.553
Floor	10	187	118	232	0.628
Ceiling	70	40	30	45	0.737
Walls (4)	50	106	38	177	/

Workplane:		UGR	Lengthways-	Across	to luminaire axis
Height:	0.800 m	Left Wall	19	17	
Grid:	64 x 32 Points	Lower Wall	19	18	
Boundary Zone:	0.000 m	(CIE, SHR = 0.25.)			

Illuminance Quotient (according to LG7): Walls / Working Plane: 0.470, Ceiling / Working Plane: 0.174.

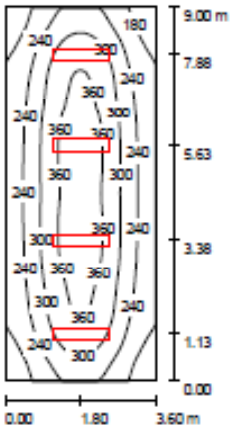
Luminaire Parts List

No.	Pieces	Designation (Correction Factor)	Φ [lm]	P [W]
1	3	OSRAM GmbH APOLLON® T8 VB 2L36HF (1.000)	6700	79.0
		Total:	20100	237.0

Specific connected load: 8.78 W/m² = 3.81 W/m²/100 lx (Ground area: 27.00 m²)

Operator
Telephone
Fax
e-Mail

Room 1 / Summary



Height of Room: 3.200 m, Mounting Height: 3.200 m, Light loss factor: 0.75 — Values in Lux, Scale 1:116

Surface	ρ [%]	E_{av} [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	u0
Workplane	/	279	143	395	0.512
Floor	10	234	133	309	0.570
Ceiling	70	44	32	53	0.739
Walls (4)	50	116	40	264	/

Workplane:		UGR	Lengthways-	Across	to luminaire axis
Height:	0.800 m	Left Wall	19	17	
Grid:	64 x 32 Points	Lower Wall	19	18	
Boundary Zone:	0.000 m	(CIE, SHR = 0.25.)			

Illuminance Quotient (according to LG7): Walls / Working Plane: 0.414, Ceiling / Working Plane: 0.157.

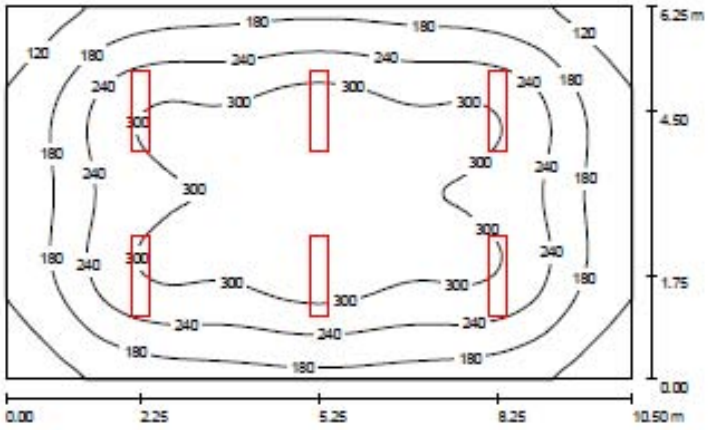
Luminaire Parts List

No.	Pieces	Designation (Correction Factor)	Φ [lm]	P [W]
1	4	OSRAM GmbH APOLLON® T8 VB 2L36HF (1.000)	6700	79.0
			Total: 26800	316.0

Specific connected load: 9.75 W/m² = 3.50 W/m²/100 lx (Ground area: 32.40 m²)

Operator
Telephone
Fax
e-Mail

Room 1 / Summary



Height of Room: 3.400 m, Mounting Height: 3.400 m, Light loss factor: 0.75 — Values in Lux, Scale 1:81

Surface	ρ [%]	E_{av} [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	u0
Workplane	/	235	77	342	0.329
Floor	10	210	96	289	0.459
Ceiling	70	32	26	35	0.810
Walls (4)	50	85	29	135	/

Workplane:
Height: 0.800 m
Grid: 64 x 64 Points
Boundary Zone: 0.000 m

UGR (CIE, SHR = 0.25.)

	Lengthways-	Across
Left Wall	19	18
Lower Wall	20	18

to luminaire axis

Illuminance Quotient (according to LG7): Walls / Working Plane: 0.346, Ceiling / Working Plane: 0.135.

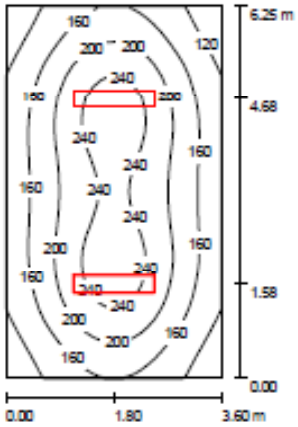
Luminaire Parts List

No.	Pieces	Designation (Correction Factor)	Φ [lm]	P [W]
1	6	OSRAM GmbH APOLLON® T8 VB 2L36HF (1.000)	6700	79.0
			Total: 40200	474.0

Specific connected load: 7.22 W/m² = 3.08 W/m²/100 lx (Ground area: 65.63 m²)

Operator
Telephone
Fax
e-Mail

Room 1 / Summary



Height of Room: 3.400 m, Mounting Height: 3.400 m, Light loss factor: 0.75 — Values in Lux, Scale 1:81

Surface	ρ [%]	E_{av} [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	u0
Workplane	/	185	91	262	0.493
Floor	10	152	96	196	0.633
Ceiling	70	31	24	34	0.768
Walls (4)	50	80	28	150	/

Workplane:
Height: 0.800 m
Grid: 32 x 32 Points
Boundary Zone: 0.000 m

UGR — Lengthways- / Across — to luminaire axis
Left Wall 18 / 17
Lower Wall 19 / 18
(CIE, SHR = 0.25.)

Illuminance Quotient (according to LG7): Walls / Working Plane: 0.435, Ceiling / Working Plane: 0.167.

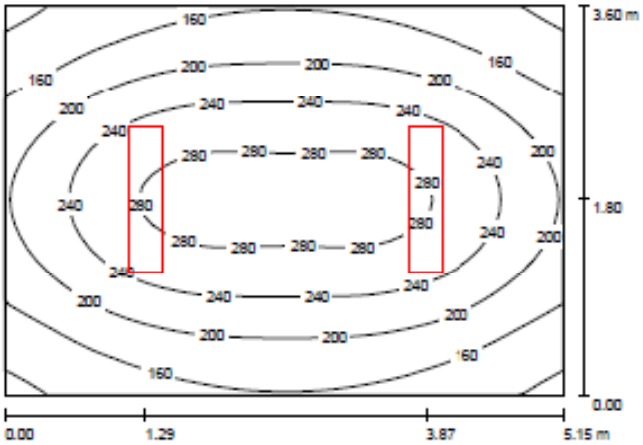
Luminaire Parts List

No.	Pieces	Designation (Correction Factor)	Φ [lm]	P [W]
1	2	OSRAM GmbH APOLLON® T8 VB 2L36HF (1.000)	6700	79.0
		Total:	13400	158.0

Specific connected load: 7.02 W/m² = 3.81 W/m²/100 lx (Ground area: 22.50 m²)

Operator
Telephone
Fax
e-Mail

Room 1 / Summary



Height of Room: 3.400 m, Mounting Height: 3.400 m, Light loss factor: 0.75

Values in Lux, Scale 1:47

Surface	ρ [%]	E_{av} [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	uo
Workplane	/	212	112	296	0.526
Floor	10	172	112	224	0.650
Ceiling	70	38	28	43	0.730
Walls (4)	50	96	33	209	/

Workplane:
Height: 0.800 m
Grid: 32 x 32 Points
Boundary Zone: 0.000 m
Illuminance Quotient (according to LG7): Walls / Working Plane: 0.464, Ceiling / Working Plane: 0.179.

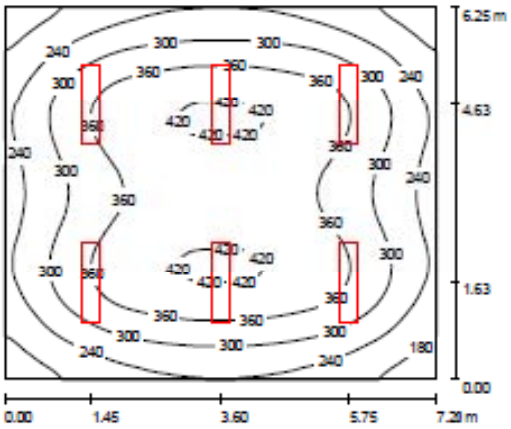
Luminaire Parts List

No.	Pieces	Designation (Correction Factor)	Φ [lm]	P [W]
1	2	OSRAM GmbH APOLLON® T8 VB 2L36HF (1.000)	6700	79.0
		Total:	13400	158.0

Specific connected load: 8.52 W/m² = 4.01 W/m²/100 lx (Ground area: 18.54 m²)

Operator
Telephone
Fax
e-Mail

Room 1 / Summary



Height of Room: 3.400 m, Mounting Height: 3.400 m, Light loss factor: 0.75

Values in Lux, Scale 1:81

Surface	ρ [%]	E_{av} [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	u0
Workplane	/	316	141	428	0.446
Floor	10	277	156	360	0.562
Ceiling	70	48	39	56	0.810
Walls (4)	50	131	45	204	/

Workplane:

		UGR	Lengthways-	Across	to luminaire axis
Height:	0.800 m	Left Wall	19	18	
Grid:	64 x 64 Points	Lower Wall	20	18	
Boundary Zone:	0.000 m	(CIE, SHR = 0.25.)			

Illuminance Quotient (according to LG7): Walls / Working Plane: 0.410, Ceiling / Working Plane: 0.152.

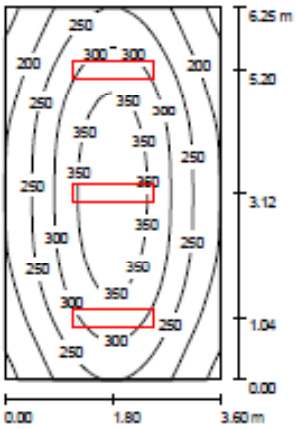
Luminaire Parts List

No.	Pieces	Designation (Correction Factor)	Φ [lm]	P [W]
1	6	OSRAM GmbH APOLLON® T8 VB 2L36HF (1.000)	6700	79.0
			Total: 40200	474.0

Specific connected load: 10.53 W/m² = 3.34 W/m²/100 lx (Ground area: 45.00 m²)

Operator
Telephone
Fax
e-Mail

Room 1 / Summary



Height of Room: 3.400 m, Mounting Height: 3.400 m, Light loss factor: 0.75 — Values in Lux, Scale 1:81

Surface	ρ [%]	E_{av} [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	u0
Workplane	/	271	138	385	0.509
Floor	10	223	141	293	0.631
Ceiling	70	48	38	57	0.791
Walls (4)	50	122	44	296	/

Workplane:		UGR	Lengthways-	Across	to luminaire axis
Height:	0.800 m	Left Wall	18	17	
Grid:	32 x 32 Points	Lower Wall	19	18	
Boundary Zone:	0.000 m	(CIE, SHR = 0.25.)			

Illuminance Quotient (according to LG7): Walls / Working Plane: 0.461, Ceiling / Working Plane: 0.176.

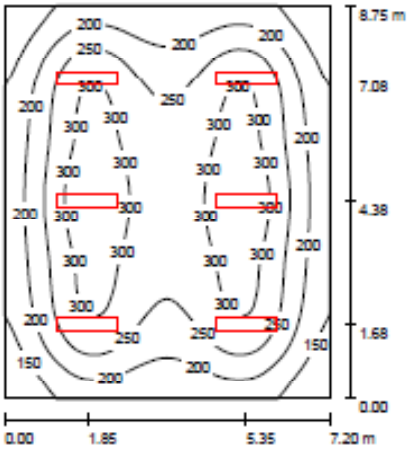
Luminaire Parts List

No.	Pieces	Designation (Correction Factor)	Φ [lm]	P [W]
1	3	OSRAM GmbH APOLLON® T8 VB 2L36-1F (1.000)	6700	79.0
			Total: 20100	237.0

Specific connected load: 10.53 W/m² = 3.89 W/m²/100 lx (Ground area: 22.50 m²)

Operator
Telephone
Fax
e-Mail

Room 1 / Summary



Height of Room: 3.400 m, Mounting Height: 3.400 m, Light loss factor: 0.75 Values in Lux, Scale 1:113

Surface	ρ [%]	E_{av} [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	u0
Workplane	/	239	102	335	0.425
Floor	10	214	114	277	0.531
Ceiling	70	34	27	39	0.805
Walls (4)	50	94	32	150	/

Workplane:

		UGR	Lengthways-	Across	to luminaire axis
Height:	0.800 m	Left Wall	20	18	
Grid:	64 x 64 Points	Lower Wall	20	19	
Boundary Zone:	0.000 m	(CIE, SHR = 0.25.)			

Illuminance Quotient (according to LG7): Walls / Working Plane: 0.379, Ceiling / Working Plane: 0.141.

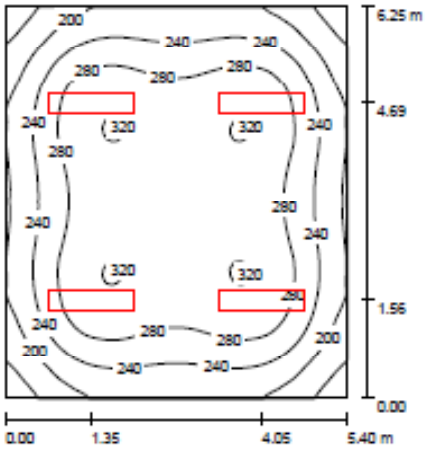
Luminaire Parts List

No.	Pieces	Designation (Correction Factor)	Φ [lm]	P [W]
1	6	OSRAM GmbH APOLLON® T8 VB 2L36HF (1.000)	6700	79.0
		Total:	40200	474.0

Specific connected load: 7.52 W/m² = 3.15 W/m²/100 lx (Ground area: 63.00 m²)

Operator
Telephone
Fax
e-Mail

Room 1 / Summary



Height of Room: 3.400 m, Mounting Height: 3.400 m, Light loss factor: 0.75

Values in Lux, Scale 1:81

Surface	ρ [%]	E_{av} [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	u0
Workplane	/	261	137	324	0.526
Floor	10	224	143	273	0.638
Ceiling	70	44	36	52	0.818
Walls (4)	50	118	43	195	/

Workplane:		UGR	Lengthways-	Across	to luminaire axis
Height:	0.800 m	Left Wall	19	18	
Grid:	64 x 64 Points	Lower Wall	19	18	
Boundary Zone:	0.000 m	(CIE, SHR = 0.25.)			

Illuminance Quotient (according to LG7): Walls / Working Plane: 0.459, Ceiling / Working Plane: 0.169.

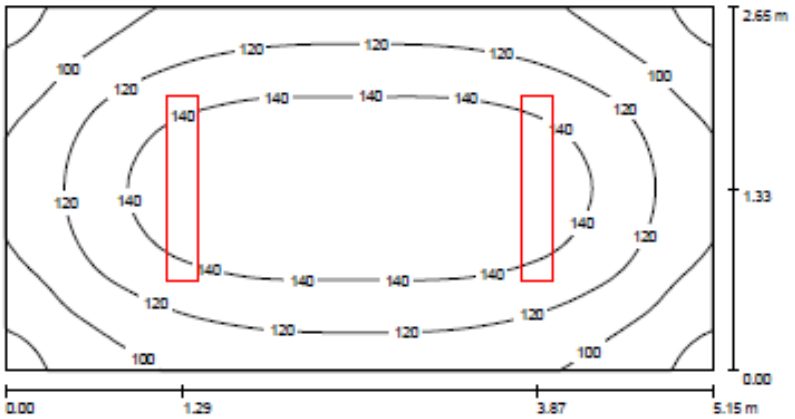
Luminaire Parts List

No.	Pieces	Designation (Correction Factor)	Φ [lm]	P [W]
1	4	OSRAM GmbH APOLLON® T8 VB 2L36HF (1.000)	6700	79.0
			Total: 26800	316.0

Specific connected load: 9.36 W/m² = 3.59 W/m²/100 lx (Ground area: 33.75 m²)

Operator
Telephone
Fax
e-Mail

Room 1 / Summary



Height of Room: 3.400 m, Mounting Height: 3.400 m, Light loss factor: 0.75

Values in Lux, Scale 1:37

Surface	ρ [%]	E_{av} [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	u0
Workplane	/	124	74	158	0.596
Floor	10	97	70	120	0.720
Ceiling	70	26	19	29	0.724
Walls (4)	50	63	23	113	/

Workplane:
Height: 0.800 m
Grid: 64 x 32 Points
Boundary Zone: 0.000 m
Illuminance Quotient (according to LG7): Walls / Working Plane: 0.540, Ceiling / Working Plane: 0.210.

Luminaire Parts List

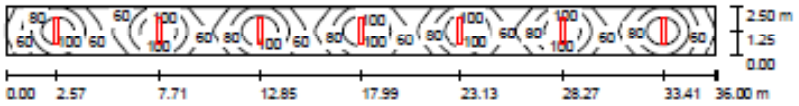
No.	Pieces	Designation (Correction Factor)	Φ [lm]	P [W]
1	2	OSRAM GmbH APOLLON® T8 VB 1L36HF (1.000)	3350	44.0
		Total:	6700	88.0

Specific connected load: 6.45 W/m² = 5.19 W/m²/100 lx (Ground area: 13.65 m²)

koridor 1c DIALux 12.01.2010

Operator
Telephone
Fax
e-Mail

Room 1 / Summary



Height of Room: 3.400 m, Mounting Height: 3.400 m, Light loss factor: 0.75 — Values in Lux, Scale 1:258

Surface	ρ [%]	E_{av} [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	u0
Workplane	/	77	33	121	0.432
Floor	10	65	35	83	0.536
Ceiling	70	14	11	18	0.764
Walls (4)	50	36	13	102	/

Workplane:
Height: 0.800 m
Grid: 128 x 16 Points
Boundary Zone: 0.000 m
Illuminance Quotient (according to LG7): Walls / Working Plane: 0.491, Ceiling / Working Plane: 0.183.

Luminaire Parts List

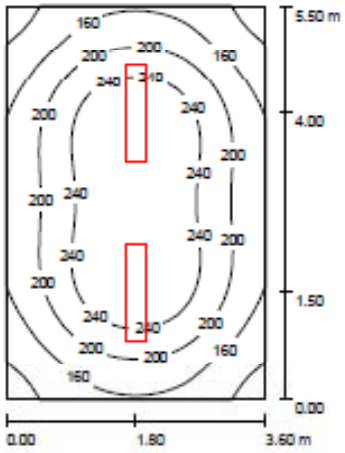
No.	Pieces	Designation (Correction Factor)	Φ [lm]	P [W]
1	7	OSRAM GmbH APOLLON® T8 VB 1L36HF (1.000)	3350	44.0
		Total:	23450	308.0

Specific connected load: 3.42 W/m² = 4.42 W/m²/100 lx (Ground area: 90.00 m²)

c21 DIALux 12.01.2010

Operator
Telephone
Fax
e-Mail

Room 1 / Summary



Height of Room: 3.400 m, Mounting Height: 3.400 m, Light loss factor: 0.75

Values in Lux, Scale 1:71

Surface	ρ [%]	E_{av} [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	u0
Workplane	/	204	103	281	0.503
Floor	10	165	104	206	0.632
Ceiling	70	35	26	40	0.741
Walls (4)	50	91	30	152	/

Workplane:

		UGR	Lengthways-	Across	to luminaire axis
Height:	0.800 m	Left Wall	18	17	
Grid:	32 x 32 Points	Lower Wall	19	18	
Boundary Zone:	0.000 m	(CIE, SHR = 0.25.)			

Illuminance Quotient (according to LG7): Walls / Working Plane: 0.450, Ceiling / Working Plane: 0.173.

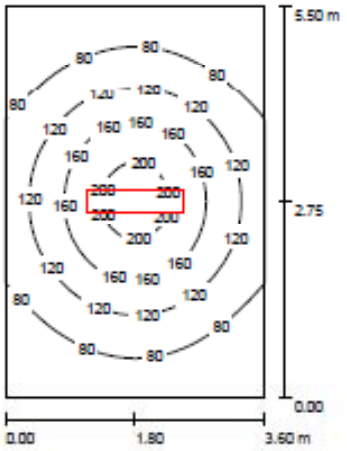
Luminaire Parts List

No.	Pieces	Designation (Correction Factor)	Φ [lm]	P [W]
1	2	OSRAM GmbH APOLLON® T8 VB 2L36HF (1.000)	6700	79.0
		Total:	13400	158.0

Specific connected load: 7.98 W/m² = 3.91 W/m²/100 lx (Ground area: 19.80 m²)

Operator
Telephone
Fax
e-Mail

Room 1 / Summary



Height of Room: 3.400 m, Mounting Height: 3.400 m, Light loss factor: 0.75 Values in Lux, Scale 1:71

Surface	ρ [%]	E_{av} [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	u0
Workplane	/	110	40	216	0.366
Floor	10	89	49	137	0.547
Ceiling	70	16	11	20	0.675
Walls (4)	50	42	13	91	/

Workplane:

		UGR	Lengthways-	Across	to luminaire axis
Height:	0.800 m	Left Wall	18	17	
Grid:	32 x 32 Points	Lower Wall	19	18	
Boundary Zone:	0.000 m	(CIE, SHR = 0.25.)			

Illuminance Quotient (according to LG7): Walls / Working Plane: 0.370, Ceiling / Working Plane: 0.149.

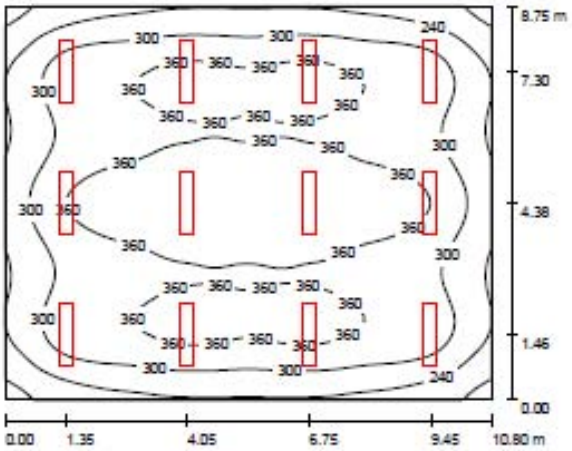
Luminaire Parts List

No.	Pieces	Designation (Correction Factor)	Φ [lm]	P [W]
1	1	OSRAM GmbH APOLLON® T8 VE 2L36HF (1.000)	6700	79.0
		Total:	6700	79.0

Specific connected load: 3.99 W/m² = 3.64 W/m²/100 lx (Ground area: 19.80 m²)

Operator
Telephone
Fax
e-Mail

Room 1 / Summary



Height of Room: 3.400 m, Mounting Height: 3.400 m, Light loss factor: 0.75

Values in Lux, Scale 1:113

Surface	ρ [%]	E_{av} [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	u0
Workplane	/	324	162	412	0.499
Floor	10	296	165	375	0.556
Ceiling	70	47	44	51	0.931
Walls (4)	50	138	47	222	/

Workplane:		UGR	Lengthways-	Across	to luminaire axis
Height:	0.800 m	Left Wall	20	19	
Grid:	64 x 64 Points	Lower Wall	20	19	
Boundary Zone:	0.000 m	(CIE, SHR = 0.25.)			

Illuminance Quotient (according to LG7): Walls / Working Plane: 0.425, Ceiling / Working Plane: 0.145.

Luminaire Parts List

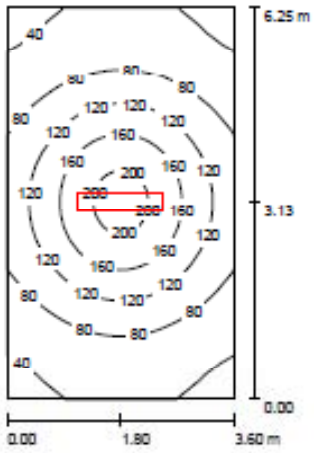
No.	Pieces	Designation (Correction Factor)	Φ [lm]	P [W]
1	12	OSRAM GmbH APOLLON® T8 VB 2L36HF (1.000)	6700	79.0
		Total:	80400	948.0

Specific connected load: 10.03 W/m² = 3.10 W/m²/100 lx (Ground area: 94.50 m²)

c242 DIALux 12.01.2010

Operator
Telephone
Fax
e-Mail

Room 1 / Summary



Height of Room: 3.400 m, Mounting Height: 3.400 m, Light loss factor: 0.75 — Values in Lux, Scale 1:81

Surface	ρ [%]	E_{av} [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	u0
Workplane	/	99	30	215	0.307
Floor	10	82	40	136	0.484
Ceiling	70	74	9.91	18	0.687
Walls (4)	50	36	12	89	/

Workplane:		USR	Lengthways-	Across	to luminaire axis
Height:	0.800 m	Left Wall	18	17	
Grid:	32 x 32 Points	Lower Wall	19	18	
Boundary Zone:	0.000 m	(CIE, SHR = 0.25.)			

Illuminance Quotient (according to LG7): Walls / Working Plane: 0.353, Ceiling / Working Plane: 0.145.

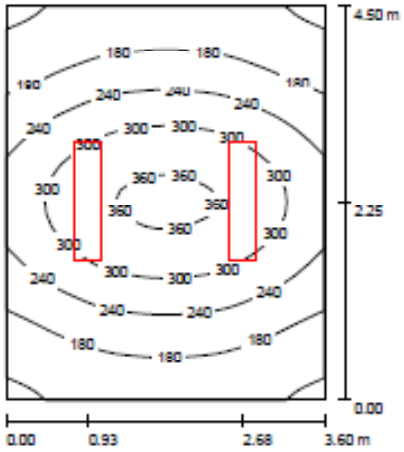
Luminaire Parts List

No.	Pieces	Designation (Correction Factor)	Φ [lm]	P [W]
1	1	OSRAM GmbH APOLLON® T8 VB 2L36HF (1.000)	6700	79.0
		Total:	6700	79.0

Specific connected load: 3.51 W/m² = 3.54 W/m²/100 lx (Ground area: 22.50 m²)

Operator
Telephone
Fax
e-Mail

Room 1 / Summary



Height of Room: 3.400 m, Mounting Height: 3.400 m, Light loss factor: 0.75

Values in Lux, Scale 1:58

Surface	ρ [%]	E_{av} [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	u0
Workplane	/	235	110	372	0.469
Floor	10	189	118	260	0.624
Ceiling	70	45	29	56	0.654
Walls (4)	50	108	37	353	/

Workplane:

		UGR	Lengthways-	Across	to luminaire axis
Height:	0.800 m	Left Wall	18	17	
Grid:	32 x 32 Points	Lower Wall	18	17	
Boundary Zone:	0.000 m	(CIE, SHR = 0.25.)			

Illuminance Quotient (according to LG7): Walls / Working Plane: 0.479, Ceiling / Working Plane: 0.190.

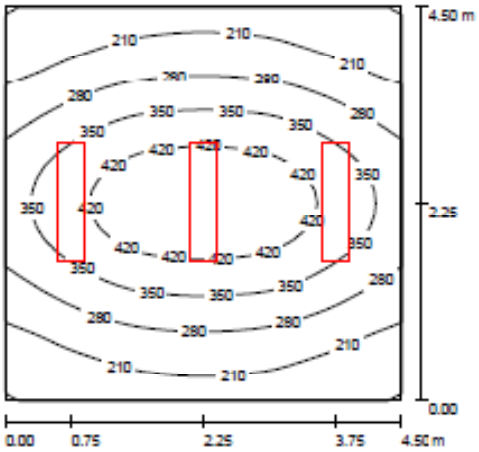
Luminaire Parts List

No.	Pieces	Designation (Correction Factor)	Φ [lm]	P [W]
1	2	OSRAM GmbH APOLLON® T8 VB 2L36HF (1.000)	6700	79.0
		Total:	13400	158.0

Specific connected load: 9.75 W/m² = 4.15 W/m²/100 lx (Ground area: 16.20 m²)

Operator
Telephone
Fax
e-Mail

Room 1 / Summary



Height of Room: 3.400 m, Mounting Height: 3.400 m, Light loss factor: 0.75

Values in Lux, Scale 1:58

Surface	ρ [%]	E_{av} [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	u0
Workplane	/	300	138	476	0.461
Floor	10	247	152	342	0.613
Ceiling	70	55	36	75	0.653
Walls (4)	50	135	45	482	/

Workplane:

		UGR	Lengthways-	Across	to luminaire axis
Height:	0.800 m	Left Wall	18	17	
Grid:	32 x 32 Points	Lower Wall	18	17	
Boundary Zone:	0.000 m	(CIE, SHR = 0.25.)			

Illuminance Quotient (according to LG7): Walls / Working Plane: 0.464, Ceiling / Working Plane: 0.182.

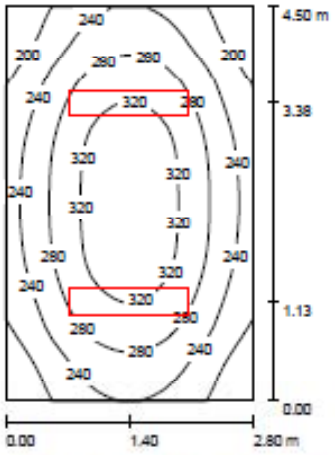
Luminaire Parts List

No.	Pieces	Designation (Correction Factor)	Φ [lm]	P [W]
1	3	OSRAM GmbH APOLLON® T8 VB 2L36HF (1.000)	6700	79.0
		Total:	20100	237.0

Specific connected load: 11.70 W/m² = 3.90 W/m²/100 lx (Ground area: 20.25 m²)

Operator
Telephone
Fax
e-Mail

Room 1 / Summary



Height of Room: 3.400 m, Mounting Height: 3.400 m, Light loss factor: 0.75

Values in Lux, Scale 1:58

Surface	ρ [%]	E_{av} [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	u0
Workplane	/	266	161	345	0.605
Floor	10	206	147	255	0.706
Ceiling	70	57	42	64	0.747
Walls (4)	50	136	49	275	/

Workplane:

		UGR	Lengthways	Across	to luminaire axis
Height:	0.800 m	Left Wall	18	17	
Grid:	32 x 32 Points	Lower Wall	18	17	
Boundary Zone:	0.000 m	(CIE, SHR = 0.25.)			

Illuminance Quotient (according to LG7): Walls / Working Plane: 0.547, Ceiling / Working Plane: 0.213.

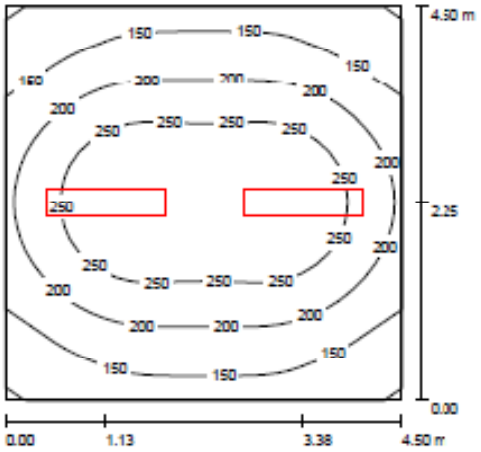
Luminaire Parts List

No.	Pieces	Designation (Correction Factor)	Φ [lm]	P [W]
1	2	OSRAM GmbH APOLLON® T8 V8 2L36HF (1.000)	6700	79.0
		Total:	13400	158.0

Specific connected load: 12.54 W/m² = 4.71 W/m²/100 lx (Ground area: 12.60 m²)

Operator
Telephone
Fax
e-Mail

Room 1 / Summary



Height of Room: 3.400 m, Mounting Height: 3.400 m, Light loss factor: 0.75

Values in Lux, Scale 1:58

Surface	ρ [%]	E_{av} [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	u0
Workplane	/	203	96	298	0.475
Floor	10	166	106	215	0.638
Ceiling	70	35	24	46	0.672
Walls (4)	50	89	29	266	/

Workplane:
Height: 0.800 m
Grid: 32 x 32 Points
Boundary Zone: 0.000 m

UGR: Lengthways- Across to luminaire axis
Left Wall 18 17
Lower Wall 18 17
(CIE, SHR = 0.25.)

Illuminance Quotient (according to LG7): Walls / Working Plane: 0.445, Ceiling / Working Plane: 0.174.

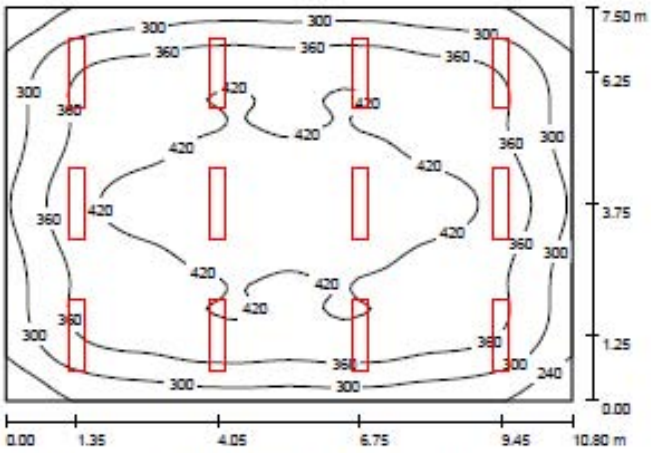
Luminaire Parts List

No.	Pieces	Designation (Correction Factor)	Φ [lm]	P [W]
1	2	OSRAM GmbH APOLLON® T8 VE 2L36HF (1.000)	6700	79.0
		Total:	13400	158.0

Specific connected load: 7.80 W/m² = 3.84 W/m²/100 lx (Ground area: 20.25 m²)

Operator
Telephone
Fax
e-Mail

Room 1 / Summary



Height of Room: 3.400 m, Mounting Height: 3.400 m, Light loss factor: 0.75

Values in Lux, Scale 1:97

Surface	ρ [%]	E_{av} [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	u0
Workplane	/	368	189	463	0.512
Floor	10	334	190	422	0.568
Ceiling	70	55	52	62	0.934
Walls (4)	50	161	55	246	/

Workplane:

		UGR	Lengthways-	Across	to luminaire axis
Height:	0.800 m	Left Wall	20	19	
Grid:	64 x 64 Points	Lower Wall	20	19	
Boundary Zone:	0.000 m	(CIE, SHR = 0.25.)			

Illuminance Quotient (according to LG7): Walls / Working Plane: 0.441, Ceiling / Working Plane: 0.151.

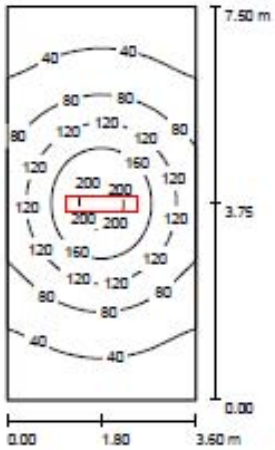
Luminaire Parts List

No.	Pieces	Designation (Correction Factor)	Φ [lm]	P [W]
1	12	OSRAM GmbH APOLLON® T8 VB 2L36HF (1.000)	6700	79.0
		Total:	80400	948.0

Specific connected load: 11.70 W/m² = 3.18 W/m²/100 lx (Ground area: 81.00 m²)

Operator
Telephone
Fax
e-Mail

Room 1 / Summary



Height of Room: 3.400 m, Mounting Height: 3.400 m, Light loss factor: 0.75 — Values in Lux, Scale 1:97

Surface	ρ [%]	E_{av} [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	u0
Workplane	/	85	21	213	0.248
Floor	10	72	27	134	0.381
Ceiling	70	12	7.52	17	0.621
Walls (4)	50	30	9.37	88	/

Workplane:

		UGR	Lengthways-	Across	to luminaire axis
Height:	0.800 m	Left Wall	19	17	
Grid:	64 x 32 Points	Lower Wall	19	18	
Boundary Zone:	0.000 m	(CIE, SHR = 0.25.)			

Illuminance Quotient (according to LG7): Walls / Working Plane: 0.340, Ceiling / Working Plane: 0.142.

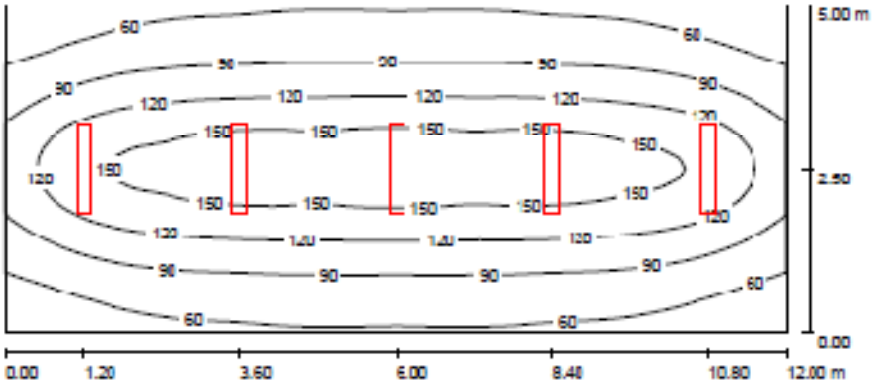
Luminaire Parts List

No.	Pieces	Designation (Correction Factor)	Φ [lm]	P [W]
1	1	OSRAM GmbH APOLLON® T8 VB 2L36HF (1.000)	6700	79.0
		Total:	6700	79.0

Specific connected load: 2.93 W/m² = 3.43 W/m²/100 lx (Ground area: 27.00 m²)

Operator
Telephone
Fax
e-Mail

Room 1 / Summary



Height of Room: 3.400 m, Mounting Height: 3.400 m, Light loss factor: 0.75

Values in Lux, Scale 1:86

Surface	ρ [%]	E_{av} [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	u0
Workplane	/	104	41	168	0.391
Floor	10	92	45	132	0.494
Ceiling	70	14	11	18	0.748
Walls (4)	50	38	13	112	/

Workplane:

		UGR	Lengthways-	Across	to luminaire axis
Height:	0.800 m	Left Wall	19	18	
Grid	64 x 32 Points	Lower Wall	18	17	
Boundary Zone:	0.000 m	(CIE, SHR = 0.25.)			

Illuminance Quotient (according to LG7): Walls / Working Plane: 0.354, Ceiling / Working Plane: 0.137.

Luminaire Parts List

No.	Pieces	Designation (Correction Factor)	Φ [lm]	P [W]
1	5	OSRAM GmbH APOLLON® T8 VB 1L36HF (1.000)	3350	44.0
			Total: 16750	220.0

Specific connected load: 3.67 W/m² = 3.52 W/m²/100 lx (Ground area: 60.00 m²)

UNIVERSITAS BRAWIJAYA repository.ub.ac

Lampiran 8. Tabel Penentuan Kabel dan MCB

Contoh pada PHU Gedung B

No.	Group Beban / PHB	Daya (VA)			Daya Total (VA)	Nilai $I_{nominal}$ (A)	MCB/MCCB yang digunakan (A)	Jenis Kabel	KHA Kabel saat 30° C (A)
		R	S	T					
1	PHB-1	11.260	11.420	11.560	34.240	51,88	3 x 63	NYY 4 x 16 mm ^{2}	89
2	PHB-1.5	6.500	6.500	6.500	19.500	29,55	3 x 32	NYY 4 x 6 mm ^{2}	52
3	PHB-1.7	4.000	4.000	4.000	12.000	18,18	3 x 20	NYY 4 x 4 mm ^{2}	41
4	PHB-1.12	3.000	3.000	3.000	9.000	13,64	3 x 16	NYY 4 x 2,5 mm ^{2}	32
5	PHB-1.13	3.200	3.200	3.200	9.600	14,55	3 x 16	NYY 4 x 2,5 mm ^{2}	32
6	PHB-PC1	3.200	3.000	3.000	9.200	13,94	3 x 16	NYY 4 x 2,5 mm ^{2}	32
7	PHB-2	11.340	11.220	11.100	33.660	51,00	3 x 63	NYY 4 x 16 mm ^{2}	89
8	PHB-2.6.1	2.500	2.500	2.500	7.500	11,36	3 x 16	NYY 4 x 2,5 mm ^{2}	32
9	PHB-2.5	4.500	4.500	4.500	13.500	20,45	3 x 25	NYY 4 x 4 mm ^{2}	41
10	PHB-2.10.1	6.000	6.000	6.000	18.000	27,27	3 x 32	NYY 4 x 6 mm ^{2}	52
11	PHB-2.11	16.000	16.000	16.000	48.000	72,73	3 x 80	NYY 4 x 25 mm ^{2}	116
12	PHB-PC2	6.970	7.170	6.970	21.110	31,98	3 x 32	NYY 4 x 6 mm ^{2}	52

Lampiran 9. Rencana Material

Gedung B

Lantai 1

No.	Uraian Pekerjaan	Satuan	Volume
1	**PHU 1**	**unit**	**1**
	– Boks Panel 100 x 80 x 30	unit	1
	– Lampu Indikator (merah)	bh	1
	– Lampu Indikator (Kuning)	bh	1
	– Lampu Indikator (Hijau)	bh	1
	– Fuse 2 A	bh	1
	– Volt meter 0-500 volt	bh	3
	– Ampere meter panel 0-300 A	bh	1
	– Current Transformer 0-300 A	bh	1
	– Isolator Ground	bh	1
	– Isolator Netral	bh	1
	– Busbar	bh	1
	– MCCB 3 x 250 A	bh	1
	– MCB 3 x 80 A	bh	1
	– MCB 3 x 63 A	bh	2
	– MCB 3 x 32 A	bh	3
	– MCB 3 x 25 A	bh	1
	– MCB 3 x 20A	bh	2
	– MCB 3 x 16 A	bh	3
	– Material Panel Support	unit	1
	kabel NYFGBY 4 x 120 mm^2	m'	
2	**PHB1**	**unit**	**1**
	– Boks Panel 60 x 50x 30	unit	1
	– Lampu Indikator (merah)	bh	1
	– Lampu Indikator (Kuning)	bh	1
	– Lampu Indikator (Hijau)	bh	1
	– Fuse 2 A	bh	1
	– Volt meter 0-500 volt	bh	3
	– Ampere meter panel 0-200 A	bh	1
	– Current Transformer 0-200 A	bh	1
	– Isolator Ground	bh	1
	– Isolator Netral	bh	1
	– Busbar	bh	1
	– MCB 3 x 63 A	bh	1
	– MCB 10 A	bh	11
	– MCB 6 A	bh	13
	– Material Panel Support	unit	1
	Kabel NYY 4 x 16 mm^2	m'	

No.	Uraian Pekerjaan	Satuan	Volume
3	**PHB 1.5**	**unit**	**1**
	– Boks Panel 40 x 30 x 20	unit	1
	– Lampu Indikator (merah)	bh	1
	– Lampu Indikator (Kuning)	bh	1
	– Lampu Indikator (Hijau)	bh	1
	– Fuse 2 A	bh	1
	– Volt meter 0-500 volt	bh	3
	– Ampere meter panel 0-200 A	bh	1
	– Current Transformer 0-200 A	bh	1
	– Isolator Ground	bh	1
	– Isolator Netral	bh	1
	– Busbar	bh	1
	– MCB 3 x 32 A	bh	1
	– MCB 3 x 16 A	bh	1
	– MCB 3 x 10 A	bh	2
	– MCB 3 x 6 A	bh	1
	– Material Panel Support	unit	1
	Kabel NYY 4 x 6 mm^2	m'	
4	**PHB 1.7**	**unit**	**1**
	– Boks Panel 40 x 30 x 20	unit	1
	– Lampu Indikator (merah)	bh	1
	– Lampu Indikator (Kuning)	bh	1
	– Lampu Indikator (Hijau)	bh	1
	– Fuse 2 A	bh	1
	– Volt meter 0-500 volt	bh	3
	– Ampere meter panel 0-200 A	bh	1
	– Current Transformer 0-200 A	bh	1
	– Isolator Ground	bh	1
	– Isolator Netral	bh	1
	– Busbar	bh	1
	– MCB 3 x 20 A	bh	1
	– MCB 3 x 16 A	bh	1
	– MCB 3 x 10 A	bh	1
	– Material Panel Support	unit	1
	Kabel NYY 4 x 4 mm^2	m'	
5	**PHB 1.12**	**unit**	**1**
	– Boks Panel 40 x 30 x 20	unit	1
	– Lampu Indikator (merah)	bh	1
	– Lampu Indikator (Kuning)	bh	1
	– Lampu Indikator (Hijau)	bh	1
	– Fuse 2 A	bh	1
	– Volt meter 0-500 volt	bh	3
	– Ampere meter panel 0-200 A	bh	1
	– Current Transformer 0-200 A	bh	1
	– Isolator Ground	bh	1
	– Isolator Netral	bh	1
	– Busbar	bh	1
	– MCB 3 x 16 A	bh	1
	– MCB 10 A	bh	6
	– Material Panel Support	unit	1
	Kabel NYY 4 x 2,5 mm^2	m'	

No.	Uraian Pekerjaan	Satuan	Volume
6	**PHB 1.13**	**unit**	**1**
	– Boks Panel 40 x 30 x 20	unit	1
	– Lampu Indikator (merah)	bh	1
	– Lampu Indikator (Kuning)	bh	1
	– Lampu Indikator (Hijau)	bh	1
	– Fuse 2 A	bh	1
	– Volt meter 0-500 volt	bh	3
	– Ampere meter panel 0-200 A	bh	1
	– Current Transformer 0-200 A	bh	1
	– Isolator Ground	bh	1
	– Isolator Netral	bh	1
	– Busbar	bh	1
	– MCB 3 x 20 A	bh	1
	– MCB 3 x 10 A	bh	2
	– Material Panel Support	unit	1
	Kabel NYY 4 x 4 mm^2	m'	
7	**PHB PC1**	**unit**	**1**
	– Boks Panel 50 x 40 x 30	unit	1
	– Lampu Indikator (merah)	bh	1
	– Lampu Indikator (Kuning)	bh	1
	– Lampu Indikator (Hijau)	bh	1
	– Fuse 2 A	bh	1
	– Volt meter 0-500 volt	bh	3
	– Ampere meter panel 0-200 A	bh	1
	– Current Transformer 0-200 A	bh	1
	– Isolator Ground	bh	1
	– Isolator Netral	bh	1
	– Busbar	bh	1
	– MCB 3 x 16 A	bh	1
	– MCB 10 A	bh	3
	– Material Panel Support	unit	1
	Kabel NYY 4 x 2,5 mm^2	m'	
8	**pemasangan titik instalasi lampu**	**titik**	**114**
	– Kabel NYM 2 x 2,5 mm^2	m'	20
	– T Dos	bh	1
	– Las Dof	bh	1
	– Isolator	bh	1
9	**pemasangan titik stop kontak**	**titik**	**44**
	– Kabel NYM 3 x 2,5 mm^2	m'	15
	– T Dos	bh	1
	– Stop kontak (contoh : Legrand)	bh	1
10	**pemasangan titik stop kontak AC**	**titik**	**13**
	– Kabel NYM 3 x 2,5 mm^2	m'	15
	– T Dos	bh	1
	– Stop kontak AC	bh	1
11	**pemasangan titik stop kontak komputer**	**titik**	**28**
	– Kabel NYM 3 x 2,5 mm^2	m'	15
	– T Dos	bh	1
	– Stop kontak (contoh : Legrand)	bh	1

No.	Uraian Pekerjaan	Satuan	Volume
12	**pemasangan titik meja Lab. 3 fasa 10 A**	**titik**	**4**
	– Kabel NYY 4 x 2,5 mm^2	m'	15
	– T Dos	bh	1
13	**pemasangan titik meja Lab. 1 fasa 10 A**	**titik**	**6**
	– Kabel NYY 4 x 2,5 mm^2	m'	15
	– T Dos	bh	1
14	**motor induksi 3 fasa 7000 VA**	**titik**	**1**
	– Kabel NYY 4 x 2,5 mm^2	m'	15
15	**motor induksi 3 fasa 3000 VA**	**titik**	**1**
	– Kabel NYY 4 x 2,5 mm^2	m'	15
16	**las listrik 7,5 kVA**	**titik**	**1**
	– Kabel NYY 4 x 2,5 mm^2	m'	15

Lantai 2

No.	Uraian Pekerjaan	Satuan	Volume
1	**PHB 2**	**unit**	**1**
	– Boks Panel 80 x 60x 20	unit	1
	– Lampu Indikator (merah)	bh	1
	– Lampu Indikator (Kuning)	bh	1
	– Lampu Indikator (Hijau)	bh	1
	– Fuse 2 A	bh	1
	– Volt meter 0-500 volt	bh	3
	– Ampere meter panel 0-200 A	bh	1
	– Current Transformer 0-200 A	bh	1
	– Isolator Ground	bh	1
	– Isolator Netral	bh	1
	– Busbar	bh	1
	– MCB 3 x 63 A	bh	1
	– MCB 16 A	bh	2
	– MCB 10 A	bh	7
	– MCB 6 A	bh	13
	– Material Panel Support	unit	1
	Kabel NYY 4 x 16 mm^2	m'	
2	**PHB 2.5**	**unit**	**1**
	– Boks Panel 50 x 40 x 20	unit	1
	– Lampu Indikator (merah)	bh	1
	– Lampu Indikator (Kuning)	bh	1
	– Lampu Indikator (Hijau)	bh	1
	– Fuse 2 A	bh	1
	– Volt meter 0-500 volt	bh	3
	– Ampere meter panel 0-200 A	bh	1
	– Current Transformer 0-200 A	bh	1
	– Isolator Ground	bh	1
	– Isolator Netral	bh	1
	– Busbar	bh	1
	– MCB 3 x 25 A	bh	1
	– MCB 10 A	bh	9
	– Material Panel Support	unit	1
	Kabel NYY 4 x 4 mm^2	m'	

No.	Uraian Pekerjaan	Satuan	Volume
3	**PHB 2.6.1**	**unit**	**1**
	– Boks Panel 20 x 20 x 20	unit	1
	– Lampu Indikator (merah)	bh	1
	– Lampu Indikator (Kuning)	bh	1
	– Lampu Indikator (Hijau)	bh	1
	– Fuse 2 A	bh	1
	– Volt meter 0-500 volt	bh	3
	– Ampere meter panel 0-200 A	bh	1
	– Current Transformer 0-200 A	bh	1
	– Isolator Ground	bh	1
	– Isolator Netral	bh	1
	– Busbar	bh	1
	– MCB 3 x 16 A	bh	1
	– Material Panel Support	unit	1
	Kabel NYY 4 x 6 mm^2	m'	
4	**PHB 2.10.1**	**unit**	**1**
	– Boks Panel 40 x 30 x 20	unit	1
	– Lampu Indikator (merah)	bh	1
	– Lampu Indikator (Kuning)	bh	1
	– Lampu Indikator (Hijau)	bh	1
	– Fuse 2 A	bh	1
	– Volt meter 0-500 volt	bh	3
	– Ampere meter panel 0-200 A	bh	1
	– Current Transformer 0-200 A	bh	1
	– Isolator Ground	bh	1
	– Isolator Netral	bh	1
	– Busbar	bh	1
	– MCB 3 x 32 A	bh	1
	– MCB 3 x 10 A	bh	4
	– Material Panel Support	unit	1
	Kabel NYY 4 x 6 mm^2	m'	
5	**PHB 2.11**	**unit**	**1**
	– Boks Panel 50 x 40 x 20	unit	1
	– Lampu Indikator (merah)	bh	1
	– Lampu Indikator (Kuning)	bh	1
	– Lampu Indikator (Hijau)	bh	1
	– Fuse 2 A	bh	1
	– Volt meter 0-500 volt	bh	3
	– Ampere meter panel 0-200 A	bh	1
	– Current Transformer 0-200 A	bh	1
	– Isolator Ground	bh	1
	– Isolator Netral	bh	1
	– Busbar	bh	1
	– MCB 3 x 80 A	bh	1
	– MCB 3 x 16 A	bh	4
	– MCB 3 x 10 A	bh	4
	– Material Panel Support	unit	1
	Kabel NYY 4 x 25 mm^2	m'	

No.	Uraian Pekerjaan	Satuan	Volume
6	**PHB PC2**	**unit**	**1**
	– Boks Panel 40 x 30 x 20	unit	1
	– Lampu Indikator (merah)	bh	1
	– Lampu Indikator (Kuning)	bh	1
	– Lampu Indikator (Hijau)	bh	1
	– Fuse 2 A	bh	1
	– Volt meter 0-500 volt	bh	3
	– Ampere meter panel 0-200 A	bh	1
	– Current Transformer 0-200 A	bh	1
	– Isolator Ground	bh	1
	– Isolator Netral	bh	1
	– Busbar	bh	1
	– MCB 3 x 32 A	bh	1
	– MCB 10A	bh	6
	– Material Panel Support	unit	1
	Kabel NYY 4 x 6 mm^2	m'	
7	**pemasangan titik instalasi lampu**	**titik**	**92**
	– Kabel NYM 2 x 2,5 mm^2	m'	20
	– T Dos	bh	1
	– Las Dof	bh	1
	– Isolator	bh	1
8	**pemasangan titik stop kontak**	**titik**	**41**
	– Kabel NYM 3 x 2,5 mm^2	m'	15
	– T Dos	bh	1
	– Stop kontak (contoh : Legrand)	bh	1
9	**pemasangan titik stop kontak AC**	**titik**	**13**
	– Kabel NYM 3 x 2,5 mm^2	m'	15
	– T Dos	bh	1
	– Stop kontak AC	bh	1
10	**pemasangan titik stop kontak komputer**	**titik**	**66**
	– Kabel NYM 3 x 2,5 mm^2	m'	15
	– T Dos	bh	1
	– Stop kontak (contoh : Legrand)	bh	1
11	**pemasangan titik meja Lab. 3 fasa 16 A**	**titik**	**5**
	– Kabel NYY 4 x 2,5 mm^2	m'	15
	– T Dos	bh	1
12	**pemasangan titik meja Lab. 3 fasa 10 A**	**titik**	**8**
	– Kabel NYY 4 x 2,5 mm^2	m'	15
	– T Dos	bh	1
13	**pemasangan titik meja Lab. 1 fasa 10 A**	**titik**	**9**
	– Kabel NYY 4 x 2,5 mm^2	m'	15
	– T Dos	bh	1

GEDUNG C

Lantai 1

No.	Uraian Pekerjaan	Satuan	Volume
1	**PHU 1**	**unit**	**1**
	– Boks Panel 100 x 80 x 30	unit	1
	– Lampu Indikator (merah)	bh	1
	– Lampu Indikator (Kuning)	bh	1
	– Lampu Indikator (Hijau)	bh	1
	– Fuse 2 A	bh	1
	– Volt meter 0-500 volt	bh	3
	– Ampere meter panel 0-300 A	bh	1
	– Current Transformer 0-300 A	bh	1
	– Isolator Ground	bh	1
	– Isolator Netral	bh	1
	– Busbar	bh	1
	– MCCB 3 x 260 A	bh	1
	– MCB 3 x 63 A	bh	1
	– MCB 3 x 40 A	bh	1
	– MCB 3 x 32 A	bh	1
	– MCB 3 x 25A	bh	4
	– MCB 3 x 16A	bh	1
	– Material Panel Support	unit	1
	kabel NYFGBY 4 x 150 mm^2	m'	
2	**PHB 1**	**unit**	**1**
	– Boks Panel 80 x 60x 30	unit	1
	– Lampu Indikator (merah)	bh	1
	– Lampu Indikator (Kuning)	bh	1
	– Lampu Indikator (Hijau)	bh	1
	– Fuse 2 A	bh	1
	– Volt meter 0-500 volt	bh	3
	– Ampere meter panel 0-200 A	bh	1
	– Current Transformer 0-200 A	bh	1
	– Isolator Ground	bh	1
	– Isolator Netral	bh	1
	– Busbar	bh	1
	– MCB 3 x 63 A	bh	1
	– MCB 10 A	bh	7
	– MCB 6 A	bh	15
	– Material Panel Support	unit	1
	Kabel NYY 4 x 16 mm^2	m'	

No.	Uraian Pekerjaan	Satuan	Volume
3	**PHB 1.3**	**unit**	**1**
	– Boks Panel 50 x 40 x 30	unit	1
	– Lampu Indikator (merah)	bh	1
	– Lampu Indikator (Kuning)	bh	1
	– Lampu Indikator (Hijau)	bh	1
	– Fuse 2 A	bh	1
	– Volt meter 0-500 volt	bh	3
	– Ampere meter panel 0-200 A	bh	1
	– Current Transformer 0-200 A	bh	1
	– Isolator Ground	bh	1
	– Isolator Netral	bh	1
	– Busbar	bh	1
	– MCB 3 x 25 A	bh	1
	– MCB 10 A	bh	9
	– Material Panel Support	unit	1
	Kabel NYY 4 x 10 mm^2	m'	
4	**PHB PC1**	**unit**	**1**
	– Boks Panel 50 x 40 x 30	unit	1
	– Lampu Indikator (merah)	bh	1
	– Lampu Indikator (Kuning)	bh	1
	– Lampu Indikator (Hijau)	bh	1
	– Fuse 2 A	bh	1
	– Volt meter 0-500 volt	bh	3
	– Ampere meter panel 0-200 A	bh	1
	– Current Transformer 0-200 A	bh	1
	– Isolator Ground	bh	1
	– Isolator Netral	bh	1
	– Busbar	bh	1
	– MCB 3 x 32 A	bh	1
	– MCB 16 A	bh	2
	– MCB 10 A	bh	4
	– Material Panel Support	unit	1
	Kabel NYY 4 x 6 mm^2	m'	
5	**pemasangan titik instalasi lampu**	**titik**	**94**
	– Kabel NYM 2 x 2,5 mm^2	m'	20
	– T Dos	bh	1
	– Las Dof	bh	1
	– Isolator	bh	1
6	**pemasangan titik stop kontak**	**titik**	**22**
	– Kabel NYM 3 x 2,5 mm^2	m'	15
	– T Dos	bh	1
	– Stop kontak (contoh : Legrand)	bh	1
7	**pemasangan titik stop kontak AC**	**titik**	**15**
	– Kabel NYM 3 x 2,5 mm^2	m'	15
	– T Dos	bh	1
	– Stop kontak AC	bh	1
8	**pemasangan titik stop kontak komputer**	**titik**	**68**
	– Kabel NYM 3 x 2,5 mm^2	m'	15
	– T Dos	bh	1
	– Stop kontak (contoh : Legrand)	bh	1

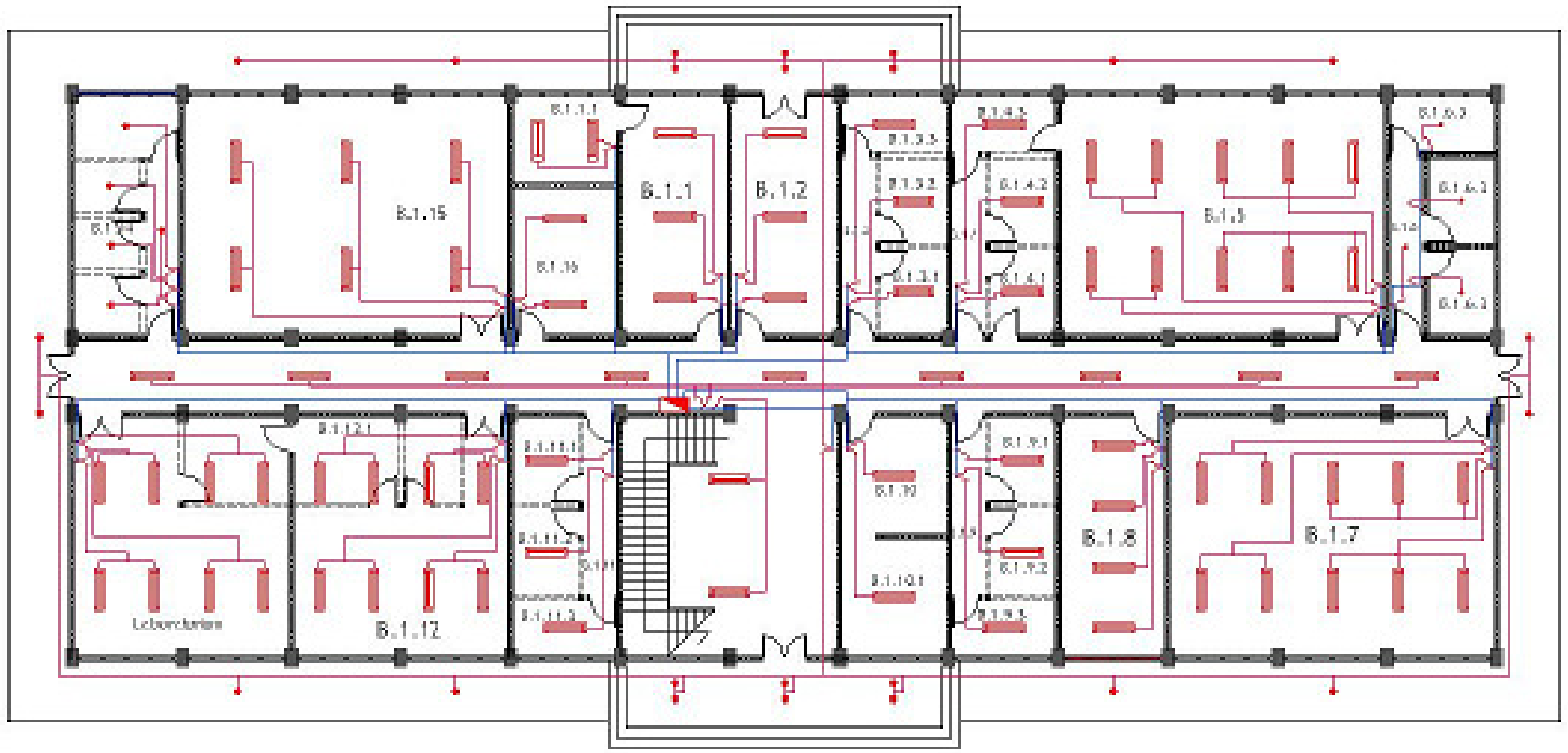
No.	Uraian Pekerjaan	Satuan	Volume
9	**pemasangan titik meja Lab. 1 fasa 10 A**	**titik**	**9**
	– Kabel NYY 4 x 2,5 mm^2	m'	15
	– T Dos	bh	1

Lantai 2

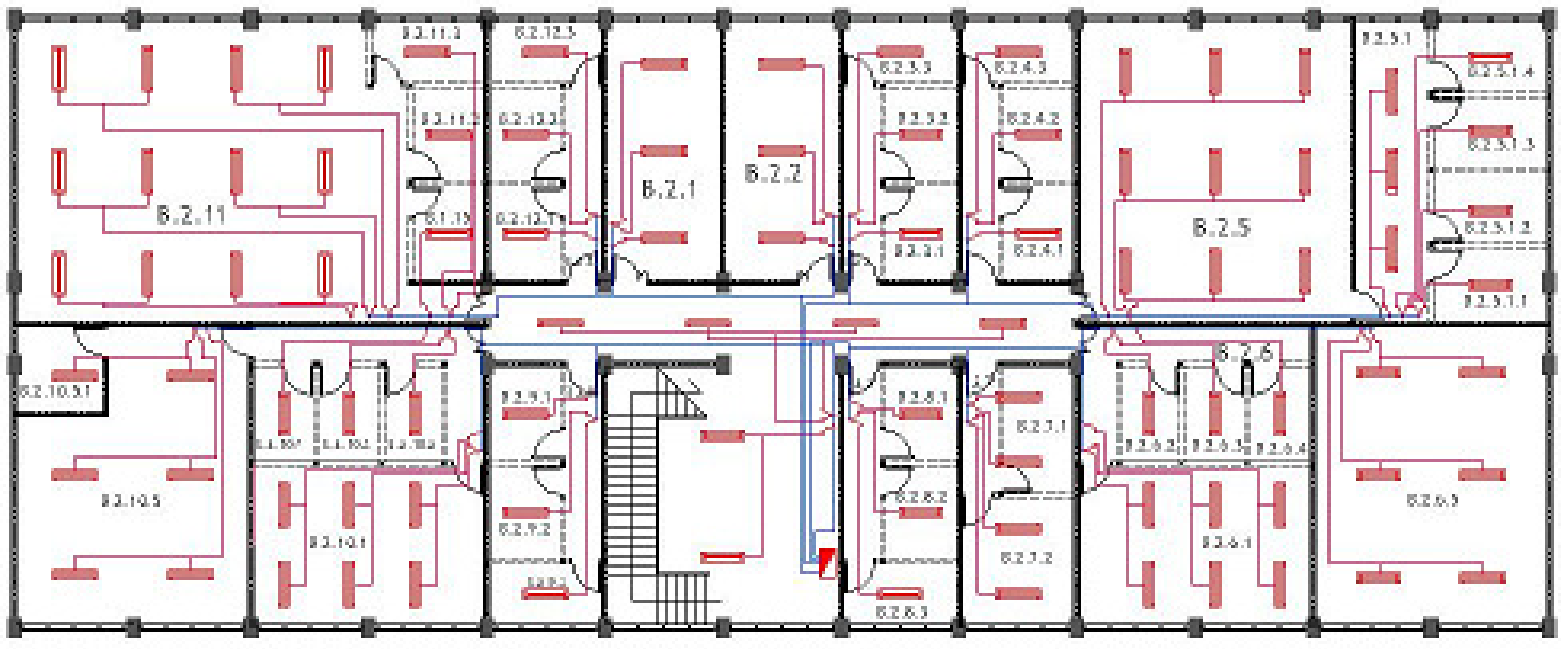
No.	Uraian Pekerjaan	Satuan	Volume
1	**PHB 2**	**unit**	**1**
	– Boks Panel 80 x 60x 30	unit	1
	– Lampu Indikator (merah)	bh	1
	– Lampu Indikator (Kuning)	bh	1
	– Lampu Indikator (Hijau)	bh	1
	– Fuse 2 A	bh	1
	– Volt meter 0-500 volt	bh	3
	– Ampere meter panel 0-200 A	bh	1
	– Current Transformer 0-200 A	bh	1
	– Isolator Ground	bh	1
	– Isolator Netral	bh	1
	– Busbar	bh	1
	– MCB 3 x 40 A	bh	1
	– MCB 10 A	bh	4
	– MCB 6 A	bh	14
	– Material Panel Support	unit	1
	Kabel NYY 4 x 10 mm^2	m'	
2	**PHB 2.4; PHB 2.10; PHB 2.11**	**unit**	**3**
	– Boks Panel 50 x 40 x 30	unit	1
	– Lampu Indikator (merah)	bh	1
	– Lampu Indikator (Kuning)	bh	1
	– Lampu Indikator (Hijau)	bh	1
	– Fuse 2 A	bh	1
	– Volt meter 0-500 volt	bh	3
	– Ampere meter panel 0-200 A	bh	1
	– Current Transformer 0-200 A	bh	1
	– Isolator Ground	bh	1
	– Isolator Netral	bh	1
	– Busbar	bh	1
	– MCB 3 x 25 A	bh	1
	– MCB 10 A	bh	9
	– Material Panel Support	unit	1
	Kabel NYY 4 x 4 mm^2	m'	

No.	Uraian Pekerjaan	Satuan	Volume
4	**PHB PC1**	**unit**	**1**
	– Boks Panel 50 x 40 x 30	unit	1
	– Lampu Indikator (merah)	bh	1
	– Lampu Indikator (Kuning)	bh	1
	– Lampu Indikator (Hijau)	bh	1
	– Fuse 2 A	bh	1
	– Volt meter 0-500 volt	bh	3
	– Ampere meter panel 0-200 A	bh	1
	– Current Transformer 0-200 A	bh	1
	– Isolator Ground	bh	1
	– Isolator Netral	bh	1
	– Busbar	bh	1
	– MCB 3 x 16 A	bh	1
	– MCB 10 A	bh	3
	– Material Panel Support	unit	1
	Kabel NYY 4 x 2,5 mm^2	m'	
5	**pemasangan titik instalasi lampu**	**titik**	**70**
	– Kabel NYM 2 x 2,5 mm^2	m'	20
	– T Dos	bh	1
	– Las Dof	bh	1
	– Isolator	bh	1
6	**pemasangan titik stop kontak**	**titik**	**30**
	– Kabel NYM 3 x 2,5mm^2	m'	15
	– T Dos	bh	1
	– Stop kontak (contoh : Legrand)	bh	1
7	**pemasangan titik stop kontak AC**	**titik**	**10**
	– Kabel NYM 3 x 2,5 mm^2	m'	15
	– T Dos	bh	1
	– Stop kontak AC	bh	1
8	**pemasangan titik stop kontak komputer**	**titik**	**24**
	– Kabel NYM 3 x 2,5mm^2	m'	15
	– T Dos	bh	1
	– Stop kontak (contoh : Legrand)	bh	1
9	**pemasangan titik meja Lab. 1 fasa 10 A**	**titik**	**27**
	– Kabel NYY 4 x 2,5 mm^2	m'	15
	– T Dos	bh	1

Lampiran 10. Gambar Instalasi



LANTAI 1

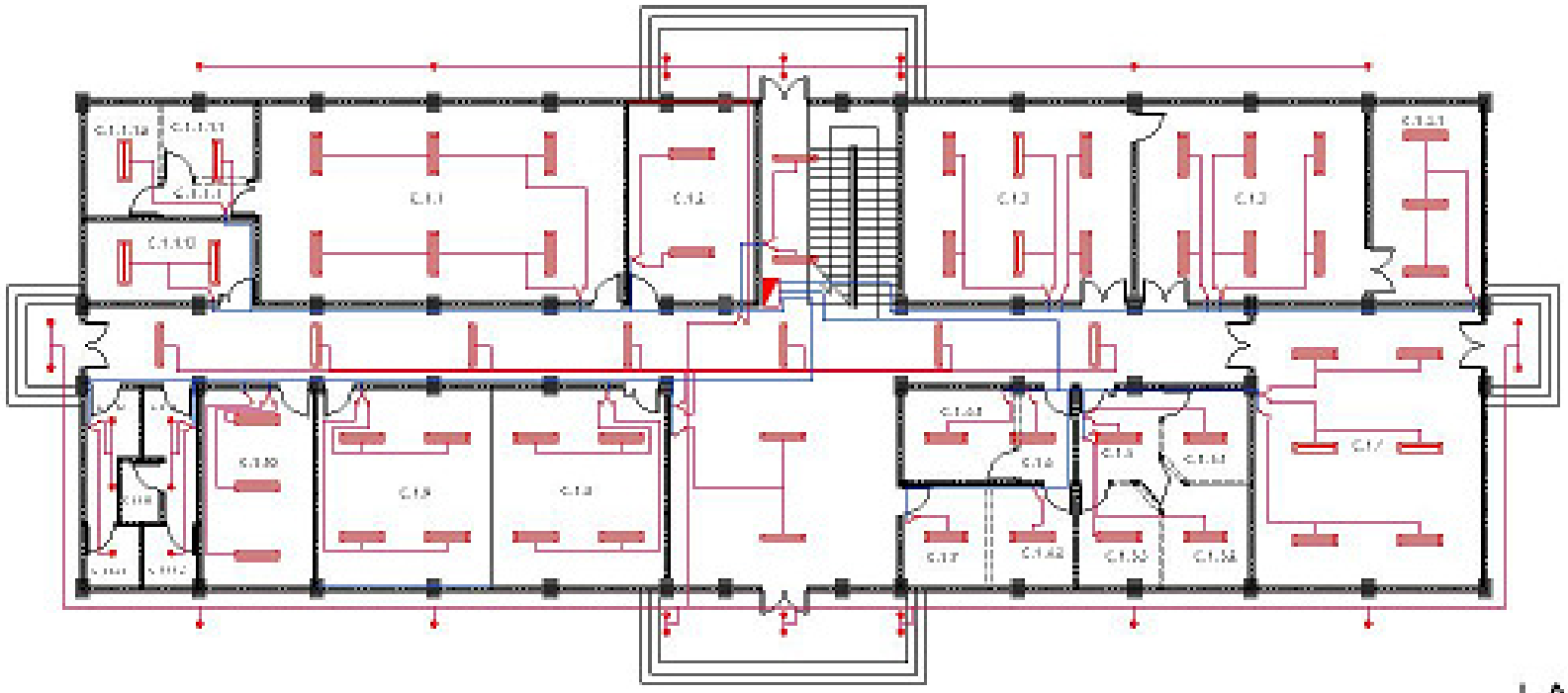


LANTAI 2

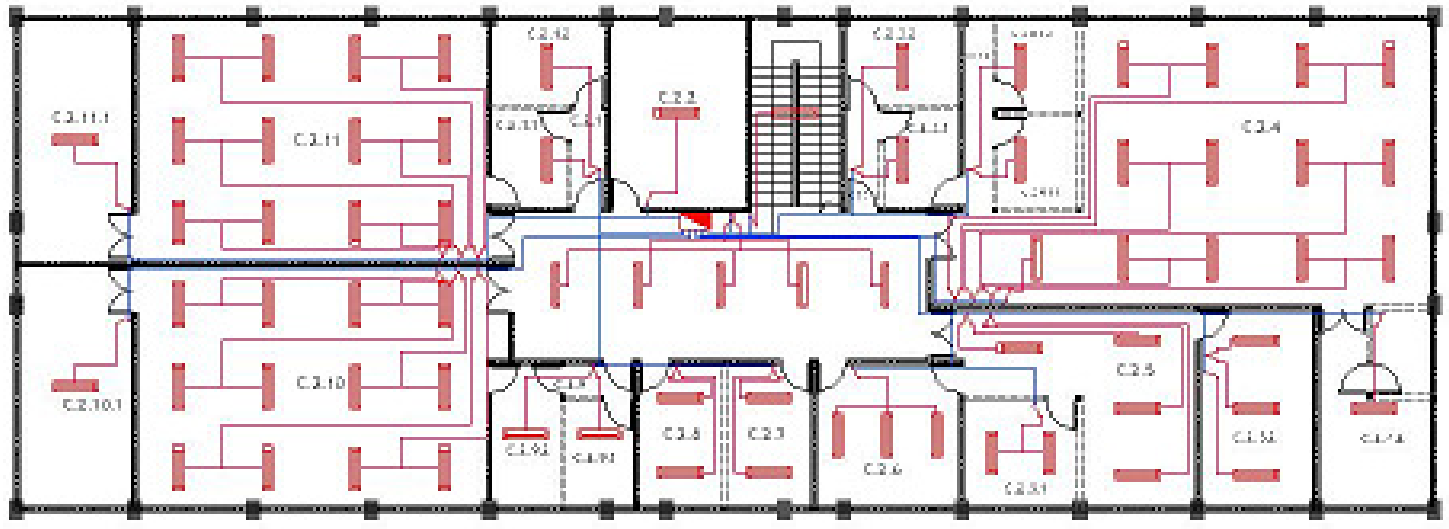
INSTALASI LAMPU GEDUNG B

SKALA 1: 200

	FL 2x 36 W
	FL 1x 36 W



LANTAI 1

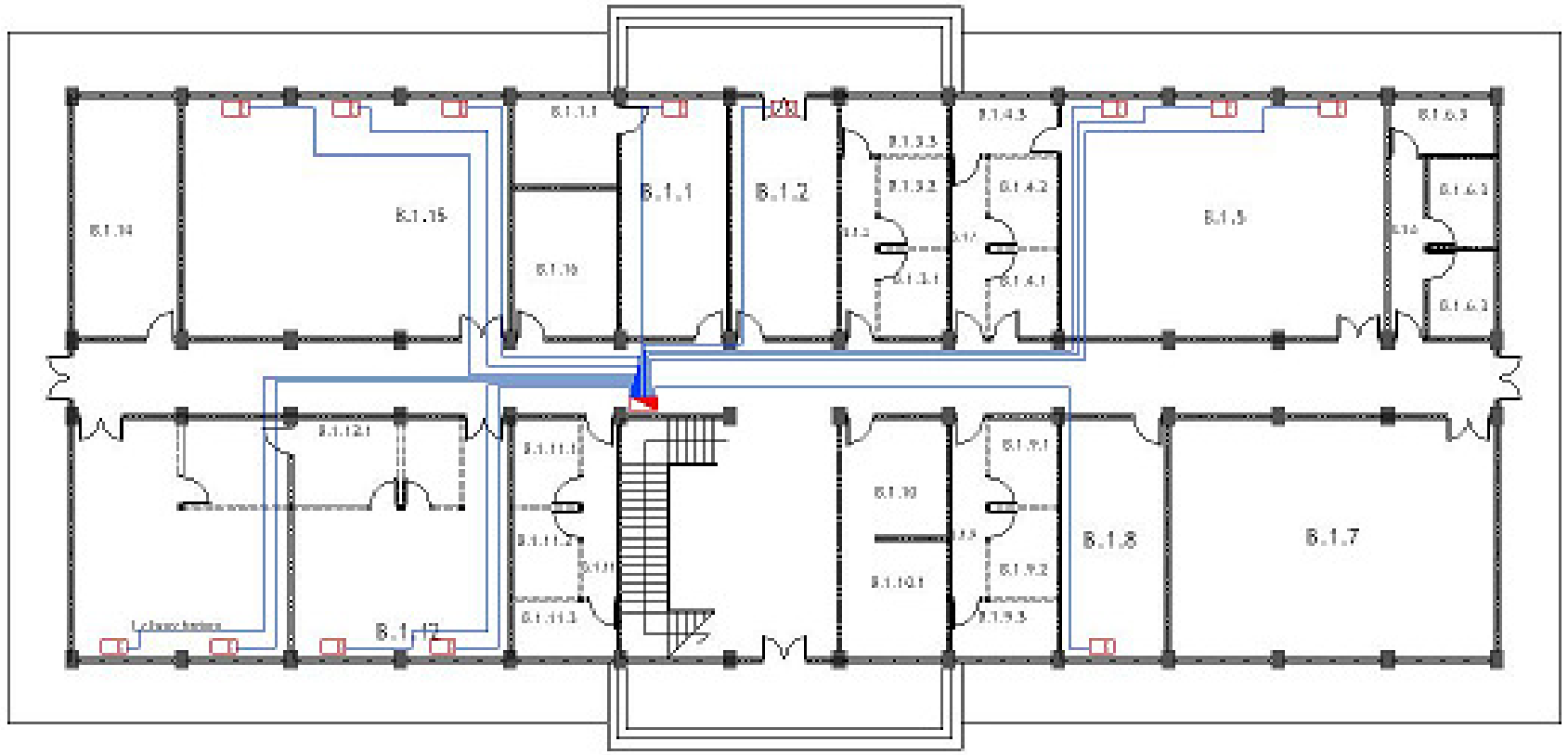


LANTAI 2

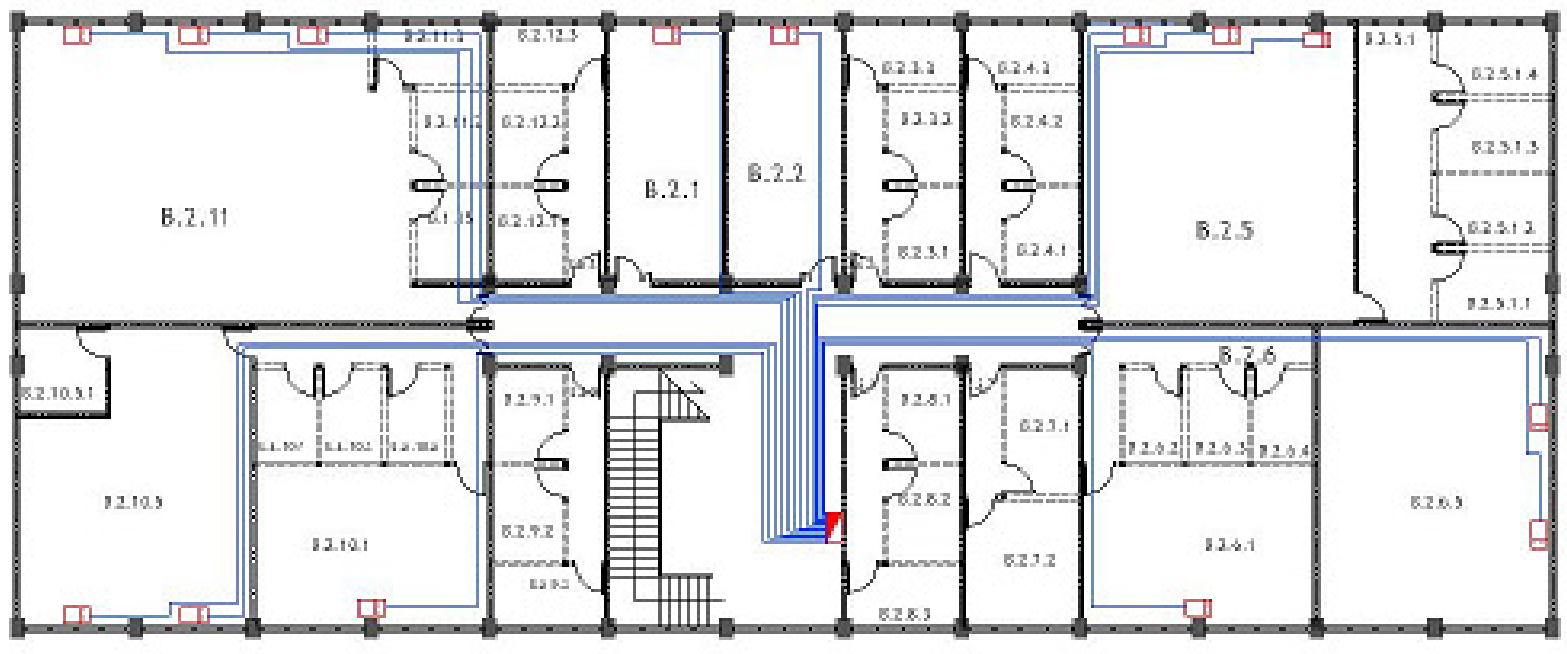
INSTALASI LAMPU GEDUNG C

SKALA 1: 200

	FL 2x 36 W
	FL 1x 36 W



LANTAI 1

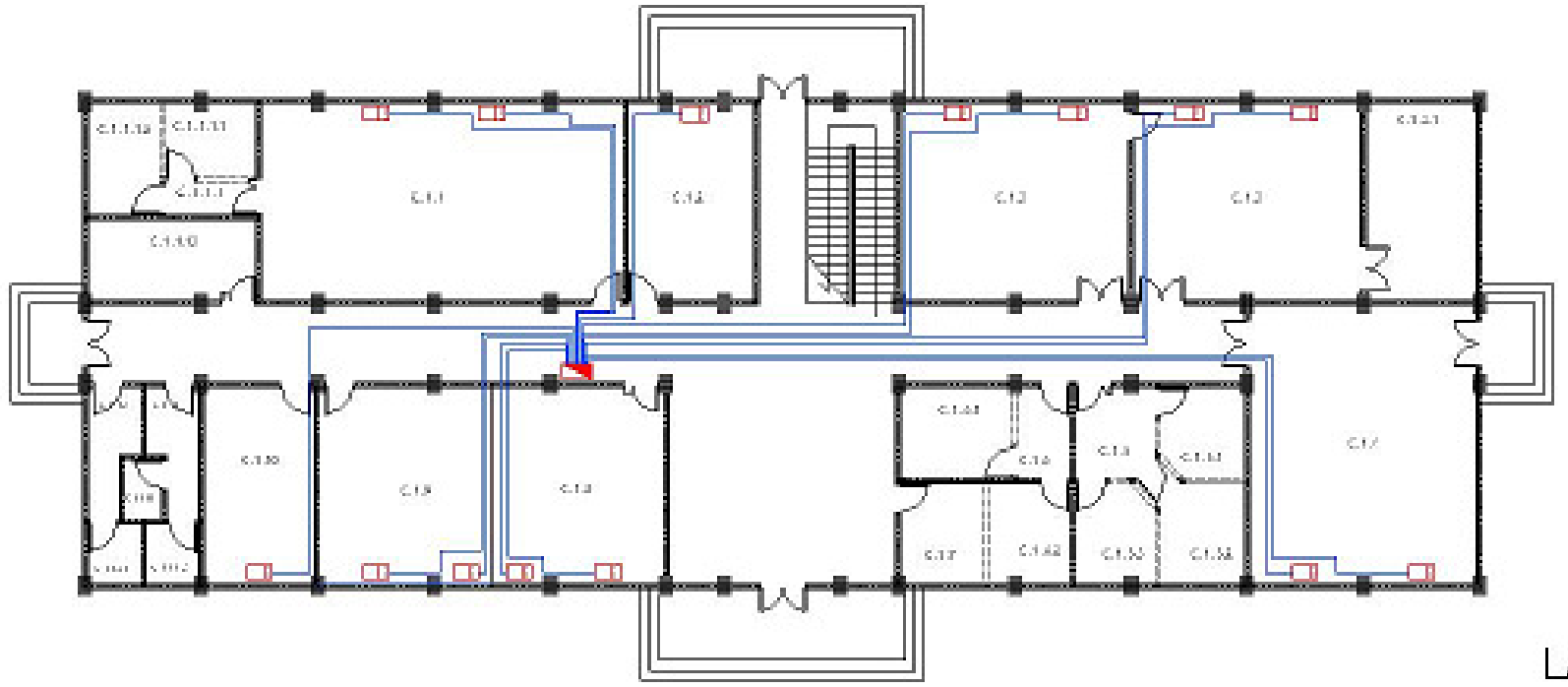


LANTAI 2

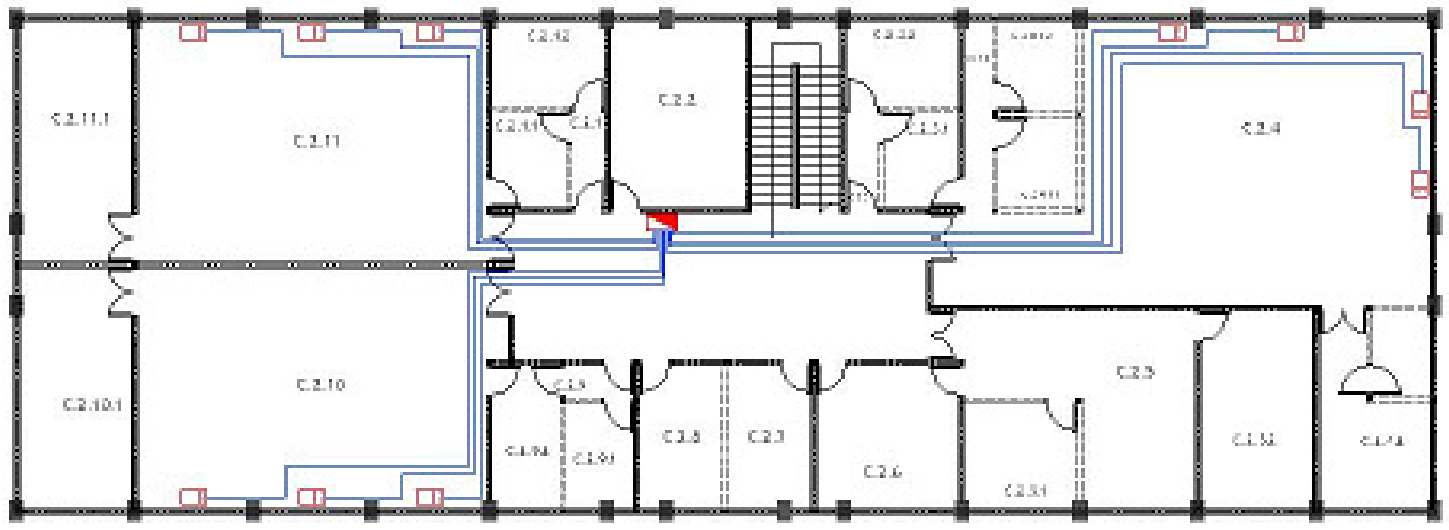
	PHB
	AC 1,5 PK

INSTALASI AC GEDUNG B

SKALA 1: 200



LANTAI 1

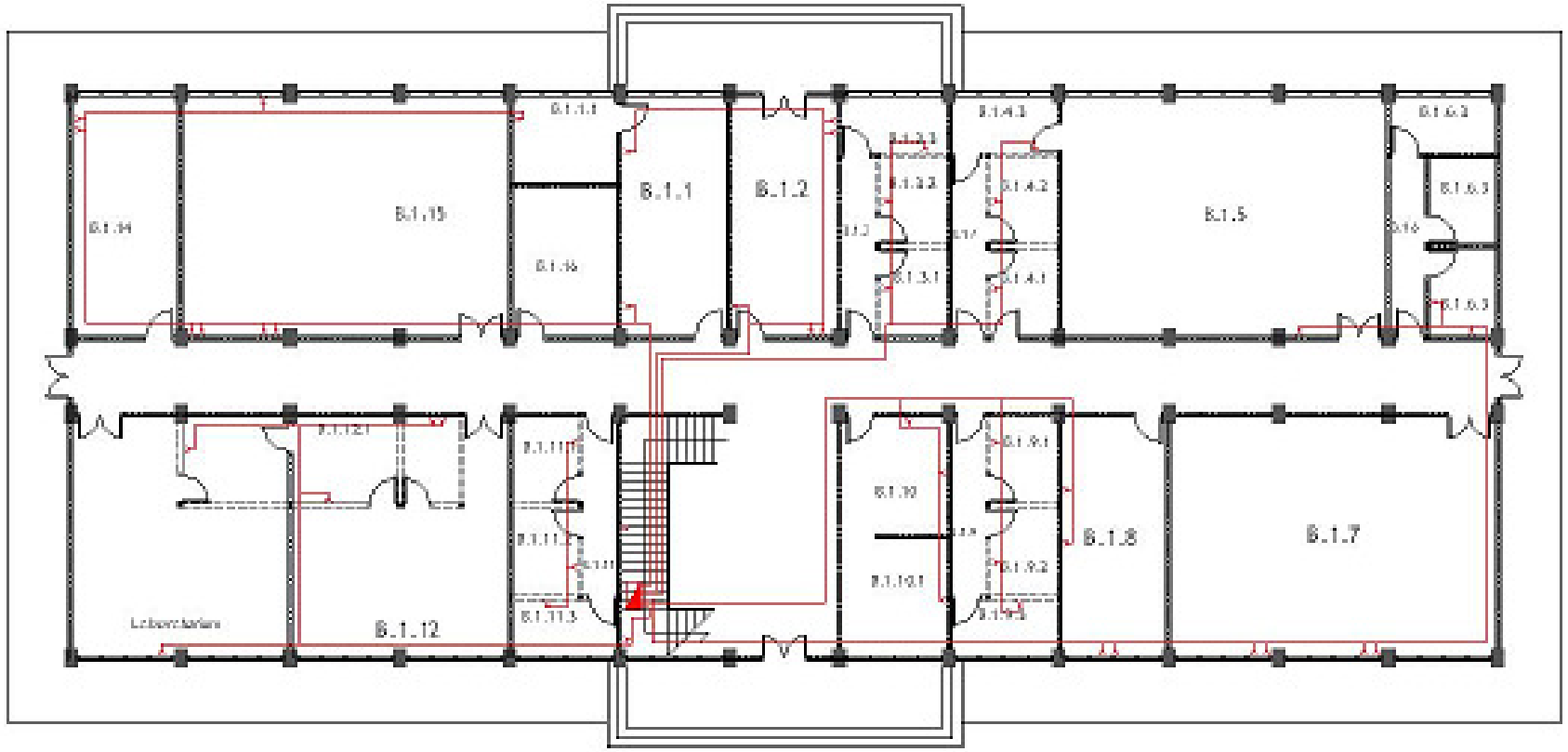


LANTAI 2

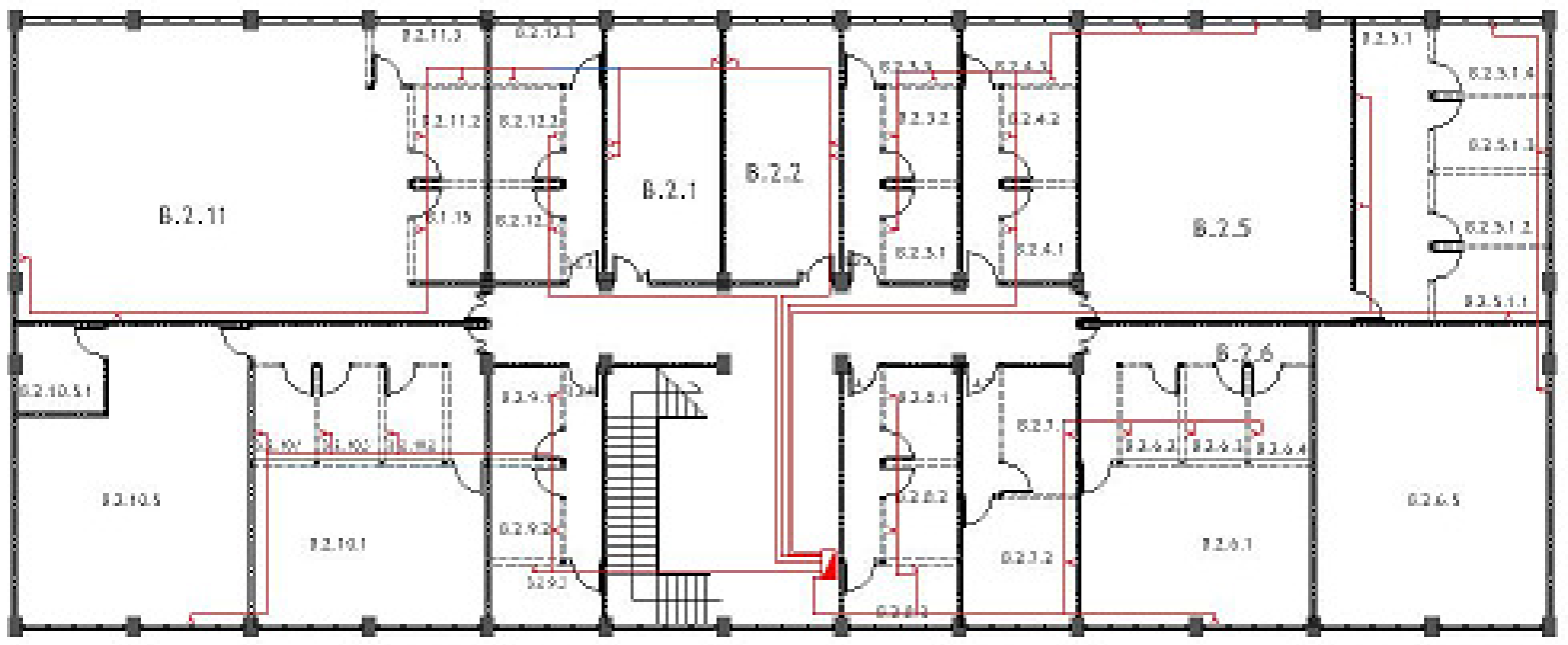
	PHB
	AC 1,5 PK

INSTALASI AC GEDUNG C

SKALA 1: 200



LANTAI 1

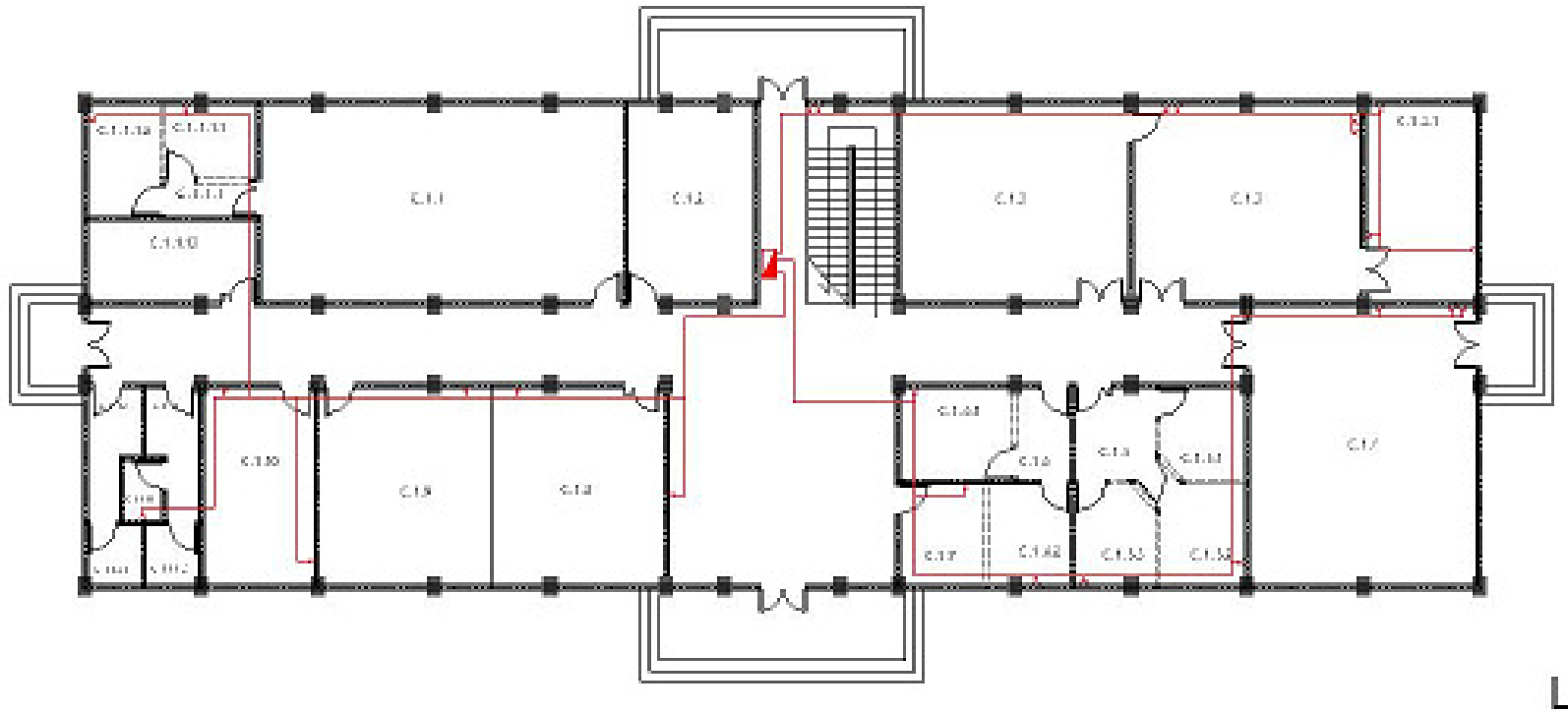


LANTAI 2

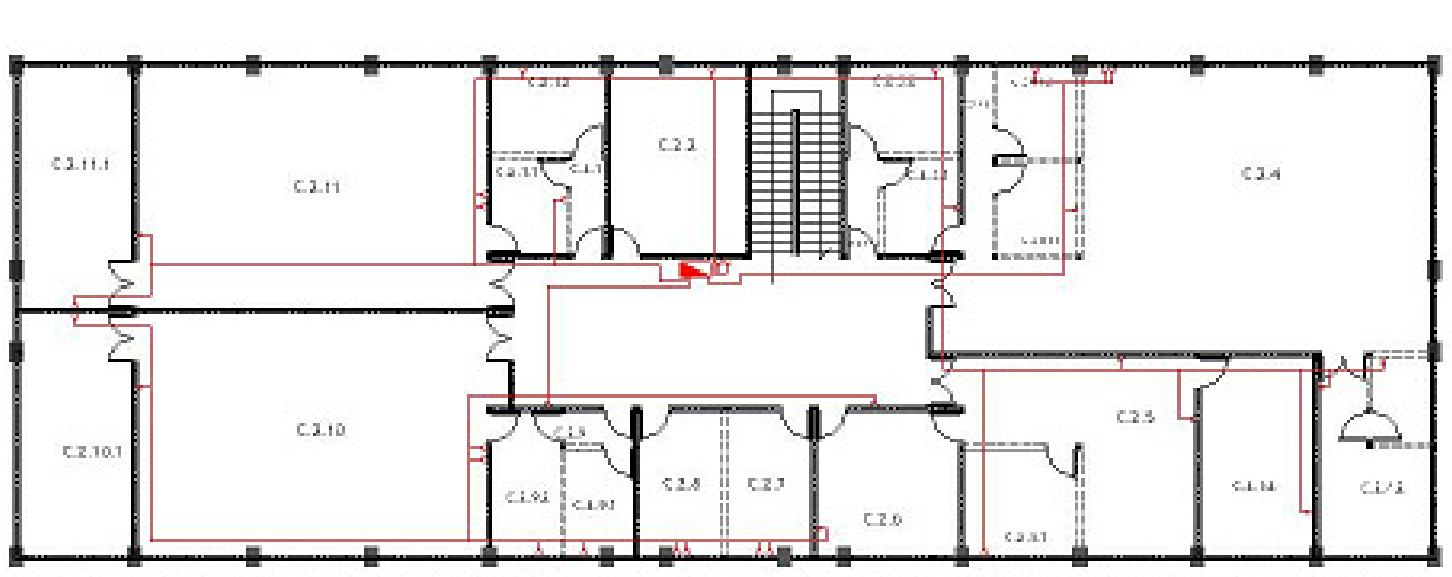
INSTALASI STOP KONTAK GEDUNG B

SKALA 1: 200

	PHB
	Stop Kontak



LANTAI 1

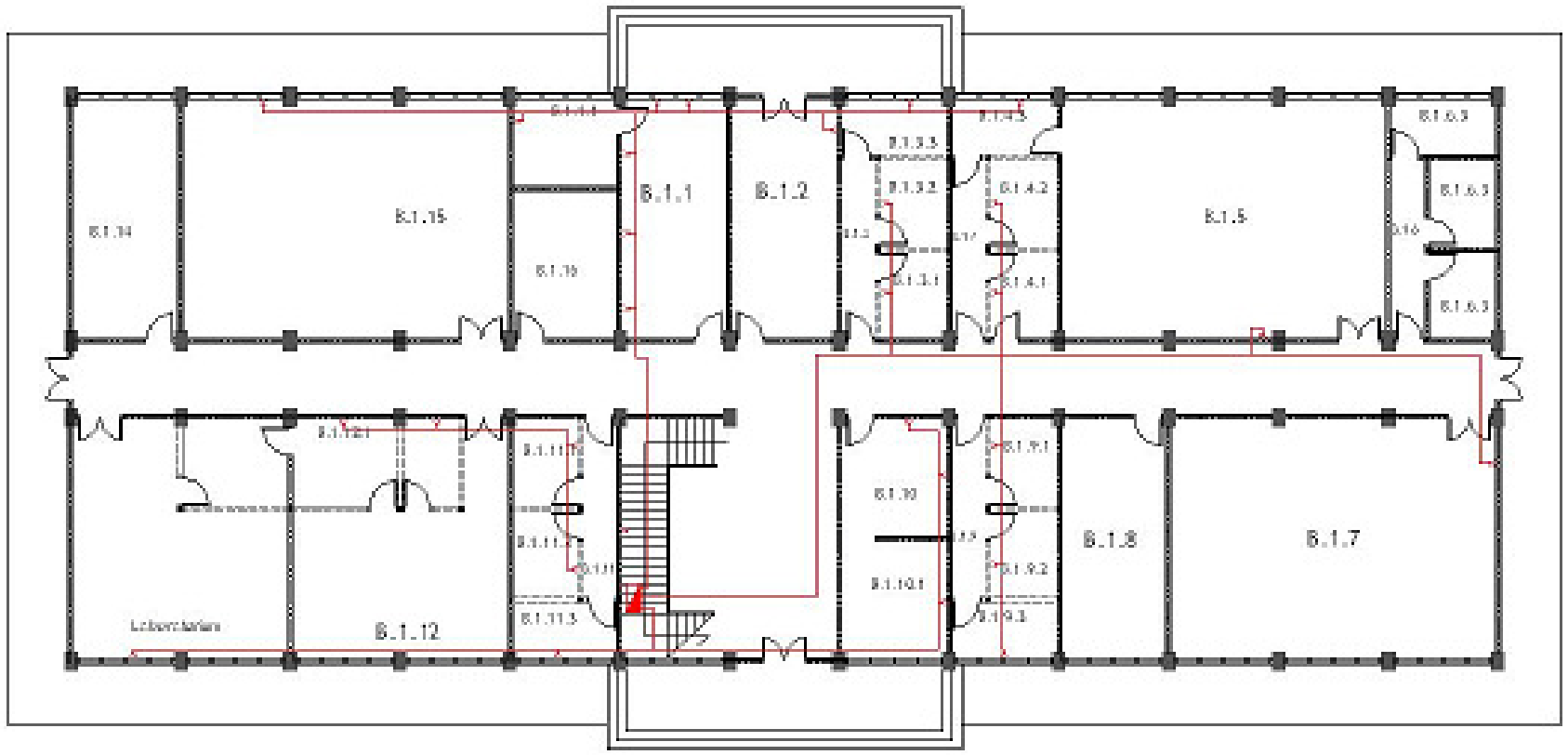


LANTAI 2

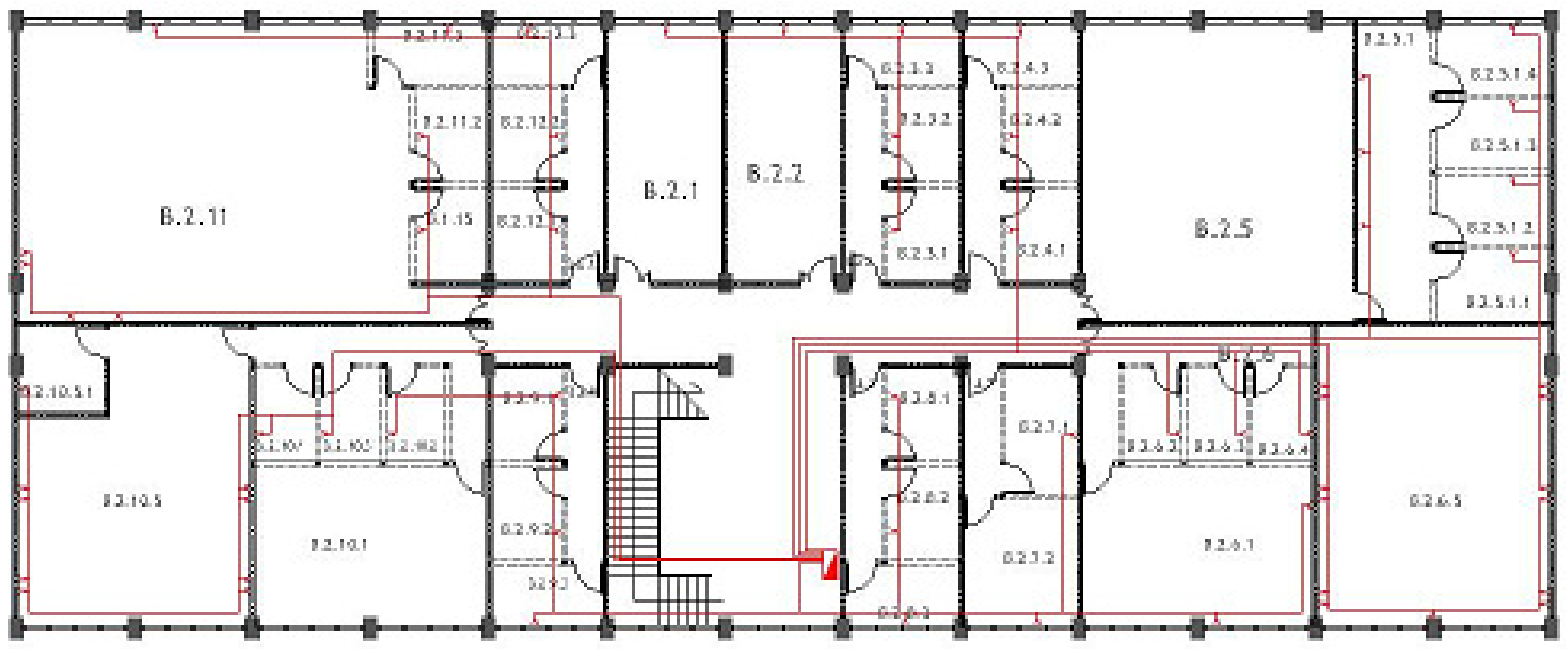
	PHB
	Stop Kontak

INSTALASI STOP KONTAK GEDUNG C

SKALA 1: 200



LANTAI 1

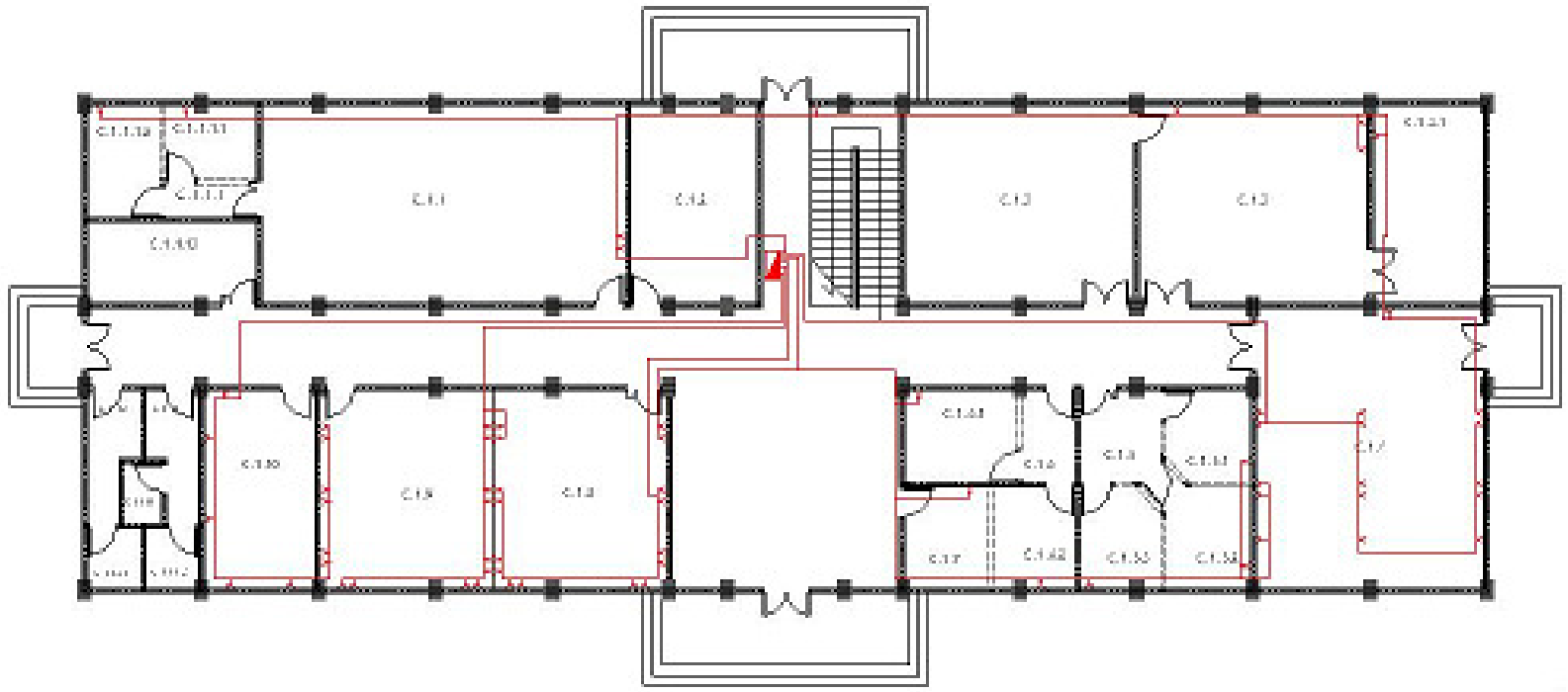


LANTAI 2

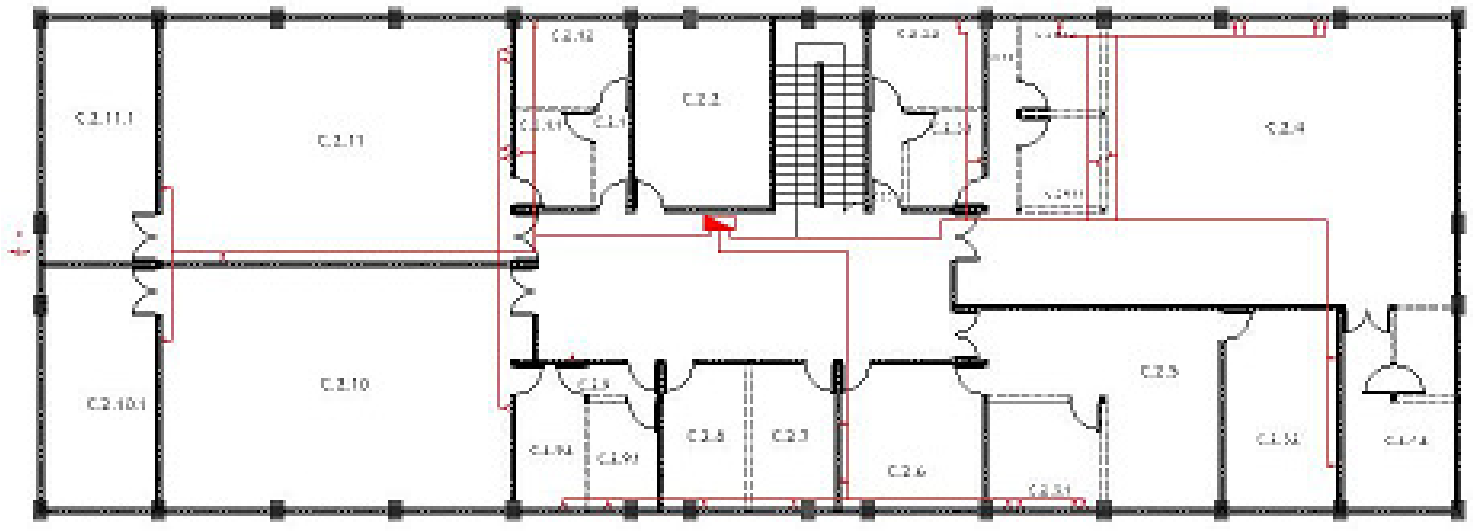
INSTALASI STOP KONTAK KOMPUTER GEDUNG B

SKALA 1: 200

	PHB
	Stop Kontak



LANTAI 1



LANTAI 2

INSTALASI STOP KONTAK KOMPUTER GEDUNG C

SKALA 1: 200

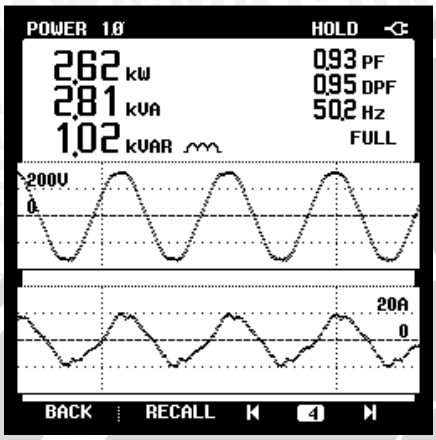
	PHB
	Stop Kontak

Lampiran 11. Hasil pengukuran

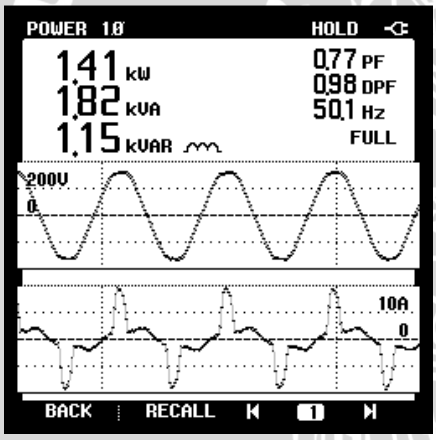
PENGUKURAN TANGGAL 26 JULI 2009 DI GEDUNG B

Daya :

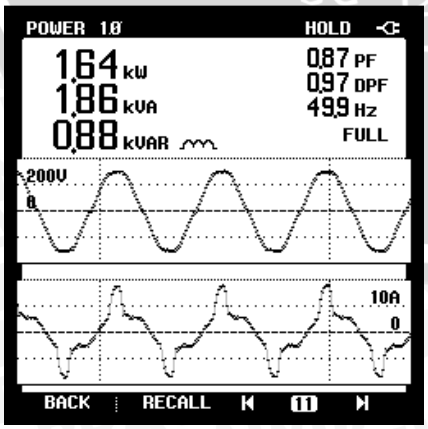
Fasa R



Fasa S



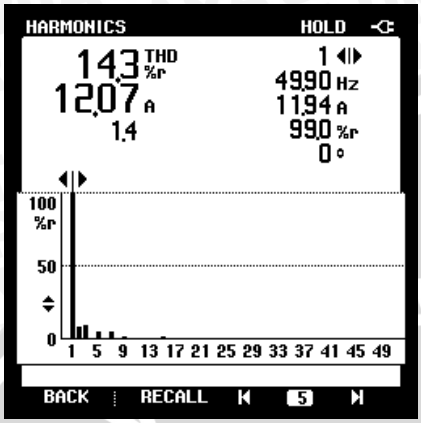
Fasa T

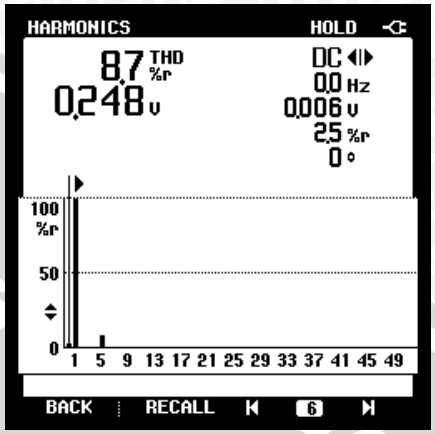


Harmonisa:

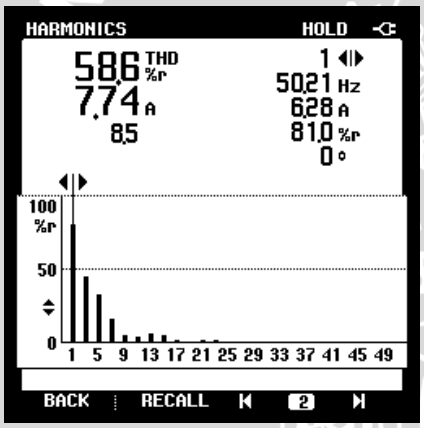
Arus	Tegangan

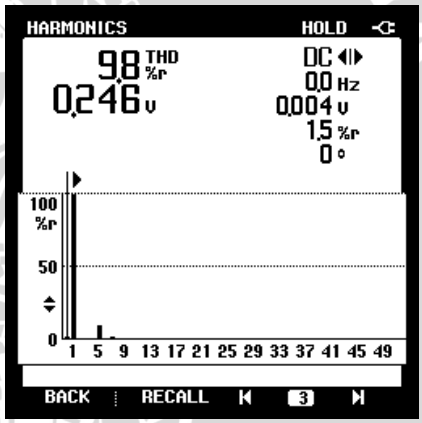
Fasa R



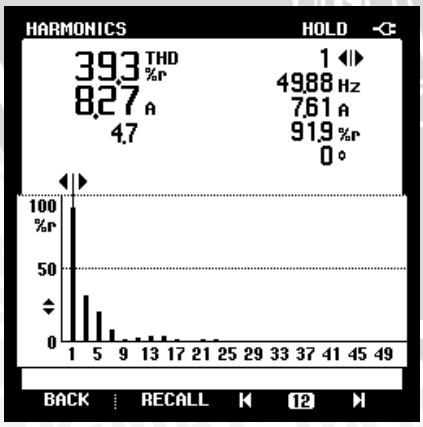


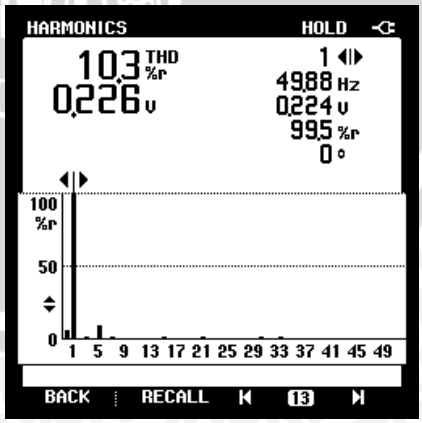
Fasa S





Fasa T

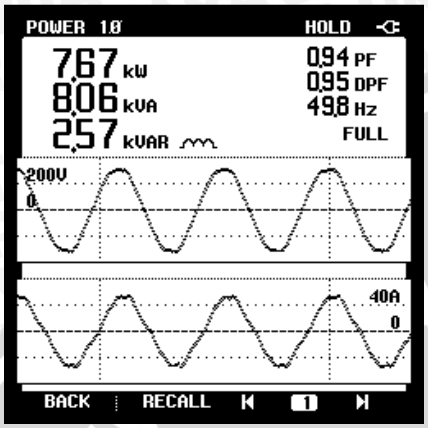




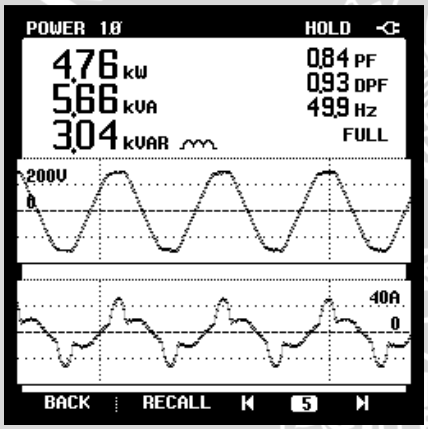
PENGUKURAN TANGGAL 27 JULI 2009 DI GEDUNG B

Daya :

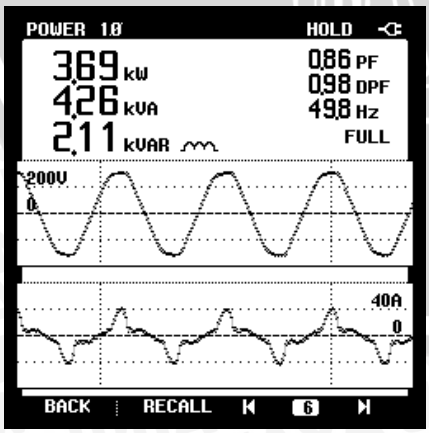
Fasa R



Fasa S



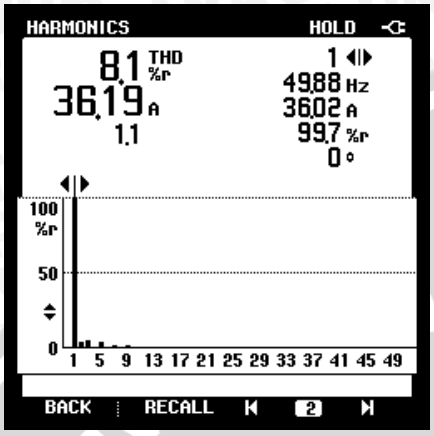
Fasa T

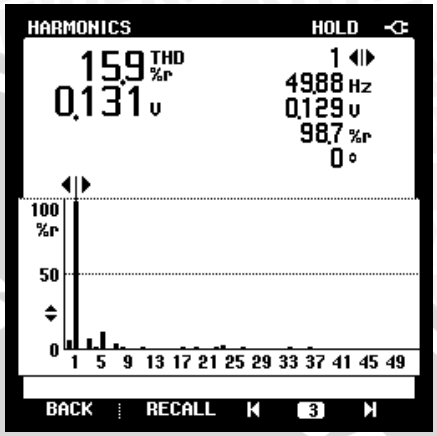


Harmonisa:

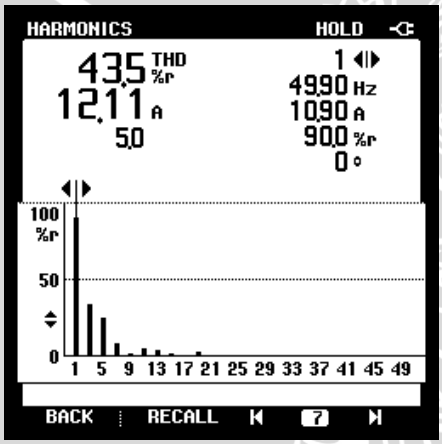
Arus	Tegangan

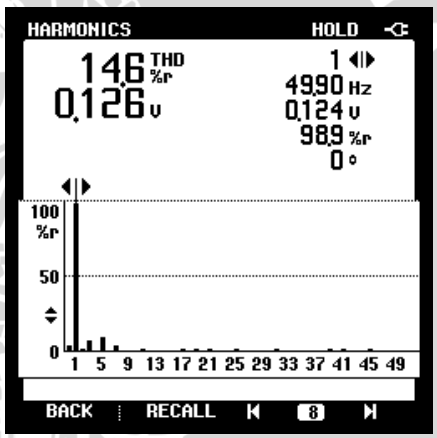
Fasa R



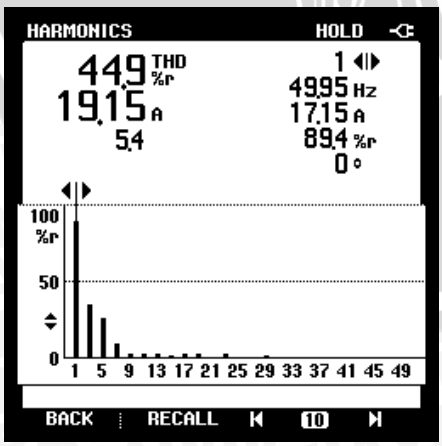


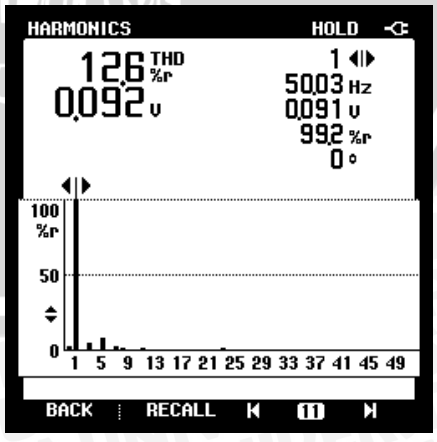
Fasa S





Fasa T

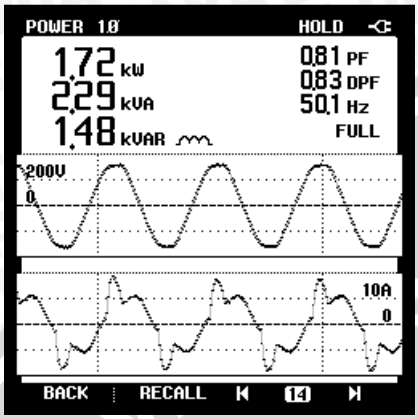




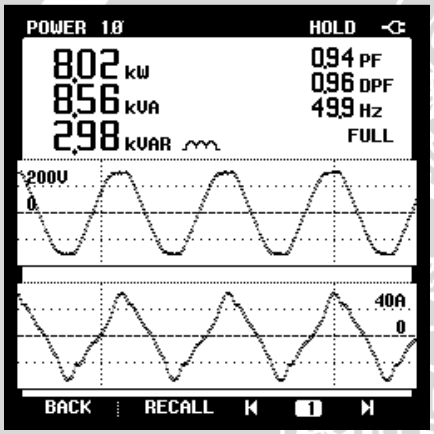
PENGUKURAN TANGGAL 30 JULI 2009 DI GEDUNG C

Daya :

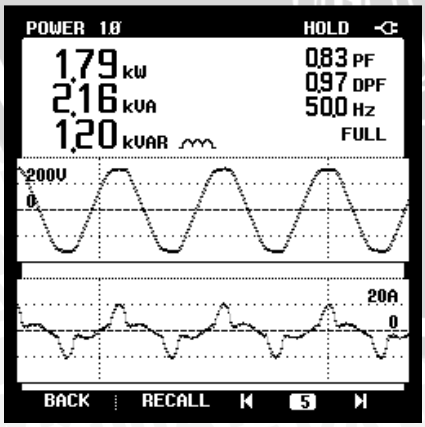
Fasa R



Fasa S



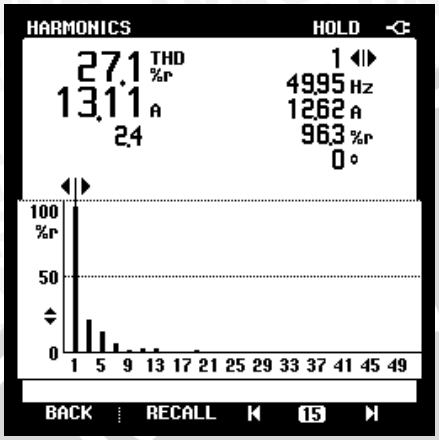
Fasa T

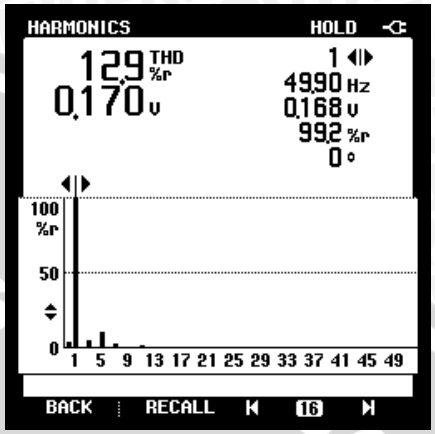


Harmonisa:

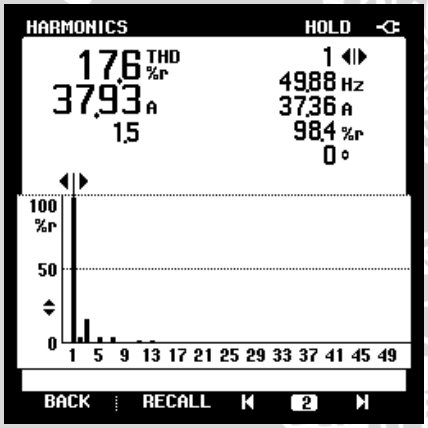
Arus	Tegangan

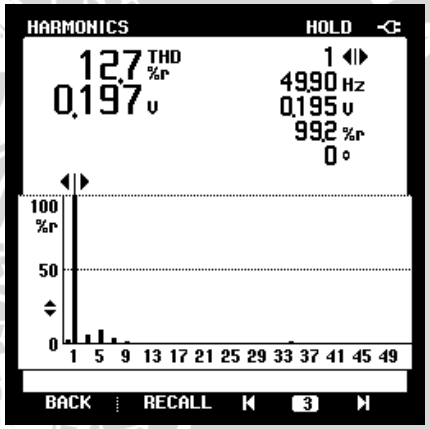
Fasa R



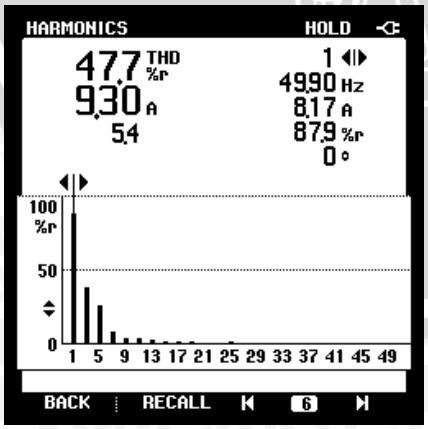


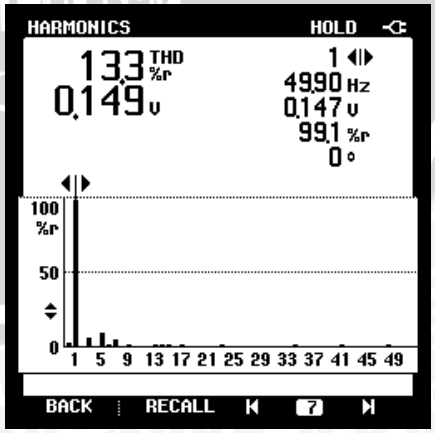
Fasa S





Fasa T

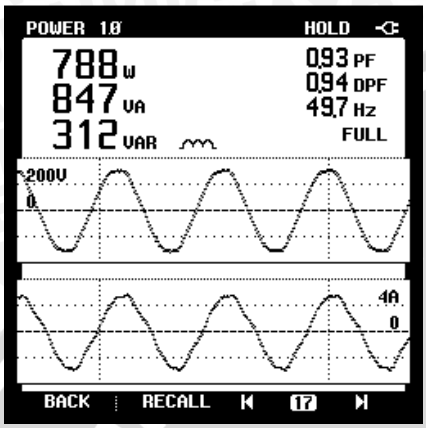




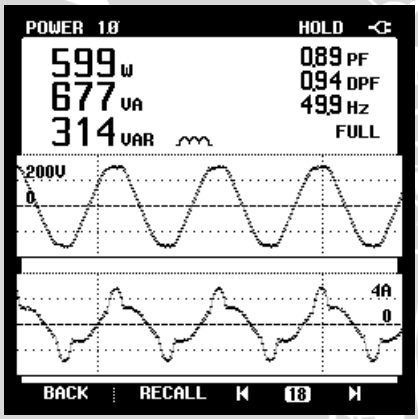
PENGUKURAN TANGGAL 11 AGUSTUS 2009 DI GEDUNG B

Daya:

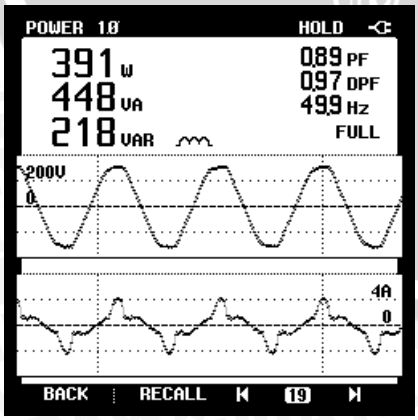
Fasa R



Fasa S



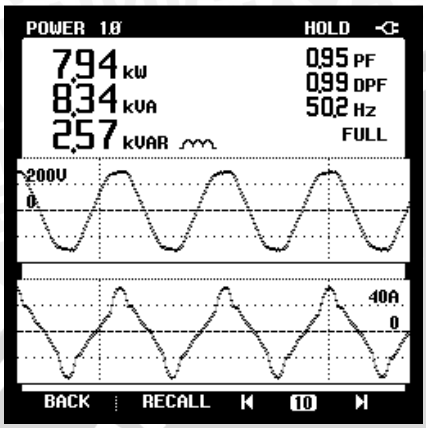
Fasa T



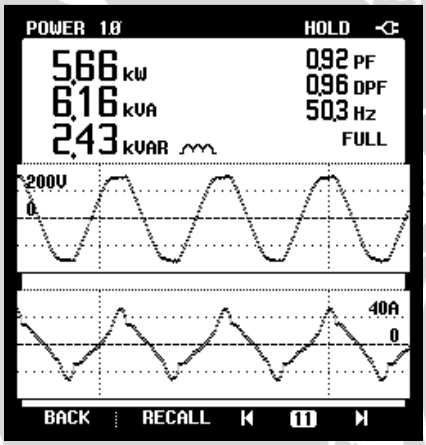
PENGUKURAN TANGGAL 8 OKTOBER 2009 DI GEDUNG B

Daya:

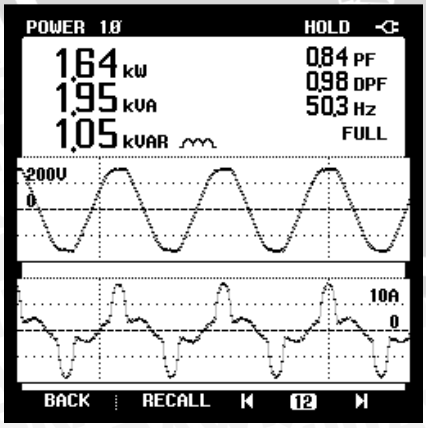
Fasa R



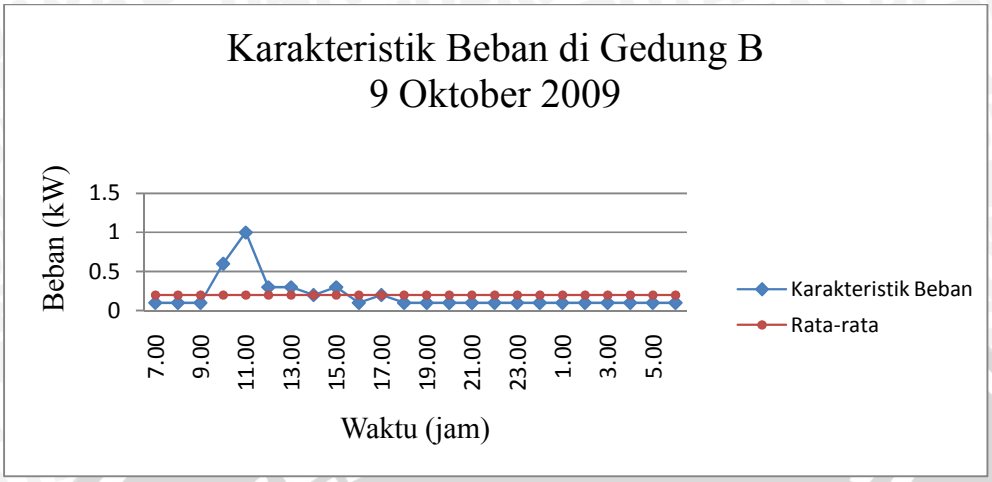
Fasa S

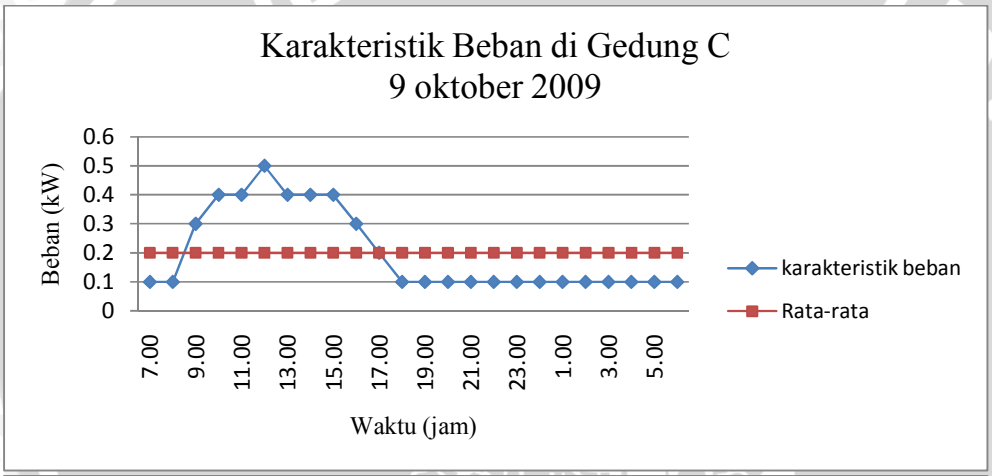


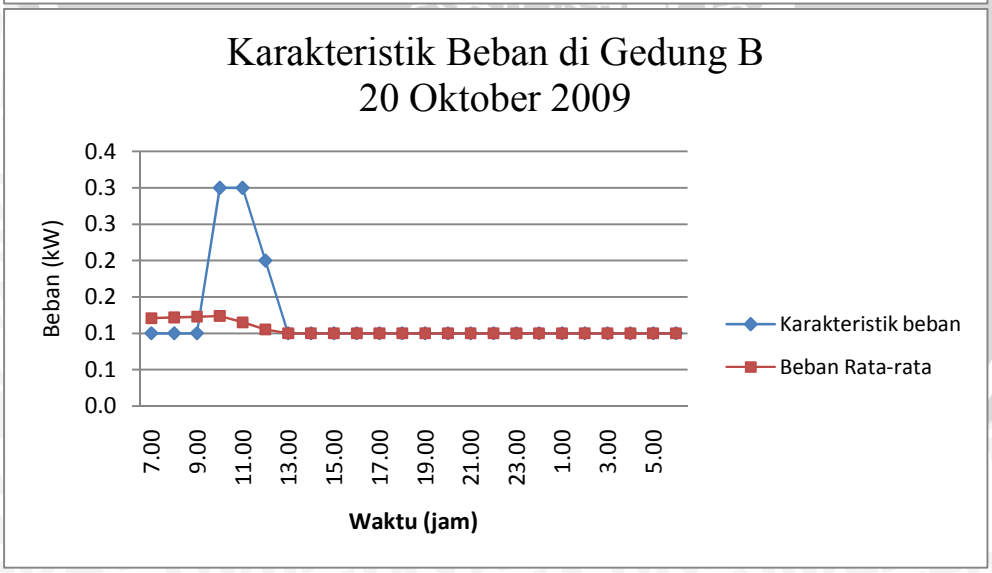
Fasa T

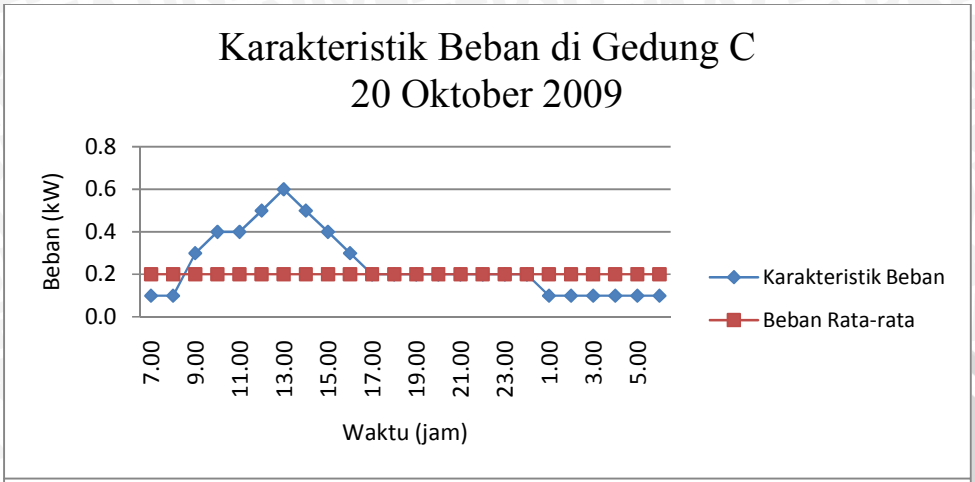


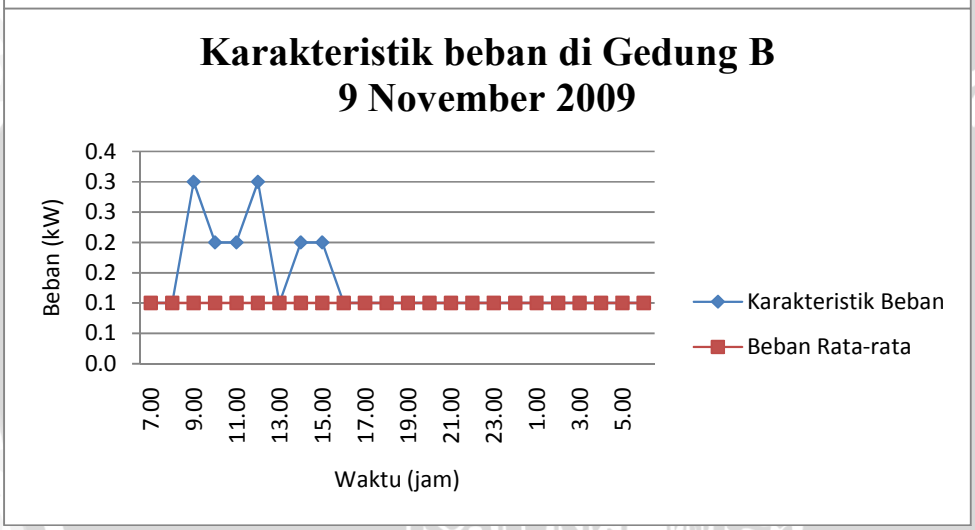
Hasil Pengukuran Karakteristik Beban

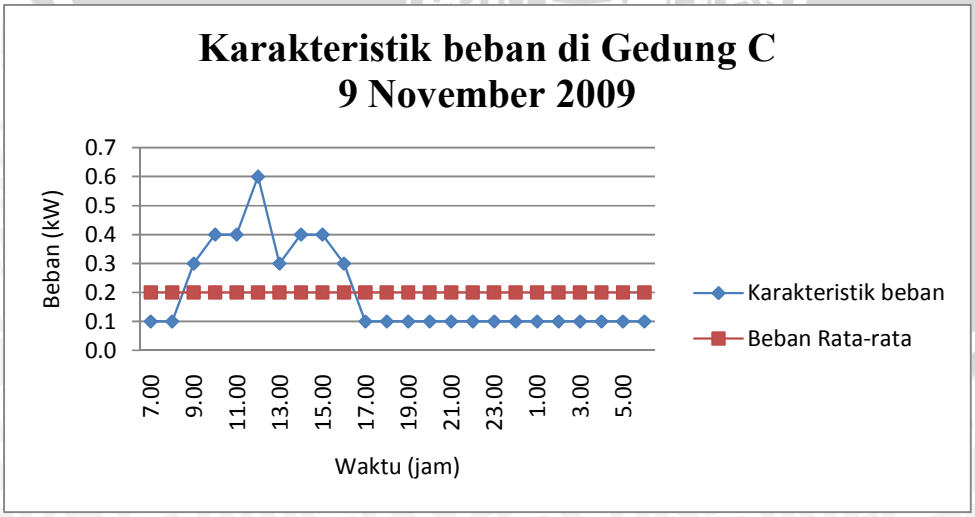


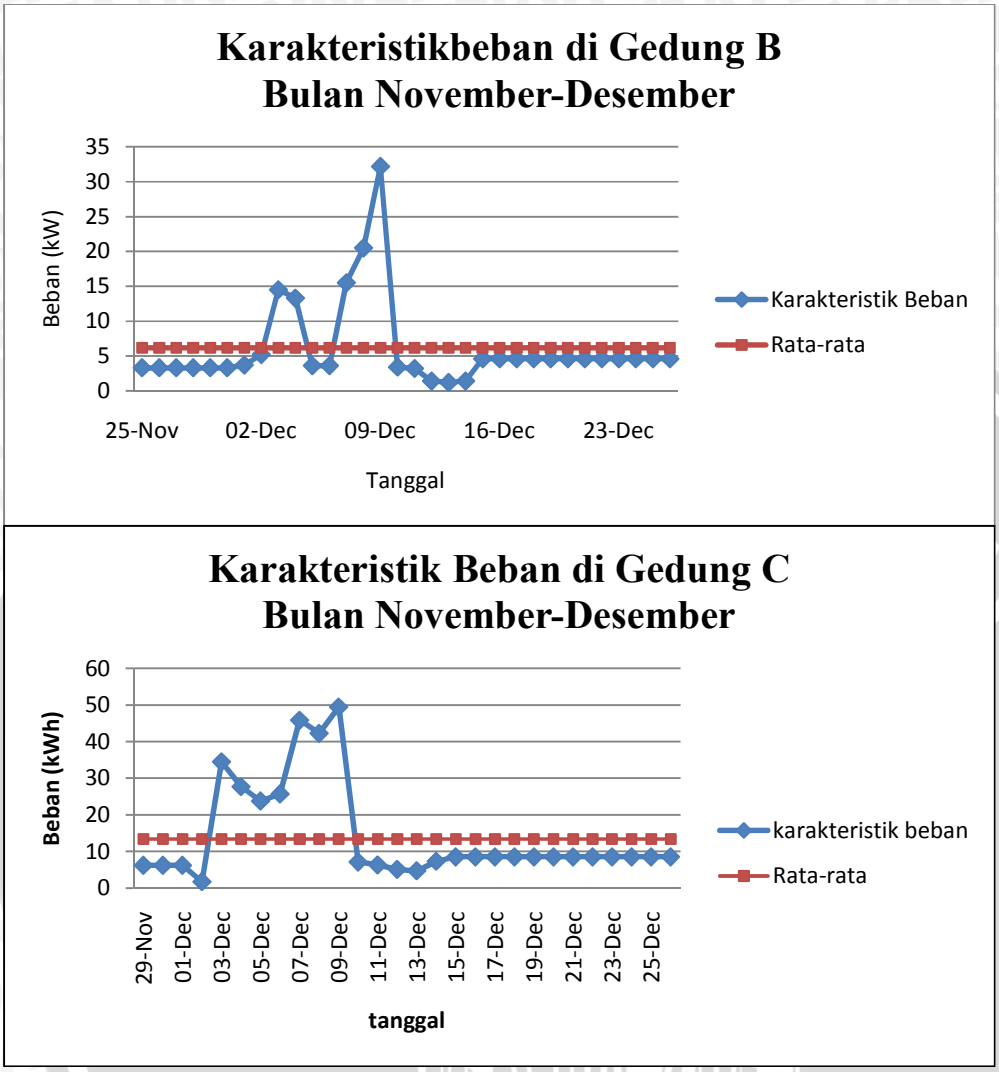


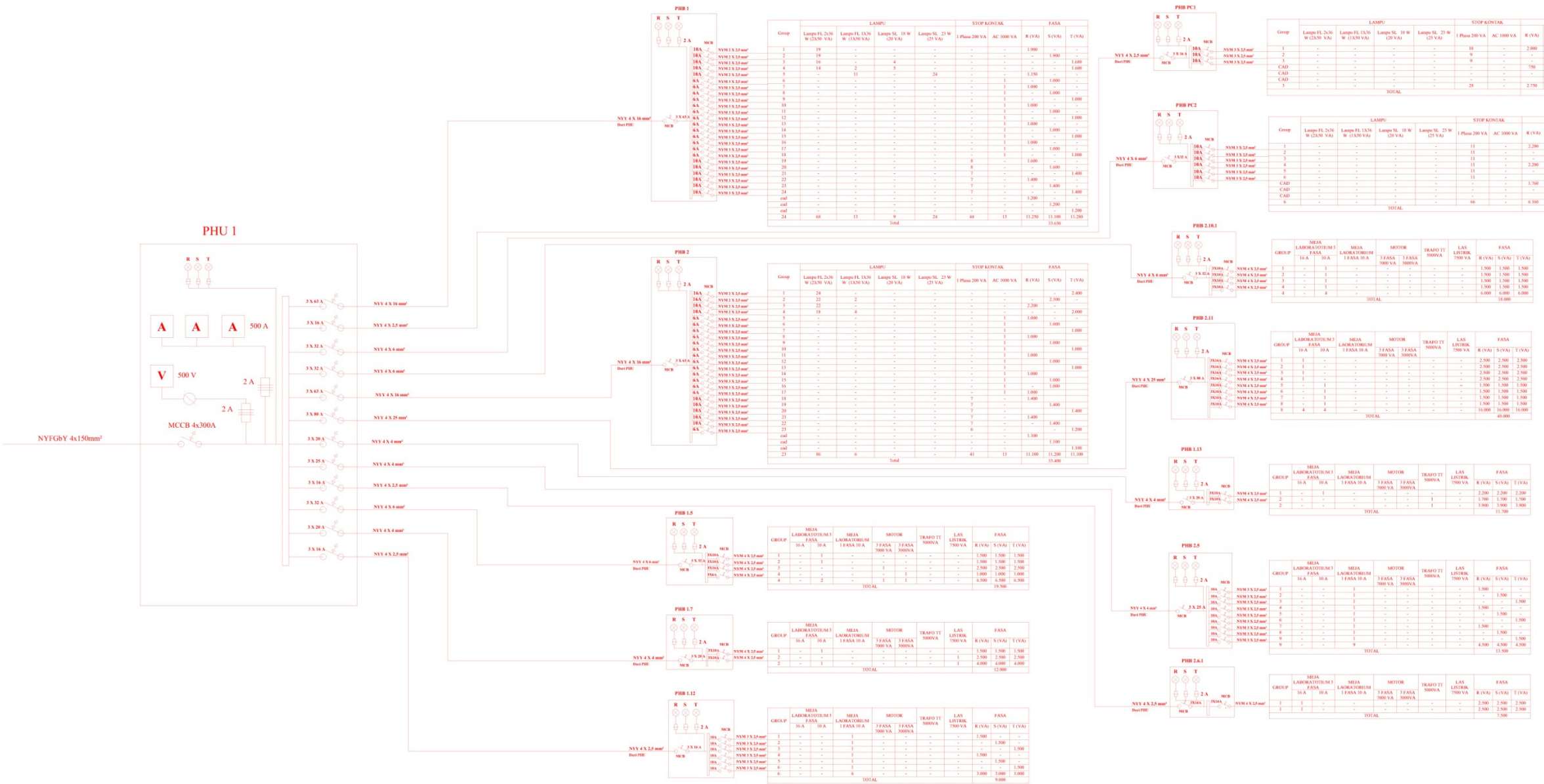



Karakteristik Beban di Gedung C
20 Oktober 2009
Beban (kW)
0.8
0.6
0.4
0.2
0.0
7.00
9.00
11.00
13.00
15.00
17.00
19.00
21.00
23.00
1.00
3.00
5.00
Waktu (jam)
Karakteristik Beban
Beban Rata-rata

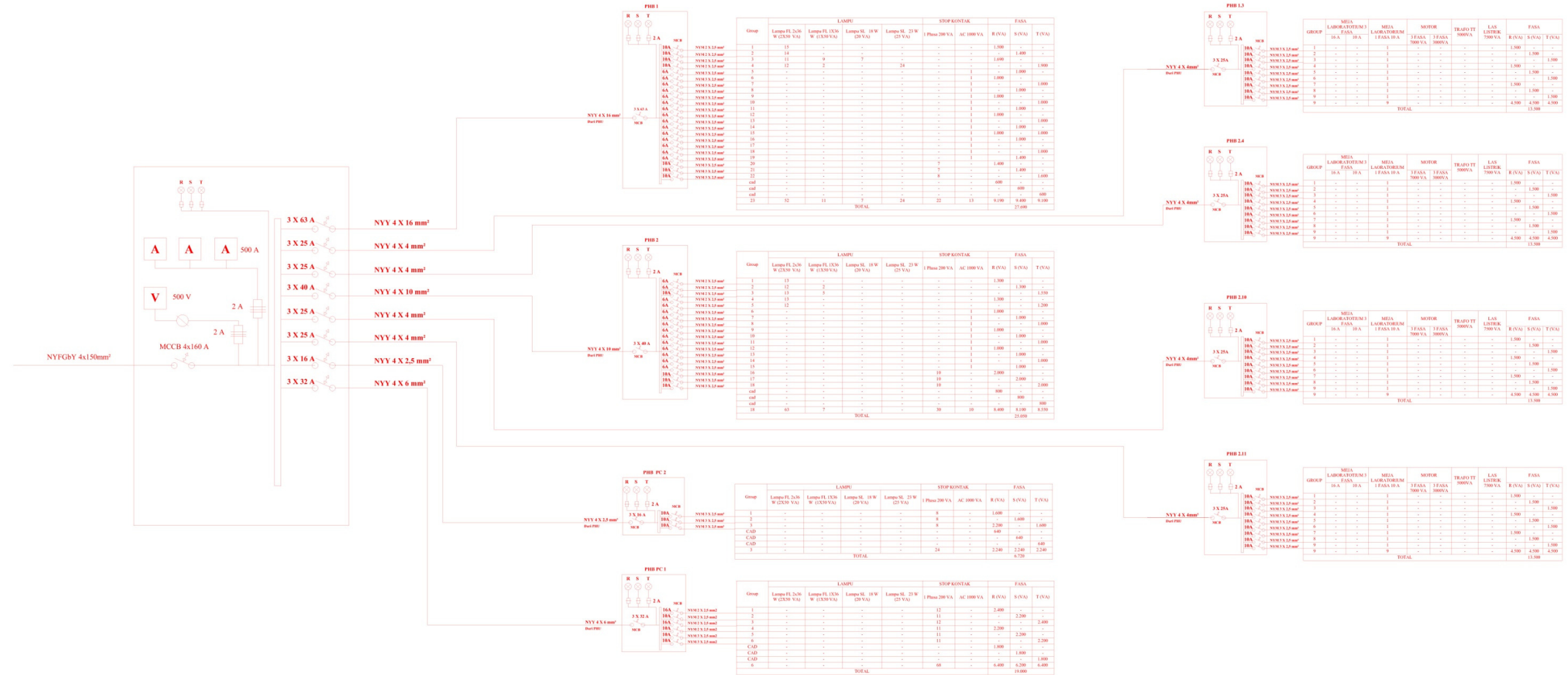

Karakteristik beban di Gedung B
9 November 2009
Beban (kW)
0.4
0.3
0.3
0.2
0.2
0.1
0.1
0.0
7.00
9.00
11.00
13.00
15.00
17.00
19.00
21.00
23.00
1.00
3.00
5.00
Waktu (jam)
Karakteristik Beban
Beban Rata-rata


Karakteristik beban di Gedung C
9 November 2009
Beban (kW)
0.7
0.6
0.5
0.4
0.3
0.2
0.1
0.0
7.00
9.00
11.00
13.00
15.00
17.00
19.00
21.00
23.00
1.00
3.00
5.00
Waktu (jam)
Karakteristik beban
Beban Rata-rata


Karakteristikbeban di Gedung B
Bulan November-Desember
Beban (kW)
35
30
25
20
15
10
5
0
25-Nov
02-Dec
09-Dec
16-Dec
23-Dec
Tanggal
Karakteristik Beban
Rata-rata
Karakteristik Beban di Gedung C
Bulan November-Desember
Beban (kWh)
60
50
40
30
20
10
0
29-Nov
01-Dec
03-Dec
05-Dec
07-Dec
09-Dec
11-Dec
13-Dec
15-Dec
17-Dec
19-Dec
21-Dec
23-Dec
25-Dec
tanggal
karakteristik beban
Rata-rata



SINGLE LINE DIAGRAM INSTALASI LISTRIK GEDUNG B



Group	LAMPU				STOP KONTAK		FASA		
	Lampu FL 2x36 W (2X50 VA)	Lampu FL 1X36 W (1X50 VA)	Lampu SL 18 W (20 VA)	Lampu SL 23 W (25 VA)	1 Phase 200 VA	AC 1000 VA	R (VA)	S (VA)	T (VA)
1	13	-	-	-	-	-	1.500	-	-
2	14	-	-	-	-	-	-	1.400	-
3	11	9	7	-	-	-	1.690	-	-
4	12	2	-	24	-	-	-	-	1.900
5	-	-	-	-	-	1	-	1.000	-
6	-	-	-	-	-	1	1.000	-	-
7	-	-	-	-	-	1	-	-	1.000
8	-	-	-	-	-	1	-	1.000	-
9	-	-	-	-	-	1	1.000	-	-
10	-	-	-	-	-	1	-	-	1.000
11	-	-	-	-	-	1	-	1.000	-
12	-	-	-	-	-	1	1.000	-	-
13	-	-	-	-	-	1	-	-	1.000
14	-	-	-	-	-	1	-	1.000	-
15	-	-	-	-	-	1	1.000	-	1.000
16	-	-	-	-	-	1	-	1.000	-
17	-	-	-	-	-	1	-	-	-
18	-	-	-	-	-	1	-	-	1.000
19	-	-	-	-	-	1	-	1.400	-
20	-	-	-	-	7	-	1.400	-	-
21	-	-	-	-	7	-	-	1.400	-
22	-	-	-	-	8	-	-	-	1.600
cad	-	-	-	-	-	-	600	-	-
cad	-	-	-	-	-	-	-	600	-
cad	-	-	-	-	-	-	-	-	600
23	52	11	7	24	22	13	9.190	9.400	9.100
TOTAL								27.690	

Group	LAMPU				STOP KONTAK		FASA		
	Lampu FL 2x36 W (2X50 VA)	Lampu FL 1X36 W (1X50 VA)	Lampu SL 18 W (20 VA)	Lampu SL 23 W (25 VA)	1 Phase 200 VA	AC 1000 VA	R (VA)	S (VA)	T (VA)
1	13	-	-	-	-	-	1.300	-	-
2	12	2	-	-	-	-	-	1.300	-
3	13	5	-	-	-	-	-	-	1.550
4	13	-	-	-	-	-	1.300	-	-
5	12	-	-	-	-	-	-	-	1.200
6	-	-	-	-	-	1	1.000	-	-
7	-	-	-	-	-	1	-	1.000	-
8	-	-	-	-	-	1	-	-	1.000
9	-	-	-	-	-	1	1.000	-	-
10	-	-	-	-	-	1	-	1.000	-
11	-	-	-	-	-	1	-	-	1.000
12	-	-	-	-	-	1	1.000	-	-
13	-	-	-	-	-	1	-	1.000	-
14	-	-	-	-	-	1	-	-	1.000
15	-	-	-	-	-	1	-	1.000	-
16	-	-	-	-	10	-	2.000	-	-
17	-	-	-	-	10	-	-	2.000	-
18	-	-	-	-	10	-	-	-	2.000
cad	-	-	-	-	-	-	800	-	-
cad	-	-	-	-	-	-	-	800	-
cad	-	-	-	-	-	-	-	-	800
18	63	7	-	-	30	10	8.400	8.100	8.550
TOTAL								25.050	

Group	LAMPU				STOP KONTAK		FASA		
	Lampu FL 2x36 W (2X30 VA)	Lampu FL 1X36 W (1X30 VA)	Lampu SL 18 W (20 VA)	Lampu SL 23 W (25 VA)	1 Phase 200 VA	AC 1000 VA	R (VA)	S (VA)	T (VA)
1	-	-	-	-	8	-	1.600	-	-
2	-	-	-	-	8	-	-	1.600	-
3	-	-	-	-	8	-	2.200	-	1.600
CAD	-	-	-	-	-	-	640	-	-
CAD	-	-	-	-	-	-	-	640	-
CAD	-	-	-	-	-	-	-	-	640
3	-	-	-	-	24	-	2.240	2.240	2.240
TOTAL								6.720	

Group	LAMPU				STOP KONTAK		FASA		
	Lampu FL 2x36 W (2X30 VA)	Lampu FL 1X36 W (1X30 VA)	Lampu SL 18 W (20 VA)	Lampu SL 23 W (25 VA)	1 Phase 200 VA	AC 1000 VA	R (VA)	S (VA)	T (VA)
1	-	-	-	-	12	-	2.400	-	-
2	-	-	-	-	11	-	-	2.200	-
3	-	-	-	-	12	-	-	-	2.400
4	-	-	-	-	11	-	2.200	-	-
5	-	-	-	-	11	-	-	2.200	-
6	-	-	-	-	11	-	-	-	2.200
CAD	-	-	-	-	-	-	1.800	-	-
CAD	-	-	-	-	-	-	-	1.800	-
CAD	-	-	-	-	-	-	-	-	1.800
6	-	-	-	-	68	-	6.400	6.200	6.400
TOTAL								19.600	

GROUP	MEJA LABORATOTEUM 3 FASA		MEJA LAORATOREUM 1 FASA 10 A	MOTOR		TRAFO TT 5000VA	LAS LISTRIK 7500 VA	FASA		
	16 A	10 A		3 FASA 7000 VA	3 FASA 3000VA			R (VA)	S (VA)	T (VA)
1	-	-	1	-	-	-	-	1.500	-	-
2	-	-	1	-	-	-	-	-	1.500	-
3	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1.500
4	-	-	1	-	-	-	-	1.500	-	-
5	-	-	1	-	-	-	-	-	1.500	-
6	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1.500
7	-	-	1	-	-	-	-	1.500	-	-
8	-	-	1	-	-	-	-	-	1.500	-
9	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1.500
9	-	-	9	-	-	-	-	4.500	4.500	4.500
TOTAL									13.500	

GROUP	MEJA LABORATOTEUM 3 FASA		MEJA LAORATOREUM 1 FASA 10 A	MOTOR		TRAFO TT 5000VA	LAS LISTRIK 7500 VA	FASA		
	16 A	10 A		3 FASA 7000 VA	3 FASA 3000VA			R (VA)	S (VA)	T (VA)
1	-	-	1	-	-	-	-	1.500	-	-
2	-	-	1	-	-	-	-	-	1.500	-
3	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1.500
4	-	-	1	-	-	-	-	1.500	-	-
5	-	-	1	-	-	-	-	-	1.500	-
6	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1.500
7	-	-	1	-	-	-	-	1.500	-	-
8	-	-	1	-	-	-	-	-	1.500	-
9	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1.500
9	-	-	9	-	-	-	-	4.500	4.500	4.500
TOTAL									13.500	

GROUP	MEJA LABORATOTEUM 3 FASA		MEJA LAORATOREUM 1 FASA 10 A	MOTOR		TRAFO TT 5000VA	LAS LISTRIK 7500 VA	FASA		
	16 A	10 A		3 FASA 7000 VA	3 FASA 3000VA			R (VA)	S (VA)	T (VA)
1	-	-	1	-	-	-	-	1.500	-	-
2	-	-	1	-	-	-	-	-	1.500	-
3	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1.500
4	-	-	1	-	-	-	-	1.500	-	-
5	-	-	1	-	-	-	-	-	1.500	-
6	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1.500
7	-	-	1	-	-	-	-	1.500	-	-
8	-	-	1	-	-	-	-	-	1.500	-
9	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1.500
9	-	-	9	-	-	-	-	4.500	4.500	4.500
TOTAL									13.500	

GROUP	MEJA LABORATOTEUM 3 FASA		MEJA LAORATOREUM 1 FASA 10 A	MOTOR		TRAFO TT 5000VA	LAS LISTRIK 7500 VA	FASA		
	16 A	10 A		3 FASA 7000 VA	3 FASA 3000VA			R (VA)	S (VA)	T (VA)
1	-	-	1	-	-	-	-	1.500	-	-
2	-	-	1	-	-	-	-	-	1.500	-
3	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1.500
4	-	-	1	-	-	-	-	1.500	-	-
5	-	-	1	-	-	-	-	-	1.500	-
6	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1.500
7	-	-	1	-	-	-	-	1.500	-	-
8	-	-	1	-	-	-	-	-	1.500	-
9	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1.500
9	-	-	9	-	-	-	-	4.500	4.500	4.500
TOTAL									13.500	

SINGLE LINE DIAGRAM INSTALASI LISTRIK GEDUNG C