TUGAS AKHIR

ANALISIS EFISIENSI ENERGI PADA BANGUNAN GEDUNG UNTUK MENDUKUNG PROGRAM KONSERVASI ENERGI

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh

Gelar Sarjana S-1 Teknik Elekro

Pada Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik

Universitas Mataram

Oleh :

Nandy Nawaitulah

F1B 010 075

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MATARAM

Agustus 2016

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Nandy Nawaitulah

NIM : F1B 010 075

Jurusan : Teknik Elektro

Fakultas : Teknik

Judul : Analisis Efisiensi Energi pada Bangunan Gedung untuk Mendukung Program Konservasi Energi.

Dengan ini saya menyatakan bahwa Tugas Akhir ini benar-benar karya saya sendiri. Sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya yang ditulis atau diterbitkan orang lain kecuali sebagai acuan atau kutipan dengan mengikuti tata penulisan karya ilmiah yang lazim.

Mataram, 26 Agustus 2016

Yang menyatakan,

Nandy Nawaitulah
F1B 010 075

PRAKATA

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat tuhan yang maha pengasih lagi maha penyayang atas berkat, bimbingan dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan Tugas Akhir dengan judul " *Analisis Efisiensi Energi pada Bangunan Gedung untuk Mendukung Program Konservasi Energi* ".

Tugas Akhir ini bertujuan untuk mendukung program pemerintah sesuai dengan Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral No. 13 tahun 2012 tentang Penghematan Pemakaian Energi Listrik, sehingga dilakukan upaya analisis efisiensi energi pada gedung A dan gedung B Fakultas Teknik Universitas Mataram untuk mengetahui penggunaan energi dan peluang penghematan energi. Tugas Akhir ini juga merupakan salah satu persyaratan kelulusan guna mencapai gelar kesarjanaan di Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik UNRAM.

Akhir kata semoga tidaklah terlampau berlebihan bila penulis berharap agar karya ini dapat bermanfaat bagi pembaca.

Mataram, 25 Agustus 2016

Penulis

UCAPAN TERIMA KASIH

Tugas Akhir ini dapat diselesaikan berkat bimbingan dan dukungan ilmiah maupun materil dari pihak, oleh karena itu pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang setulus-tulusnya kepada :

1. Bapak Abdul Natsir, ST., MT., selaku dosen pembimbing pertama yang telah memberikan bimbingan dan arahan kepada penulis selama penyusunan Tugas Akhir ini, sehingga dapat terselesaikan dengan baik.
2. Bapak Sultan, ST., MT., selaku dosen pembimbing pendamping yang telah memberikan bimbingan dan arahan selama menyusun Tugas Akhir ini.
3. Ibu dan bapak beserta keluarga penulis yang telah memberikan kepercayaan dan semangat untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik.
4. Wulan Sari yang telah memberikan motivasi dan semangat untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini.
5. Teman-teman seperjuangan angkatan 2010 Adib, Aris, Lia, Arifin, Rizal, Yani, Eno, Tohar yang telah memberikan tenaga, waktu dan semangat dalam penyusunan tugas akhir ini.
6. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu, yang telah memberikan bimbingan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Semoga Tuhan Yang Maha Esa memberikan imbalan yang setimpal atas bantuan yang diberikan kepada penulis.

DAFTAR ISI

Halaman Judul ……. i

Lembar Pengesahan …….. ii

Pernyataan Keaslian Tugas Akhir ……. iv

Prakata …….. v

Ucapan Terima Kasih …… vi

Daftar Isi …….. vii

Daftar Gambar …….. x

Daftar Tabel …….. xiii

Daftar Grafik …….. xiv

Daftar Lampiran …….. xv

Abstrak …….. xvi

BAB I Pendahuluan …… 1

1.1 Latar Belakang …… 1

1.2 Perumusan Masalah …… 2

1.3 Batasan Masalah …… 2

1.4 Tujuan Penelitian …… 2

1.5 Manfaat Penelitian …… 2

1.6 Sistematika Penulisan …… 3

1.7 Lokasi dan waktu Penelitian …… 4

BAB II Tinjauan Pustaka dan Dasar Teori …….. 5

2.1 Tinjauan Pustaka …… 5

2.2 Konservasi Energi …… 6

2.3 Audit Energi …… 6

2.4 Desain Aktif pada Bangunan …… 8
2.4.1 Tata udara …… 8
2.4.2 Tata cahaya …… 11
2.4.2.1 Jenis-jenis tata cahaya ……. 11
2.4.2.2 Jenis-jenis lampu ……. 13
2.5 Desain Pasif pada Bangunan …… 15
2.5.1 Orientasi bangunan …… 16
2.5.2 Pencahayaan alami …… 17
2.5.3 Ventilasi alami …… 18
2.6 Parameter Audit Energi dan Peralatan Pengukuran …… 19
2.6.1 Tingkat pencahayaan …… 19
2.6.2 Daya pencahayaan …… 20
2.6.3 Konsumsi energi sistem penerangan ……..……. 21
2.6.4 Temperatur dan kelembaban udara ……..……. 21
2.6.5 Kualitas daya ……....……...…… 22
2.6.6 Faktor daya ……...…….…… 22
BAB III Metodologi Penelitian …… 23
3.1 Metode Penelitian …… 23
3.1.1 Metode Goal Seek…… 23
3.1.2 Metode 5W + 1H …… 23
3.1.3 Metode Pengamatan dan Pengukuran…… 23
3.2 Alat dan Bahan Penelitian ……... 24
3.3 Langkah-langkah Penelitian ……... 24
3.3.1 Persiapan …… 24
3.3.2 Studi literatur…… 24

3.3.3 Pengukuran …… 24

3.3.3.1 Mengukur data kebutuhan daya pada sistem AC …… 24

3.3.3.2 Mengukur konsumsi energi sistem penerangan …… 24

3.3.3.3 Mengukur tingkat pencahayaan …… 25

3.3.3.4 Mengukur konsumsi energi peralatan penunjang lainnya ……... 25

3.3.3.5 Mengukur tegangan dan arus pada panel distribusi ….. 25

3.3.4 Pengamatan …..... 25

3.3.4.1 Pengamatan spesifikasi (*name plate*) peralatan …..…... 25

3.3.4.2 Pengamatan desain aktif dan desain pasif …… 25

3.4 Diagram Alir Penelitian ……... 26

3.4.1 Diagram Alir Audit Energi ……... 27

3.4.3 Diagram Alir Penelitian ……... 28

BAB IV Hasil dan Pembahasan ……... 29

4.1 Audit Energi …… 29

4.1.1 Audit energi sistem penerangan berdasarkan jumlah dan waktu Penerangan …..... 29

4.1.2 Audit energi sistem penerangan berdasarkan intensitas penerangan ……. 32

4.1.3 Audit energi sistem penerangan berdasarkan daya listrik maksimum per meter persegi penerangan …….. 34

4.1.4 Audit energi sistem tata udara (AC) dan perhitungan persentase beban lebih …… 37

4.1.5 Audit energi listrik peralatan penunjang lainnya ……. 39

4.2 Intensitas Konsumsi Energi (IKE) …… 40

4.3 Peluang Penghematan Energi (PPE) dan Rekomendasi ……... 41

4.3.1 PPE dan rekomendasi sistem penerangan …… 41

4.3.2 PPE dan rekomendasi sistem tata udara …… 41

4.4 Desain Pasif …….. 44

4.4.1 Orientasi bangunan …….. 44

4.4.2 Pencahayaan alami …..……. 44

4.4.3 Tata udara ……. 45

4.5 Pengukuran tegangan dan arus pada panel distribusi gedung A dan gedung B Fakultas Teknik Universitas Mataram ……. 46

BAB V Kesimpulan dan Saran …….. 49

5.1 Kesimpulan …….. 49

5.2 Saran …….. 50

Daftar Pustaka …….. 51

Lampiran …….. 53

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Komposisi Peralatan utilitas ……. 8

Gambar 2.2 Desain Tata Udara …… 10

Gambar 2.3 *Ambient lighting* …… 11

Gambar 2.4 *Task lighting* …… 12

Gambar 2.5 *Accent lighting* …… 12

Gambar 2.6 *Wall Washer* …… 13

Gambar 2.7 *Incandescent lamp* …… 13

Gambar 2.8 *Fluorescent lamp* biasa …… 14

Gambar 2.9 *Compact fluorescent lamp* …… 14

Gambar 2.10 *High intensity discharge lamp* …… 14

Gambar 2.11 *Light emitting diode* …….. 15

Gambar 2.12 Manipulasi orientasi bangunan ……... 16

Gambar 2.13 Manipulasi jendela atau bukaan …….. 16

Gambar 2.14 *Shading* pada bangunan …….. 16

Gambar 2.15 Prinsip cahaya alami dua-sisi ……..…… 17

Gambar 2.16 Prinsip cahaya alami satu-sisi …….. 17

Gambar 2.17 Ventilasi silang 1 …… 18

Gambar 2.18 Ventilasi silang 2 …… 19

Gambar 2.19 Segitiga daya …… 22

Gambar 3.1 Diagram alir audit energi …….. 26

Gambar 3.2 Diagram alir desain aktif dan desain pasif ……. 27

Gambar 3.3 Diagram alir penelitian …….. 28

Gambar 4.1 Denah sistem penerangan gedung A lantai 1 …….. 31

Gambar 4.2 Denah gedung A lantai 1 …….. 35

Gambar 4.3 Prinsip cahaya alami dua-sisi ……..…… 47

Gambar 4.4 Prinsip cahaya alami satu-sisi …… 47

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Standar intensitas konsumsi energi untuk gedung kantor pemerintah …… 7

Tabel 2.2 Tingkat pencahayaan sesuai pekerjaan …… 20

Tabel 4.1 Data konsumsi energi sistem penerangan gedung A lantai 1 ……... 30

Tabel 4.2 Data pengukuran intensitas penerangan (E_0) gedung A lantai 1 …… 33

Tabel 4.3 Data perhitungan daya listrik maksimum per meter persegi (Watt/m^2) gedung A lantai 1 …… 36

Tabel 4.4 Data perhitungan energi sistem tata udara (AC) berdasarkan luas ruangan pada gedung A lantai 1 ……. 37

Tabel 4.5 Konsumsi energi sistem tata udara gedung A lantai 1 ……. 38

Tabel 4.6 Data perhitungan persentase beban lebih gedung A lantai 1 …….. 38

Tabel 4.7 Konsumsi energi listrik peralatan-peralatan lain pada gedung A dan gedung B …… 39

Tabel 4.8 Perhitungan IKE gedung A dan gedung B Fakultas Teknik Unram… 40

Tabel 4.9 Perhitungan peluang penghematan energi pada sistem tata udara gedung A lantai 1 …….. 41

Tabel 4.10 Pengukuran tegangan dan arus pada panel distribusi gedung A dan gedung B ……... 47

DAFTAR GRAFIK

Grafik 4.1 Pengukuran tegangan dan arus pada panel distribusi gedung A dan gedung B …… 48

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 54

Lampiran 2 56

Lampiran 3 63

Lampiran 4 70

Lampiran 5 75

Lampiran 6 78

Lampiran 7 81

Lampiran 8 84

Lampiran 9 87

Lampiran 10 90

Lampiran 11 95

Lampiran 12 111

Lampiran 13 129

ABSTRAK

Analisis energi pada bangunan gedung merupakan upaya mengoptimalkan penggunaan energi listrik sehingga menjadi efektif dan efisien. Hal yang tepat untuk mendukung program konservasi energi sesuai dengan peraturan menteri energi dan sumber daya mineral no.13 tahun 2012.

Salah satu cara utama konservasi energi pada bangunan gedung adalah audit energi. Audit energi adalah inspeksi, survei dan analisis energi pada bangunan gedung. Selain audit energi, dilakukan tinjauan desain aktif dan desain pasif pada bangunan serta pengukuran tegangan dan arus pada panel distribusi.

Intensitas konsumsi energi gedung A dan gedung B Fakultas Teknik Universitas Mataram dikategorikan sangat efisien, dengan total peluang penghematan energi untuk per hari adalah 27,189 kWh. Desain aktif dan desain pasif gedung sesuai untuk meminimalisasi penggunaan energi dan level tegangan pelayanan sudah sesuai dengan SPLN No. 1 tahun 1995 yaitu antara +5% sampai -10% dengan tegangan nominal 230/400 V.

Kata Kunci : Konservasi Energi, Audit Energi, Desain aktif dan desain Pasif, Intensitas Konsumsi Energi.

ABSTRACT

Energy analysis of building is an effort to optimize the use of energy, so that the use of energy become effective and efficient. The right thing to support energy conservation program based on regulation minister of energy and mineral resources no.13 of 2012.

One of the primary ways to improve energy conservation in buildings is to use an energy audit. An energy audit is an inspection and analysis of energy use in a building. Besides energy audit, carried out a review of design of active and passive design in buildings as well as measurements of voltages and currents at the distribution panel.

The intensity of the energy consumption of the building A and building B Faculty of Engineering, University of Mataram categorized as very efficient, with total energy savings opportunities for a day was 27.189 kWh. Appropriate active and passive design of buildings to minimize energy use and the voltage level of service is in conformity with SPLN No. 1 1995 is between + 5% to -10% with nominal voltage of 230/400 V.

Key Words : Energy Conservation, Energy Audit, Active and Passive Design, Energy Consumption Intensity.

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Program efisiensi dan konservasi energi ditingkat nasional bertujuan untuk mengurangi subsidi energi, kesenjangan antara persediaan dan permintaan energi, emisi gas rumah kaca yang mempengaruhi pemanasan global dan perubahan iklim, serta meningkatkan daya saing nasional. Konservasi energi harus menjadi bagian dari seluruh tahap manajemen energi, mulai dari energi berkelanjutan di sisi hulu (eksplorasi, eksploitasi, pengilangan, tenaga listrik, dan lain-lain) hingga penggunaan energi di sisi hilir pada seluruh sektor seperti yang diterapkan dalam UU No. 30/2007 tentang Energi dan Peraturan Pemerintah No. 70/2009 yang mengatur pelaksanaan konservasi energi.

Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral No. 13 tahun 2012 tentang Penghematan Pemakaian Energi Listrik dengan jelas menyatakan bahwa seluruh bangunan gedung kantor pemerintah baik di pusat maupun daerah harus melaksanakan program penghematan energi sistem tata udara, sistem tata cahaya dan peralatan pendukung lainnya. Salah satu usaha adalah melakukan upaya konservasi energi pada gedung A dan B Fakultas Teknik Universitas Mataram.

Kebutuhan energi yang terus meningkat pada satu sisi dan kekurangan pasokan pada sisi lainnya mengharuskan adanya kegiatan konservasi energi, yaitu suatu bentuk pengelolaan energi yang benar dan efisien. Alat utama konservasi energi adalah audit energi. Audit energi merupakan suatu penelusuran atas sumber daya energi dari mulai masuknya sampai ke pengguna akhir untuk mencari kebocoran-kebocoran serta membuat rekomendasi yang akan memperbaiki sistem pemanfaatan energi dari suatu fasilitas.

Pelaksanaan audit energi bertujuan untuk mengetahui penghematan konsumsi energi dan potensi-potensi yang memungkinkan upaya peningkatan penghematan konsumsi energi serta memberikan rekomendasi yang berkaitan dengan pola operasi dan modifikasi peralatan agar operasionalnya menjadi lebih efisien. Dalam prosesnya audit energi dengan mempertimbangkan keandalan peralatan sehingga tidak mengganggu operasional peralatan.

Diperlukan adanya tinjauan desain aktif dan desain pasif pada bangunan gedung. Desain aktif meliputi semua bagian bangunan yang menggunakan energi, Sedangkan desain pasif meliputi struktur bangunan, termasuk selubung bangunan seperti atap, dinding, kaca, jendela dan pintu serta struktur dalam bangunan yang tidak menggunakan energi.

Sasaran terakhir adalah pengukuran tegangan dan arus pada panel distribusi untuk mengetahui *tren* penggunaan setiap jam selama 24 jam.

1.2 Perumusan Masalah

1. Bagaimana intensitas konsumsi energi (IKE) listrik dan peluang penghematan energi (PPE) pada bangunan gedung A dan gedung B Fakultas Teknik Universitas Mataram.
2. Bagaimana desain aktif bangunan dan desain pasif bangunan pada gedung A dan gedung B Fakutas Teknik Universitas Mataram.
3. Bagaimana *tren* penggunaan tegangan dan arus pada panel distribusi gedung A dan B Fakultas Teknik Universitas Mataram.

1.3 Batasan Masalah

1. Konservasi energi listrik dilakukan pada gedung A dan gedung B Fakultas Teknik Universitas Mataram.
2. Pelaksanaan audit energi listrik pada gedung A dan gedung B Fakultas Teknik Universitas Mataram berpedoman kepada SNI : 03-6196-2011 tentang prosedur audit energi pada selubung bangunan.
3. Standarisasi sistem pencahayaan berpedoman kepada SNI : 03-6197-2000 tentang konservasi energi sistem pencahayaan pada bangunan gedung.
4. Standarisasi sistem tata udara berpedoman kepada SNI : 03-6390-2011 tentang konservasi energi sistem tata udara pada bangunan gedung.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan yang hendak dicapai dalam tugas akhir ini adalah :

1. Mengetahui Intensitas Konsumsi Energi (IKE) listrik dan Peluang Penghematan Energi (PPE) pada gedung A dan gedung B Fakultas Teknik Universitas Mataram.

2. Meninjau desain aktif bangunan dan desain pasif bangunan pada gedung A dan gedung B Fakultas Teknik Universitas Mataram.
3. Mengetahui tren penggunaan tegangan dan arus pada panel distribusi gedung A dan B Fakultas Teknik Universitas Mataram.

1.5 Manfaat Penelitian

Diharapkan pelaksanaan konservasi energi serta tinjauan rancangan desain aktif dan pasif pada bangunan gedung A dan gedung B Fakultas Teknik Universitas Mataram memberikan manfaat dalam penghematan konsumsi energi dan memberikan rekomendasi pada pola operasi dan modifikasi peralatan agar operasionalnya menjadi lebih efisien serta mengetahui tren penggunaan tegangan dan arus pada panel distribusi.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Merupakan bagian yang berisikan uraian singkat tentang objek tugas akhir meliputi latar belakang penulisan, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan, sistematika penulisan,

BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

Merupakan bagian-bagian yang berisikan teori-teori dasar sebagai penunjang pembahasan permasalahan yang diperoleh dari buku-buku dan literatur serta dari internet.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Merupakan bagian yang berisikan metode pengambilan data sampai pengolahan data serta jadwal pelaksanaan penelitian.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Merupakan bagian yang berisikan hasil data penelitian dan pembahasan pengolahan data serta rekomendasi-rekomendasi untuk peningkatan efisiensi gedung.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan dari hasil analisa data dan pembahasan serta saran untuk meningkatkan efisiensi penggunaan listrik di gedung Fakultas Teknik Universitas Mataram.

1.7 Lokasi dan Waktu Penelitian

Lokasi penelitian bertempat di gedung A dan gedung B Fakultas Teknik Universitas Mataram dan waktu penelitian dilaksanakan pada bulan Agustus 2015 sampai dengan bulan April 2016.

BAB II
TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Solichan (2010) menyatakan perlu dilakukan upaya penghematan dengan metode audit dan konservasi energi. Proses audit energi untuk menghitung tingkat penggunaan energi suatu gedung atau bangunan, kemudian hasilnya dibandingkan dengan standar yang ada sebagai bahan pertimbangan untuk dicarikan solusi penghematan penggunaan energi jika tingkat pengguanaan energinya melebihi standar baku yang ada. Dari hasil penelitian ini didapatkan nilai IKE kampus Kasipah UNIMUS (117,4 kWh/m^2/tahun) masih dibawah nilai IKE standar (240 kWh/m^2/tahun).

Effendy (2012) menyatakan audit energi listrik diawali dengan pengumpulan data historis gedung kampus PS Kedokteran Unila. Kemudian menghitung Intensitas Konsumsi Energi (IKE) listrik dari setiap gedung yang ada di kampus PS Kedokteran Unila. Dari audit energi awal disimpulkan bahwa tingkat efisiensi konsumsi energi listrik pada gedung kampus PS Kedokteran Unila masih dibawah standar 240 kWh/m^2/tahun. Dengan demikian bisa dikatakan nilai IKE masih efisien.

Septian dkk (2013) menyatakan audit energi pada bangunan gedung dilakukan untuk mengetahui profil penggunaan energi dan peluang penghematan energi pada bangunan gedung guna meningkatkan efisiensi penggunaan energi, sehingga bisa lebih efisien dan menghemat biaya. Dari hasil penelitian ini didapatkan IKE terhadap luasan total masih berada dibawah standar IKE, dimana untuk gedung perkantoran 240 kWh/m^2/tahun.

Mulyadi dkk (2013) menyatakan upaya nyata penghematan energi adalah manajemen energi dan salah satu diantaranya adalah audit energi. Konsumsi energi listrik di gedung FPMIPA JICA Universitas Pendidikan Indonesia dianggap mempunyai kontribusi yang cukup besar dalam pembayaran tagihan listrik di Universitas Pendidikan Indonesia. Dari hasil penelitian didapatkan Intensitas Konsumsi Energi (IKE) listrik setiap pelanggan yang ada di gedung FPMIPA JICA Universitas Pendidikan Indonesia termasuk Kriteria efisien.

2.2 Konservasi Energi

Konservasi energi pada hakekatnya adalah suatu usaha untuk mengurangi pemborosan energi, substitusi ke bahan energi yang lebih murah, pemanfaatan panas terbuang dan kogenerasi panas dan tenaga. Konservasi energi bukan berarti bekerja tanpa menggunakan energi atau membatasi pemasokan energi, namun merupakan suatu upaya untuk mengurangi atau menghilangkan pemborosan energi di seluruh fasilitas atau peralatan pengguna energi yang ada di industri, sehingga untuk menghasilkan tingkat produksi yang sama diperlukan jumlah energi yang lebih sedikit, atau pada tingkat konsumsi energi yang sama dapat dihasilkan tingkat produksi yang lebih besar. Dari hasil survei yang diadakan oleh pemerintah, potensi konservasi di industri memberikan peluang penghematan sekitar 10% - 30%. Laporan Akhir Konservasi Energi Kementerian Perindustrian (2011).

Konservasi energi merujuk pada pengurangan pemakaian energi untuk berbagai tujuan dan kegiatan industri. Konservasi energi tidak sama dengan efisiensi energi meskipun ada hubungan yang sangat kuat antara kedua istilah ini, bahkan meningkatkan efisiensi energi adalah satu metode konservasi energi yang terbaik. Tujuan utama konservasi energi adalah untuk menghemat energi berarti mengurangi ketergantungan kita pada bahan bakar fosil karena mereka masih merupakan bahan bakar yang dominan. Indoenergi.com (2012)

Konservasi energi adalah audit energi. Audit energi merupakan suatu penelusuran atas sumber daya energi dari mulai masuknya sampai ke pengguna akhir untuk mencari kebocoran-kebocoran serta membuat rekomendasi yang akan memperbaiki sistem pemanfaatan energi dari suatu fasilitas. Anonim Audit Energi Pada Terminal BBM Ampenan PT. Pertamina Universitas Mataram (2012).

2.3 Audit Energi

Audit energi adalah teknik yang di pakai untuk menghitung besarnya konsumsi energi pada bangunan gedung dan mengenali cara-cara untuk penghematannya. Prosedur audit energi dimulai dari tahapan survei energi yaitu mengumpulkan data pada bagian utama untuk mengetahui pola konsumsi energi dan untuk mengidentifikasi Peluang Penghematan Energi (PPE).

Tahapan selanjutnya adalah audit energi awal. Kegiatan yang dilakukan pada saat audit energi awal adalah sebagai berikut:

a. Mengumpulkan data energi bangunan gedung diantaranya dokumentasi bangunan, pembayaran rekening listrik bulanan dan tingkat hunian bangunan (*occupancy rate*).
b. Menghitung besarnya intensitas konsumsi energi (IKE) listrik. Intensitas konsumsi energi (IKE) listrik adalah pembagian antara konsumsi energi listrik pada kurun waktu tertentu dengan satuan luas bangunan gedung. Menurut pedoman pelaksanaan konversi energi dan pengawasannya di lingkungan departemen pendidikan nasional nilai Intensitas Konsumsi Energi (IKE) dari suatu bangunan gedung digolongkan dalam dua kriteria, yaitu untuk bangunan ber-AC dan bangunan tidak ber-AC.

Untuk tahapan terakhir adalah audit energi rinci, yaitu mengumpulkan data-data historis konsumsi energi dari cacatan yang ada (kWh atau biaya energi), instrumen *portable* digunakan untuk mengukur parameter operasi yang penting yang dapat membantu proses pengauditan energi dalam neraca energi dan intensitas pencahayaan pada peralatan pengguna energi. Jenis uji yang dijalankan selama audit energi rinci mencakup tingkat pencahayaan, pengukuran suhu dan aliran udara pada AC, dan penentuan penurunan faktor daya dan adanya harmonisa yang disebabkan oleh berbagai peralatan listrik.

Indeks standar intensitas konsumsi energi untuk gedung kantor pemerintah disajikan pada tabel 2.1.

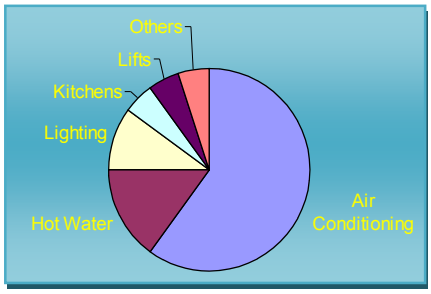
Tabel 2.1 Standar intensitas konsumsi energi untuk gedung kantor pemerintah

Kriteria	**Gedung kantor ber-AC (kWh/m^2/bulan)**	**Gedung kantor tanpa AC (kWh/m^2/bulan)**
Sangat efisien	< 8,5	< 3,4
Efisien	8,5 – 14	3,4 – 5,6
Cukup efisien	14 – 18,5	5,6 – 7,4
Boros	> 18,5	> 7,4

Sumber : permen ESDM no. 13 tahun 2012

2.4 Desain Aktif Pada Bangunan

Konsep desain aktif terdiri dari 2, yaitu peralatan produksi dan utilitas. Peralatan produksi adalah peralatan primer dari suatu proses industri, sedangkan peralatan utilitas adalah peralatan pendukung berfungsi untuk pemakaian umum.



Gambar 2.1 Komposisi peralatan utilitas

Gambar diatas menunjukkan komposisi peralatan utilitas pengguna energi listrik pada bangunan gedung hotel. Peralatan tata udara merupakan pengguna energi terbesar dalam suatu bangunan gedung dengan pemakaian rata-rata antara 55% - 65% dari total pemakaian listrik gedung. Peralatan tata udara sebenarnya adalah peralatan *thermal*, seperti pemanas dan peralatan *boiler* sehingga membutuhkan energi listrik.

Sistem aktif pada tata udara biasanya dihubungkan dengan penyejuk dan pengurangan kelembaban dalam udara tertutup untuk kenyamanan termal. Untuk contohnya seperti pendinginan, pemanasan, ventilasi dan penyegaran yang merubah udara kedalam kondisi tersebut.

Dalam bidang arsitektur perancangan ruang untuk utilitas adalah sangat penting. Ketika ruang yang digunakan oleh peralatan utilitas kurang diperhatikan, maka pada waktu melakukan konstruksi gedung akan terjadi perubahan desain ruangan ataupun perubahan struktur bangunan.

2.4.1 Tata udara

Penerapan tata udara secara garis besar dibagi menjadi 2 yaitu kenyamanan dan proses. Dalam teknik penerapan tata udara untuk kenyamanan diharapkan agar mencapai lingkungan dalam ruangan yang relatif konstan pada suatu lingkup kenyamanan yang diinginkan manusia walaupun kondisi cuaca diluar ruangan atau beban panas dalam ruangan berubah-ubah.

Di Indonesia kenyamanan standar ruangan ditetapkan 25^0 C. Hal ini dinyatakan pemerintah dalam rangka menindaklanjuti Keppres no.10 tahun 2005 tentang penghematan energi terutama dalam ruang lingkup pemerintah.

Pada teknik penerapan tata udara untuk proses diharapkan agar dapat mencapai lingkungan dalam ruangan yang cocok untuk kepentingan proses produksi walaupun kondisi cuaca diluar ruangan atau beban panas di dalam ruangan berubah-ubah. Dalam hal ini penentuan kondisi ruangan ditentukan oleh proses bukan kenyamanan. Penerapan tata udara untuk proses meliputi ruang operasi rumah sakit, tata udara di pesawat terbang, pusat pengolahan data, fasilitas nuklir, laboratorium kimia dan biologi dan lain sebagainya.

Sistem aktif tata udara pada bangunan gedung atau *air conditioning* (AC) memiliki fungsi mengatur suhu udara, sirkulasi udara, kelembaban udara, dan kebersihan udara. Perancangan AC mempertimbangkan beberapa faktor supaya bisa berfungsi secara maksimal dan efisien.

Faktor-faktor yang perlu dipertimbangkan adalah sebagai berikut :

a. Penggunaan atau fungsi ruangan

   Penggunaan ruang berpengaruh terhadap suhu ruangan karena pada dasarnya manusia yang mengisi suatu ruangan mengeluarkan kalori yang cukup tinggi. Kamar tidur yang hanya di isi oleh satu atau dua orang, berbeda dengan ruang keluarga yang jumlah penggunanya lebih banyak. Semakin banyak pengguna maka semakin besar daya AC yang dibutuhkan.

b. Ukuran ruangan

   Ukuran ruangan menentukan berapa banyak BTU (*british thermal unit*) atau kecepatan pendinginan. BTU adalah kecepatan pendinginan untuk ruangan satu meter persegi dengan tinggi standar (umumnya tiga meter). Semakin besar satu ruangan tentunya akan semakin besar pula BTU yang dibutuhkan.

c. Beban pendinginan

   Beban pendinginan berasal dari dalam ruangan. Misalnya dari jumlah penghuni, dan penggunaan penerangan, seperti lampu. Beberapa jenis lampu mengeluarkan panas yang tinggi, yang berarti juga harus memilih AC dengan daya yang lebih tinggi. Selain dari dalam, beban pendinginan juga berasal dari luar. Seperti cahaya matahari yang mengeluarkan energi panas melalui dinding, atap atau jendela.

d. Jumlah bukaan atau jendela

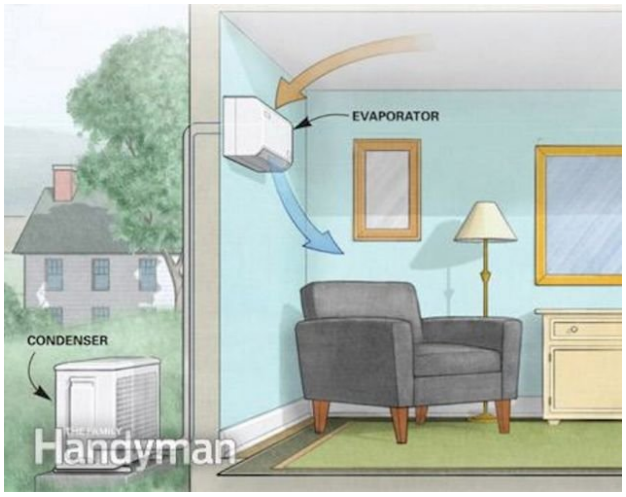
Saat ini banyak rumah yang mempunyai jendela kaca atau menggunakan *glass block*. Untuk ruangan yang menggunakan kaca sebanyak 70% atau lebih, sebaiknya gunakan kaca film yang dapat menahan sinar *ultraviolet* untuk mengurangi beban pendinginan

e. Penempatan AC

Pemasangan unit *indoor* perlu memperhatikan arus angin dari *blower* AC. Penentuan arus angin atau hembusan yang tepat membuat udara yang dikeluarkan lebih merata dan tidak hanya berkumpul di satu titik.

Selain itu, agar arus angin tidak mengenai pengguna secara langsung. Terpaan angin dingin secara terus menerus dapat berakibat buruk bagi kesehatan. Usahakan mengarahkan *swing* ke bagian atas kepala karena udara yang dikeluarkan AC mempunyai berat jenis yang lebih berat dari udara.

Penempatan kompresor harus diletakkan di tempat dengan sirkulasi udara yang cukup, ada tempat untuk udara masuk dan udara keluar, dan terlindung dari hujan. Untuk AC ukuran 1 PK, jarak yang aman antara unit *indoor* dengan kompresor berkisar antara 5-7 meter. Jika memasang AC lebih dari satu, hindari peletakkan kompresor secara berhadapan dengan kompresor lain. Sebaiknya letakkan sejajar sehingga sirkulasi udara tidak terganggu.



Gambar 2.2 Desain tata udara

2.4.2 Tata cahaya

Bidang teknik penerangan sudah banyak memanfaatkan kemajuan teknologi khususnya untuk sumber cahaya buatan. Hal ini ditunjukkan dengan semakin banyaknya jenis lampu listrik a*rmature* yang baik dan pemakaian energi listrik yang cukup rendah. Adanya lampu listrik ini semakin luas pemanfaatan untuk penerangan ruang dengan kesan khusus sesuai dengan keinginan.

Penerangan pada suatu ruang dikatakan baik apabila mata dapat melihat dengan jelas dan nyaman terhadap objek-objek yang ada di dalam ruang tersebut serta tidak menimbulkan bayangan.

2.4.2.1 Jenis-jenis tata cahaya

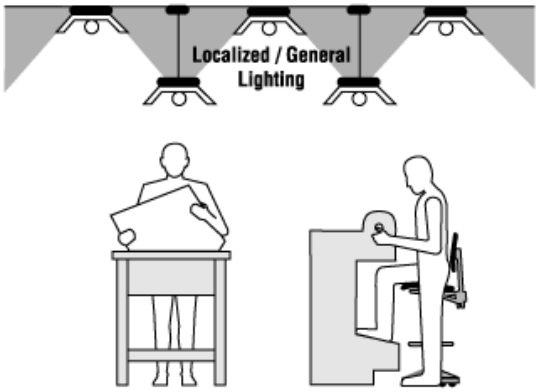
a. *Ambient lighting*

Ambient lighting adalah sistem pencahayaan yang menjadi sumber penerangan utama. Umumnya penerangan dilakukan dengan cara menempatkan titik lampu pada titik tengah ruangan atau pada beberapa titik yang dipasang secara simetris dan merata.

Gambar 2.3 *Ambient lighting*

b. *Task lighting*

Task lighting merupakan sistem pencahayaan yang difokuskan pada suatu area dengan tujuan membantu aktivitas tertentu. *Task lighting* juga dapat menjadi satu cara untuk menghindari ketegangan mata ketika beraktivitas.



Gambar 2.4 *Task lighting*

c. *Accent lighting*

Accent lighting digunakan untuk menyorot atau memfokuskan pada suatu benda agar dapat lebih terlihat. Pemasangan *accent lighting* pada ruang dalam umumnya digunakan untuk menyorot benda seni (*artwork*) atau menyorot lukisan.

Gambar 2.5 *Accent lighting*

d. *Wall washer*

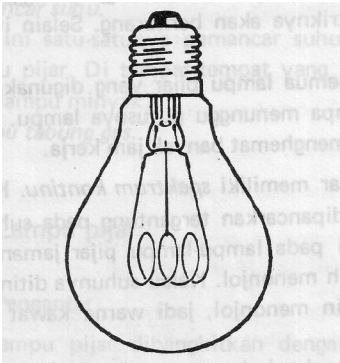
Wall washer adalah teknik penerangan yang membuat cahaya dari lampu tampak seperti menyapu dinding.

Gambar 2.6 *Wall washer*

2.4.2.2 Jenis-jenis lampu

a. Lampu halogen atau *incandescent lamp*

Lampu-lampu halogen atau *incandescent lamp* merupakan teknologi paling lama. Cahaya berasal dari arus yang melalui *tungsten filament*. Efisiensi rendah sekitar 4 sampai dengan 24 lumen per Watt. Umur lampu sampai dengan 1000 jam.

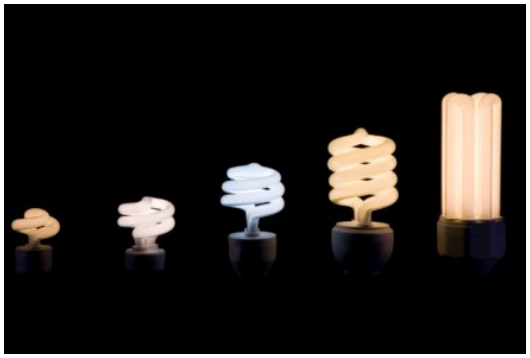


Gambar 2.7 *Incandescent lamp*

b. Fluorescent lamp

Ada 2 jenis *fluorescent lamp* yaitu *fluorescent lamp* biasa dan *compact fluorescent*. Lampu jenis ini menggunakan peralatan tambahan berupa *Ballast*. Peralatan Ballast ini berfungsi menyediakan *starting voltage* yang tinggi, *operating voltage* dan membatasi *operating current*.

Gambar 2.8 *Fluorescent lamp* biasa



Gambar 2.9 *Compact fluorescent lamp*

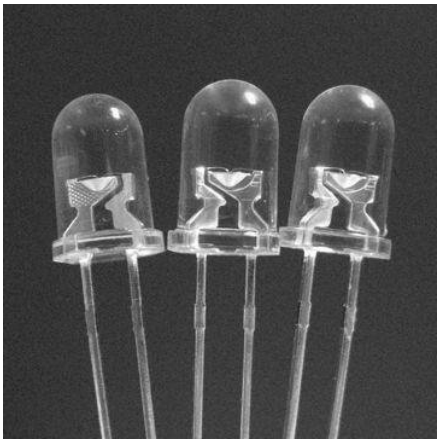
c. *High intensity discharge lamp* (HID)

High intensity discharge lamp digunakan untuk aplikasi industri, penerangan *outdoor*, parkir dan lampu jalan. Lampu memiliki efisiensi di atas 150 lumen per Watt. Tahan lama diatas 25.000 jam.

Gambar 2.10 *High intensity discharge lamp*

d. *Light emitting diode* (LED)

Teknologi paling baru ditemukan tahun 1962. LED adalah teknologi semikonduktor. Konsumsi energi rendah dengan umur pemakaian lama antara 50.000 jam sampai dengan 100.000 jam. Memiliki ukuran yang kecil.



Gambar 2.11 *Light emitting diode*

2.6 Desain Pasif Pada Bangunan

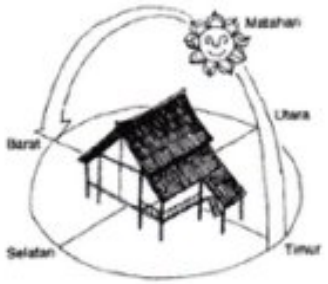
Suatu bangunan terdiri atas 2 kelompok besar desain, yaitu desain pasif dan desain aktif. Desain pasif meliputi bangunan struktur, termasuk selubung bangunan seperti atap, dinding, kaca, jendela dan pintu serta struktur dalam bangunan yang tidak menggunakan energi. Desain aktif meliputi semua bagian bangunan yang menggunakan energi, seperti

tata udara *boiler*, kompresor, sistem pengaman, sistem pemadam kebakaran, sistem penangkal petir, telekomunikasi dalam gedung, *lift* dan *escalator* dan lain-lain.

Konsep desain pasif adalah memanipulasi orientasi dan desain bangunan. Salah satu teknik yang digunakan dalam implementasi desain pasif adalah teknik *passive cooling*. Prinsip *passive cooling* adalah meminimalisasi perpindahan panas yang masuk dalam gedung, membuang beban panas dari dalam gedung dan meningkatkan kenyamanan ruangan dalam gedung secara cukup melalui sirkulasi udara.

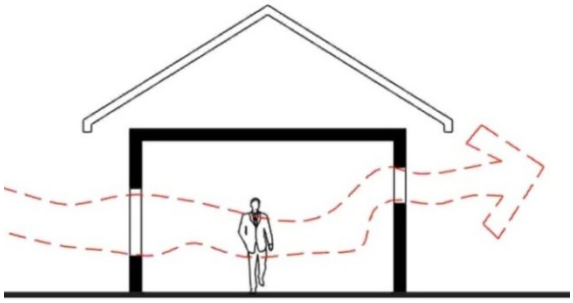
2.6.1 Orientasi bangunan

Teknik utama adalah memanipulasi orientasi bangunan yaitu memposisikan bangunan sesuai jalur matahari yaitu mengarah dari timur ke barat.



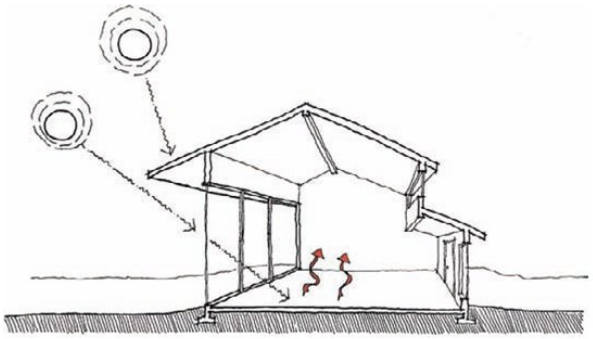
Gambar 2.12 Manipulasi orientasi bangunan

Teknik selanjutnya adalah memanipulasi desain bangunan. Memanipulasi bangunan terdiri dari desain bukaan atau jendela di sisi selatan atau utara dan *overhang* atau *shading*. Bukaan atau jendela yang lebar di sisi selatan dan bukaan atau jendela yang lebih sempit di sisi utara untuk membuang hawa panas dalam ruangan.



Gambar 2.13 Manipulasi jendela atau bukaan

Overhang atau *shading* pada bangunan untuk mengurangi radiasi matahari masuk kedalam bangunan.



Gambar 2.14 *Shading* pada bangunan

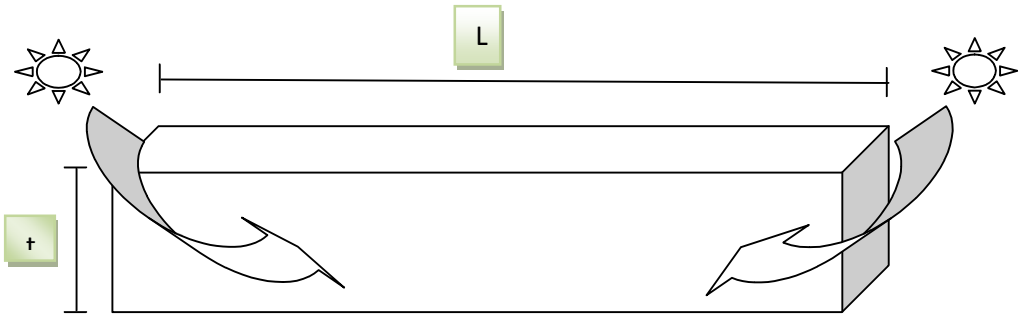
Selanjutnya adalah manipulasi selubung bangunan, diantaranya adalah penambahan material *low heat conductivity*, penggunaan *reflective glass*, penambahan insulasi pada atap, *water pond* diatap berfungsi untuk pendingin, *roof vegetation* mereduksi *heat gain*. Sebagai tambahan ventilasi alami untuk sirkulasi udara dan *microclimate* berupa vegetasi, vegetasi dan kolam serta vegetasi horisontal maupun vertikal.

2.6.2 Pencahayaan alami

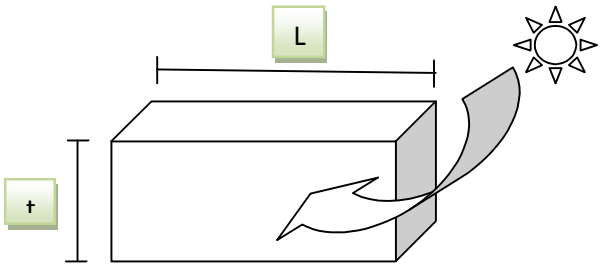
Selain menghemat energi, menggunakan cahaya alami dalam bangunan gedung juga menciptakan lingkungan yang atraktif serta meningkatkan kesehatan penghuninya. Dalam perhitungan ketersediaan cahaya alami yang efektif dalam bangunan gedung dapat dilakukan melalui faktor-faktor cahaya alami rata-rata dan dengan memastikan bahwa penghuni memiliki pandangan langit yang cukup.

Faktor cahaya alami rata-rata akan dipengaruhi oleh ukuran dan luas jendela dibandingkan dengan luas ruangan, pancaran cahaya dari kaca, tingkat pencahayaan dan warna permukaan interior, kedalaman bidang pemantul, dan keberadaan o*verhangs* dan penghalang eksternal lainnya yang mungkin dapat membatasi atau menambah banyaknya cahaya alami yang masuk ke ruangan.

Desain jendela menjadi kunci pemanfaatan cahaya alami. Prinsip umumnya adalah sebuah jendela akan menyalurkan cahaya alami secara efektif ke dalam ruangan hingga jarak dua kali lebih panjang dari tinggi jendela. Penggunaan atap yang lebih tinggi dan jendela dapat menjadi solusi efektif untuk menyediakan cahaya alami yang cukup baik.



Gambar 2.15 Prinsip cahaya alami dua-sisi



Gambar 2.16 Prinsip cahaya alami satu-sisi

Untuk pencahayaan matahari siang dengan dua-sisi, lebar ruangan (L) seharusnya sebesar 3 sampai 4 kali tinggi atap (t). Dalam kasus pencahayaan matahari siang dengan satu-sisi, lebar ruangan seharusnya 1.5 sampai 2 kali tinggi.

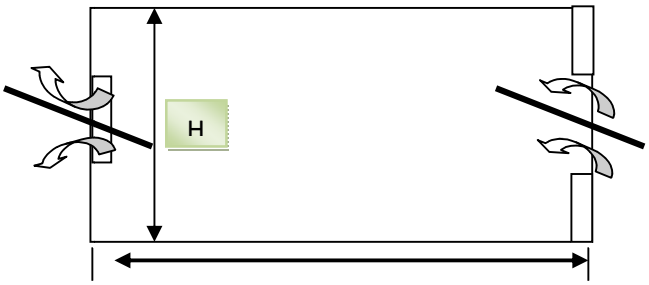
2.6.3 Ventilasi alami

Bentuk paling efektif dari ventilasi alami adalah ventilasi silang, dimana udara dapat melalui bangunan dari satu sis ke sisi lain. Ventilasi silang membutuhkan bukaan celah lebih dari satu sisi dalam bangunan gedung, sehingga angin akan menghasilkan tekanan-tekanan berbeda diantara celah celah tersebut dan mengangkat aliran udara yang kuat melalui ruang internal. Ventilasi aliran silang menciptakan tingkat perubahan udara yang lebih tinggi dan dapat memberikan ventilasi ke tapak lantai yang lebih dalam.

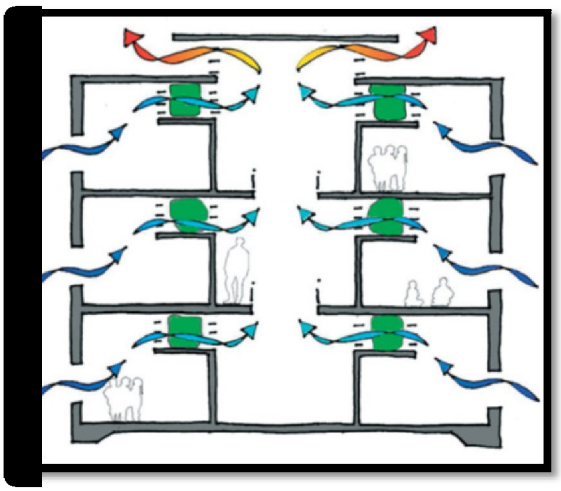
Karena angin alami bertiup melintasi bangunan gedung, angin tersebut mengenai dinding dimana terdapat celah sumber masuknya angin, sehingga tercipta suatu tekanan positif langsung. Angin tersebut mengitari bangunan gedung dan meninggalkan dinding yang berlawanan dengan celah dengan tekanan negatif, yang dikenal juga sebagai efek penghisapan. Apabila terdapat celah apapun di dinding tempat keluar angin , udara segar masuk melalui celah dinding masuk dan keluar di celah dinding keluar untuk

menyeimbangkan dan meringankan perbedaan tekanan antara dinding sumber masuknya angin dan dinding tempat keluarnya angin.

Ventilasi silang bergantung pada dua faktor utama yang dapat berubah secara terus menerus, yaitu ketersediaan angin dan arah angin.



Gambar 2.17 Ventilasi silang 1



Gambar 2.18 Ventilasi silang 2

2.7 Parameter Audit Energi dan Peralatan Pengukuran

2.7.1 Tingkat pencahayaan

Tingkat pencahayaan merupakan besarnya cahaya yang dibutuhkan untuk menerangi suatu ruangan. Parameter ini dinyatakan dengan satuan lux. Alat untuk mengukur tingkat pencahayaan adalah luxmeter. Tingkat pencahayaan sesuai pekerjaan dapat dilihat pada **Lampiran 1**.

Cara penggunaan luxmeter untuk pengukuran tingkat pencahayaan adalah :

1. Tinggi pengukuran ± 0,8 m di atas lantai atau sejajar dengan tinggi bidang kerja.
2. Pengukuran pada saat lampu dimatikan untuk mengetahui besar intensitas penerangan dari cahaya alami.
3. Pengukuran pada saat lampu dinyalakan untuk mengetahui besarnya intensitas penerangan gabungan dari cahaya alami dan cahaya buatan (lampu).

Tabel 2.2 Tingkat pencahayaan sesuai pekerjaan

No	Macam Pekerjaan	Tingkat Pencahayaan (lux)	Contoh Penggunaan
1	Pencahayaan untuk daerah yang tidak terus menerus diperlukan	20	Iluminasi minimum agar bisa membedakan barang-barang.
		50	Parkir dan daerah sirkulasi di dalam ruangan.
2	Pencahayaan untuk berkerja dalam ruangan	100	Kamar tidur hotel, memeriksa dan menghitung stok barang secara kasar, merakit barang besar.
		200	Membaca dan menulis yang tidak terus-menerus
3	Pencahayaan setempat untuk pekerjaan teliti	350	Pencahayaan untuk perkantoran, pertokoan, membaca, gudang, menulis.
		400	Ruang gambar
		750	Pembacaan untuk koreksi tulisan, merakit barang-barang kecil.
		1000	Gambar yang sangat teliti.
		2000	Pekerjaan secara rinci dan presisi.

2.7.2 Daya pencahayaan

Daya pencahayaan adalah daya listrik yang digunakan untuk pencahayaan dengan luas ruangan.

$$= \frac{}{} \qquad (2.1)$$

Dengan :

Pc = Daya pencahayaan (W/m^2)

Pt = Daya listrik yang dikonsumsi lampu (W)

A = Luas ruangan (m^2)

2.7.3 Konsumsi energi sistem penerangan

Konsumsi energi pada suatu sistem penerangan tergantung dari ukuran daya lampu yang digunakan dalam satuan Watt dan lama waktu penggunaannya dalam satu hari atau 24 jam sesuai dengan jenis aktifitas di dalam ruangan atau luar ruangan. Konsumsi energi sistem penerangan pada suatu unit ruangan dapat di hitung dengan satuan Watt-hour (Wh).

2.7.4 Temperatur dan kelembaban udara

Temperatur berpengaruh terhadap kenyamanan dan produktivitas kerja. Manusia akan merasa terganggu apabila temperatur tempat beraktifitas terlalu rendah maupun tinggi. Temperatur dipengaruhi oleh cuaca, letak dan kondisi ruangan. Satuan temperatur dinyatakan dengan *Celcius*, *Fahrenheit*, *Kelvin*, *Rankine* dan *Reaumur*. Thermometer merupakan alat yang digunakan untuk mengukur temperatur. Kelembaban udara adalah kadar air yang terkandung di dalam udara. Parameter ini dinyatakan dalam persen (%). Alat yang digunakan untuk mengukur kelembaban udara adalah hygrometer. Kelembaban udara dipengaruhi oleh cuaca, letak dan kondisi ruangan. Standar kenyamanan untuk kelembaban udara, yaitu 60 ± 10%.

Temperatur dan kelembaban udara tergantung pada pengaturan AC dan desain bangunan. Kebutuhan daya pada sistem pengkondisian udara (AC) ditentukan oleh kondisi ruang meliputi volume ruang, posisi terhadap arah matahari, posisi terhadap ruang lain dan sistem isolasinya. Satuan yang digunakan dalam kebutuhan daya AC sebuah ruangan adalah BTU perjam atau PK.

Perhitungan kapasitas AC dalam suatu ruangan di hitung dalam satuan BTU adalah sebagai berikut :

$$\text{Kebutuhan BTU} = \frac{\times \quad \times \times \quad \times}{} \qquad (2.2)$$

Dengan :

W = Panjang ruangan (*feet*)

H = Tinggi ruangan

I = Nilai 10 jika ruang berinsulasi (berada di lantai bawah, atau berhimpit dengan ruang lain). Nilai 18 jika ruang tidak berinsulasi (di lantai atas)

L = Lebar ruang (*feet*)

E = Nilai 16 jika dinding terpanjang menghadap utara ; nilai 17 jika menghadap timur; nilai 18 jika menghadap selatan; dan nilai 20 jika menghadap barat

1 Meter= 3,28 *Feet*

Kapasitas AC berdasarkan kebutuhan BTU :

AC ½ PK = ± 5.000 BTU/h

AC ¾ PK = ± 7.000 BTU/h

AC 1 PK = ± 9.000 BTU/h

AC 1½ PK = ±12.000 BTU/h

AC 2 PK = ±18.000 BTU/h

2.7.5 Kualitas daya

1. Tegangan listrik

Tegangan listrik merupakan beda potensial antara dua penghantar yang bermuatan listrik. Tegangan listrik dibedakan menjadi dua, yaitu tegangan fasa-netral dan fasa-fasa. Standar untuk tegangan fasa-netral yaitu 220 V, sedangkan untuk fasa-fasa yaitu 380 V.

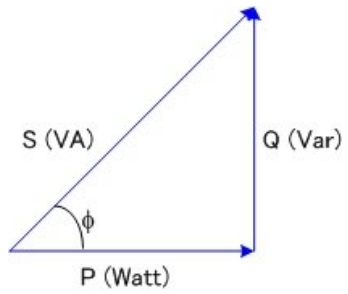
2. Frekuensi

Salah satu parameter kualitas sumber listrik yang baik adalah frekuensi yang konstan. Frekuensi adalah banyaknya gelombang atau getaran listrik yang dihasilkan tiap detik. Frekuensi standar yaitu 50 Hz.

2.7.6 Faktor daya

Faktor daya adalah perbandingan antara daya aktif (P) dengan daya semu (S). Faktor daya ini terjadi karena adanya pergeseran fasa yang disebabkan oleh adanya beban

induktif atau kumparan dan beban kapasitif. Dalam teori listrik arus bolak-balik penjumlahan daya dilakukan secara vektoris, yang dibentuk vektornya merupakan segitiga siku-siku yang dikenal dengan segitiga daya.



Gambar 2.19 Segitiga daya

BAB III
METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Metode Penelitian

3.1.1 Metode *goal seek*

Goal seek adalah salah satu *tool* dalam *Microsoft Excel* yang berfungsi dalam analisis data. Fungsi dari tool ini adalah mencari nilai dari perhitungan terbalik (fungsi invers). Intensitas Konsumsi Energi (IKE), merupakan parameter utama yang harus dicari dan ditentukan pada peralatan utilitas (AC, penerangan dan peralatan lainnya). Dengan besaran nilai IKE tersebut dapat dikembangkan menjadi formulasi dan simulasi analisis peluang penghematan energi.

3.1.2 Metode 5W + 1H

a. *Where*; untuk menentukan dimana sumber yang berpotensi terjadinya pemborosan energi.
b. *What*; untuk mengidentifikasi apa yang menyebabkan hingga terjadinya pemborosan energi.
c. *Why*; untuk mengidentifikasi penyebab hal itu terjadi
d. *Who*; untuk mengidentifikasi siapa yang menjadi *trigger* (aktor utama) terjadinya potensi pemborosan energi pada peralatan yang sedang diteliti
e. *When*; untuk mengidentifikasi waktu terjadinya masalah, dapat didiskusikan dengan operator apakah kejadiannya bersifat siklus, tidak menentu atau ada pengaruh dari proses operasi peralatan lain.
f. *How*; bagaimana mengatasi akar masalah (sumber pemborosan yang dapat dikonversi menjadi peluang hemat energi).

3.1.3 Metode pengamatan dan pengukuran

Mengamati efektifitas dan performansi operasi peralatan yang ada. Data-data primer (pengamatan langsung dan hasil pengukuran) dan data sekunder (*log-sheet* dan hasil wawancara) sangat diperlukan untuk membantu didalam analisa Neraca Energi.

3.2 Alat dan bahan penelitian

1. Luxmeter tipe *Yokogawa 3281A Portable Luxmeter* untuk mengukur tingkat pencahayaan.
2. Fluke 334 *Clamp meter* untuk mengukur tegangan dan arus.
3. Laptop Toshiba Satelite 645 Intel(R) Core(TM) i3 32-bit *Operating System*.
4. Microsoft office 2007.
5. AutoCAD 2007.

3.3 Langkah-Langkah Penelitian

Langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

3.3.1 Persiapan

1. Mempersiapkan literatur-literatur yang berkaitan dengan penelitian.
2. Mempersiapkan data historis serta denah bangunan gedung akademik Fakultas Teknik Universitas Mataram
3. Mempersiapkan alat ukur untuk mengukur parameter-parameter listrik untuk audit energi.

3.3.2 Studi literatur

Mengkaji literatur terkait dengan analisis efisiensi energi pada bangunan gedung untuk mendukung program konservasi energi, *website*, buku dan lain-lain.

3.3.3 Pengukuran

3.3.3.1 Mengukur data kebutuhan daya pada sistem AC

Kebutuhan daya pada sistem pengkondisian udara (AC) ditentukan oleh kondisi ruang meliputi volume ruang, posisi terhadap arah matahari, posisi terhadap ruang lain dan sistem isolasinya. Satuan yang digunakan dalam kebutuhan daya AC sebuah ruangan adalah BTU perjam atau PK.

3.3.3.2 Mengukur konsumsi energi sistem penerangan

Konsumsi energi pada suatu sistem penerangan tergantung dari ukuran daya lampu yang digunakan dalam satuan Watt dan lama waktu penggunaannya dalam satu hari atau 24 jam sesuai dengan jenis aktifitas di dalam ruangan atau luar ruangan. Konsumsi energi sistem penerangan pada suatu unit ruangan dapat di hitung dengan satuan Watt-hour (Wh).

3.3.3.3 Mengukur tingkat pencahayaan (Lux)

Mengukur tingkat pencahayaan bertujuan untuk mengetahui intensitas penerangan dalam suatu ruangan. Pengukuran dilakukan dengan cara sebagai berikut :

a) Tinggi pengukuran ± 0,8 m di atas lantai atau sejajar dengan bidang kerja.
b) Pengukuran pada saat lampu dimatikan untuk mengetahui besarnya intensitas penerangan dari cahaya alami.
c) Pengukuran pada saat lampu dinyalakan untuk mengetahui besarnya intensitas penerangan gabungan dari cahaya alami dan lampu.

3.3.3.4 Mengukur konsumsi energi peralatan penunjang lainnya

Konsumsi energi pada suatu peralatan tergantung pada daya pada masing-masing peralatan dalam 24 jam sesuai dengan pemakaian. Konsumsi energi peralatan dapat di hitung dengan satuan Watt-hour (Wh).

3.3.3.5 Mengukur tegangan dan arus pada panel distribusi

Pengukuran tegangan dan arus pada panel distribusi gedung A dan gedung B Fakultas Teknik Universitas Mataram dilakukan selama 5 hari, mulai dari rabu, 20 April 2016 sampai dengan minggu, 24 April 2016. Data di ambil setiap jam sekali mulai dari jam 6 pagi sampai jam 9 malam, untuk jam 10 malam sampai jam 5 pagi diasumsikan sama dengan jam 9 malam.

3.3.4 Pengamatan

3.3.4.1 Pengamatan spesifikasi (*name plate*) peralatan

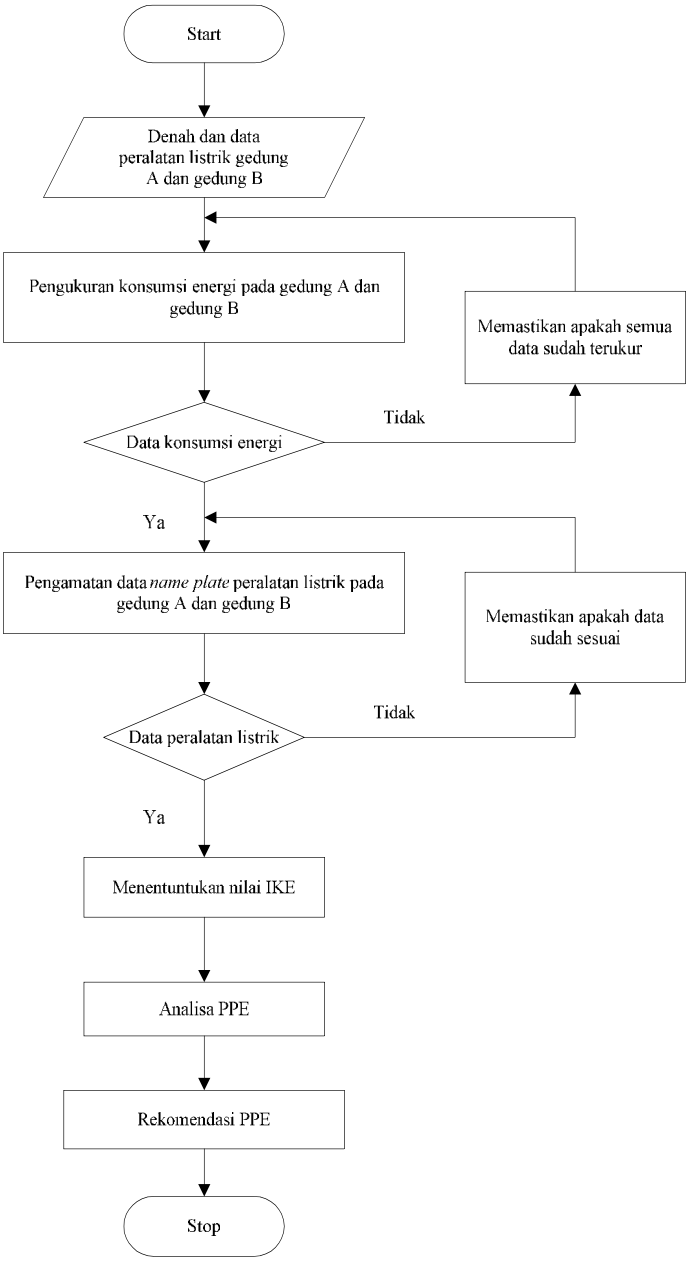
Pengamatan spesifikasi (*name plate*) peralatan dilakukan pada beberapa sampel data, lampu sesuai daya pada *name plate* diasumsikan memakai merek philips pada setiap penerangan, daya AC sesuai spesifikasi merek.

3.3.4.2 Pengamatan desain aktif dan desain pasif

Pengamatan desain aktif dan desain pasif dilakukan difokuskan pada desain pasif. Pengamatan dilakukan dengan mengamati orientasi gedung, desain tata cahaya dan desain tata udara.

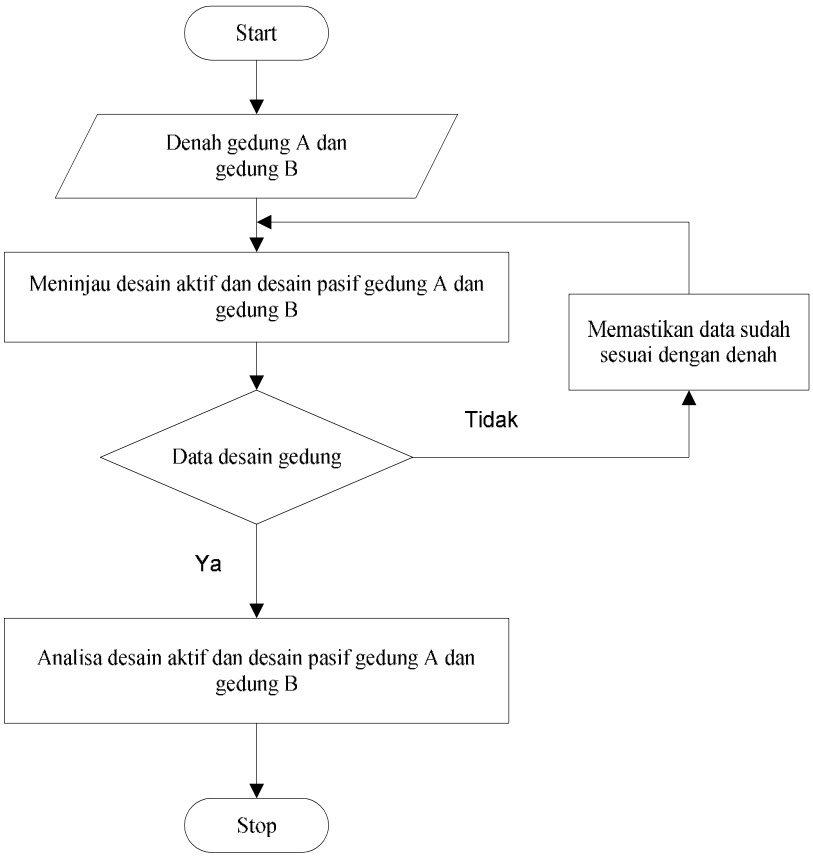
3.4 Diagram Alir Penelitian

3.4.1 Diagram alir audit energi



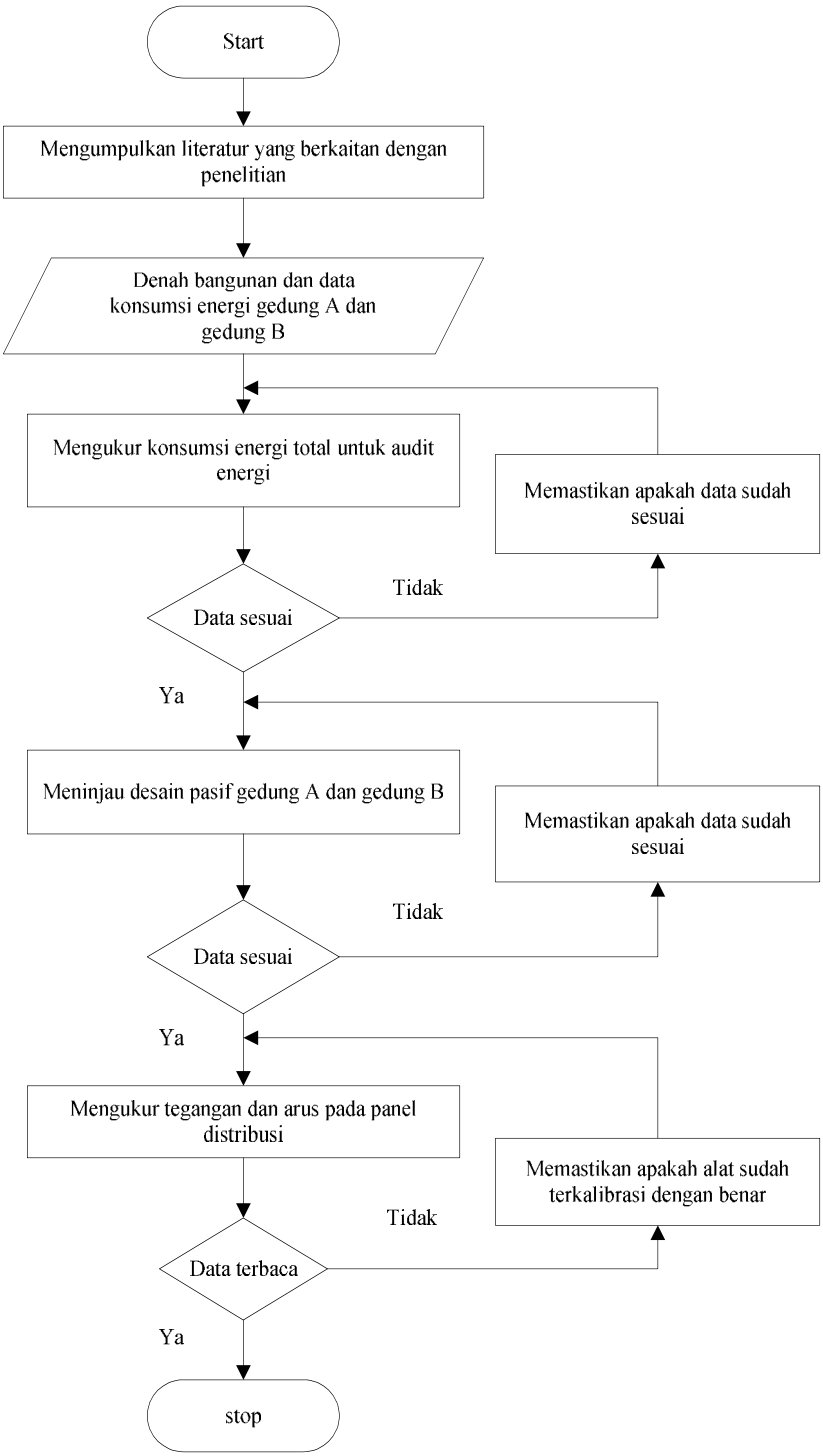
Gambar 3.1 Diagram alir audit energi

3.4.3 Diagram alir desain aktif dan desain pasif



Gambar 3.2 Diagram alir desain aktif dan desain pasif

3.4.3 Diagram alir penelitian



Gambar 3.2 Diagram alir penelitian

BAB IV
HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Audit Energi

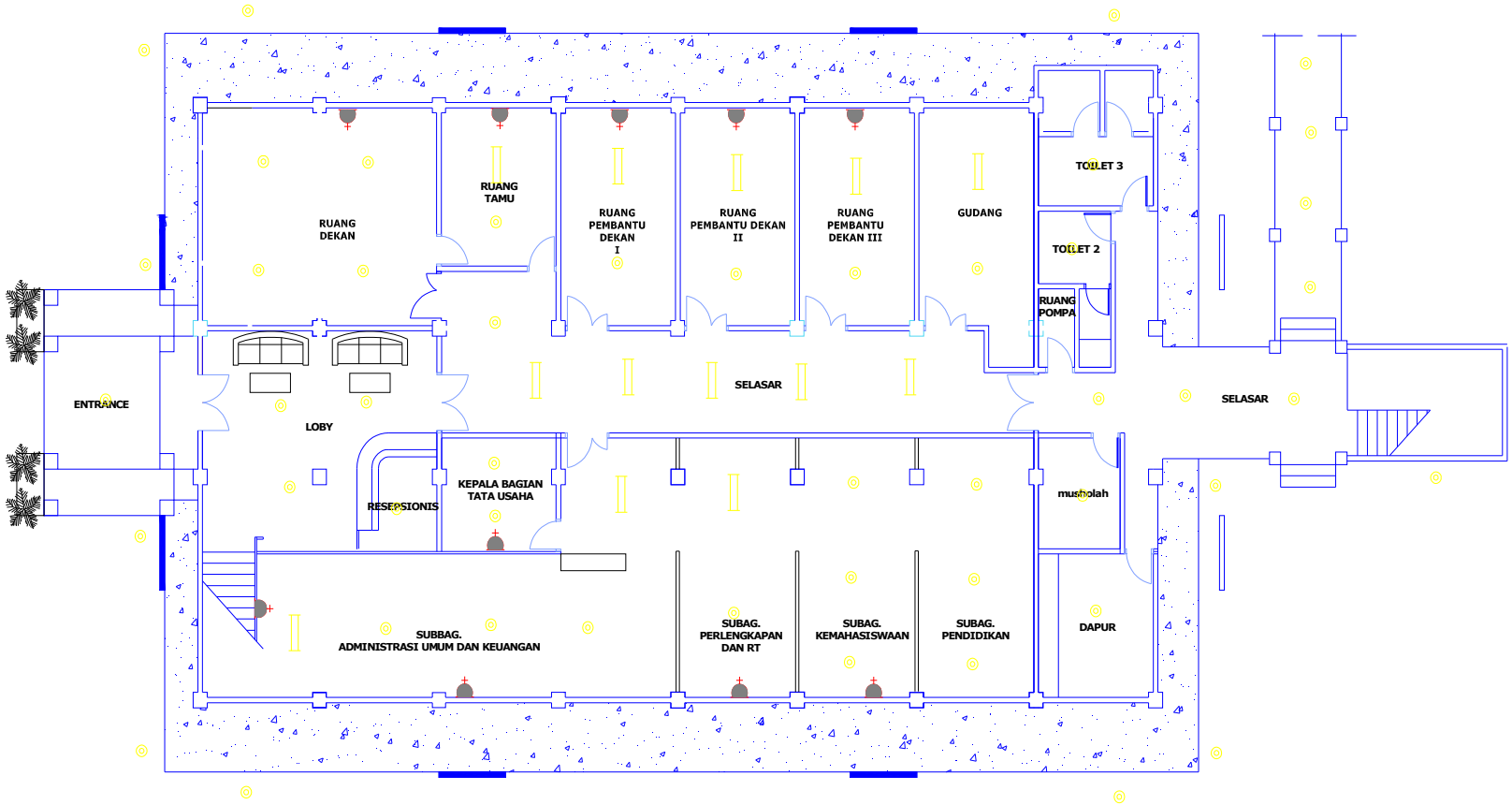
4.1.1 Audit energi sistem penerangan berdasarkan jumlah dan waktu penerangan

Audit konsumsi energi sistem penerangan bertujuan untuk mengetahui konsumsi energi dalam periode waktu dari suatu sistem penerangan. Konsumsi energi dari suatu unit penerangan tergantung dari ukuran daya lampu yang digunakan (Watt) dan lama waktu (hours) penggunaan dalam satu hari (24 jam) sesuai dengan aktifitas dalam ruangan maupun luar ruangan tersebut. Jika aktifitas membutuhkan ketelitian yang tinggi dan waktu penggunaan yang lama, maka ukuran daya lampu yang digunakan serta waktu penggunaan yang lama dalam 24 jam yang dibutuhkan juga semakin besar. Konsumsi energi sistem penerangan pada suatu unit ruangan dapat dihitung dengan satuan Watt hour (Wh).

Berdasarkan data ukuran daya lampu yang digunakan dan lama waktu penggunaan dalam 24 jam pada gedung A dan gedung B Fakultas Teknik Universitas Mataram didapatkan data konsumsi energi sistem penerangan dalam ruangan dan luar ruangan per hari untuk gedung A lantai 1 dapat disajikan pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Data konsumsi energi sistem penerangan Gedung A lantai 1.

No	Ruangan	Jam Pakai / hari (JAM)	Armatur	Jenis Lampu	Daya Lampu (Watt)	Merek Lampu	Konsumsi energi perhari (Wh)
1	Entrance	10	0	FL	0	Philips	0
			1	CFL	23	Philips	230
2	Lobi	4	0	FL	0	Philips	0
			4	CFL	92	Philips	368
3	Ruang Dekan	6	0	FL	0	Philips	0
			4	CFL	92	Philips	368
4	Ruang Tamu	3	1	FL	80	Philips	240
			1	CFL	23	Philips	69
5	Ruang WD 1	6	1	FL	80	Philips	480
			1	CFL	23	Philips	138
6	Ruang WD 2	6	1	FL	80	Philips	480
			1	CFL	18	Philips	108
7	Ruang WD 3	6	1	FL	80	Philips	480
			1	CFL	23	Philips	138
8	Gudang	2	1	FL	80	Philips	160
			1	CFL	23	Philips	46
9	Ruang KB TU	6	0	FL	0	Philips	0
			2	CFL	46	Philips	276
10	Ruang KSB TU	6	3	FL	240	Philips	1440
			10	CFL	230	Philips	1380
11	Musholah dalam	3	0	FL	0	Philips	0
			1	CFL	18	Philips	52
12	Dapur	2	0	FL	0	Philips	0
			1	CFL	18	Philips	36
13	Toilet 2	6	0	FL	0	Philips	0
			1	CFL	18	Philips	108
14	Toilet 3	2	0	FL	0	Philips	0
			1	CFL	18	Philips	36
15	Selasar dalam	6	5	FL	400	Philips	2400
			1	CFL	18	Philips	108
16	Selasar	10	0	FL	0	Philips	0
			11	CFL	198	Philips	1980
17	Penerangan Luar	10	0	FL	0	Philips	0
			20	CFL	200	Philips	2000
18	Parkiran	10	8	FL	320	Philips	3200
			0	CFL	0	Philips	0
19	Musholah	2	0	FL	0	Philips	0
			6	CFL	138	Philips	276
20	Ruang K B	3	2	FL	80	Philips	240
			0	CFL	0	Philips	0
21	Taman	10	0	FL	0	Philips	0
			10	Mercury	500	Philips	5000
Total							22103



Gambar 4.1 Denah sistem penerangan gedung A lantai 1

Data konsumsi energi sistem penerangan dalam ruangan dan luar ruangan per hari untuk lantai yang lainnya dapat disajikan pada **Lampiran 2**. Berdasarkan data pada Tabel 4.1 dan pada **Lampiran 2** dapat ditentukan total konsumsi energi sistem penerangan dalam ruangan dan luar ruangan yang ada di gedung A dan gedung B adalah sejumlah 22,103 + 4,575 + 7,670 + 14,826 + 8,044 + 12.027,5 = 69,245 kWh/hari

4.1.2 Audit energi sistem penerangan berdasarkan intensitas penerangan

Intensitas penerangan suatu ruangan dapat ditentukan dari audit energi yang dilakukan. Intensitas penerangan dalam suatu ruangan perlu disesuaikan dengan jenis aktifitas di dalam ruangan tersebut. Jika aktifitasnya membutuhkan ketelitian yang tinggi, maka intensitas penerangan yang dibutuhkan juga akan semakin besar. Intensitas penerangan pada suatu ruangan dapat diukur menggunakan alat ukur luxmeter dengan satuan pengukuran lux.

Berdasarkan hasil pengukuran di gedung A dan gedung B didapatkan data pengukuran intensitas penerangan pada Tabel 4.2. Data hasil pengukuran selanjutnya dibandingkan dengan standar intensitas penerangan ruangan (SNI 03-6197-2000) untuk mengetahui tingkat kesesuaian intensitas penerangan ruangan yang terukur dengan standar yang berlaku. Jika terjadi ketidaksesuaian antara intensitas penerangan ruangan yang terukur dengan standar, maka dapat dilakukan identifikasi peluang penghematan energi pada sistem penerangan gedung A dan gedung B.

Tabel 4.2 Data pengukuran intensitas penerangan (E_0) Gedung A lantai 1

No	Ruangan	Kondisi Lampu		E_0	Standar Penerangan Ruangan
		ON	OFF	(lux)	(lux)
1	Entrance	On		40	60
			Off	0	
2	Lobby	On		112	120-150
			Off	90	
3	Ruang Dekan	On		64	300
			Off	44	
4	Ruang Tamu	On		114	350
			Off	50	
5	Ruang WD1	On		120	350
			Off	82	
6	Ruang WD2	On		130	350
			Off	90	
7	Ruang WD3	On		76	350
			Off	48	
8	Gudang	On		72	150
			Off	52	
9	Ruang KB TU	On		78	350
			Off	0	
10	Ruang KSB TU	On		76	350
			Off	11	
11	musholah	On		40	200
			Off	10	
12	Dapur	On		72	250
			Off	30	
13	Toilet 2	On		60	250
			Off	0	
14	Toilet 3	On		54	250
			Off	24	
15	Selasar dalam	On		72	100
			Off	40	
16	Selasar	On		34	100
			Off	0	
17	Penerangan Luar	On		20	60
			Off	0	
18	Parkiran	On		44	60
			Off	0	
19	Musholah	On		40	60
			Off	0	
20	Ruang K B	On		20	60
			Off	0	
21	Taman	On		18	60
			Off	0	

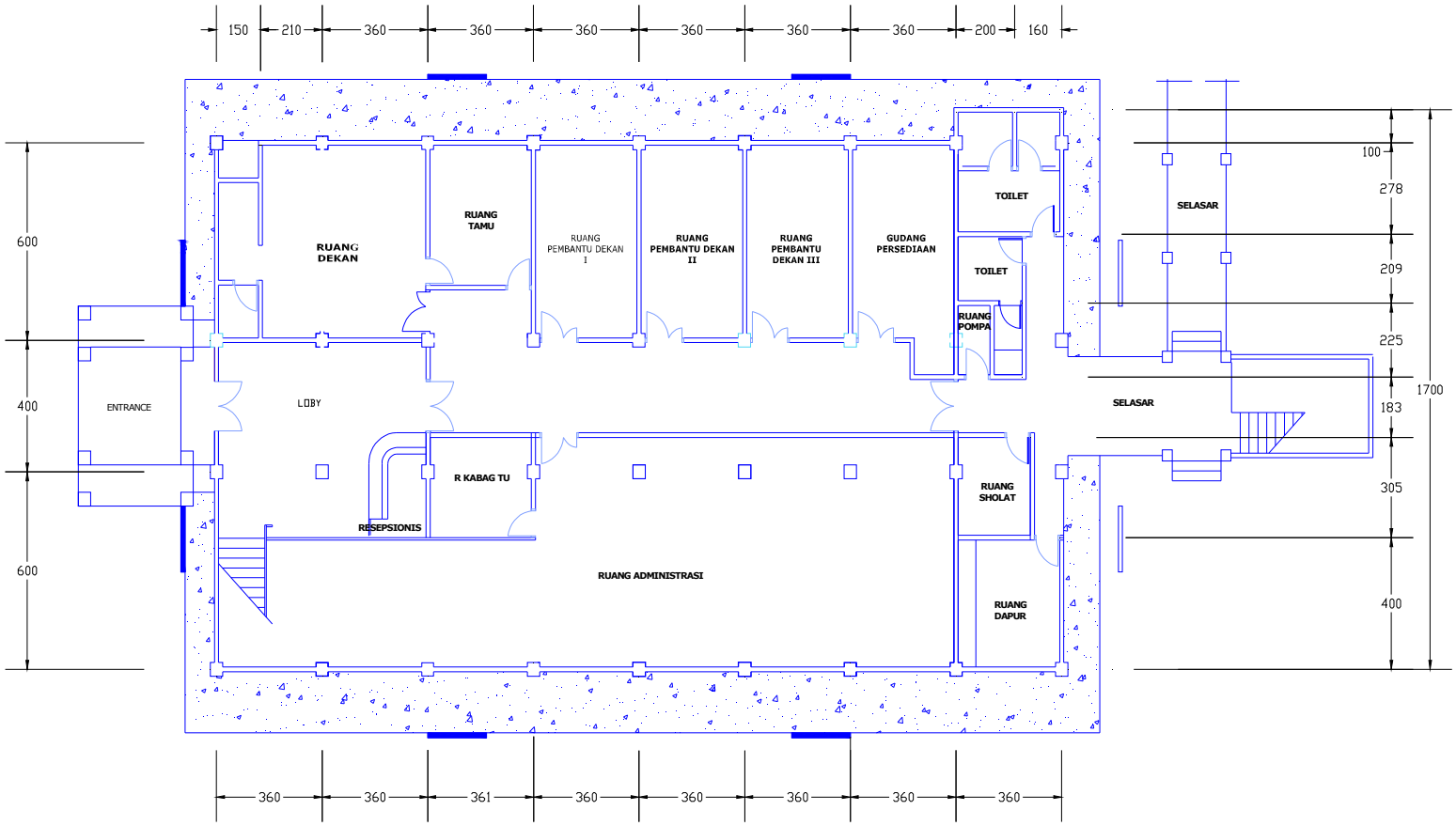
Data pengukuran intensitas penerangan untuk lantai dan gedung lainnya dapat disajikan pada **Lampiran 3**. Berdasarkan data Tabel 4.2 didapatkan intensitas penerangan

pada setiap ruangan yang ada di gedung A lantai 1 Fakultas Teknik berada dibawah standar SNI 03-6197-2000 sehingga intensitas penerangan pada gedung A lantai 1 berada pada kategori hemat energi berdasarkan pengukuran intensitas penerangan.

4.1.3 Audit energi sistem penerangan berdasarkan daya listrik maksimum per meter persegi penerangan

Perhitungan penggunaan daya listrik maksimum per meter persegi pada sebuah ruangan juga bertujuan untuk mengetahui efisiensi penggunaan energi untuk sistem penerangan pada suatu ruangan.

Berdasarkan hasil pengukuran daya total listrik penerangan (daya lampu yang digunakan) dan luas ruangan didapatkan data pengukuran daya listrik maksimum per meter persegi penerangan gedung A dan gedung B. Data pengukuran daya listrik maksimum per meter persegi dibandingkan dengan standar daya listrik maksimum per meter persegi penerangan pada sebuah ruangan sebagaimana SNI 03-6197-2000 untuk mengetahui tingkat kesesuaian daya maksimum per meter persegi penerangan yang terukur dengan standar yang berlaku dan mengidentifikasi adanya peluang penghematan energi. Hasil perhitungan daya maksimum per meter persegi pada sistem penerangan gedung A dan gedung B Fakultas Teknik Unram dapat disajikan pada Tabel 4.3.



Gambar 4.2 Denah gedung A lantai 1

Tabel 4.3 Data perhitungan daya listrik maksimum per meter persegi (Watt/m^2) Gedung A lantai 1.

no	Ruangan	P	L	Luas	Daya Lampu	Watt/m^2	Standar Watt/m^2
		(m)	(m)	(m^2)	(Watt)		
1	Entrance	4	4	16	23	1.44	15
2	Lobby	7.2	6	43.2	92	2.13	15
3	Ruang Dekan	6	5.7	34.2	92	2.69	15
4	Ruang Tamu	4	3.6	14.4	103	7.15	15
5	Ruang WD1	6	3.6	21.6	103	4.77	15
6	Ruang WD2	6	3.6	21.6	98	4.54	15
7	Ruang WD3	6	3.6	21.6	103	4.77	15
8	Gudang	6	3.6	21.6	103	4.77	15
9	Ruang KB TU	3.6	3.05	10.98	46	4.19	15
10	Ruang KSB TU	21.6	7.05	152.28	470	3.09	15
11	Musholah	3	2.5	7.5	18	2.4	15
12	Dapur	3.6	2	14.4	18	1.25	15
13	Toilet 2	4	3.6	14.4	18	1.25	15
14	Toilet 3	2	2	4	18	4.5	15
15	Selasar dalam	20.4	1.83	37.33	418	11.2	15

Data perhitungan daya listrik maksimum per meter persegi untuk lantai dan gedung lainnya dapat di lihat pada **Lampiran 4**. Dari Tabel 4.3 dapat dilhat bahwa semua ruangan di gedung A lantai 1 Fakultas Teknik Unram, penggunaan daya listrik maksimum per meter persegi pada sebuah ruangan berada dibawah standar yang telah ditetapkan dalam SNI 03-6197-2000 sehingga sistem penerangan di gedung A lantai 1 sudah dalam kategori hemat energi berdasarkan penggunaan daya listrik maksimum per meter persegi pada sebuah ruangan.

4.1.4 Audit energi sistem tata udara (AC), konsumsi energi sistem tata udara dan perhitungan persentase beban lebih

Perhitungan dan pengukuran energi pada sistem tata udara serta perhitungan persentase beban lebih bertujuan untuk mengetahui efisiensi penggunaan energi untuk sistem tata udara.

Perhitungan energi pada sistem tata udara berdasarkan luas ruangan dilakukan berdasarkan volume ruang, posisi terhadap ruang lain, dan posisi terhadap arah matahari AC (utara, timur, selatan dan barat) didapatkan data kapasitas kebutuhan AC dalam satuan BTU (british thermal unit). Data perhitungan kapasitas kebutuhan AC dalam satuan BTU per jam akan di konversi dalam satuan PK. Kebutuhan daya untuk 1 PK adalah 746 Watt.

Tabel 4.4 Data perhitungan energi sistem tata udara (AC) berdasarkan luas ruangan pada Gedung A lantai 1.

No.	Nama Ruangan	Panjang		Lebar		Tinggi		I	E	Kebutuhan AC		
		Meter	Feet	Meter	Feet	Meter	Feet			BTU/ Jam	PK	Watt
1	Ruang Dekan	6	19.7	5.7	18.7	3.7	12.14	10	16	11917	1.5	1119
2	Ruang Tamu	4	13.1	3.6	11.81	3.7	12.14	10	18	5644.7	0.5	373
3	Ruang WD1	6	19.7	3.6	11.81	3.7	12.14	10	18	8467	1	746
4	Ruang WD2	6	19.7	3.6	11.81	3.7	12.14	10	18	8467	1	746
5	Ruang WD3	6	19.7	3.6	11.81	3.7	12.14	10	18	8467	1	746
6	Ruang KB TU	3.6	11.8	3.05	10.01	3.7	12.14	10	16	3825.8	0.5	373
7	R. KSB TU	21.6	70.9	6.05	19.85	3.7	12.14	10	16	45534	5	3730

Perhitungan data energi pada sistem tata udara selanjutnya dapat di lihat pada **Lampiran 5**.

Dilakukan juga perhitungan konsumsi energi sistem tata udara. Konsumsi energi tata udara tergantung dari kapasitas daya terpasang (Watt) dan lama waktu (Hour) penggunaan dalam 24 jam. Berdasarkan data pengukuran kapasitas daya terpasang dan lama waktu penggunaan dalam 24 jam didapatkan konsumsi energi sistem tata udara gedung A lantai 1 pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5 Konsumsi energi sistem tata udara Gedung A lantai 1.

No.	Nama Ruangan	Kondisi Eksisting (perhitungan)			
		Daya Terpasang (Watt)	Jam Operasi (Hour per hari)	Konsumsi Energi (kWh per hari)	Suhu Setting (^{0}C)
1	Ruang Dekan	1780	6	10.68	18
2	Ruang Tamu	1780	2	3.56	19
3	Ruang Pembantu Dekan 1	890	6	5.34	18
4	Ruang Pembantu Dekan 2	890	6	5.34	18
5	Ruang Pembantu Dekan 3	890	6	5.34	19
6	Ruang KB TU	390	6	2.34	18
7	Ruang KSB TU	5780	6	34.68	18
Total				67.28	

Data perhitungan konsumsi energi sistem tata udara untuk lantai dan gedung lainnya dapat dilihat pada **Lampiran 6**. Dari Tabel 4.5 dan **Lampiran 6** dapat ditentukan total konsumsi energi sistem tata udara adalah sejumlah 67,28 + 29,04 + 20,74 + 30,42 + 78,24 + 31,74 = 257,46 kWh per hari.

Perhitungan persentase beban lebih dilakukan dengan cara hasil dari pengurangan kapasitas terpasang dengan perhitungan energi sistem tata udara di bagi dengan kapasitas terpasang di kali 100 persen.

Tabel 4.6 Data perhitungan persentase beban lebih Gedung A lantai 1.

No.	Nama Ruangan	Kebutuhan AC			Terpasang	Beban Lebih	
		BTU/jam	PK	Watt	Watt	Watt	%
1	Ruang Dekan	11916.58	1.5	1119	1780	661	37.13
2	Ruang Tamu	5644.7	0.5	373	1780	1407	79.04
3	Ruang WD1	8467	1	746	890	144	16.18
4	Ruang WD2	8467	1	746	890	144	16.18
5	Ruang WD3	8467	1	746	890	144	16.18
6	Ruang KB TU	3825.85	0.5	373	390	17	4.36
7	Ruang KSB TU	45533.88	5	3730	5780	2050	35.47

Perhitungan persentase beban lebih untuk gedung dan lantai selanjutnya dapat di lihat pada **Lampiran 7**.

4.1.5 Audit energi listrik peralatan penunjang lainnya

Perhitungan konsumsi energi listrik pada peralatan-peralatan lain bertujuan untuk mengetahui efisiensi penggunaan energi listrik. Dilakukan perhitungan konsumsi energi listrik peralatan-peralatan lain dengan meninjau jumlah peralatan, berapa jam operasi alat perhari serta kapasitas daya alat tersebut.

Tabel 4.7 Konsumsi energi listrik peralatan-peralatan lain pada Gedung A dan Gedung B

No.	Gedung	Jenis Alat	Jumlah (Unit)	Jam Operasi (Hour per hari)	Daya (Watt)	Konsumsi energi perhari (Wh)
1	A	TV	1	2	65	130
		Komputer	69	4	140	39744
		Kulkas	3	12	60	2592
		Kipas angin	5	6	50	1500
		Dispenser	3	2	250	1896
		Printer	19	0.5	11	177.65
		Pompa air	1	2	750	1500
		Mesin fotokopi	1	0.5	900	450
2	B	TV	1	2	65	130
		Komputer	39	4	140	22464
		Kulkas	1	12	60	864
		Kipas angin	10	3	50	1500
		Dispenser	7	2	250	4424
		Printer	24	0.5	11	224.4
		Pompa air	1	2	750	1500
		Mesin fotokopi	0	0	900	0
Total						79096.05

Tabel 4.7 menunjukkan konsumsi energi total per hari peralatan-peralatan lain untuk gedung A dan gedung B Fakultas Teknik Unram adalah sejumlah 79,096 kWh

.

4.2 Intensitas Konsumsi Energi

Konsumsi energi total per bulan ditentukan dari perhitungan audit energi sistem penerangan, sistem tata udara dan peralatan penunjang lainnya untuk menghitung intensitas konsumsi energi gedung A dan gedung B Fakultas Teknik Unram. Perhitungan IKE gedung A dan gedung B dilakukan sesuai dengan kategori gedung ber-AC dan tanpa AC. Penentuan kategori gedung dilakukan dengan menghitung perbandigan luas lantai ber-AC dan tanpa AC dengan luas total lantai.

Tabel 4.8 Perhitungan IKE gedung A dan gedung B Fakultas Teknik Unram.

Gedung	**Luas lantai ber-AC**	**Luas lantai tanpa AC**	**Total pemakaian tenaga listrik perbulan**	**Pemakaian tenaga listrik dari AC per bulan**	**Intensitas Konsumsi Energi**	
	m^2	m^2	kWh	kWh	Lantai ber-AC (kWh/m^2/bulan)	Lantai tanpa AC (kWh/m^2/bulan)
A	774.8	607.2	5982	3511.8	8.1	4.07
B	757.9	2608.2	6191.925	4212	3.27	0.76

Tabel 4.8 menunjukkan hasil perhitungan IKE gedung A dan gedung B Fakultas Teknik Unram untuk masing-masing gedung. Dapat disimpulkan IKE lantai ber-AC gedung A Fakultas Teknik Unram dikategorikan sangat efisien untuk gedung perkantoran merujuk pada Tabel 2.1. IKE lantai tanpa AC gedung A dikategorikan efisien untuk gedung perkantoran. IKE lantai ber-AC dan lantai tanpa AC gedung B Fakuktas Teknik Unram dikategorikan sangat efisien.

4.3 Peluang Penghematan Energi (PPE) dan Rekomendasi

4.3.1 PPE dan rekomendasi sistem penerangan

Untuk meningkatkan efisiensi penggunaan energi sistem penerangan dapat dilakukan usaha-usaha berikut :

1. Menghidupkan lampu pada saat diperlukan saja.
2. Memasang lampu dalam jarak yang tepat dengan objek yang akan diterangi.
3. Mengatur posisi peralatan dalam ruang untuk tidak menghalangi penerangan.
4. Mengganti lampu jenis FL dengan lampu jenis CFL untuk menghemat penggunaan energi.

4.3.2 PPE dan rekomendasi pada sistem tata udara

Perhitungan peluang penghematan energi pada sistem tata udara dilakukan dengan membandingkan kapasitas terpasang pada keadaan sebenarnya dilapangan dengan hasil perhitungan energi sistem tata udara berdasarkan luas ruangan.

Tabel 4.9 Perhitungan peluang penghematan energi pada sistem tata udara gedung A lantai 1.

No	Nama Ruangan	Kebutuhan AC	Kondisi Eksisting (perhitungan)				PPE
		(Watt)	Daya Terpasang (Watt)	Jam Operasi (Hour per hari)	Konsumsi Energi (kWh per bulan)	Suhu *Setting* (^{0}C)	Potential saving (kWh) per bulan
1	R. Dekan	1119	1780	6	320.4	18	118.98
2	R. Tamu	373	1780	2	106.8	19	84.42
3	R. P Dekan 1	746	890	6	160.2	18	25.92
4	R. P Dekan 2	746	890	6	160.2	18	25.92
5	R. P Dekan 3	746	890	6	160.2	19	25.92
6	Ruang KB TU	373	390	6	70.2	18	3.06
7	Ruang KSB TU	3730	5780	6	1040.4	18	369
Total							653.22

Perhitungan peluang penghematan energi pada sistem tata udara untuk lantai dan gedung lainnya dapat dilihat pada **Lampiran 8**.

Adapun ruangan-ruangan yang memiliki penggunaan daya terpasang yang berada di atas perhitungan energi sistem tata udara berdasarkan luas ruangan sehingga dapat dilakukan usaha peluang penghematan energi antara lain :

1. Ruang dekan pada gedung A

   Penggunaan AC pada ruang dekan berkapasitas 2 PK dengan hasil perhitungan energi sistem tata udara berdasarkan luas ruangan adalah 1.5 PK. Peluang penghematan energi yang direkomendasikan adalah menggunakan AC dengan kapasitas 1.5 PK dan suhu *setting* 23^0C pada ruang dekan untuk mengurangi penggunaan energi.

2. Ruang tamu pada gedung A

   Penggunaan AC pada ruang tamu berkapasitas 2 PK dengan hasil perhitungan energi sistem tata udara berdasarkan luas ruangan adalah 0.5 PK. Peluang penghematan energi yang direkomendasikan adalah menggunakan AC dengan kapasitas 0.5 PK dan suhu *setting* 23^0C pada ruang tamu untuk mengurangi penggunaan energi.

3. Ruang KSB TU pada gedung A

   Penggunaan AC pada ruang KSB TU berkapasitas 6.5 PK dengan hasil perhitungan energi sistem tata udara berdasarkan luas ruangan adalah 5 PK. Peluang penghematan energi yang direkomendasikan adalah menggunakan AC dengan kapasitas 5 PK dan suhu *setting* 23^0C.

4. Ruang prodi teknik informatika gedung A

   Penggunaan AC pada ruang prodi teknik informatika berkapasitas 1.5 PK dengan hasil perhitungan energi sistem tata udara berdasarkan luas ruangan adalah 1 PK. Peluang penghematan energi yang direkomendasikan adalah menggunakan AC dengan kapasitas 1 PK dan suhu *setting* 23^0C.

5. Ruang kajur dan sekjur sore gedung B

   Penggunaan AC pada ruang kajur dan sekjur sore berkapasitas 1 PK dengan hasil perhitungan energi sistem tata udara berdasarkan luas ruangan adalah 0.75 PK. Peluang penghematan energi yang direkomendasikan adalah menggunakan AC dengan kapasitas 0.75 PK dan suhu *setting* 23^0C.

Peluang penghematan sistem tata udara per hari adalah sejumlah 3,966 + 2,814 + 12,300 + 3,204 + 4,905 = 27,189 kWh.

Selain penggunaan daya terpasang berada di atas perhitungan energi sistem tata udara berdasarkan luas ruangan, sebagian ruangan memiliki daya terpasang berada dibawah

perhitungan mengakibatkan tingkat kenyamanan pada ruangan tersebut berkurang sehingga direkomendasikan untuk menambah kapasitas AC. Adapun ruangan-ruangan yang memiliki daya terpasang berada di bawah perhitungan antara lain :

1. Ruang baca gedung A

   Penggunaan AC pada ruang baca berkapasitas 4 PK dengan hasil perhitungan energi sistem tata udara berdasarkan luas ruangan adalah 7 PK. Direkomendasikan penggunaan AC pada ruang baca adalah 7 PK untuk meningkatkan kenyamanan ruangan.

2. Ruang sidang fakultas

   Penggunaan AC pada ruang sidang fakultas berkapasitas 4 PK dengan hasil perhitungan energi sistem tata udara berdasarkan luas ruangan adalah 6 PK. Direkomendasikan penggunaan AC pada ruang sidang fakultas adalah 6 PK untuk meningkatkan kenyamanan ruangan.

3. Ruang laboratorium CNC

   Penggunaan AC pada ruang laboratorium CNC berkapasitas 1 PK dengan hasil perhitungan energi sistem tata udara berdasarkan luas ruangan adalah 4 PK. Direkomendasikan penggunaan AC pada ruang laboratorium CNC adalah 4 PK untuk meningkatkan kenyamanan ruangan.

4. Ruang studio

   Penggunaan AC pada ruang studio berkapasitas 2 PK dengan hasil perhitungan energi sistem tata udara berdasarkan luas ruangan adalah 5 PK. Direkomendasikan penggunaan AC pada ruang studio adalah 5 PK untuk meningkatkan kenyamanan ruangan.

5. Ruang D2

   Penggunaan AC pada ruang D2 berkapasitas 2 PK dengan hasil perhitungan energi sistem tata udara berdasarkan luas ruangan adalah 4 PK. Direkomendasikan penggunaan AC pada ruang D2 adalah 4 PK untuk meningkatkan kenyamanan ruangan.

6. Ruang B2-03

   Penggunaan AC pada ruang B2-03 berkapasitas 1 PK dengan hasil perhitungan energi sistem tata udara berdasarkan luas ruangan adalah 3 PK.

Direkomendasikan penggunaan AC pada ruang B2-03 adalah 3 PK untuk meningkatkan kenyamanan ruangan.

7. Ruang dosen laboratorium kendali

   Penggunaan AC pada ruang dosen laboratorium kendali berkapasitas 1 PK dengan hasil perhitungan energi sistem tata udara berdasarkan luas ruangan adalah 1.5 PK. Direkomendasikan penggunaan AC pada ruang dosen laboratorium kendali adalah 1.5 PK untuk meningkatkan kenyamanan ruangan.

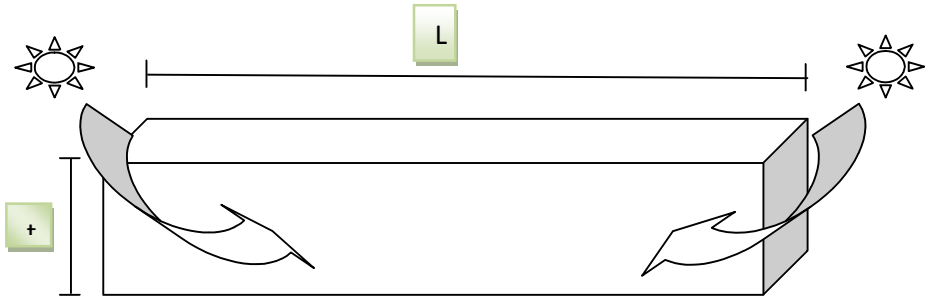
4.4 Desain Pasif

4.4.1 Orientasi bangunan

Orientasi bangunan pada gedung A dan gedung B Fakultas Teknik Unram sudah sesuai dengan desain posisi surya yang optimum yaitu poros bangunan gedung yang paling panjang mengarah dari timur ke barat sehingga mendapatkan keuntungan dari strategi pasif surya. Selain itu juga posisi jendela tidak menghadap langsung kearah matahari (timur ke barat). Hal ini berguna meminimalisasi penggunaan energi untuk pendinginan.

4.4.2 Pencahayaan alami

Pencahayaan alami berfungsi menghemat energi, menciptakan lingkungan yang akraktif serta meningkatkan kesehatan penghuninya. Pencahayaan alami pada gedung A dan gedung B Fakultas Teknik Unram sudah memenuhi prinsip cahaya alami dua-sisi dan satu-sisi. Untuk pencahayaan alami dua-sisi dilakukan perhitungan sesuai gambar 4.1.

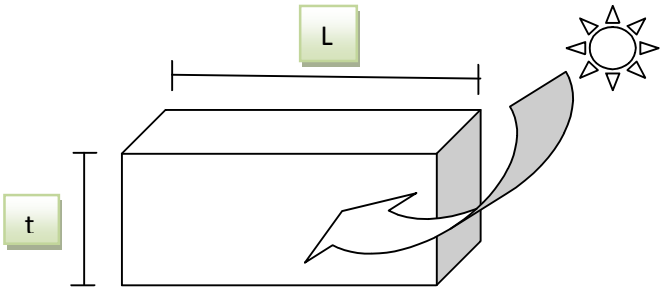


Gambar 4.3 Prinsip cahaya alami dua-sisi

Pencahayaan matahari siang dengan dua-sisi , dimana L adalah panjang ruangan dan t adalah tinggi ruangan. Nilai L sebesar 3 sampai 4 kali dari nilai t. Untuk gedung A masing-masing lantai memiliki panjang ruangan (L) yang sama yaitu 16 meter, dengan tinggi (t) rata-rata yaitu 4 meter. Jadi nilai L 4 kali dari nilai t sehingga desain bangunan

pada gedung A Fakultas Teknik sudah sesuai dengan prinsip cahaya alami dua-sisi. Sedangkan gedung B masing-masing lantai memiliki panjang ruangan (L) yang sama yaitu 26.1 meter dengan tinggi rata-rata ruangan (t) yaitu 3.5 meter. Jadi nilai L 7.45 kali dari nilai t, sehingga desain bangunan pada gedung B Fakultas Teknik tidak sesuai dengan prinsip cahaya alami dua-sisi.

Gambar 4.2 diperlihatkan prinsip cahaya alami satu-sisi., dimana L adalah panjang ruangan dan t adalah tinggi ruangan. Nilai L sebesar 1.5 sampai 2 kali dari nilai t.



Gambar 4.4 Prinsip cahaya alami satu-sisi

Ruang dekan gedung A Fakultas Teknik memiliki panjang ruangan (L) yaitu 6 meter, dengan tinggi (t) yaitu 3.7 meter. Jadi nilai L 1.62 kali dari nilai t, sehingga desain bangunan pada ruang dekan gedung A Fakultas Teknik sesuai dengan prinsip cahaya alami satu sisi. Untuk analisa ruang lainnya dapat di sajikan pada **Lampiran 9**.

4.4.3 Tata udara

Desain tata udara yang baik bertujuan untuk menghemat energi. Sebagian ruangan pada gedung A dan gedung B Fakultas Teknik Unram menggunakan desain tata udara aktif, yaitu pemakaian AC pada sebagian ruangan. Untuk sebagian ruangan lainnya masih menggunakan sistem tata udara pasif yaitu ventilasi alami.

Ventilasi alami pada gedung A dan gedung B menggunakan desain ventilasi silang kecuali untuk gedung A lantai 3 menggunakan ventilasi loteng. Penggunaan ventilasi silang adalah desain yang paling efektif, dimana udara dapat melalui bangunan dari satu sisi ke sisi lain. Selain desain yang paling efektif, ventilasi silang juga sangat cocok dengan iklim sedang daerah Mataram karena sifat malam hari yang sejuk dapat mendinginkan bangunan gedung sebelum penggunaan gedung datang.

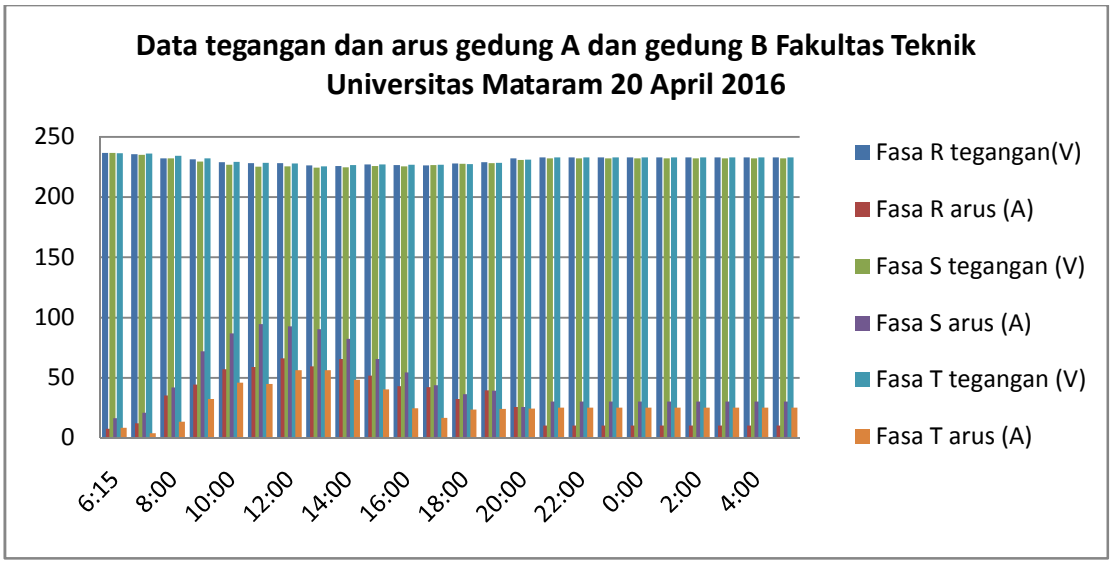
4.5 Pengukuran tegangan dan arus pada panel distribusi gedung A dan gedung B Fakultas Teknik Universitas Mataram

Pengukuran tegangan dan arus pada panel distribusi gedung A dan gedung B Fakultas Teknik Unram dilakukan selama 5 hari, mulai dari rabu, 20 April 2016 sampai dengan minggu, 24 April 2016. Data di ambil setiap jam sekali mulai dari jam 6 pagi sampai jam 9 malam, untuk jam 10 malam sampai jam 5 pagi diasumsikan sama dengan jam 9 malam.

Tabel 4.10 Pengukuran tegangan dan arus pada panel distribusi gedung A dan gedung B tanggal 20 April 2016.

jam	arus (A)			Tegangan(V)					
	Fasa R	Fasa S	Fasa T	Fasa R	Standar PLN (+5%,-10%)	Fasa S	Standar PLN (+5%,-10%)	Fasa T	Standar PLN (+5%,-10%)
6:15	7.7	16.6	8.5	236.7	2.913	236.7	2.913	236.4	2.783
7:00	12.3	21	4	235.7	2.478	235.2	2.261	236.3	2.739
8:00	35.4	41.9	13.5	232.3	1	232.3	1	234.4	1.913
9:00	44.4	72.1	32.4	231.4	0.609	229.5	-0.217	232.2	0.957
10:00	57.1	86.9	46	229	-0.43	226.8	-1.391	229.2	-0.35
11:00	59	94.6	45	228.2	-0.78	225.2	-2.087	228.5	-0.65
12:00	66.1	92.6	56.4	228.1	-0.83	225.5	-1.957	228	-0.87
13:00	59.6	90.4	56.2	226.3	-1.61	224.5	-2.391	225.5	-1.96
14:00	65.6	82.4	48.3	225.8	-1.83	224.8	-2.261	226.7	-1.43
15:00	51.7	65.5	40.3	227.2	-1.22	225.7	-1.87	227.1	-1.26
16:00	43	54.5	24.6	226.5	-1.52	225.6	-1.913	226.8	-1.39
17:00	42.3	43.9	16.7	226.4	-1.57	226.5	-1.522	226.9	-1.35
18:00	32.4	36.3	23.6	228	-0.87	227.6	-1.043	227.4	-1.13
19:00	39.6	39.3	24.2	229.1	-0.39	228.3	-0.739	228.5	-0.65
20:00	25.7	25.7	24.5	232.2	0.957	230.9	0.391	231.2	0.522
21:00	10.4	30.4	25.2	233	1.304	232.1	0.913	232.9	1.261
22:00	10.4	30.4	25.2	233	1.304	232.1	0.913	232.9	1.261
23:00	10.4	30.4	25.2	233	1.304	232.1	0.913	232.9	1.261
0:00	10.4	30.4	25.2	233	1.304	232.1	0.913	232.9	1.261
1:00	10.4	30.4	25.2	233	1.304	232.1	0.913	232.9	1.261
2:00	10.4	30.4	25.2	233	1.304	232.1	0.913	232.9	1.261
3:00	10.4	30.4	25.2	233	1.304	232.1	0.913	232.9	1.261
4:00	10.4	30.4	25.2	233	1.304	232.1	0.913	232.9	1.261
5:00	10.4	30.4	25.2	233	1.304	232.1	0.913	232.9	1.261

Tabel 4.10 menunjukkan kebutuhan penggunaan tegangan dan arus setiap fasa berbeda setiap jamnya. Rata-rata pemakaian energi maksimum terjadi mulai pada jam 10:00 sampai dengan jam 14:00. Level tegangan pelayanan sudah sesuai dengan SPLN No. 1 tahun 1995 yaitu antara +5% sampai -10% dengan tegangan nominal 230/400 V . Untuk data 4 hari berikutnya disajikan pada **Lampiran 10**.



Grafik 4.1 Pengukuran tegangan dan arus pada panel distribusi gedung A dan gedung B.

Berdasarkan grafik di atas dapat di lihat bahwa tegangan tertinggi untuk fasa R, fasa S dan fasa T berada pada pukul 06:15 yaitu 236.7 V, 236.7 V dan 236.4 V, sedangkan tegangan terendah fasa R berada pada pukul 14:00 yaitu 225.8 V, fasa S berada pada pukul 13:00 yaitu 224.5 V,dan untuk fasa T berada pada pukul 13:00 yaitu 225.5 V. Untuk arus tertinggi fasa R berada pada pukul 12:00 yaitu 66.1 A, fasa S berada pada pukul 11:00 yaitu 94.6 A, dan untuk fasa T berada pada pukul 12:00 yaitu 56.4 A sedangkan arus terendah untuk fasa R dan fasa S berada pada pukul 06:15 yaitu 7.7 A dan 16.6 A dan fasa T berada pada pukul 07:00 yaitu 4 A.

BAB V
KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Intensitas Konsumsi Energi (IKE) gedung A dan gedung B Fakultas Teknik Universitas Mataram dikategorikan sangat efisien untuk gedung perkantoran. IKE gedung A lantai ber-AC sebesar 8,1 kWh/m^2/bulan dikategorikan sangat efisien, IKE gedung A lantai tanpa AC sebesar 4,07 kWh/m^2/bulan dikategorikan efisien. IKE gedung B lantai ber-AC sebesar 3,27 kWh/m^2/bulan dan lantai tanpa AC sebesar 0.76 kWh/m^2/bulan dikategorikan sangat efisien.
2. Peluang penghematan energi sistem tata udara per hari adalah sejumlah 27,189 kWh, sehingga total peluang penghematan energi per hari pada gedung A dan gedung B Fakultas Teknik Universitas Mataram adalah 27,189 kWh.
3. Desain pasif gedung A dan gedung B Fakultas Teknik Universitas Mataram sesuai untuk meminimalisasi penggunaan energi seperti orientasi bangunan gedung yang tepat, desain cahaya alami menurut prinsip cahaya alami satu-sisi dan dua-sisi untuk sebagian besar ruangan serta desain tata udara menggunakan ventilasi silang.
4. Penggunaan tegangan dan arus setiap fasa per 24 jam pada gedung A dan gedung B Fakultas Teknik Universitas Mataram berbeda setiap jamnya dari jam 06:00 sampai dengan jam 22:00 dimana puncak penggunaan fasa R adalah jam 12:00, fasa S adalah jam 11:00 dan fasa T adalah jam 13:00. Penggunaan tegangan dan arus untuk jam 22:00 sampai jam 05:00 sama, karena tidak ada perubahan beban secara signifikan yang terjadi.

5.2 Saran

1. Menggunakan peralatan yang lengkap dan memadai guna menunjang pelaksanaan penelitian.
2. Melakukan pengurangan dan penambahan kapasitas AC untuk mencapai kenyamanan dan penghematan penggunaan energi listrik.
3. Perlu dilakukan perawatan dan pemeliharaan terhadap peralatan sistem tata udara dan sistem penerangan untuk performa peralatan tetap optimal.

DAFTAR PUSTAKA

Anonim. 2012. "Audit Energi Pada Terminal BBM Ampenan PT. Pertamina". Universitas Mataram. Mataram.

Anonim. 2012. "Pengertian Konservasi Energi". Indoenergi.com (11 Desember 2014 pukul 08:47)

Anonim. 2012. "3 Jenis Tata Cahaya untuk Ruang Dalam Interior Lighting". majalahasri.com (20 maret 2015 pukul 11:00)

Anonim. 2008. "Yuk Menghitung Pemakaian Listrik Di Rumah". Kompas.com (13 Mei 2016 pukul 21:05)

Danish Energy Management A/S. 2012. " Buku Pedoman Energi Efisisensi untuk Desain Bangunan Gedung di Indonesia ". EECCHI. Jakarta.

Danish Energy Management A/S. 2011. " Energy Switch ". EECCHI. Jakarta.

Djuhana. 2008. "Sistem Tata Udara". Universitas Mercubuana. Jakarta.

Effendi, Abdurachman. 2012." Audit Awal Energi Listrik Pada Gedung PS Kedokteran Universitas Lampung". Universitas Lampung. Lampung.

Kementerian Perindustrian. 2011. "Laporan Akhir Konservasi Energi Kementerian Perindustrian". Jakarta.

Mulyadi, Yadi dkk. 2013. "Analisis Audit Energi Untuk Pencapaian Efisiensi Penggunaan Energi di Gedung FPMIPA JICA Universitas Pendidikan Indonesia". FPTK UPI. Bandung.

Septian, Derry dkk. 2013. "Audit Energi dan Analisa Peluang Hemat Energi Pada Bangunan Gedung PT. X". Jakarta.

Solichan, Achmad. 2010. "Audit dan Konservasi Energi Sebagai Upaya Pengoptimalan Pemakaian Energi Listrik di Kampus Kasipah UNIMUS". FT UNIMUS. Semarang.

Talarosha, Basaria. 2013. "Aspek Rancangan Pasif Bangunan dan Unsur Lansekap Untuk Menciptakan Kenyamanan Thermal Dalam Ruangan". Academia.edu. Medan.

LAMPIRAN

Lampiran 1

Tabel Intensitas penerangan sesuai fungsi ruangan

Fungsi Ruangan	Tingkat Pencahayaan (lux)	Kelompok Renderasi Warna	Temperatur warna		
			Warm white <3300 K	Cool white 3300 K – 5300 K	Dayligh t >5300 K
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		*	*
Ruang Tidur	120-250	1 atau 2	*	*	
Ruang 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		*	*
Ruang Rapat	300	1 atau 2	*	*	
Ruang Gambar	750	1 atau 2		*	*
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		*	*
Kantin	200	1	*	*	
Hotel & Restoran					
Lobby & Koridor	100	1	*	*	
Ballroom/ruang sidang	200	1	*	*	

Ruang Makan	250	1	*	*	
Cafetaria	250	1	*	*	
Kamar Tidur	150	1 atau 2	*		
Dapur	300	1	*	*	
Rumah Sakit/Balai Pengobatan :					
Ruang Rawat Inap	250	1 atau 2		*	*
Ruang Operasi,	300	1		*	*
Laboratorium				*	*
rehabilitasi			*	*	
Pertokoan/ruang pamer :					
Ruang pameran	500	1	*	*	*
Toko Kue/Makanan	250	1	*	*	
Toko buku dan alat tulis/gambar	300	1	*	*	*
Toko perhiasan,	500	1	*	*	
Barang kulit dan sepatu	500	1	*	*	
Toko Pakaian	500	1	*	*	
Pasar Swalayan	500	1 atau 2	*	*	
Toko alat listrik	250	1 atau 2	*	*	*
Industri Umum :					
Gudang	100	3		*	*
Pekerjaan Kasar	100-250	2 atau 3		*	*
Pekerjaan Sedang	200-500	1 atau 2		*	*
Pekerjaan Halus	500-1000	1		*	*
Pekerjaan Amat Halus	1000-2000	1		*	*
Pemeriksaan Warna	750	1		*	*
Rumah ibadah					
Masjid	200	1 atau 2		*	
Geraja	200	1 atau 2		*	
Vihara	200	1 atau 2		*	

Lampiran 2

Tabel Data konsumsi energi sistem penerangan gedung A (lantai 2)

no	Ruangan	Jam Pakai / hari (JAM)	Armatur	Jenis Lampu	Daya Lampu (Watt)	Merek Lampu	Konsumsi energi perhari (Wh)
1	R. Badan Sertifikasi keahlian	6	0	FL	0	Philips	0
2	R. Badan Penjamin Mutu F					Philips	
3	R. BP2F dan BP3F		8	CFL	184	Philips Philips	1104
4	R. Tamu	6	2	FL	80	Philips	480
			2	CFL	46	Philips	276
5	R. Prodi T. Informatika	6	0	FL	0	Philips	0
			4	CFL	92	Philips	552
6	R. Baca	6	0	FL	0	Philips	0
			14	CFL	322	Philips	1932
7	Selasar dalam R	0.5	0	FL	0	Philips	0
			5	CFL	90	Philips	45
8	Selasar	10	0	FL	0	Philips	0
			2	CFL	36	Philips	144
9	Toilet 1	0.5	0	FL	0	Philips	0
			3	CFL	30	Philips	15
10	Toilet 2	0.5	0	FL	0	Philips	0
			2	CFL	36	Philips	18
11	Gudang	0.5	0	FL	0	Philips	0
			1	CFL	18	Philips	9
Total							4575

Tabel Data konsumsi energi sistem penerangan gedung A (lantai 3)

no	Ruangan	Jam Pakai / hari (JAM)	Armatur	Jenis Lampu	Daya Lampu (Watt)	Merek Lampu	Konsumsi energi perhari (Wh)
1	R. Persiapan dan R. Makan	0.5	16	FL	640	Philips	320
			0	CFL	0	Philips	0
2	selasar 1	0.5	0	FL	0	Philips	0
			3	CFL	54	Philips	27
3	R. Lab Cerdas	8	0	FL	0	Philips	0
			11	CFL	253	Philips	2024
4	R. Lab Komputer	8	0	FL	0	Philips	0
			11	CFL	253	Philips	2024
5	R. Kepala Lab Cerdas	6	0	FL	0	Philips	0
			3	CFL	69	Philips	414
6	R. Kepala Lab Komputer	6	0	FL	0	Philips	0
			5	CFL	115	Philips	690
7	R. Administrasi Lab Kom	6	0	FL	0	Philips	0
			7	CFL	161	Philips	966
8	R. Server	0.5	0	FL	0	Philips	0
			1	CFL	18	Philips	9
9	Gudang 1	0.5	0	FL	0	Philips	0
			1	CFL	18	Philips	9
10	Toilet 1	1	0	FL	0	Philips	0
			4	CFL	40	Philips	40
11	Toilet 2	1	0	FL	0	Philips	0
			1	CFL	18	Philips	18
12	Gudang 2	0.5	0	FL	0	Philips	0
			1	CFL	18	Philips	9
13	Selasar	10	2	FL	80	Philips	800
			0	CFL	0	Philips	0
14	R. Sidang Fakultas	0.5	16	FL	640	Philips	320
			0	CFL	0	Philips	0
Total							2377

Tabel Data konsumsi energi sistem penerangan gedung B (lantai 1)

no	Ruangan	Jam Pakai / hari (JAM)	Armatur	Jenis Lampu	Daya Lampu (Watt)	Merek Lampu	Konsumsi energi perhari (Wh)
1	Selasar	2	2	FL	80	Philips	160
			9	LED	135	Philips	270
2	R. Rapat 1	6	1	FL	40	Philips	240
			1	FCL	23	Philips	138
3	R. Rapat 2	8	0	FL	0	Philips	0
			4	FCL	92	Philips	736
4	R. Administrasi Prodi Mesin	2	8	FL	320	Philips	640
			3	FCL	54	Philips	108
5	R. Kajur	6	0	FL	0	Philips	0
			1	FCL	23	Philips	138
6	R. Sekjur	6	0	FL	0	Philips	0
			1	FCL	23	Philips	138
7	R. Kajur Sore	8	0	FL	0	Philips	0
			1	FCL	23	Philips	184
8	R. Sekjur Sore	8	0	FL	0	Philips	0
			1	FCL	23	Philips	184
9	R. Dosen 1	6	0	FL	0	Philips	0
			1	FCL	23	Philips	138
10	R. Dosen 2	6	0	FL	0	Philips	0
			1	FCL	23	Philips	138
11	R. Kepala Lab KE	6	0	FL	0	Philips	0
			1	FCL	23	Philips	138
12	R. Dosen 3	6	0	FL	0	Philips	0
			1	FCL	23	Philips	138
13	R. Dosen 4	6	0	FL	0	Philips	0
			1	FCL	23	Philips	138
14	R. Kepala Lab Produksi	6	0	FL	0	Philips	0
			1	FCL	23	Philips	138
15	R. Dosen 5	6	0	FL	0	Philips	0
			1	FCL	23	Philips	138
16	R. Dosen 6	6	0	FL	0	Philips	0
			1	FCL	23	Philips	138
17	R. Dosen 7	6	0	FL	0	Philips	0
			1	FCL	23	Philips	138
18	Lab. KE	2	2	FL	80	Philips	320
			0	FCL	0	Philips	0

19	Lab. Logam1	2	0	FL	0	Philips	0
			2	mercury	200	Philips	400
20	Lab. Fenomena	2	6	FL	240	Philips	480
			0	FCL	0	Philips	0
21	Lab. Logam 2	2	10	FL	400	Philips	800
			0	FCL	0	Philips	0
22	Lab Pengukuran	2	8	FL	320	Philips	640
			2	FCL	46	Philips	92
23	R. Baca	2	12	FL	480	Philips	960
			0	FCL	0	Philips	0
24	Bengkel	8	0	FL	0	Philips	0
			2	FCL	200	Philips	1600
25	Lab. Produksi	2	22	FL	880	Philips	1760
			0	FCL	0	Philips	0
26	Lab CNC	6	18	FL	720	Philips	4320
			1	FCL	23	Philips	138
27	Gudang	1	0	FL	0	Philips	0
			1	FCL	23	Philips	23
28	Toilet 1	1	0	FL	0	Philips	0
			2	FCL	46	Philips	46
29	Toilet 2	1	0	FL	0	Philips	0
			3	FCL	69	Philips	69
Total							15666

Tabel Data konsumsi energi sistem penerangan gedung B (lantai 2)

no	Ruangan	Jam Pakai / hari (JAM)	Armatur	Jenis Lampu	Daya Lampu (Watt)	Merek Lampu	Konsumsi energi perhari (Wh)
1	Selasar	3	6	FL	240	Philips	120
			4	FCL	80	Philips	40
2	R. Administrasi Prodi Elektro	7	1	FL	80	Philips	560
			2	FCL	36	Philips	252
3	R. Kajur	6	0	FL	0	Philips	0
			1	FCL	18	Philips	108
4	R. Sekjur	6	0	FL	0	Philips	0
			1	FCL	18	Philips	108
5	R. Panitia Ujian	6	2	FL	80	Philips	480
			0	FCL	0	Philips	0
6	R. Kajur dan Sekjur Sore	8	0	FL	0	Philips	0
			2	FCL	36	Philips	288
7	R. Rapat	6	0	FL	0	Philips	0
			4	FCL	72	Philips	432
8	R. B2-01	3	2	FL	80	Philips	240
			4	FCL	92	Philips	276
9	R. Studio	3	3	FL	80	Philips	240
			7	FCL	161	Philips	483
10	R. D2	9	1	FL	40	Philips	360
			5	FCL	115	Philips	1035
11	R. B2-03	9	4	FL	160	Philips	1440
			6	FCL	138	Philips	1242
12	Selasar luar	3	1	FL	40	Philips	120
			3	FCL	54	Philips	162
13	toilet	1	1	FL	40	Philips	40
			1	FCL	18	Philips	18
Total							8044

Tabel Data konsumsi energi sistem penerangan gedung B (lantai 3)

no	Ruangan	Jam Pakai / hari (JAM)	Armatur	Jenis Lampu	Daya Lampu (Watt)	Merek Lampu	Konsumsi energi perhari (Wh)
1	R. Dosen Kepala Lab Infor	2	2	FL	80	Philips	160
			0	FCL	0	Philips	0
2	R. Lab Informatika	8	8	FL	320	Philips	2560
			19	FCL	437	Philips	3496
3	R. Dosen dan Kepala Lab	2	0	FL	0	Philips	0
			1	FCL	30	Philips	60
4	R. Administrasi Lab Elka	1	2	FL	80	Philips	80
			1	FCL	18	Philips	18
5	R. Lab Elektronika	2	0	FL	0	Philips	0
			11	FCL	253	Philips	506
6	R. Dosen dan Kep. Lab. Elka	4	0	FL	0	Philips	0
			2	FCL	30	Philips	60
7	R. Dosen dan Kep. Lab. SFL	2	0	FL	0	Philips	0
			2	FCL	46	Philips	92
8	R. Lab. Sistem Tenaga	0.5	30	FL	1200	Philips	600
			0	FCL	0	Philips	0
9	R. Lab Listrik Dasar	1	25	FL	1000	Philips	1000
			0	FCL	0	Philips	0
10	R. Dosen dan Kep. Lab. LD	4	4	FL	160	Philips	640
			0	FCL	0	Philips	0
11	R. Dosen dan Kep. Lab. Tel	6	1	FL	40	Philips	240
			1	FCL	23	Philips	138
12	R. Lab. Telekomunikasi	0.5	10	FL	400	Philips	200
			8	FCL	169	Philips	84.5
13	R. Lab Kendali	3	0	FL	0	Philips	0
			10	FCL	230	Philips	690
14	R. Dosen dan Kep. Lab. Ken	6	0	FL	0	Philips	0
			2	FCL	46	Philips	276
15	Toilet 1	1	1	FL	40	Philips	40
			1	Pijar	5	Philips	5
16	Toilet 2	0.5	0	FL	0	Philips	0
			1	FCL	18	Philips	9
17	Selasar dalam	1	1	FL	40	Philips	40
			4	FCL	69	Philips	69
18	R. Dosen 2 LD	0.5	0	FL	0	Philips	0
			2	FCL	46	Philips	23

19	Selasar luar	6	0	FL	0	Philips	0
			1	FCL	23	Philips	138
20	workshop	8	2	FL	80	Philips	640
			0	FCL	0	Philips	0
21	radius	1	2	FL	80	Philips	80
			1	FCL	23	Philips	23
Total							12027,5

Lampiran 3

Tabel Data pengukuran intensitas penerangan (Eg) gedung A (lantai 2)

no	Ruangan	Kondisi Lampu		E_0	Standar Penerangan Ruangan
		ON	OFF	(lux)	(lux)
1	R. Badan Sertifikasi keahlian	On		108	350
2	R. Badan Penjamin Mutu F				
3	R. BP2F dan BP3F		Off	84	
4	R. Tamu	On		92	120-150
			Off	58	
5	R. Prodi T. Informatika	On		104	350
			Off	74	
6	R. Baca	On		114	300
			Off	84	
7	Selasar dalam R	On		102	100
			Off	82	
8	Selasar	On		18	60
			Off	0	
9	Toilet 1	On		82	250
			Off	8	
10	Toilet 2	On		90	250
			Off	10	
11	Gudang	On		70	150
			Off	0	

Tabel Data pengukuran intensitas penerangan (Eg) gedung A (lantai 3)

no	Ruangan	Kondisi Lampu		E_0	Standar Penerangan Ruangan
		ON	OFF	(lux)	(lux)
1	R. Persiapan dan R. Makan	On		124	300
			Off	98	
2	selasar 1	On		96	100
			Off	68	
3	R. Lab Cerdas	On		124	500
			Off	88	
4	R. Lab Komputer	On		138	500
			Off	96	
5	R. Kepala Lab Cerdas	On		116	350
			Off	68	
6	R. Kepala Lab Komputer	On		114	350
			Off	64	
7	R. Administrasi Lab Kom	On		106	350
			Off	62	
8	R. Server	On		90	300
			Off	0	
9	Gudang 1	On		70	150
			Off	0	
10	Toilet 1	On		84	250
			Off	8	
11	Toilet 2	On		90	250
			Off	12	
12	Gudang 2	On		76	150
			Off	10	
13	Selasar 2	On		16	60
			Off	0	
14	R. Sidang Fakultas	On		102	300
			Off	82	

Tabel Data pengukuran intensitas penerangan (Eg) gedung B (lantai 1)

no	Ruangan	Kondisi Lampu		E_0	Standar Penerangan Ruangan
		ON	OFF	(lux)	(lux)
1	Selasar	On		44	100
			Off	13	
2	R. Rapat 1	On		116	300
			Off	84	
3	R. Rapat 2	On		90	300
			Off	62	
4	R. Administrasi Prodi Mesin	On		198	350
			Off	168	
5	R. Kajur	On		90	350
			Off	70	
6	R. Sekjur	On		74	350
			Off	56	
7	R. Kajur Sore	On		76	350
			Off	12	
8	R. Sekjur Sore	On		70	350
			Off	10	
9	R. Dosen 1	On		86	350
			Off	64	
10	R. Dosen 2	On		76	350
			Off	58	
11	R. Kepala Lab KE	On		84	350
			Off	68	
12	R. Dosen 3	On		70	350
			Off	0	
13	R. Dosen 4	On		68	350
			Off	2	
14	R. Kepala Lab Produksi	On		70	350
			Off	0	
15	R. Dosen 5	On		62	350
			Off	0	
16	R. Dosen 6	On		60	350
			Off	0	
17	R. Dosen 7	On		70	350
			Off	0	
18	Lab. KE	On		218	500
			Off	196	
19	Lab. Logam1	On		194	500

			Off	176	
20	Lab. Fenomena	On		100	500
			Off	82	
21	Lab. Logam 2	On		86	500
			Off	58	
22	Lab Pengukuran	On		70	500
			Off	44	
23	R. Baca	On		88	300
			Off	70	
24	Bengkel	On		208	500
			Off	188	
25	Lab. Produksi	On		126	500
			Off	98	
26	Lab CNC	On		88	500
			Off	52	
27	Gudang	On		44	150
			Off	0	
28	Toilet 1	On		46	250
			Off	0	
29	Toilet 2	On		38	250
			Off	0	

Tabel Data pengukuran intensitas penerangan (Eg) gedung B (lantai 2)

no	Ruangan	Kondisi Lampu		E_0	Standar Penerangan Ruangan
		ON	OFF	(lux)	(lux)
1	Selasar	On		52	100
			Off	26	
2	R. Administrasi Prodi Elektro	On		86	350
			Off	48	
3	R. Kajur	On		70	350
			Off	10	
4	R. Sekjur	On		70	350
			Off	10	
5	R. Panitia Ujian	On		84	300
			Off	54	
6	R. Kajur dan Sekjur Sore	On		74	350
			Off	52	
7	R. Rapat	On		94	300
			Off	60	
8	R. B2-01	On		278	250
			Off	168	
9	R. Studio	On		234	250
			Off	152	
10	R. D2	On		206	250
			Off	136	
11	R. B2-03	On		150	250
			Off	84	

Tabel Data pengukuran intensitas penerangan (Eg) gedung B (lantai 3)

no	Ruangan	Kondisi Lampu		E_0	Standar Penerangan Ruangan
		ON	OFF	(lux)	(lux)
1	R. Dosen Kepala Lab Infor	On		134	350
			Off	76	
2	R. Lab Informatika	On		150	500
			Off	78	
3	R. Dosen dan Kepala Lab	On		90	350
			Off	10	
4	R. Administrasi Lab Elka	On		96	350
			Off	50	
5	R. Lab Elektronika	On		144	500
			Off	82	
6	R. Dosen dan Kep. Lab. Elka	On		90	350
			Off	10	
7	R. Dosen dan Kep. Lab. SFL	On		110	350
			Off	80	
8	R. Lab. Sistem Tenaga	On		182	500
			Off	74	
9	R. Lab Listrik Dasar	On		126	500
			Off	68	
10	R. Dosen dan Kep. Lab. LD	On		106	350
			Off	76	
11	R. Dosen dan Kep. Lab. Tel	On		60	350
			Off	5	
12	R. Lab. Telekomunikasi	On		104	500
			Off	50	
13	R. Lab Kendali	On		124	500
			Off	56	
14	R. Dosen dan Kep. Lab. Ken	On		130	350
			Off	82	
15	Toilet 1	On		84	250
			Off	8	
16	Toilet 2	On		70	250
			Off	5	
17	Selasar dalam	On		112	100
			Off	76	
18	R. Dosen 2 LD	On		76	350
			Off	46	
19	Selasar luar	On		22	60

			Off	0	
20	Workshop	On		90	250
			Off	60	

Lampiran 4

Tabel Data pengukuran daya listrik maksimum per meter persegi (Watt/m^2) gedung A (lantai 2)

No	Ruangan	P (m)	L (m)	Luas (m^2)	Daya Lampu (Watt)	Watt/m^2	Standar Watt/m^2
1	R. Badan Sertifikasi keahlian	14.4	7	100.8	184	1.83	15
2	R. Badan Penjamin Mutu F						
3	R. BP2F dan BP3F						
4	R. Tamu	7	4	28	126	4.5	15
5	R. Prodi teknik informatika	8.12	7.2	58.46	92	1.57	15
6	R. Baca	25.2	8	201.6	322	1.6	15
7	Selasar dalam ruangan	21.6	1.83	39.53	90	2.28	15
8	Selasar	9.5	4	38	36	0.95	15
9	Toilet 1	2.88	2	5.76	30	5.21	15
10	Toilet 2	3.68	3.35	12.33	36	2.92	15
11	Gudang	1.5	1.25	1.875	18	9.6	15

Tabel Data pengukuran daya listrik maksimum per meter persegi (Watt/m^2) gedung A (lantai 3)

No	Ruangan	P	L	Luas	Daya Lampu	Watt/m^2	Standar Watt/m^2
		(m)	(m)	(m^2)	(Watt)		
1	R. persiapan dan R.Makan	10	5.6	56	640	11.4	15
2	Selasar 1	9	2.13	19.17	54	2.82	15
3	R. lab cerdas	14.4	8.91	128.3	253	1.97	15
4	R. lab computer	11.09	9	99.81	253	2.53	15
5	R. kepala lab cerdas	7	3.6	25.2	69	2.74	15
6	R. kep. Lab computer	8	5.5	44	115	2.61	15
7	R. administrasi lab computer	8.97	5.5	49.33	161	3.26	15
8	R. server	3	2	6	18	3	15
9	Gudang 1	2.5	2.5	6.25	18	2.88	15
10	Toilet 1	2.5	2.5	6.25	40	6.4	15
11	Toilet 2	4	3.5	14	18	1.29	15
12	Gudang 2	4	2	8	18	2.25	15
13	Selasar	3.7	2.13	7.88	80	10.2	15
14	R. sidang fakultas	16	7.2	115.2	640	5.56	15

Tabel Data pengukuran daya listrik maksimum per meter persegi gedung B (lantai 1)

No	Ruangan	P	L	Luas	Daya Lampu	Watt/m^2	Standar Watt/m^2
		(m)	(m)	(m^2)	(Watt)		
1	Selasar	57	3	171	215	1.26	15
2	R. rapat 1	4.05	3.6	14.58	63	4.32	15
3	R. rapat 2	7.5	7.2	54	92	1.7	15
4	R. administrasi prodi mesin	11.55	7.2	83.16	374	4.5	15
5	R. kajur	3.6	2.88	10.37	23	2.22	15
6	R. sekjur	3.6	2.88	10.37	23	2.22	15
7	R. kajur sore	3.6	2.88	10.37	23	2.22	15
8	R. sekjur sore	3.6	2.88	10.37	23	2.22	15
9	R.dosen 1	3.6	2.88	10.37	23	2.22	15
10	R. dosen 2	3.6	2.88	10.37	23	2.22	15
11	R. kepala lab. KE	3.6	2.88	10.37	23	2.22	15
12	R. dosen 3	3.6	2.88	10.37	23	2.22	15
13	R. dosen 4	3.6	2.88	10.37	23	2.22	15
14	R. kepala lab. Produksi	2.88	2.4	6.91	23	3.33	15
15	R.dosen 5	3.6	2.88	10.37	23	2.22	15
16	R. dosen 6	3.6	2.88	10.37	23	2.22	15
17	R. dosen 7	3.6	2.88	10.37	23	2.22	15
18	Lab. KE	11.25	8.64	97.2	160	1.65	15
19	Lab. Logam 1	10.8	8.64	93.31	400	0	15
20	Lab. fenomena	7.2	5.775	41.58	240	5.77	15
21	Lab. Logam 2	7.2	5.775	41.58	400	9.62	15
22	Lab pengukuran	7.2	5.775	41.58	366	8.8	15
23	R. baca	7.2	5.775	41.58	480	11.5	15
24	Bengkel	11.55	7.2	83.16	1600	0	15
25	Lab. produksi	22.05	11.55	254.68	880	3.46	15
26	Lab CNC	14.4	7.5	108	743	6.88	15
27	Gudang	4.05	3.6	14.58	23	1.58	15
28	Toilet 1	4.05	3.6	14.58	46	3.16	15
29	Toilet 2	4.05	3.6	14.58	69	4.73	15

Tabel Data pengukuran daya listrik maksimum per meter persegi (Watt/m^2) gedung B (lantai 2)

No	Ruangan	P	L	Luas	Daya Lampu	Watt/m^2	Standar Watt/m^2
		(m)	(m)	(m^2)	(Watt)		
1	Selasar	57	3	171	320	1.87	15
2	R. administrasi prodi elektro	4.05	3.6	14.58	116	7.96	15
3	R. kajur	3.6	2.325	8.37	18	2.15	15
4	R. sekjur	3.6	2.325	8.37	18	2.15	15
5	R. panitia ujian	7.5	3.6	27	80	2.96	15
6	R. kajur dan sekjur sore	6.9	3.6	24.84	36	1.45	15
7	R. rapat	7.2	6.9	49.68	72	1.45	15
8	R. B2-01	11.55	10.8	124.74	172	1.38	15
9	R. studio	11.55	10.8	124.74	241	1.93	15
10	R. D2	11.55	7.2	83.16	155	1.86	15
11	R. B2-03	11.55	7.2	83.16	198	2.38	15
12	Selasar luar	-	-	-	94	0	15
13	toilet	3.6	2.85	10.26	58	5.65	15

Tabel Data pengukuran daya listrik maksimum per meter persegi (Watt/m^2) gedung B (lantai 3)

No	Ruangan	P	L	Luas	Daya Lampu	Watt/m^2	Standar Watt/m^2
		(m)	(m)	(m^2)	(Watt)		
1	R. dosen dan kep. Lab infor	7.5	3.6	14.4	80	5.56	15
2	R. lab informatika	14.4	11,55	46.2	757	16.4	15
3	R. dosen dan kep. lab	5.775	3.6	14.4	30	2.08	15
4	R. administrasi lab. Elka	5.775	3.6	14.4	98	6.81	15
5	R. lab elektronika	11.55	11.25	39.375	253	6.43	15
6	R. dosen dan kep lab elka	5.775	3.6	14.4	30	2.08	15
7	R. dosen dan kep lab SFL	5.775	3.6	14.4	46	3.19	15
8	R. lab sistem tenaga	14.4	11.55	46.2	1200	26	15
9	R. lab listrik dasar	11.55	10.8	43.2	1000	23.1	15
10	R. dosen dan kepala lab LD	5.775	3.6	14.4	160	11.1	15
11	R. dosen dan kepala lab telkom	5.775	3.6	14.4	63	4.38	15
12	R. lab telekomunikasi	14.85	11.55	40.425	569	14.1	15
13	R. lab kendali	14.4	11.55	46.2	230	4.98	15
14	R. dosen dan kepala lab kendali	7.5	3.6	14.4	46	3.19	15
15	Toilet 1	4.05	3.6	10.8	45	4.17	15
16	Toilet 2	4.05	3.6	10.8	18	1.67	15
17	Selasar dalam	50.85	3	8.4	109	13	15
18	R dosen 2 LD	5.775	3.6	14.4	46	3.19	15
19	Selasar luar	11.84	3	9	23	2.56	15
20	Workshop	5.775	3.6	14.4	80	5.56	15
21	radius	7.5	1.2	4	103	25.8	15

Lampiran 5

Tabel data perhitungan energi sistem tata udara (AC) berdasarkan luas ruangan pada gedung A lantai 2

No.	Nama Ruangan	Panjang		Lebar		Tinggi		I	E	Kebutuhan AC		
		Meter	Feet	Meter	Feet	Meter	Feet			BTU/jam	PK	Watt
1	R. Prodi T. Informatika	7	22.97	4	13.123	3.4	11.155	10	18	10085.87	1	746
2	R. Baca	25.2	82.68	8	26.247	3.4	11.155	10	16	64549.56	7	5222

Tabel data perhitungan energi sistem tata udara (AC) berdasarkan luas ruangan pada gedung A lantai 3

No.	Nama Ruangan	Panjang		Lebar		Tinggi		I	E	Kebutuhan AC		
		Meter	Feet	Meter	Feet	Meter	Feet			BTU/jam	PK	Watt
1	R. Lab Komputer	11.09	36.38	9	29.53	4.2	13.78	10	16	39477.28	4	2984
2	R. Kepala Lab Cerdas	7	22.97	3.6	11.81	4.2	13.78	10	18	11213.11	1.5	1119
3	R. Kepala Lab Komputer	8	26.25	5.5	18.04	4.2	13.78	10	16	17403.07	2	1492
4	R. Server	3	9.843	2	6.562	4.2	13.78	10	18	2669.789	0.5	373
5	R. Sidang Fakultas	16	52.49	7.2	23.62	4.2	13.78	10	18	51259.95	6	4476

Tabel data perhitungan energi sistem tata udara (AC) berdasarkan luas ruangan pada gedung B lantai 1

No.	Nama Ruangan	Panjang		Lebar		Tinggi		I	E	Kebutuhan AC		
		Meter	Feet	Meter	Feet	Meter	Feet			BTU/jam	PK	Watt
1	R. Rapat 2	7.5	24.61	7.2	23.6	3.6	11.81	10	17	19451.32	2	1500
2	R. Kajur	3.6	11.81	2.88	9.45	3.6	11.81	10	16	3514.968	0.5	375
3	R. Sekjur	3.6	11.81	2.88	9.45	3.6	11.81	10	16	3514.968	0.5	375
4	R. Kajur Sore	3.6	11.81	2.88	9.45	3.6	11.81	10	18	3954.339	0.5	375
5	R. Sekjur Sore	3.6	11.81	2.88	9.45	3.6	11.81	10	18	3954.339	0.5	375
6	Lab CNC	14.4	47.24	7.5	24.6	3.4	11.15	10	18	38902.64	4	3000

Tabel data perhitungan energi sistem tata udara (AC) berdasarkan luas ruangan pada gedung B lantai 2

No.	Nama Ruangan	Panjang		Lebar		Tinggi		I	E	Kebutuhan AC		
		Meter	Feet	Meter	Feet	Meter	Feet			BTU/jam	PK	Watt
1	R. Administrasi Elektro	4.05	13.29	3.6	11.811	3.4	11.15	10	17	4960.086	0.5	373
2	R. Kajur	3.6	11.81	2.325	7.628	3.4	11.15	10	20	3349.949	0.5	373
3	R. Sekjur	3.6	11.81	2.325	7.628	3.4	11.15	10	20	3349.949	0.5	373
4	R. Panitia Ujian	7.5	24.61	3.6	11.811	3.4	11.15	10	16	8645.03	1	746
5	R. Kajur dan Sekjur Sore	6.9	22.64	3.6	11.811	3.4	11.15	10	16	7953.428	0.75	559.5
6	R. Rapat	7.2	23.62	6.9	22.638	3.4	11.15	10	20	19883.57	2	1492
7	R. Studio	11.55	37.89	10.8	35.433	3.4	11.15	10	18	44932.55	5	3730
8	R. D2	11.55	37.89	7.2	23.622	3.4	11.15	10	20	33283.37	4	2984
9	R. B2-03	11.55	37.89	7.2	23.622	3.4	11.15	10	18	29955.03	3	2238

Tabel data perhitungan energi sistem tata udara (AC) berdasarkan luas ruangan pada gedung B lantai 3

No.	Nama Ruangan	Panjang		Lebar		Tinggi		I	E	Kebutuhan AC		
		Meter	Feet	Meter	Feet	Meter	Feet			BTU/jam	PK	Watt
1	R. Dosen Kepala Lab Infor	7.5	24.61	3.6	11.81	4	13.12	10	16	10170.62	1	746
2	R. Lab Informatika	14.4	47.24	11.55	37.89	4	13.12	10	16	62651.04	7	5222
3	R. Dosen dan Kepala Lab	5.775	18.95	3.6	11.81	4	13.12	10	16	7831.38	0.75	559.5
4	R. Dosen dan Kep. Lab. Elka	5.775	18.95	3.6	11.81	4	13.12	10	18	8810.303	1	746
5	R. Dosen dan Kep. Lab. STL	5.775	18.95	3.6	11.81	4	13.12	10	17	8320.842	1	746
6	R. Dosen dan Kep. Lab. LD	5.775	18.95	3.6	11.81	4	13.12	10	18	8810.303	1	746
7	R. Dosen dan Kep. Lab. Tel	5.775	18.95	3.6	11.81	3.5	11.48	10	16	6852.458	0.75	559.5
8	R. Dosen dan Kep. Lab. Ken	7.5	24.61	3.6	11.81	4	13.12	10	18	11441.95	1.5	1119

Lampiran 6

Tabel Konsumsi energi sistem tata udara gedung A lantai 2

No.	Nama Ruangan	Kondisi Eksisting (perhitungan)			
		Daya Terpasang (Watt)	**Jam Operasi (Hour per hari)**	**Konsumsi Energi (kWh per bulan)**	**Suhu Setting (^{0}C)**
1	R. Prodi T. Informatika	1280	6	230.4	18
2	R. Baca	3560	6	640.8	18

Tabel Konsumsi energi sistem tata udara gedung A lantai 3

No.	Nama Ruangan	Kondisi Eksisting (perhitungan)			
		Daya Terpasang (Watt)	**Jam Operasi (Hour per hari)**	**Konsumsi Energi (kWh per bulan)**	**Suhu Setting (^{0}C)**
1	R. Kepala Lab Cerdas	1200	8	288	18
2	R. Server	390	24	280.8	16
3	R. Sidang Fakultas	3560	0.5	53.4	18

Tabel Konsumsi energi sistem tata udara gedung B lantai 1

No.	Nama Ruangan	Kondisi Eksisting (perhitungan)			
		Daya Terpasang (Watt)	**Jam Operasi (Hour per hari)**	**Konsumsi Energi (kWh per bulan)**	**Suhu Setting (^{0}C)**
1	R. Rapat 2	1920	8	460.8	18
2	R. Kajur	390	6	70.2	18
3	R. Sekjur	390	6	70.2	18
4	R. Kajur Sore	390	6	70.2	18
5	R. Sekjur Sore	390	6	70.2	18
6	Lab CNC	950	6	171	16

Tabel Konsumsi energi sistem tata udara gedung B lantai 2

No.	Nama Ruangan	Kondisi Eksisting (perhitungan)			
		Daya Terpasang (Watt)	**Jam Operasi (Hour per hari)**	**Konsumsi Energi (kWh per bulan)**	**Suhu Setting (^{0}C)**
1	R. Administrasi Elektro	840	6	151.2	18
2	R. Kajur	1050	6	189	18
3	R. Sekjur				
4	R. Panitia Ujian	890	6	160.2	18
5	R. Kajur dan Sekjur Sore	1050	10	315	18
6	R. Rapat	2100	6	378	18
7	R. Studio	1780	8	427.2	17
8	R. D2	2100	8	504	16
9	R. B2-03	950	8	228	16

Tabel Konsumsi energi sistem tata udara gedung B lantai 3

No.	Nama Ruangan	Kondisi Eksisting (perhitungan)			
		Daya Terpasang (Watt)	**Jam Operasi (Hour per hari)**	**Konsumsi Energi (kWh per bulan)**	**Suhu Setting (^{0}C)**
1	R. Dosen dan Kepala Lab	860	6	154.8	16
2	R. Dosen dan Kep. Lab. Elka	840	6	151.2	18
3	R. Dosen dan Kep. Lab. STL	840	6	151.2	18
4	R. Dosen dan Kep. Lab. LD	840	6	151.2	18
5	R. Dosen dan Kep. Lab. Tel	860	6	154.8	19
6	R. Dosen dan Kep. Lab. Ken	1050	6	189	18

Lampiran 7

Tabel Data perhitungan persentase beban lebih gedung A lantai 2

No.	Nama Ruangan	Kebutuhan AC			Terpasang	Beban Lebih	
		BTU/jam	PK	Watt	Watt	Watt	%
1	R. Prodi T. Informatika	10085.87	1	746	1280	534	41.7188
2	R. Baca	64549.56	7	5222	3560	-1662	-46.685

Tabel Data perhitungan persentase beban lebih gedung A lantai 3

No.	Nama Ruangan	Kebutuhan AC			Terpasang	Beban Lebih	
		BTU/jam	PK	Watt	Watt	Watt	%
1	R. Kepala Lab Cerdas	11213.11	1.5	1119	1200	81	6.75
2	R. Server	2669.789	0.5	373	390	17	4.359
3	R. Sidang Fakultas	51259.95	6	4476	3560	-916	-25.73

Tabel Data perhitungan persentase beban lebih gedung B lantai 1

No.	Nama Ruangan	Kebutuhan AC			Terpasang	Beban Lebih	
		BTU/jam	PK	Watt	Watt	Watt	%
1	R. Rapat 2	19451.32	2	1500	1920	420	21.875
2	R. Kajur	3514.968	0.5	375	390	15	3.84615
3	R. Sekjur	3514.968	0.5	375	390	15	3.84615
4	R. Kajur Sore	3954.339	0.5	375	390	15	3.84615
5	R. Sekjur Sore	3954.339	0.5	375	390	15	3.84615
6	Lab CNC	38902.64	4	3000	950	-2050	-215.79

Tabel Data perhitungan persentase beban lebih gedung B lantai 2

No.	Nama Ruangan	Kebutuhan AC			Terpasang	Beban Lebih	
		BTU/jam	PK	Watt	Watt	Watt	%
1	R. Administrasi Elektro	4960.086	0.5	373	840	467	55.6
2	R. Kajur	3349.949	0.5	373	1050	304	28.95
3	R. Sekjur	3349.949	0.5	373			
4	R. Panitia Ujian	8645.03	1	746	890	144	16.18
5	R. Kajur dan Sekjur Sore	7953.428	0.75	559.5	1050	490.5	46.71
6	R. Rapat	19883.57	2	1492	2100	608	28.95
7	R. Studio	44932.55	5	3730	1780	-1950	-109.6
8	R. D2	33283.37	4	2984	2100	-884	-42.1
9	R. B2-03	29955.03	3	2238	950	-1288	-135.6

Tabel Data perhitungan persentase beban lebih gedung B lantai 3

No.	Nama Ruangan	Kebutuhan AC			Terpasang	Beban Lebih	
		BTU/jam	PK	Watt	Watt	Watt	%
1	R. Dosen dan Kepala Lab	7831.38	0.75	559.5	860	300.5	34.942
2	R. Dosen dan Kep. Lab. Elka	8810.303	1	746	840	94	11.19
3	R. Dosen dan Kep. Lab. STL	8320.842	1	746	840	94	11.19
4	R. Dosen dan Kep. Lab. LD	8810.303	1	746	840	94	11.19
5	R. Dosen dan Kep. Lab. Tel	6852.458	0.75	559.5	860	300.5	34.942
6	R. Dosen dan Kep. Lab. Ken	11441.95	1.5	1119	1050	-69	-6.571

Lampiran 8

Tabel Perhitungan peluang penghematan energi pada sistem tata udara gedung A lantai 2

No.	Nama Ruangan	Kebutuhan AC	Kondisi Eksisting (perhitungan)				Peluang Penghematan
		Watt	Daya Terpasang (Watt)	Jam Operasi (Hour per hari)	Konsumsi Energi (kWh per bulan)	Suhu Setting (^{0}C)	Potential saving (kWh) per bulan
1	R. Prodi T. Informatika	746	1280	6	230.4	18	96.12
2	R. Baca	5222	3560	6	640.8	18	-299.16

Tabel Perhitungan peluang penghematan energi pada sistem tata udara gedung A lantai 3

No.	Nama Ruangan	Kebutuhan AC			Kondisi Eksisting (perhitungan)				Peluang Penghematan
		BTU/jam	PK	Watt	Daya Terpasang (Watt)	Jam Operasi (Hour per hari)	Konsumsi Energi (kWh per bulan)	Suhu Setting (^{0}C)	Potential saving (kWh) per bulan
1	R. Kepala Lab Cerdas	11213.11	1.5	1119	1200	8	288	18	19.44
2	R. Server	2669.789	0.5	373	390	24	280.8	16	12.24
3	R. Sidang Fakultas	51259.95	6	4476	3560	0.5	53.4	18	-13.74

Tabel Perhitungan peluang penghematan energi pada sistem tata udara gedung B lantai 1

No.	Nama Ruangan	Kebutuhan AC			Kondisi Eksisting (perhitungan)				Peluang Penghematan
		BTU/jam	PK	Watt	Daya Terpasang (Watt)	Jam Operasi (Hour per hari)	Konsumsi Energi (kWh per bulan)	Suhu Setting (^{0}C)	Potential saving (kWh) per bulan
1	R. Rapat 2	19451.32	2	1500	1920	8	460.8	18	100.8
2	R. Kajur	3514.968	0.5	375	390	6	70.2	18	2.7
3	R. Sekjur	3514.968	0.5	375	390	6	70.2	18	2.7
4	R. Kajur Sore	3954.339	0.5	375	390	6	70.2	18	2.7
5	R. Sekjur Sore	3954.339	0.5	375	390	6	70.2	18	2.7
6	Lab CNC	38902.64	4	3000	950	6	171	16	

Tabel Perhitungan peluang penghematan energi pada sistem tata udara gedung B lantai 2

No.	Nama Ruangan	Kebutuhan AC			Kondisi Eksisting (perhitungan)				Peluang Penghematan
		BTU/jam	PK	Watt	Daya Terpasang (Watt)	Jam Operasi (Hour per hari)	Konsumsi Energi (kWh per bulan)	Suhu Setting (^{0}C)	Potential saving (kWh) per bulan
1	R. Administrasi Elektro	4960.086	0.5	373	840	6	151.2	18	84.06
2	R. Kajur	3349.949	0.5	373	1050	6	189	18	54.72
3	R. Sekjur	3349.949	0.5	373					
4	R. Panitia Ujian	8645.03	1	746	890	6	160.2	18	25,92
5	R. Kajur dan Sekjur Sore	7953.428	0.75	559.5	1050	10	315	18	147.15
6	R. Rapat	19883.57	2	1492	2100	6	378	18	109.44
7	R. Studio	44932.55	5	3730	1780	8	427.2	17	-468
8	R. D2	33283.37	4	2984	2100	8	504	16	-212.16
9	R. B2-03	29955.03	3	2238	950	8	228	16	-309.12

Tabel Perhitungan peluang penghematan energi pada sistem tata udara gedung B lantai 3

No.	Nama Ruangan	Kebutuhan AC	Kondisi Eksisting (perhitungan)				Peluang Penghematan
		Watt	Daya Terpasang (Watt)	Jam Operasi (Hour per hari)	Konsumsi Energi (kWh per bulan)	Suhu Setting (^{0}C)	Potential saving (kWh) per bulan
1	R. Dosen dan Kepala Lab	559.5	860	6	154.8	16	54.09
2	R. Dosen dan Kep. Lab. Elka	746	840	6	151.2	18	16.92
3	R. Dosen dan Kep. Lab. STL	746	840	6	151.2	18	16.92
4	R. Dosen dan Kep. Lab. LD	746	840	6	151.2	18	16.92
5	R. Dosen dan Kep. Lab. Tel	559.5	860	6	154.8	19	54.09
6	R. Dosen dan Kep. Lab. Ken	1119	1050	6	189	18	-12.42

Lampiran 9

Tabel prinsip cahaya alami satu-sisi gedung A lantai 2

no	Ruangan	Panjang (L)	Tinggi (t)	perbandingan	keterangan
		(m)	(m)	(L dan t)	
1	R. Badan Sertifikasi keahlian	7	3.4	2.058823529	sesuai
2	R. Badan Penjamin Mutu F				
3	R. BP2F dan BP3F				
4	R. Prodi T. Informatika	7	3.4	2.058823529	sesuai
5	R. Baca	8	3.4	2.352941176	sesuai
6	Toilet 1	3.35	3.4	0.985294118	tidak sesuai
7	R. Administrasi P S	7	3.4	2.058823529	sesuai

Tabel prinsip cahaya alami satu-sisi gedung A lantai 3

no	Ruangan	Panjang (L)	Tinggi (t)	perbandingan	keterangan
		(m)	(m)	(L dan t)	
1	R. Persiapan dan R. Makan	10	4.2	2.380952381	sesuai
2	R. Lab Cerdas	8.91	4.2	2.121428571	sesuai
3	R. Lab Komputer	11.09	4.2	2.64047619	tidak sesuai
4	R. Kepala Lab Cerdas	7	4.2	1.666666667	sesuai
5	R. Kepala Lab Komputer	8	4.2	1.904761905	sesuai
6	R. Administrasi Lab Kom	8.97	4.2	2.135714286	sesuai
7	Toilet 2	4	4.2	0.952380952	tidak sesuai
8	Gudang 2	4	4.2	0.952380952	tidak sesuai
9	R. Sidang Fakultas	16	4.2	3.80952381	tidak sesuai

Tabel prinsip cahaya alami satu-sisi gedung B lantai 1

no	Ruangan	Panjang (L)	Tinggi (t)	perbandingan	keterangan
		(m)	(m)	(L dan t)	
1	R. Rapat 2	7.5	3.6	2.083333333	sesuai
2	R. Administrasi Prodi Mesin	11.55	4	2.8875	tidak sesuai
3	R. Kajur	2.88	3.6	0.8	tidak sesuai
4	R. Dosen 1	2.88	3.7	0.778378378	tidak sesuai
5	Lab. KE	8.64	7.1	1.216901408	tidak sesuai
6	Lab. Logam1	8.64	7.1	1.216901408	tidak sesuai
7	Lab. Fenomena	5.775	5.775	1	tidak sesuai
8	R. Baca	5.775	5.775	1	tidak sesuai
9	Bengkel	7.2	7.1	1.014084507	tidak sesuai
10	Lab. Produksi	11.55	7.1	1.626760563	sesuai
11	Lab CNC	7.5	3.4	2.205882353	sesuai

Tabel prinsip cahaya alami satu-sisi gedung B lantai 2

no	Ruangan	Panjang (L)	Tinggi (t)	perbandingan	keterangan
		(m)	(m)	(L dan t)	
1	R. Panitia Ujian	7.5	3.4	2.205882353	sesuai
2	R. Kajur dan Sekjur Sore	6.9	3.4	2.029411765	sesuai
3	R. Rapat	7.2	3.4	2.117647059	sesuai
4	R. B2-01	11.55	3.4	3.397058824	tidak sesuai
5	R. Studio	11.55	3.4	3.397058824	tidak sesuai
6	R. D2	11.55	3.4	3.397058824	tidak sesuai
7	R. B2-03	11.55	3.4	3.397058824	tidak sesuai

Tabel prinsip cahaya alami satu-sisi gedung B lantai 3

no	Ruangan	Panjang (L)	Tinggi (t)	perbandingan	keterangan
		(m)	(m)	(L dan t)	
1	R. Dosen Kepala Lab Infor	7.5	4	1.875	sesuai
2	R. Lab Informatika	11.55	4	2.8875	tidak sesuai
4	R. Administrasi Lab Elka	5.775	4	1.44375	sesuai
5	R. Lab Elektronika	11.55	3.5	3.3	tidak sesuai
6	R. Dosen dan Kep Lab STL	5.775	4	1.44375	sesuai
7	R. Lab. Sistem Tenaga	11.55	4	2.8875	tidak sesuai
8	R. Lab Listrik Dasar	11.55	4	2.8875	tidak sesuai
9	R. Dosen dan Kep. Lab. LD	5.775	4	1.44375	sesuai
10	R. Lab. Telekomunikasi	11.55	3.5	3.3	tidak sesuai
11	R. Lab Kendali	11.55	4	2.8875	tidak sesuai
12	R. Dosen dan Kep Lab Ken	7.5	4	1.875	sesuai
13	R. Dosen 2 LD	5.775	4	1.44375	sesuai

Lampiran 10

Tabel Pengukuran tegangan dan arus pada panel distribusi gedung A dan gedung B tanggal 21 April 2016

jam	Arus (A)			Tegangan(V)					
	Fasa R	Fasa S	Fasa T	Fasa R	Standar PLN (+5%,-10%)	Fasa S	Standar PLN (+5%,-10%)	Fasa T	Standar PLN (+5%,-10%)
6:00	15.4	21.1	4.1	237.3	3.174	236.7	2.913	238	3.478
7:00	10	20.8	11.2	235.9	2.565	235.2	2.261	235.4	2.348
8:00	34.4	65.6	12.2	232.9	1.261	231.8	0.783	235	2.174
9:00	43.2	72.4	37.6	230.4	0.174	228.4	-0.7	230.4	0.174
10:00	27.8	85	53	230	0	226.3	-1.61	228.6	-0.61
11:00	35.6	88.7	53.3	229.2	-0.35	225.7	-1.87	228.1	-0.83
12:00	45.7	94.5	69.9	227.2	-1.22	223.6	-2.78	225.9	-1.78
13:00	54.7	102.8	51	225.7	-1.87	223.1	-3	226.1	-1.7
14:00	46.2	96.6	54.2	226.1	-1.7	223.1	-3	225.8	-1.83
15:00	39	72.6	16.3	225.8	-1.83	223.7	-2.74	226.5	-1.52
16:00	40	62.5	19.7	225.7	-1.87	225.2	-2.09	227.2	-1.22
17:00	40	47	22.5	227.3	-1.17	225.5	-1.96	227.1	-1.26
18:00	17.7	55.4	28.9	227.3	-1.17	225.7	-1.87	226.3	-1.61
19:00	29.2	59.2	30.4	228.2	-0.78	227.8	-0.96	228.1	-0.83
20:00	20.2	38.7	26.7	231.7	0.739	230.1	0.043	230.4	0.174
21:00	10.5	30.8	25.4	232.2	0.957	232	0.87	232.6	1.13
22:00	10.5	30.8	25.4	232.2	0.957	232	0.87	232.6	1.13
23:00	10.5	30.8	25.4	232.2	0.957	232	0.87	232.6	1.13
0:00	10.5	30.8	25.4	232.2	0.957	232	0.87	232.6	1.13
1:00	10.5	30.8	25.4	232.2	0.957	232	0.87	232.6	1.13
2:00	10.5	30.8	25.4	232.2	0.957	232	0.87	232.6	1.13
3:00	10.5	30.8	25.4	232.2	0.957	232	0.87	232.6	1.13

4:00	10.5	30.8	25.4	232.2	0.957	232	0.87	232.6	1.13
5:00	10.5	30.8	25.4	232.2	0.957	232	0.87	232.6	1.13

Tabel Pengukuran tegangan dan arus pada panel distribusi gedung A dan gedung B tanggal 22 April 2016

jam	arus (A)			Tegangan(V)					
	Fasa R	Fasa S	Fasa T	Fasa R	Standar PLN (+5%,-10%)	Fasa S	Standar PLN (+5%,-10%)	Fasa T	Standar PLN (+5%,-10%)
6:00	14.3	22.8	3.9	235.2	2.26	234.8	2.09	233.1	1.35
7:00	8.7	30	4.4	235	2.17	233.7	1.61	233.3	1.43
8:00	23	56.5	15.5	232.1	0.91	231	0.43	232.2	0.96
9:00	32	76.8	23.4	230.3	0.13	227.7	-1	230.8	0.35
10:00	53.5	70.4	32.5	229.4	-0.3	227.8	-0.96	229.5	-0.22
11:00	44.6	59.2	26.6	228.1	-0.8	226.7	-1.43	228	-0.87
12:00	17.7	56.6	16	228.9	-0.5	226.6	-1.48	228.2	-0.78
13:00	20.8	59.4	15.6	227.8	-1	225.8	-1.83	227.4	-1.13
14:00	27.2	53.1	11.4	227.8	-1	226.5	-1.52	226.3	-1.61
15:00	28.5	61.5	11.2	227.6	-1	225.3	-2.04	227	-1.3
16:00	30.8	56.6	15	227.1	-1.3	225.1	-2.13	227.2	-1.22
17:00	25.4	45.3	14.7	227.3	-1.2	226	-1.74	227.1	-1.26
18:00	26.6	38.5	18.1	227.5	-1.1	226.9	-1.35	227.3	-1.17
19:00	32.4	41.7	30.2	228.2	-0.8	228.7	-0.57	228.9	-0.48
20:00	21.7	36.2	28.8	231.4	0.61	230	0	229.7	-0.13
21:00	10.2	30.1	25.7	232.1	0.91	232.4	1.04	232	0.87
22:00	10.2	30.1	25.7	232.1	0.91	232.4	1.04	232	0.87
23:00	10.2	30.1	25.7	232.1	0.91	232.4	1.04	232	0.87
0:00	10.2	30.1	25.7	232.1	0.91	232.4	1.04	232	0.87
1:00	10.2	30.1	25.7	232.1	0.91	232.4	1.04	232	0.87
2:00	10.2	30.1	25.7	232.1	0.91	232.4	1.04	232	0.87
3:00	10.2	30.1	25.7	232.1	0.91	232.4	1.04	232	0.87
4:00	10.2	30.1	25.7	232.1	0.91	232.4	1.04	232	0.87
5:00	10.2	30.1	25.7	232.1	0.91	232.4	1.04	232	0.87

Tabel Pengukuran tegangan dan arus pada panel distribusi gedung A dan gedung B tanggal 23 April 2016

jam	arus (A)			Tegangan(V)					
	Fasa R	Fasa S	Fasa T	Fasa R	Standar PLN (+5%,-10%)	Fasa S	Standar PLN (+5%,-10%)	Fasa T	Standar PLN (+5%,-10%)
6:00	14.2	20.4	9	237.4	3.22	236.2	2.7	235.7	2.48
7:00	9.7	36.8	4.6	236.5	2.83	235.5	2.39	232.5	1.09
8:00	25.8	56.3	14.8	234.4	1.91	232.9	1.26	234	1.74
9:00	37	79.8	35.5	232.4	1.04	229.7	-0.1	232	0.87
10:00	56.8	91	46.1	229.4	-0.3	227.3	-1.2	228.4	-0.7
11:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14:00	43.8	73.1	44.5	228.1	-0.8	226.1	-1.7	227.3	-1.2
15:00	46.7	40.1	31.7	227.6	-1	228	-0.9	227.5	-1.1
16:00	40.1	40.4	19.5	227.1	-1.3	227.4	-1.1	227.6	-1
17:00	38.4	29.7	7.1	226.8	-1.4	227.6	-1	228.2	-0.8
18:00	10	17.3	2.6	227.7	-1	227.4	-1.1	225.4	-2
19:00	23.2	35.2	15.3	228.6	-0.6	227.6	-1	227.6	-1
20:00	21.7	32.8	29.1	230.5	0.22	228.8	-0.5	229	-0.4
21:00	10.6	30.1	25.6	232.3	1	232.6	1.13	232.5	1.09
22:00	10.6	30.1	25.6	232.3	1	232.6	1.13	232.5	1.09
23:00	10.6	30.1	25.6	232.3	1	232.6	1.13	232.5	1.09
0:00	10.6	30.1	25.6	232.3	1	232.6	1.13	232.5	1.09
1:00	10.6	30.1	25.6	232.3	1	232.6	1.13	232.5	1.09
2:00	10.6	30.1	25.6	232.3	1	232.6	1.13	232.5	1.09
3:00	10.6	30.1	25.6	232.3	1	232.6	1.13	232.5	1.09
4:00	10.6	30.1	25.6	232.3	1	232.6	1.13	232.5	1.09
5:00	10.6	30.1	25.6	232.3	1	232.6	1.13	232.5	1.09

Tabel Pengukuran tegangan dan arus pada panel distribusi gedung A dan gedung B tanggal 23 April 2016

jam	arus (A)			Tegangan(V)					
	Fasa R	Fasa S	Fasa T	Fasa R	Standar PLN (+5%,-10%)	Fasa S	Standar PLN (+5%,-10%)	Fasa T	Standar PLN (+5%,-10%)
6:00	15.3	24.4	10.2	236.9	3	237.1	3.087	236.4	2.78
7:00	11.4	14	7.7	234.4	1.91	234.2	1.826	234.3	1.87
8:00	11.4	14	7.7	234.4	1.91	234.2	1.826	234.3	1.87
9:00	11.4	14	7.7	234.4	1.91	234.2	1.826	234.3	1.87
10:00	11.4	14	7.7	234.4	1.91	234.2	1.826	234.3	1.87
11:00	11.4	14	7.7	234.4	1.91	234.2	1.826	234.3	1.87
12:00	11.4	14	7.7	234.4	1.91	234.2	1.826	234.3	1.87
13:00	11.4	14	7.7	234.4	1.91	234.2	1.826	234.3	1.87
14:00	11.4	14	7.7	234.4	1.91	234.2	1.826	234.3	1.87
15:00	11.4	14	7.7	234.4	1.91	234.2	1.826	234.3	1.87
16:00	11.4	14	7.7	234.4	1.91	234.2	1.826	234.3	1.87
17:00	11.4	14	7.7	234.4	1.91	234.2	1.826	234.3	1.87
18:00	11.4	14	7.7	234.4	1.91	234.2	1.826	234.3	1.87
19:00	26.6	37.4	18.1	228.4	-0.7	227.8	-0.96	228.1	-0.83
20:00	10.1	30.6	25.2	232.2	0.96	232	0.87	232.4	1.04
21:00	10.1	30.6	25.2	232.2	0.96	232	0.87	232.4	1.04
22:00	10.1	30.6	25.2	232.2	0.96	232	0.87	232.4	1.04
23:00	10.1	30.6	25.2	232.2	0.96	232	0.87	232.4	1.04
0:00	10.1	30.6	25.2	232.2	0.96	232	0.87	232.4	1.04
1:00	10.1	30.6	25.2	232.2	0.96	232	0.87	232.4	1.04
2:00	10.1	30.6	25.2	232.2	0.96	232	0.87	232.4	1.04
3:00	10.1	30.6	25.2	232.2	0.96	232	0.87	232.4	1.04
4:00	10.1	30.6	25.2	232.2	0.96	232	0.87	232.4	1.04
5:00	10.1	30.6	25.2	232.2	0.96	232	0.87	232.4	1.04