

**AUDIT ENERGI LISTRIK
DI KAMPUS 2 ITN MALANG**

LAPORAN SKRIPSI

**Disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan sarjana I
Program Studi Teknik Elektro
Konsentrasi Teknik Energi Listrik**

Oleh :

R. Nugroho Edho F. NIM. 1112022



**MILIK
PERPUSTAKAAN
ITN MALANG**

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO S-1
KONSENTRASI ENERGI LISTRIK
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
2016**

UNITED STATES DEPARTMENT OF THE ARMY
OFFICE OF THE ADJUTANT GENERAL

REGIMENTAL HEADQUARTERS

1. This is to certify that the following is a true and correct copy of the original as shown to me by the person named below.

Date:

By: [Signature] [Name]

1-2 OCT 1954
UNITED STATES DEPARTMENT OF THE ARMY
OFFICE OF THE ADJUTANT GENERAL
WASHINGTON, D. C. 20315
1954

**LEMBAR PERSETUJUAN
AUDIT ENERGI LISTRIK
DI KAMPUS 2 ITN MALANG**

SKRIPSI

*Disusun dan diajukan untuk melengkapi dan memenuhi persyaratan
guna mencapai gelar Sarjana Teknik*

Disusun oleh :

R. NUGROHO EDHO FIRMANSYAH

NIM. 1112022

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Elektro S-1

M. Ibrahim Ashari, ST, MT

NIP.P. 1030100358

Diperiksa dan Disetujui,

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Ir Eko Nurcahyo. MT
NIP. Y. 1028700172

Ir. Choirul Saleh. MT
NIP.Y. 1018800190

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO S-1
KONSENTRASI TEKNIK ENERGI LISTRIK
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

2016

LEMBAR PERSETUJUAN
ADAPT ENERGY LISTRIK
DI KAMPUS 2 TN MALANG

SKRIPSI

Ditaman dan diajukan untuk melengkapi dan memenuhi persyaratan
guna mendapat gelar Sarjana Teknik

Dibaca oleh :

R. NICHORO EDHO FIRMASTAH

NIM. 1112021

Mengetahui,

Dosen Pengajar Studi Teknik Elektro S-1

Alfian Achmad ST MT

NIP. P. 103010038

Diperiksa dan Disetujui,

Dosen Pembimbing II

Dosen Pembimbing I

Dr. Chozal Saib MT

NIP. Y. 1018800190

Dr. Eko Gunawan MT

NIP. Y. 1028700173

INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
KONSENTRASI TEKNIK ENERGI LISTRIK
PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO S-1

2016

SURAT PERNYATAAN ORISINALITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : R. NUGROHO EDHO FIRMANSYAH
NIM : 1112022
Jurusan : Teknik Elektro S-1
Konsentrasi : Teknik Energi Listrik

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi yang saya buat adalah hasil karya sendiri, tidak merupakan plagiasi dari karya orang lain. Dalam skripsi ini tidak memuat karya orang lain, kecuali dicantumkan sumbernya sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dan apabila dikemudian hari ada pelanggaran atas surat pernyataan ini, saya bersedia menerima sanksinya.

Malang, Februari 2016

Yang membuat pernyataan



R. Nugroho Edho Firmansyah

NIM : 1112022

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa karena dengan rahmat hidayah dan anugerah-Nya yang telah diberikan sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan skripsi dengan judul “ **Audit Energi Listrik Di Kampus 2 ITN Malang**”.

Pembuatan laporan skripsi ini disusun sebagai salah satu persyaratan maju ujian Sarjana I, Program studi Teknik Elektro, Konsetrasi Energi Listrik ITN Malang.

Dengan terseleksinya laporan skripsi ini penulis banyak mendapatkan bantuan dan dukungan dari banyak pihak baik secara material, moral dan spiritual. Sehingga pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Kedua Orang Tua yang selalu memberikan dukungan dan doa.
2. Dr. Ir. Lalu Mulyadi, MTA. selaku Rektor Institut Teknologi Nasional Malang.
3. Ir. H. Anang Subandi, MT selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Nasional Malang.
4. M. Ibrahim Ashari, ST, MT selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro S-1 Institut Teknologi Nasional Malang.
5. Ir Eko Nurcahyo. MT selaku Dosen Pembimbing 1.
6. Ir. Choirul Saleh. MT selaku Dosen Pembimbing 2.
7. Teman-teman yang turut memberikan dukungan terhadap penyelesaian skripsi ini.

Dalam penulisan laoran skripsi ini penulis menyadari bahwa penulis laporan skripsi ini mungkin masih kurang dari sempurna. Sehingga saran dan kritik dari pembaca merupakan harapan bagi penulis.

Penulis berharap laporan skripsi ini bisa bermanfaat bagi penulis sendiri khususnya, dan bermanfaat bagi pembaca pada umumnya.

Malang, maret 2016

Penyusun

Audit Energi Listrik Di Kampus 2 ITN Malang

R. Nugroho Edho F, NIM : 1112022

Nugroho.edho@gmail.com

Dosen Pembimbing : Ir Eko Nurcahyo. MT dan Ir. Choirul Saleh. MT

Abstrak

Energi listrik sangat penting dalam industry kampus. Hal ini sangat menunjang dalam operasional di Kampus 2 ITN Malang. Peralatan seperti pengkondisian udara merupakan peralatan yang banyak mengkonsumsi energy listrik. Hampir sekitar 50 % penggunaan energy listrik digunakan untuk sistem pengkondisian udara. Hal ini merupakan suatu pemborosan energy.

Untuk menanggulangi masalah tersebut dilakukan efisiensi energy. Salah satu metode yang sekarang dipakai untuk mengefisienkan pemakaian energy adalah konservasi energy. Konservasi energy adalah peningkatan efisiensi energy yang digunakan atau proses penghematan energy. Dalam proses ini meliputi adanya audit energy yaitu metode untuk menghitung tingkat konsumsi energy suatu gedung atau bangunan.

kata kunci : audit, hemat energi, ike

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN	i
KATA PENGANTAR	ii
ABSTRAK.....	iii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR GAMBAR.....	vi
DAFTAR TABEL.....	vii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Batasan masalah.....	3
1.5 Metodologi.....	3
1.6 Sistematika Penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Umum	5
2.2 Energi	5
2.3 Manajemen Energi	6
2.4 Transformator Distribusi.....	6
2.5 Generator.....	7
2.6 Audit Energi Listrik	7
2.7 Perancangan Program Sistem Manajemen Energi Listrik	9
2.8 Jenis Beban Pada Suatu Perguruan Tinggi.	12
2.9 Pencahayaan Buatan	13
2.10 Konsep Dasar Penghawaan Buatan.....	15
2.11 Intensitas Konsumsi Energi (IKE)	17
2.12 Tarif Listrik	20

BAB III	METODOLOGI PENELITIAN	
3.1	Jenis Penelitian.....	21
3.2	Tempat dan Waktu.....	21
3.3	Alat dan bahan	21
3.4	Diagram Alur Penelitian Audit Energi.....	22
3.5	Data Konsumsi dan Biaya Energi Listrik Kampus 2 ITN Malang	23
3.6	Penggunaan Energi Gedung Perkuliahan.....	24
3.7	Penggunaan Energi Gedung Laboratorium.....	26
BAB IV	EVALUASI ENERGI LISTRIK BERDASARKAN IKE	
4.1	Umum	35
4.2	Kondisi Eksisting di Gedung Perkuliahan Kampus 2 ITN Malang.....	35
4.3	Analisa Penggunaan Energi Di Gedung Teknik Elektro ITN Malang.....	39
4.4	Target Efisiensi Energi Ruang berdasar IKE.....	45
4.5	Potensi Penghematan Energi Listrik Berdasarkan IKE	46
4.6	Rancangan Usulan Perbaikan.....	51
4.7	Usulan Perbaikan Pencahayaan Ruangan	55
4.8	Perhitungan Kebutuhan Sistem Pengkondisian Udara Ruangan (A.C).....	63
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1	Kesimpulan	70
5.2	Saran-saran.....	70

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Tranformator Distribusi	6
Gambar 2.2. Generator caterpillar milik kampus 2 ITN Malang.....	7

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Tingkat Pencahayaan Minimum Yang Direkomendasikan	15
Tabel 2.2 : IKE Bangunan Gedung Tidak Menggunakan AC	18
Tabel 2.3 : IKE Bangunan Gedung Menggunakan AC	19
Tabel 2.4. Tarif Daftar Listrik (TDL) 2015	20
Tabel 3.1. Matering Listrik PLN Kampus 2 ITN Malang	23
Tabel 3.2. Kebutuhan Rata-Rata Energi Listrik.....	25
Gedung Perkuliahan Lantai 1 tiap Bulan.....	25
Tabel 3.3 Kebutuhan Rata-Rata Energi Listrik.....	25
Gedung Perkuliahan Lantai 2 tiap Bulan.....	25
Tabel 3.4. Kebutuhan Rata-Rata Energi Listrik.....	26
Gedung Perkuliahan Lantai 3 per Bulan	26
Tabel 3.5. Kebutuhan Energi Listrik.....	27
Gedung Laboratorium Lantai 1	27
Tabel 3.6. Kebutuhan Energi Listrik.....	28
Gedung Laboratorium Lantai 2	28
Tabel 3.7. Kebutuhan Energi Listrik.....	29
Gedung Laboratorium Lantai 3	29
Tabel 3.8. Kebutuhan Energi Listrik.....	29
Gedung Laboratorium Lantai 4	29
Tabel 3.9. Kebutuhan Energi Listrik Gedung Kuliah Industri.....	30
Tabel 3.10. Kebutuhan Energi Listrik Gedung Laboratorium Industri.....	32
Tabel 3.11. Kebutuhan Energi Listrik Gedung Teknik Mesin.....	33
Tabel 4.1. Alokasi Penggunaan Rata-Rata Energi Listrik per bulan	36
Untuk Gedung Kuliah.....	36
Tabel 4.2. Alokasi Penggunaan Rata-Rata Energi Listrik per bulan	37
Untuk Gedung Laboratorium	37
Tabel 4.3. Perhitungan IKE gedung perkuliahan elektro lantai 1	40
Tabel 4.4. Perhitungan IKE gedung perkuliahan elektro lantai 2	40
Tabel 4.5. Perhitungan IKE gedung perkuliahan elektro lantai 3	41
Tabel 4.6. Perhitungan IKE Gedung Laboratorium Elektro Lantai 1	41
Tabel 4.7. Perhitungan IKE Gedung Laboratorium Elektro Lantai 2.....	42
Tabel 4.8. Perhitungan IKE Gedung Laboratorium Elektro Lantai 3	42

Tabel 4.9. Perhitungan IKE Gedung Laboratorium Elektro Lantai 4.....	42
Tabel 4.10. Perhitungan IKE Gedung Perkuliahan Teknik Industri.....	43
Tabel 4.11. Perhitungan IKE gedung Laboratorium Teknik Industri.....	44
Tabel 4.12. Perhitungan IKE Gedung Perkuliahan Teknik Mesin.....	44
Tabel 4.13. Target Efisiensi Energi Gedung Perkuliahan Menurut IKE.....	45
Tabel 4.14. Potensi Penghematan Energi Listrik Gedung Perkuliahan Menurut IKE.....	46
Tabel 4.15. Rekapitulasi Daya Aktif dan Daya Kompleks Gardu T-312.....	53
Berdasar Data Rekening Listrik Tahun 2011.....	53
Tabel 4.16. Tabel Penggolongan Daya.....	54
Tabel 4.17. Nilai lumen Setiap Jenis Lampu di Kampus 2 ITN Malang.....	55
Tabel 4.18. Perhitungan Kebutuhan Lampu di Gedung Kuliah Lantai 1.....	57
Tabel 4.19. Perhitungan Kebutuhan Lampu di Gedung Kuliah Lantai 2.....	57
Tabel 4.20. Perhitungan Kebutuhan Lampu di Gedung Kuliah Lantai 3.....	58
Tabel 4.21. Perhitungan Kebutuhan Lampu di Gedung Laboratorium Lantai 1.....	58
Tabel 4.22. Perhitungan Kebutuhan Lampu di Gedung Laboratorium Lantai 2.....	59
Tabel 4.23. Perhitungan Kebutuhan Lampu di Gedung Laboratorium Lantai 3.....	60
Tabel 4.24. Perhitungan Kebutuhan Lampu di Gedung Laboratorium Lantai 4.....	60
Tabel 4.25. Total Kelebihan dan Kekurangan Lampu Ruangan.....	61
Tabel 4.26. Biaya Investasi Penambahan Lampu Usulan.....	62
Tabel 4.27. Perhitungan Penghematan Biaya Listrik Tiap Bulan.....	62
Tabel 4.28. Perhitungan Kebutuhan A.C di Gedung Kuliah Lantai 1.....	64
Tabel 4.29. Perhitungan Kebutuhan A.C di Gedung Kuliah Lantai 2.....	64
Tabel 4.30. Perhitungan Kebutuhan A.C di Gedung Kuliah Lantai 3.....	64
Tabel 4.31. Perhitungan Kebutuhan A.C di Gedung Laboratorium Lantai 1.....	65
Tabel 4.32. Perhitungan Kebutuhan A.C di Gedung Laboratorium Lantai 2.....	65
Tabel 4.33. Perhitungan Kebutuhan A.C di Gedung Laboratorium Lantai 3.....	66
Tabel 4.34. Perhitungan Kebutuhan A.C di Gedung Laboratorium Lantai 4.....	66
Tabel 4.35. Jumlah Pembelian dan Penjualan Unit A.C.....	67
Tabel 4.36. Perhitungan Biaya Pembelian Unit A.C Baru.....	68
Tabel 4.37. Perhitungan Biaya Penjualan Unit A.C Bekas.....	68

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tak bisa dipungkiri, kebutuhan akan pasokan energi yang berkualitas dari waktu ke waktu terus meningkat. Energi listrik masih terus menjadi pemasok energi utama dalam kebutuhan hidup manusia. Konsumen juga terus semakin sadar akan haknya dari perusahaan listrik. Walaupun para *system designer* telah bekerja keras menghasilkan sistem tenaga listrik yang baik, bermacam gangguan yang menerpa sistem tidak semuanya dapat diatasi.

Berdasarkan data *International Energy Outlook 2010*, sektor industri (manufaktur, pertanian, pertambangan, konstruksi) mengkonsumsi sekitar 51% dari total konsumsi energi dunia. Sedangkan sektor transportasi mengkonsumsi sekitar 27% yang hampir seluruhnya dalam bentuk bahan bakar cair. Tersisa sekitar 21% dari total konsumsi energi dunia yang digunakan oleh sektor perumahan dan komersial.

Oleh karena itu penekanan biaya penggunaan energi sangatlah diperlukan, selain itu efisiensi energi juga memberikan solusi yang sangat menguntungkan untuk upaya peningkatan kenyamanan dan pelayanan. Untuk setiap kilowatt/jam listrik yang tidak dipakai sektor urban, berarti menyediakan 1 kilowatt/jam listrik untuk mereka yang hingga kini belum mendapat akses listrik. (Agus.P.Sari, 2005).

Salah satu manfaat besar dari konservasi energi berupa penghematan energi yang berdampak pada penurunan biaya operasional.

Secara umum audit energi bertujuan untuk meningkatkan efisiensi dan efektifitas penggunaan energi, serta rasional dalam pemakaian dan pengo-perasiannya. Dengan penggunaan energi yang efisien, efektif, dan rasional tentunya tanpa mengurangi kualitas, produktivitas, dan kenyamanan kerja.

Berdasarkan INPRES No. 10 tahun 2005, Perpres No.5 tahun 2006 dan UU No.30 tahun 2007 tentang konservasi energi, maka perlu dilakukan manajemen energi listrik agar penggunaan energi listrik menjadi lebih efisien.

Manajemen energi listrik dapat dilaksanakan melalui beberapa tahapan, yaitu audit energi, menentukan target efisiensi, menyusun rencana aksi, pengembangan diri

dan motivasi staf, monitoring, menghitung penghematan energi dan terakhir adalah evaluasi.

Dengan mengelompokkan beban daya yang digunakan pada setiap unit kerja menjadi beberapa kelas atau tingkatan daya, maka dapat ditentukan unit kerja mana saja yang wajib dievaluasi penggunaan daya listriknya, sedangkan untuk dapat menentukannya digunakanlah nilai *IKE (Intensitas Konsumsi Energi)*, hal ini penting sekali untuk dijadikan sebagai tolok ukur seberapa besar potensi efisiensi energi yang mungkin diterapkan di setiap unit kerja. Dengan membandingkan nilai IKE listrik pada masing-masing unit kerja dengan SNI- IKE Indonesia, maka dapat diketahui apakah sebuah unit kerja telah efisien. Selain itu dapat ditentukan unit mana saja yang harus diprioritaskan untuk memperoleh penghematan terbesar.

Setelah mengetahui kondisi existing dan melakukan analisa dengan tujuan konservasi energi, diharapkan penggunaan energi listrik di kampus 2 Institut Teknologi Nasional Malang menjadi lebih efektif dan efisien.

1.2 Rumusan masalah

Sesuai dengan tujuan dari penulisan laporan skripsi, maka kami dapat merumuskan masalah antara lain :

- Berapa besar kebutuhan energy di kampus 2 ITN Malang
- Bagaimana mencari peluang – peluang untuk penghematan energy dan penghematan biaya berdasarkan kondisi aktual di lapangan.

1.3 Tujuan

Tujuan dari penulisan laporan skripsi ini adalah :

- Menghitung IKE (Intensitas Konsumsi Energi) serta biaya pembayaran sesuai pemakaian berdasarkan data historis kampus
- Menentukan IKE (Intensitas Konsumsi Energi) berdasarkan observasi penggunaan energy listrik secara detail dengan berbagai peralatan yang mengkonsumsi energy dan waktu penggunaannya.
- Mengusulkan peluang – peluang untuk penghematan energy dan penghematan biaya berdasarkan kondisi actual lapangan.

1.4 Batasan masalah

Agar pembahasan ini lebih terarah sesuai dengan perumusan masalah maka pembahasan dibatasi pada hal – hal berikut:

- Tahapan Audit Energi Awal meliputi :
 - A). Perhitungan pola konsumsi energy di Kampus 2 ITN Malang dalam jangka waktu tertentu
- Tahapan Audit energi Rinci :
 - A). Perhitungan IKE listrik Kampus 2 ITN Malang berdasarkan pengukuran di panel – panel listrik kampus 2 itn malang dalam rentang waktu tertentu
- Diasumsikan Tidak ada pemadaman
- Tidak membahas harmonisa

1.5 Metodologi

1. Studi literature

Mencari referensi-referensi yang berhubungan dengan studi kasus yang akan dikerjakan. Studi literatur yang digunakan meliputi buku, jurnal-jurnal ilmiah, dan nara sumber yang kompeten.

2. Pengambilan data

Sebelum melakukan simulasi, dilakukan pengambilan data pada daerah yang akan dilakukan studi kasus.

3. Pengolahan data

Pada tahap ini dilakukan pengolahan data yang telah diperoleh apabila data yang diperoleh belum sesuai dengan data yang digunakan untuk simulasi.

4. Analisis dan Penarikan kesimpulan

Melakukan analisis dari hasil simulasi dan menarik kesimpulan secara keseluruhan dari apa yang dilakukan.

1.6 Sistematika Penulisan

Untuk mendapatkan arah yang tepat mengenai hal-hal yang akan dibahas, maka dalam skripsi ini disusun sebagai berikut :

BAB I : PENDAHULUAN

Dalam Bab ini berisikan Latar Belakang, Rumusan Masalah, Tujuan, Batasan Masalah, Metodologi Penelitian, dan Sistematika Penulisan yang digunakan dalam pembuatan tugas akhir ini.

BAB II : KAJIAN PUSTAKA

Pada Bab ini dibahas tentang teori-teori yang mendukung dalam simulasi dan analisa skripsi ini.

BAB III : PERENCANAAN SISTEM

Dalam bab ini akan dibahas mengenai perencanaan dan pembuatan skripsi yang meliputi pengolahan data dan mensimulasikan sesuai dengan metode yang digunakan.

BAB IV : SIMULASI DAN ANALISA

Dalam bab ini merupakan bab yang akan memaparkan hasil simulasi dan menganalisa hasil simulasi.

BAB V : KESIMPULAN DAN SARAN

Dalam Bab ini berisi kesimpulan-kesimpulan yang diperoleh dari perencanaan dan pembuatan tugas akhir iniserta saran-saran guna menyempurnakan dan mengembangkan sistem lebih lanjut.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Umum

Salah satu langkah kebijakan Nasional guna menekan laju pemakaian energi atau upaya mengefisienkan penggunaan energi adalah untuk suatu kebutuhan agar pemborosan energi dapat dihindarkan, maka dibentuklah program manajemen energi yang menyangkut konservasi energi listrik dengan sasaran akhir ingin dicapai, yaitu terwujudnya budaya hemat energi bagi setiap aparat dan peserta didik dilingkungan institusi dan terwujudnya penggunaan sumber energi secara efisien dan efektif serta rasional sesuai dengan kebutuhan. Manfaat-manfaat dari efisiensi energi adalah mengurangi resiko dan menaikkan keuntungan bagi perusahaan atau sebuah institusi melalui, antara lain :

- a. Penurunan intensitas penggunaan energi.
- b. Pengurangan biaya operasi
- c. Peningkatan efisiensi energi secara berkesinambungan

Adapun dasar hukum yang menjadi acuan dalam pelaksanaan kegiatan konservasi energi yaitu :

- a. Inpres No.1 tahun 2006 tentang Penyediaan dan Pemanfaatan Bahan Bakar Nabati (Biofuel).
- b. Peraturan Presiden Republik Indonesia No. 5 tahun 2006 tentang Kebijakan Energi Nasional.
- c. UU No.30 tahun 2007 tentang Konservasi Energi.

2.2 Energi

Dari segi pemakaian, sumber energi terdiri atas *Energi primer dan Energi sekunder*. Energi yang langsung diberikan oleh alam dalam wujud aslinya dan belum mengalami perubahan (konversi) disebut sebagai *energi primer*, contoh minyak bumi jika baru digali, gas bumi, batu bara, uranium, (nuklir), tenaga air, biomassa, panas bumi, radiasi panas matahari (*solar*), tenaga angin, dan tenaga air laut dalam wujud aslinya Sementara *energi sekunder* adalah energi primer yang telah mengalami proses lebih lanjut, misalnya hasil olahan minyak bumi seperti bahan bakar minyak dan LPG disebut sebagai energi sekunder. Air terjun apabila belum diolah masuk klasifikasi

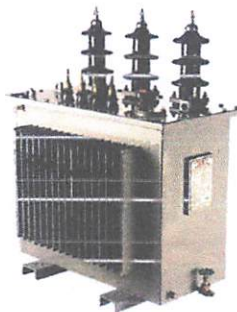
energi primer. Apabila sudah dipasang pembangkit tenaga listrik maka hasil olahannya, yaitu energi listrik, disebut sebagai energi sekunder. Pada dasarnya energi sekunder berasal dari olahan energi primer.

2.3 Manajemen Energi

Manajemen energi adalah kegiatan mengelola semua jenis energi yang digunakan oleh organisasi dalam suatu sistem untuk mencapai efisiensi penggunaan yang maksimal dengan pertimbangan faktor biaya, faktor ketersediaan, faktor ekonomi dan sebagainya. Tujuan manajemen energi adalah untuk mencapai dan mempertahankan pemanfaatan energi optimal di seluruh organisasi untuk meminimalkan biaya energi serta mengurangi dampak lingkungan (*Bureau of Efficiency, 2005*).

2.4 Transformator Distribusi

Transformator merupakan alat yang memegang peran penting dalam sistem distribusi. Secara teori Transformator adalah suatu peralatan listrik elektromagnetik statis yang berfungsi untuk memindahkan dan mengubah daya listrik dari satu atau lebih rangkaian listrik ke rangkaian listrik lainnya, dengan frekuensi yang sama dan perbandingan transformasi tertentu melalui suatu gandengan magnet dan bekerja berdasarkan prinsip induksi elektromagnetis. Jika transformator menerima energy pada tegangan rendah dan mengubahnya menjadi tegangan yang lebih tinggi, maka disebut transformator penaik (*step-up transformator*) sedangkan trafo yang diberi energy pada tegangan tertentu dan mengubahnya menjadi tegangan lebih rendah disebut transformator penurun (*step-down transformer*).



Gambar 2.1. Tranformator Distribusi

(sumber : www.google.com)

2.5 Generator

Generator adalah mesin yang dapat mengubah tenaga mekanis menjadi tenaga listrik melalui proses induksi elektromagnetik. Generator ini memperoleh energy mekanis dari prime mover. Generator arus bolak – balik (AC) dikenal dengan sebutan alternator. Generator diharapkan dapat mensuplai tenaga listrik pada saat terjadi gangguan, dimana suplai tersebut digunakan untuk beban prioritas. Sedangkan genset (generator set) merupakan bagian dari generator. Genset merupakan suatu alat yang dapat mengubah energy mekanik menjadi energy

listrik. Genset atau sistem generator penyaluran adalah suatu generator listrik yang terdiri dari panel, berenergi solar dan terdapat kincir angin yang ditempatkan pada suatu tempat. Genset dapat digunakan sebagai sistem cadangan listrik atau “off-grid” (sumber daya yang tergantung atas kebutuhan pemakai). Genset sering digunakan oleh rumah sakit dan industry yang mempercayakan sumber daya yang mantap, seperti halnya area pedesaan yang tidak ada akses untuk secara komersial menghasilkan listrik.

Generator terpasang satu poros dengan motor disel, yang biasanya menggunakan generator sinkron (alternator) pada pembangkitan. Generator sinkron terdiri dari dua bagian utama yaitu: sistem medan magnet dan jangkar.



Gambar 2.2. Generator caterpillar milik kampus 2 ITN Malang

2.6 Audit Energi Listrik

Menurut *Undang-Undang Konservasi Energi 2001*, Audit energi didefinisikan sebagai verifikasi, pemantauan dan analisa penggunaan energi termasuk penyampaian laporan teknis yang berisi rekomendasi untuk meningkatkan efisiensi energi dengan analisa manfaat dan rencana tindakan untuk mengurangi konsumsi energi. Tujuan dilakukannya audit energi adalah untuk mengetahui penggunaan energi aktual gedung

serta mengetahui pilihan peluang penghematan energi yang paling tepat. (*Bureau of Efficiency, 2005*). Audit energi akan mempengaruhi pola konsumsi energi sehingga meningkatkan kinerja sistem dan mengurangi biaya energi.

Adapun Prosedur Audit Energi pada Bangunan Gedung biasanya dikerjakan dalam dua tingkatan, yaitu : **audit pendahuluan (*preliminary*) dan audit rinci (*detailed*)**

2.6.1 Audit Energi Pendahuluan (Awal)

Audit energi pendahuluan merupakan pengumpulan data awal, tidak menggunakan instrumentasi yang canggih dan hanya menggunakan data yang tersedia. Adapun kegiatan yang dilakukan pada saat audit energi awal dapat dirinci sebagai berikut:

- a. Pengumpulan dan penyusunan data energi bangunan gedung, data-data tersebut adalah :
 - ✧ Dokumentasi bangunan yang dibutuhkan adalah gambar teknik bangunan yang sesuai pelaksanaan konstruksi (*as built drawing*) yang terdiri dari : denah dan potongan bangunan gedung seluruh lantai, instalasi pencahayaan bangunan, diagram satu garis listrik dan besarnya penyambungan daya listrik PLN serta besarnya daya listrik cadangan dari Diesel Generating Set.
 - ✧ Pembayaran rekening listrik bulanan bangunan gedung selama satu tahun terakhir dan rekening pembelian BBM
 - ✧ Tingkat hunian bangunan. (*occupancy rate*).
- b. Menghitung besarnya Intensitas Konsumsi Energi (IKE) gedung.

2.6.2 Audit Energi Terinci (*Detailed Energy Audit*)

Audit Energi Terinci dilakukan bila dalam perhitungan audit energi awal memberikan nilai IKE lebih besar dari nilai target yang telah ditentukan. Jika dari hasil perhitungan IKE ternyata sama atau lebih kecil dari pada IKE yang ditargetkan, audit energi rinci masih dapat dilakukan untuk memperoleh nilai IKE yang lebih rendah lagi.

Disamping itu audit energi rinci perlu dilakukan untuk mengetahui profil penggunaan energi pada bangunan gedung, sehingga dapat diketahui peralatan pengguna energi apa saja yang pemakaiannya energinya cukup besar. Adapun kegiatan yang dilakukan dalam audit energi rinci adalah :

- a. Penelitian Konsumsi Energi : mengumpulkan data sekunder (historis) yang berkaitan dengan data-data yang berguna dalam melakukan analisa atau kajian. dan meneliti sejumlah masukan yang dapat mempengaruhi besarnya kebutuhan energi bangunan gedung, dan dari hasil penelitian dan pengukuran energi dibuat profil penggunaan
- b. Pengukuran energi : Melakukan pengukuran mulai dari profil beban secara keseluruhan industri mulai dari sisi masukan energi (*incoming*) hingga ke sistem distribusi dan pengguna energi, seluruh analisa energi bertumpu pada hasil pengukuran. Hasil pengukuran harus dapat diandalkan dan mempunyai kesalahan (*error*) yang masih dapat diterima. Untuk itu penting menjamin bahwa alat ukur yang digunakan telah dikalibrasi oleh instansi yang berwenang.
- c. Melakukan pengamatan dan pengukuran di masing-masing unit pengguna energi untuk mengetahui performansi/unjuk kerja tiap-tiap unit.
- d. Identifikasi Peluang Hemat Energi : mengidentifikasi potensi / peluang penghematan energi yang ada di gedung yang di audit energinya ditindak lanjuti dengan menghitung IKE.
- e. Analisis Peluang Hemat Energi : yaitu dengan cara membandingkan potensi perolehan hemat energi dengan biaya yang harus dibayar untuk pelaksanaan rencana penghematan energi yang direkomendasikan.

2.7 Perancangan Program Sistem Manajemen Energi Listrik

Manajemen beban merupakan proses pemodelan yang penggunaan energi listriknya untuk mengoptimalkkan sistem energi listrik. Dengan menggeser pemakaian energi dari dari periode beban puncak ke periode normal, maka nilai daya konstan dapat terpelihara.

Studi yang dilaksanakan dalam manajemen energi memiliki beberapa tahapan, yaitu :

- ⇒ Tinjauan pada ketidakefisien sistem dari peralatan. Hal tersebut dapat dilihat dari penggunaan peralatan listrik secara berlebihan, hal ini terjadi karena filosofi desain dan gedung didasari atas kelimpahan sumber energi yang murah, hasilnya minimnya perhatian yang diberikan untuk konservasi energi.
- ⇒ Sistem listrik berubah dan meluas selama periode kejadian, biasanya terselesaikan tanpa memperbaharui seluruh sistem. Akhirnya gedung-gedung dan peralatan yang

dibangun pada biaya pertama yang rendah sekarang seringkali mendapati biaya operasional yang tinggi, karena pengoperasian efisiensi yang rendah.

Selain permasalahan diatas, perbuatan manusia sendiri merupakan faktor penting dalam studi manajemen energi listrik. Besarnya nilai energi yang terbuang dapat dikarenakan kebiasaan para pengguna listrik yang kurang baik. Beberapa pihak tidak terlalu memikirkan tentang hal konservasi energi listrik, karena biaya tagihan listrik ditanggung oleh institusi atau perusahaan, dalam hal ini ITN Malang. Maka tidak jarang jika melihat lampu-lampu atau mesin-mesin ditinggalkan dalam keadaan menyala secara terus-menerus, padahal pengoperasian dapat dilakukan seperlunya saja. Kebiasaan pemakaian energi masa lalu, seringkali sulit untuk diubah hingga saat ini.

Untuk tahap selanjutnya adalah analisis terhadap persediaan energi potensial. Beberapa cara untuk melaksanakan hal tersebut sudah berkembang selama masih memungkinkan. Program dapat dipilih sesuai dengan kebutuhan dan kebijakan keuangan institusi atau perusahaan.

Program pendidikan, seminar, kampanye atau pelatihan bagi karyawan suatu perusahaan juga diperlukan. Para karyawan, dosen dan mahasiswa harus diberi informasi tentang krisis energi yang sedang terjadi, juga permasalahan energi yang terjadi di instansi atau perusahaan tersebut. Hal tersebut dapat dilakukan melalui media literatur, film, diskusi dan lainnya. Tujuannya agar pemikiran tentang konservasi energi dapat ditanamkan pada karyawan, dosen dan mahasiswa, baik untuk dilakukan dalam pekerjaan maupun di rumah.

Untuk langkah berikutnya adalah saran dalam hal rencana aksi (rekomendasi target efisiensi). Rencana aksi ini adalah inti dari sebuah program efisiensi energi. Rencana tersebut akan mencakup rincian langkah-langkah untuk mencapai setiap target efisiensi yang akuntabel, lengkap dengan jadwal kapan dimulai dan berakhir, serta anggaran yang diperlukan, sehingga membantu memastikan bahwa peluang penghematan energi yang sudah direncanakan benar-benar dijalankan, serta memberikan sebuah rencana untuk melakukan monitoring.

❖ **Penghematan tanpa biaya / sedikit biaya** : memuat rekomendasi-rekomendasi dengan periode pengembalian investasi kurang dari 1 tahun dan menghasilkan saving energi sebesar antara 5-15 %, antara lain : perubahan pada pola konsumsi tiap jenis peralatan, pemeliharaan peralatan yang sesuai jadwal dan perbaikan peralatan yang rusak dan juga menghindari stand by power.

- ❖ **Penghematan biaya sedang** : yaitu dengan melakukan perubahan yang menyangkut penggantian sebagian elemen peralatan yang dinilai kurang optimal, dengan periode pengembalian investasi kurang antara 2-3 tahun dan menghasilkan saving energi sebesar antara 15-30 %, misalnya : penggantian lampu, pemasangan alat kontrol, mengganti bahan bakar.
- ❖ **Penghematan biaya tinggi** : yaitu dengan menambah atau memasang kapasitor bank dan filter harmonisa atau dengan cara merubah atau mengganti sistem instalasi listrik, seperti penggantian peralatan utama, AC dan pemanas dengan unit-unit yang lebih efisien dalam penggunaan energinya. Adapun periode pengembalian investasi antara 3-5 tahun dan menghasilkan saving energi sebesar antara 30-50 %.

Disamping itu terdapat beban-beban pada perguruan tinggi teknik yang perlu mendapatkan perhatian utama dan dapat dikategorikan secara umum sebagai berikut :

a. Pendingin Ruangan

Energi listrik yang digunakan oleh pendingin ruangan (AC) ini cukup besar dibandingkan dengan peralatan yang lainnya, maka perlu dilakukan beberapa perilaku untuk menghemat penggunaan energi. Seperti pemilihan AC yang hemat energi, mematikan AC jika sudah tidak digunakan, mengatur suhu ruangan sesuai dengan kebutuhan, menutup pintu atau jendela agar udara luar tidak masuk, sehingga energi yang digunakan lebih efisien.

b. Penerangan

Gedung yang berada di kampus 2 ITN Maiang memerlukan penerangan yang jumlahnya tidak sedikit. Karena pencahayaan yang masih kurang dari sinar matahari langsung, maka untuk penghematan energi dapat dilakukan langkah menghidupkan lampu sesuai dengan kebutuhan, pewarnaan dinding dengan warna terang, sehingga pemakaian bahan penerangan berkurang dan pengaturan perabotan agar tidak menghalangi penerangan.

c. Beban Pemanas

Peralatan - peralatan yang menggunakan sistem pemanas umumnya membutuhkan daya listrik yang cukup besar, oleh karena itu perlu pengaturan penggunaannya dan program pemeliharaan yang berkelanjutan.

d. Beban Penggunaan Komputer

Dengan adanya fasilitas komputer di setiap ruangan atau unit kerja yang pola penggunaannya hampir seluruhnya digunakan secara bersamaan,

memungkinkan penurunan faktor daya dan harmonisa yang tinggi, oleh karena itu perlu mengatur pola penggunaan di masing-masing unit kerja.

e. Beban berdaya besar

Misalnya penggunaan peralatan praktikum yang menggunakan daya cukup besar, sehingga perlu dipertimbangkan ketersediaan sumber energi listrik yg ada.

2.8 Jenis Beban Pada Suatu Perguruan Tinggi.

Suatu Perguruan Tinggi teknik dituntut untuk dapat memberikan pelayanan yang terbaik kepada seluruh civitas pengguna di kampus, yaitu antara lain : dosen, karyawan dan mahasiswa, dimana hampir seluruh unit kerja terdapat peralatan yang mengkonsumsi listrik, antara lain : komputer, pendingin ruangan dan penerangan, terutama pada setiap laboratorium pada umumnya menggunakan daya yang cukup besar guna menunjang pelaksanaan praktikum, mulai dari pemanas, pendingin, berbagai jenis motor dan sebagainya. Oleh karena itu kualitas kelistrikan pada setiap unit perlu mendapatkan perhatian. Jika tidak, beban peralatan yang beragam tersebut dapat mempengaruhi kinerja dari peralatan dan berpengaruh terhadap aktivitas yang ada.

Beban terdiri dari 2 (dua) macam, yaitu beban linier dan beban non linier. Untuk beban linier sendiri tidak terialu diperiukan perhatian khusus, karena sinyal arus dan tegangan tidak menimbulkan distorsi listrik pada sistem kelistrikan. Namun untuk beban non linier atau beban linier yang berubah menjadi non linier akibat suatu kondisi, akan dapat mengakibatkan struktur sinyal arus atau tegangan menjadi berubah dan tidak beraturan. Hal tersebut dapat mengakibatkan rugi-rugi pada sistem kelistrikan, menurunnya tingkat kualitas daya, bahkan berkurangnya usia peralatan.

a. Beban linier

Sifat yang dimiliki beban linier adalah tidak akan menimbulkan distorsi pada arus atau tegangan di suatu sistem kelistrikan, karena arus yang diserap beban mempunyai bentuk gelombang yang sama dengan tegangan suplai.

b. Beban nonlinier

Semakin berkembangnya era elektronik, peralatan yang digunakan lebih beragam, tetapi dapat menimbulkan dampak pada sistem kelistrikan, yaitu distorsi harmonisa (cacat gelombang). Gangguan tersebut terjadi karena beban nonlinier. Artinya arus yang diserap beban tersebut tidak mempunyai bentuk gelombang yang

sama dengan tegangan suply. Misalnya peralatan elektronik di dalamnya banyak terdapat komponen semi konduktor, konverter, motor dan transformator.

Beberapa contoh peralatan beban non linier yang juga digunakan di Instansi pendidikan, antara lain :

- a. Penerangan yang menggunakan balast elektronik.
- b. Perangkat kantor, misalnya : komputer, printer, mesin fax, mesin fotocopy.
- c. Air Conditioning (AC), TV, microwave.
- d. UPS (Uninterruptible Power Supply).

2.9 Pencahayaan Buatan

Pencahayaan buatan adalah pencahayaan yang dihasilkan oleh sumber cahaya selain cahaya alami seperti listrik, gas, atau minyak. Pencahayaan buatan dari suatu tempat kerja bertujuan menunjang dan melengkapi pencahayaan alami, juga dimaksudkan agar suatu ruangan kerja tercipta suasana yang menyenangkan dan terasa nyaman untuk mata kita.

Makna pencahayaan buatan bukanlah sekedar menyediakan lampu dan terangnya, tetapi lebih untuk membentuk suasana. Jadi, pencahayaan bukan hanya masalah praktis tapi juga estetis. Pencahayaan buatan diperlukan karena kita tidak dapat sepenuhnya tergantung dari ketersediaan pencahayaan alami. Pencahayaan buatan bersifat saling mendukung dengan pencahayaan alami (*Satwiko, 2004*).

Menurut (*Satwiko 2004*), pencahayaan buatan diperlukan karena kita tidak dapat sepenuhnya tergantung dari ketersediaan pencahayaan alami. Misalnya pada malam hari atau di ruang yang tak terjangkau oleh cahaya alami. Dengan demikian, sudah semestinya pencahayaan buatan bersifat saling mendukung dengan pencahayaan alami. Tidak dapat dikatakan yang mana lebih unggul.

Perencanaan pencahayaan buatan perlu memenuhi fungsi pokok dari pencahayaan penerangan buatan itu sendiri dalam kondisi pemakaian yang normal dengan pemeliharaan yang wajar. Adapun fungsi pokok penerangan (illuminasi) buatan di dalam gedung, baik diterapkan tersendiri maupun dalam kombinasi dengan penerangan alami siang hari adalah (*Departemen Pekerjaan Umum, Standard Penerangan Buatan di Dalam Gedung-gedung, Penerbit Yayasan Lembaga Penyelidikan Masalah Bangunan, Bandung, 1985, hal 37*) :

- a. Menciptakan lingkungan yang memungkinkan penghuni-penghuni melihat detail-detail dari tugas dan kegiatan visual secara mudah dan tepat.
- b. Memungkinkan penghuni-penghuni berjalan dan bergerak secara mudah dan aman.
- c. Menciptakan lingkungan visual yang nyaman dan berpengaruh baik kepada prestasi

Tingkat pencahayaan dalam sebuah ruangan seringkali dinilai dari segi kualitas dan kuantitas. Pengukuran kualitas pencahayaan tergantung dari persepsi masing-masing pengguna sehingga lebih bersifat subyektif. Kuantitas pencahayaan dapat diukur dalam tiga bentuk satuan, (*John. E. Flynn, 1988*) yaitu :

- a. **Watt** adalah satuan yang digunakan untuk mengukur daya listrik dan didefinisikan sebagai konsumsi energi rata-rata selama beroperasi.
- b. **Luminous Flux/Flux Cahaya : cahaya (satuan lumen)** adalah jumlah kekuatan cahaya yang dikeluarkan oleh sumber cahaya dalam waktu satu detik. fluks cahaya memiliki satuan lumen (lm).
- c. **Intensitas Cahaya (satuan Candela)** adalah intensitas pancaran/kekuatan cahaya yang dikeluarkan oleh sumber cahaya. Intensitas cahaya disimbolkan oleh I dan memiliki satuan candela (cd) serta menunjukkan distribusi flux cahaya.
- d. **Illuminance/Iuminasi** adalah jumlah luminous flux (lumen) yang jatuh pada setiap square foot sebuah permukaan. Disimbolkan dengan E dan memiliki satuan lumen/m² atau Lux (lx).

Efisiensi dari sumber penerangan juga dihitung dengan menggunakan *efficacy*. Nilai tersebut menunjukkan rasio dari output/input. Jika output yang dihasilkan semakin besar dengan pemberian input yang konstan, maka nilai efficacy akan semakin tinggi..

Efficacy juga didefinisikan sebagai jumlah lumens per watt dari sumber energi. Sumber cahaya dengan nilai efficacy yang tinggi akan memberikan kualitas penerangan yang lebih baik dalam watt yang sama ketika dibandingkan dengan sumber cahaya dengan nilai efficacy yang lebih rendah (*Turner, 1997*).

Kebutuhan pencahayaan untuk ruangan berbeda - beda tergantung dari karakteristik ruang yang dibutuhkan. Berikut adalah tabel tingkat pencahayaan minimum yang direkomendasikan untuk beberapa jenis ruangan dengan satuan lux menurut *SNI 03-6575-2001*, khususnya untuk ruangan kantor dan lembaga pendidikan.

Tabel 2.1. Tingkat Pencahayaan Minimum Yang Direkomendasikan

Fungsi Ruangan	Tingkat Pencahayaan (lux)	Keterangan
<u>Perkantoran :</u>		
Ruang Direktur	350	
Ruang Kerja	350	
Ruang Komputer	350	
Ruang Rapat	300	
Ruang Gambar	750	Gunakan cahaya setempat
Ruang Arsip	150	
Ruang Arsip Aktif	300	
<u>Lembaga Pendidikan :</u>		
Ruang Kelas	250	
Perpustakaan	300	
Laboratorium	500	
Ruang Gambar	750	Gunakan cahaya setempat
Kantin	200	

Sumber : Badan Standarisasi Nasional (2001, p5)

2.10 Konsep Dasar Penghawaan Buatan

Menurut Satwiko (2004), ventilasi buatan atau penghawaan buatan (*artificial ventilation/ forced ventilation /mechanical ventilation*) adalah penghawaan yang melibatkan peralatan mekanik. Penghawaan buatan sering juga disebut pengkondisian udara (*Air Conditioning*) yaitu proses perlakuan terhadap udara di dalam bangunan yang meliputi suhu, kelembaban, kecepatan dan arah angin, kebersihan, bau, serta distribusinya untuk menciptakan kenyamanan bagi penghuninya.

Menurut Satwiko (2004), penempatan peralatan AC harus memperhatikan hal-hal sebagai berikut :

- Dapat menyebarkan udara dingin secara merata.
- Letaknya tidak terganggu oleh peletakan prabot.
- Letaknya tidak mengganggu fleksibilitas penataan ruang.

2.10.1 Perhitungan Kebutuhan AC

Perhitungan kebutuhan AC ruangan dihitung dengan satuan kapasitas pendingin yang disebut British Thermal Unit per Hour (BTUh) (Satwiko 2004). Satuan BTUh ini menentukan kapasitas sebuah AC untuk menyerap panas dalam satu jam. Terdapat pula satuan yang lain yaitu Paard Kracht (PK) atau daya kuda yang biasa didefinisikan sebagai satuan kapasitas pendingin. Sebenarnya PK adalah daya kompresor AC dan bukan merupakan satuan kapasitas pendingin. Kebutuhan AC ruangan dapat dihitung dengan perhitungan daya pendingin AC dalam satuan BTUh. Nilai dalam satuan BTUh tersebut kemudian dapat dikonversikan ke dalam satuan PK, dimana nilai dari 1 PK sama dengan 9.000 BTU.

Rumus perhitungan kebutuhan AC ruangan (ServiceAC.net, 2010), adalah sebagai berikut :

$$\text{KebutuhanBTUh} = \frac{W \times H \times I \times L \times E}{60} \dots\dots\dots (2.1)$$

dimana :

W = Panjang ruang (feet)

H = Tinggi ruang (feet)

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

L = Lebar ruangan (feet)

E = bernilai 16 jika dinding terpanjang menghadap Utara
bernilai 17 jika dinding terpanjang menghadap Timur
bernilai 18 jika dinding terpanjang menghadap Selatan
bernilai 20 jika dinding terpanjang menghadap Barat

2.11 Intensitas Konsumsi Energi (IKE)

Nilai Intensitas Konsumsi Energi (IKE) penting untuk dijadikan sebagai tolak ukur seberapa besar potensi efisiensi energi yang mungkin diterapkan di tiap ruangan atau seluruh area gedung, dimana IKE listrik adalah pembagian antara konsumsi energi listrik pada kurun waktu tertentu dengan satuan luas bangunan gedung.

IKE dapat menghitung intensitas energi per tipe ruangan dengan menggunakan persamaan berikut (SNI 03-6196-2000) :

$$I = \frac{\text{Total konsumsi listrik}}{\text{Luas area}} \dots\dots\dots \text{kWh/m}^2 \dots\dots\dots (2.2)$$

Menurut *Pedoman Pelaksanaan Konservasi Energi dan Pengawasannya di Lingkungan Departemen Pendidikan Nasional* nilai IKE dari suatu bangunan gedung digolongkan dalam dua kriteria, yaitu untuk bangunan ber-AC dan bangunan tidak ber-AC (lihat tabel 2.2 dan 2.3).

Tabel 2.2 : IKE Bangunan Gedung Tidak Menggunakan AC

Kriteria	Keterangan
<p>Efisien (0,84 – 1,67) kWh/m²/bulan</p>	<p>a). Pengelolaan gedung dan peralatan energi dilakukan dengan prinsip konversi energi listrik. b). Pemeliharaan peralatan energi dilakukan sesuai dengan prosedur. c). Efisiensi penggunaan energi masih mungkin ditingkatkan melalui penerapan system manajemen energi terpadu.</p>
<p>Cukup Efisien (1,67 – 2,5) kWh/m²/bulan</p>	<p>a). Penggunaan energi cukup efisien namun masih memiliki peluang konservasi energi. b). Perbaikan efisiensi melalui pemeliharaan bangunan dan peralatan energi masih dimungkinkan.</p>
<p>Boros (2,5 – 3,34) kWh/m²/bulan</p>	<p>a). Audit energi perlu dilakukan untuk menentukan langkah – langkah perbaikan sehingga pemborosan energi dapat dihindari. b). Desain bangunan maupun pemeliharaan dan pengoperasian gedung belum mempertimbangkan konservasi energi.</p>
<p>Sangat Boros (3,34 – 4,17) kWh/m²/bulan</p>	<p>a). Instalasi peralatan, desain pengoperasian dan pemeliharaan tidak mengacu pada penghematan energi. b). Agar dilakukan peninjauan ulang atas semua instalasi /peralatan energi serta penerapan management energi dalam pengelolaan bangunan. c). Audit energi adalah langkah awal yang perlu dilakukan.</p>

Tabel 2.3 : IKE Bangunan Gedung Menggunakan AC

Kriteria	Keterangan
Sangat Efisien (4,17 – 7,92) kWh/m ² /bulan	a). Desain gedung sesuai standar tata-cara perencanaan teknis konservasi energi. b). Pengoperasian peralatan energi dilakukan dengan prinsip-prinsip management energi.
Efisien (7,92 – 12,08) kWh/m ² /bulan	a). Pemeliharaan gedung dan peralatan energi dilakukan sesuai prosedur. b). Efisiensi penggunaan energi masih mungkin ditingkatkan melalui penerapan system manajemen energi terpadu.
Cukup Efisien (12,08 – 14,58) kWh/m ² /bulan	a). Penggunaan energi cukup efisien melalui pemeliharaan bangunan dan peralatan energi masih memungkinkan. b). Pengoperasian dan pemeliharaan gedung belum mempertimbangkan prinsip konser-vasi energi.
Agak Boros (14,58 – 19,17) kWh/m ² /bulan	a). Audit energi perlu dipertimbangkan untuk menentukan perbaikan efisiensi yang mungkin dilakukan. b). Desain bangunan maupun pemeliharaan dan pengoperasian gedung belum mempertimbangkan konservasi energi.
Boros (19,17 – 23,75) kWh/m ² /bulan	a). Audit energi perlu dipertimbangkan untuk menentukan langkah-langkah perbaikan sehingga pemborosan energi dapat dihindari. b). Instalasi peralatan dan desain pengopeasian dan pemeliharaan tidak mengacu pada penhematan energi.
Sangat Boros (23,75 – 37,50) kWh/m ² /bulan	a). Agar ditinjau ulang atas semua instalasi / peralatan energi serta penerapan managemen energi dalam pengelolaan bangunan. b). Audit energi adalah langkah awal yang perlu dilakukan.

2.12 Tarif Listrik

Biaya listrik dikenakan kepada pelanggan yang menggunakan listrik yang bersumber dari Perusahaan Listrik Negara (PLN). Untuk Tarif Daya Listrik dapat dilihat pada tabel 2.4.

Tabel 2.4. Tarif Daftar Listrik (TDL) 2015

**PENETAPAN
PENYESUAIAN TARIF TENAGA LISTRIK (TARIFF ADJUSTMENT)
BULAN JUNI 2015**

NO.	GOL. TARIF	BATAS DAYA	REGULER		PRA BAYAR (Rp/kWh)
			BIAYA BEBAN (Rp/kVA/bulan)	BIAYA PEMAKAIAN (Rp/kWh) DAN BIAYA kVArh (Rp/kVArh)	
1.	R-1/TR	1.300 VA	*)	1.352,00	1.352,00
2.	R-1/TR	2.200 VA	*)	1.352,00	1.352,00
3.	R-2/TR	3.500 VA s.d. 5.500 VA	*)	1.524,24	1.524,24
4.	R-3/TR	6.600 VA ke atas	*)	1.524,24	1.524,24
5.	R-2/TR	6.600 VA s.d. 200 kVA	*)	1.524,24	1.524,24
6.	B-3/TM	di atas 200 kVA	**)	Blok WBP = $K \times 1.115,60$ Blok LWBP = $1.115,60$ kVArh = $1.200,65$ ****)	-
7.	I-3/TM	di atas 200 kVA	**)	Blok WBP = $K \times 1.115,60$ Blok LWBP = $1.115,60$ kVArh = $1.200,65$ ****)	-
8.	I-4/TT	30.000 kVA ke atas	***)	Blok WBP dan Blok LWBP = $1.070,42$ kVArh = $1.070,42$ ****)	-
9.	P-1/TR	6.600 VA s.d. 200 kVA	*)	1.524,24	1.524,24
10.	P-2/TM	di atas 200 kVA	**)	Blok WBP = $K \times 1.115,60$ Blok LWBP = $1.115,60$ kVArh = $1.200,65$ ****)	-
11.	P-3/TR		*)	1.524,24	1.524,24
12.	L/TR, TM, TT		-	1.661,01	-

Catatan :

*) Diterapkan Rekening Minimum (RM):
 $RM1 = 40 \text{ (Jam Nyala)} \times \text{Daya tersambung (kVA)} \times \text{Biaya Pemakaian.}$

***) Diterapkan Rekening Minimum (RM):
 $RM2 = 40 \text{ (Jam Nyala)} \times \text{Daya tersambung (kVA)} \times \text{Biaya Pemakaian LWBP.}$
 Jam nyala : kWh per bulan dibagi dengan kVA tersambung

****) Diterapkan Rekening Minimum (RM):
 $RM3 = 40 \text{ (Jam Nyala)} \times \text{Daya tersambung (kVA)} \times \text{Biaya Pemakaian WBP dan LWBP.}$
 Jam nyala : kWh per bulan dibagi dengan kVA tersambung.

****) Biaya kelebihan pemakaian daya reaktif (kVArh) dikenakan dalam hal faktor daya rata-rata setiap bulan kurang dari 0,85 (delapan puluh lima per seratus).

K : Faktor perbandingan antara harga WBP dan LWBP sesuai dengan karakteristik beban sistem kelistrikan setempat ($1,4 \leq K \leq 2$), ditetapkan oleh Direksi Perusahaan Perseroan (Persero) PT Perusahaan Listrik Negara.

WBP : Waktu Beban Puncak.
 LWBP : Luar Waktu Beban Puncak.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Penelitian pada laporan akhir ini adalah audit energy di Kampus 2 ITN Malang.

Dalam laporan akhir ini kami melakukan tentang audit energy. Dan adapun data pendukung adalah hasil dari pengukuran di lapangan dan dari studi literature. Berdasarkan persetujuan dari Kampus 2 ITN Malang maka pengambilan dilakukan dengan menggunakan data real dari kampus itn 2 malang.

3.2 Tempat dan Waktu

3.2.1 Tempat

Dalam memperoleh data – data pengukuran yang menunjang laporan akhir ini adapun tempatnya dilakukan di Kampus 2 ITN Malang

3.2.2 Waktu

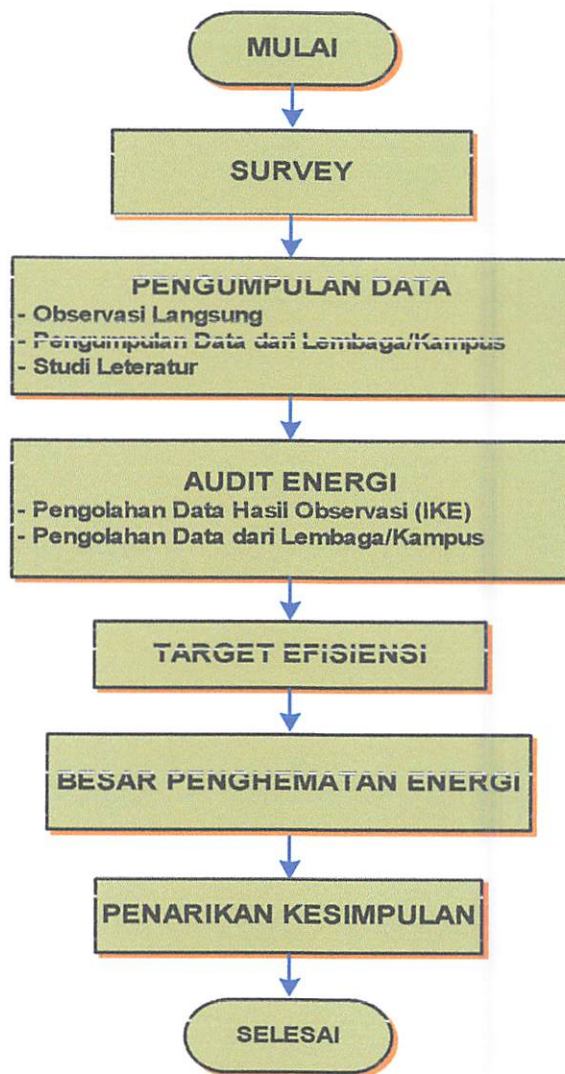
Waktu penelitian ini di lakukan pada semester ganjil tahun ajaran 2015 – 2016

3.3 Alat dan bahan

Dalam penelitian ini pengambilan data di Kampus 2 ITN Malang, alat dan bahan yang digunakan adalah

1. Tang Ampere
2. Avo meter
3. Kamera HP

3.4 Diagram Alur Penelitian Audit Energi



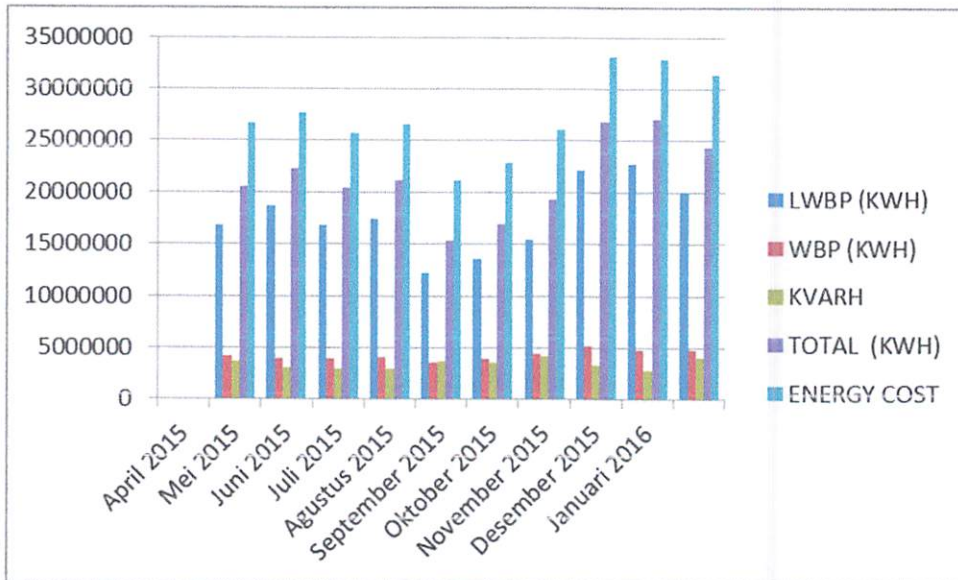
3.6 Data Konsumsi dan Biaya Energi Listrik Kampus 2 ITN Malang

Rekening listrik pada gedung kampus 2 ITN Malang mencakup konsumsi listrik untuk Gedung Kuliah Teknik Elektro, Teknik Mesin, Teknik Industri, Laboratorium Teknik Elektro, Teknik Mesin, Teknik Industri, Proses Produksi. Berikut ini adalah data metering listrik Kampus 2 ITN Malang selama bulan April 2015 sampai dengan Januari 2016

Tabel 3.1. Metering Listrik PLN Kampus 2 ITN Malang

BULAN	LWBP (KWH)	WBP (KWH)	KVARH	TOTAL (KWH)
April 2015	16,855,020.00	4,225,221.00	3,684,275.00	20,588,000.00
Mei 2015	18,662,826.00	3,950,037.00	3,031,225.00	22,288,000.00
Juni 2015	16,820,622.00	4,007,367.00	2,997,000.00	20,400,000.00
Juli 2015	17,504,760.00	4,116,294.00	2,957,225.00	21,192,000.00
Agustus 2015	12,211,290.00	3,646,188.00	3,765,675.00	15,324,000.00
September 2015	13,617,786.00	3,932,838.00	3,590,850.00	16,996,000.00
Oktober 2015	15,479,100.00	4,483,206.00	4,193,025.00	19,328,000.00
November 2015	22,198,176.00	5,234,229.00	3,296,700.00	26,884,000.00
Desember 2015	22,760,010.00	4,775,589.00	2,887,850.00	27,152,000.00
Januari 2016	20,069,322.00	4,873,050.00	4,101,450.00	24,404,000.00
maksimum	22,760,010.00	5,234,229.00	4,193,025.00	27,152,000.00
minimum	12,211,290.00	3,646,188.00	2,887,850.00	15,324,000.00
total	176,178,912.00	43,244,019.00	34,505,275.00	214,556,000.00
Rata - rata	17,617,891.20	4,324,401.90	3,450,527.50	21,455,600.00

Data metering listrik tersebut sesuai dengan kebutuhan aktual bulanan. Pemakaian listrik bulan tertentu didapatkan dari rekening listrik bulan setelahnya. Berikut adalah grafik metering bulanan Kampus 2 ITN Malang berdasarkan data yang ada dari PLN Cabang Malang.



Grafik 3.1. Metering Listrik PLN Kampus 2 ITN Malang

3.6 Penggunaan Energi Gedung Perkuliahan

Dalam perhitungan kebutuhan energi listrik di ruang kelas perkuliahan dimasukkan penggunaan LCD, laptop dan lampu penerangan yang diasumsikan peralatan tersebut menyala selama jam kuliah. Hal ini menandakan bahwa perhitungan kebutuhan energi listrik ruang kelas yang dihitung sudah merupakan nilai maksimal konsumsi listrik ruang kelas di bulan Maret.

Gedung Teknik Elektro terdiri dari 3 lantai ruang perkuliahan, dimana dalam pelaksanaannya gedung digunakan oleh jurusan Teknik Elektro S1 dan D3, dimana Teknik Elektro S1 terdiri dari yaitu : Teknik Energi Listrik, Teknik Elektronika, Teknik Komputer, Teknik Komputer dan Informatika, dan untuk Teknik Elektro D3 yaitu, Teknik Listrik, Teknik Komputer dan Teknik Elektronika.

Contoh perhitungan :

Untuk Ruang III.1.1. Jenis peralatan yang digunakan adalah Lampu TL 8 buah @ 36 watt, LCD 190 watt, Note book 40 watt.

Penggunaan ruang kuliah III.1.1 dari data pengajaran setiap minggunya = 21 SKS.

1 SKS = 50 menit, maka total jumlah jam = $21 \times 50 = 1050$ menit = 17,5 jam, sehingga kebutuhan energi ruang III.1.1.dalam waktu 1 bulan = $4 \times 17,5 = 70$ jam.

⇒ T. Elektro

Tabel 3.2. Kebutuhan Rata-Rata Energi Listrik

Gedung Perkuliahan Lantai 1 tiap Bulan

No	Ruang	Jenis Alat	Jumlah (buah)	Daya(Watt)	Penggunaan Ruang Berdasarkan Jumlah Jam	Total KWh
1	III.1.1	Lampu TL	8	36	70	20.16
		LCD	1	190	70	13.30
		Note book	1	4.6	70	0.32
2	III.1.3	Lampu TL	8	36	73	21.02
		LCD	1	190	73	13.87
		Note book	1	4.6	73	0.34
3	III.1.4	Lampu TL	8	36	73	21.02
		LCD	1	190	73	13.87
		Note book	1	4.6	73	0.34
4	III.1.5	Lampu TL	8	36	60	17.28
		LCD	1	190	60	11.40
		Note book	1	4.6	60	0.28
5	R. Dosen	Lampu TL	8	36	103	29.66
		Note book	1	4.6	103	0.47
		T.V 21"	1	100	103	10.30
6	R. Admin	Lampu TL	8	36	36	10.37
		A.C	1	750	36	27.00
		Komputer	1	190	103	19.57
7	R. Cleaning	Lampu Pijar	2	20	156	6.24
		header	1	150	70	10.50
8	K.M. H1	Lampu Pijar	7	20	30	4.20
9	Koridor Lt1	Mercury	1	100	210	21.00
		Dot Matriks	13	23	190	56.81
		Lampu TL Ring	4	22	228	20.06
Total						349.39

Tabel 3.3 Kebutuhan Rata-Rata Energi Listrik

Gedung Perkuliahan Lantai 2 tiap Bulan

No	Ruang	Jenis Alat	Jumlah (buah)	Daya (Watt)	Penggunaan Ruang Berdasarkan Jumlah Jam selama satu bulan	Total Wh
1	III.2.1	Lampu TL	8	36	60	17
		LCD	1	190	60	11
		Note book	1	4.6	60	0
2	III.2.2	Lampu TL	8	36	32	9
		LCD	1	190	32	6
		Note book	1	4.6	32	0
3	III.2.4	Lampu TL	8	36	103	30
		LCD	1	190	103	20
		Note book	1	4.6	103	0
4	III.2.5	Lampu TL	8	36	40	12
		LCD	1	190	40	8
		Note book	1	4.6	40	0
5	Mushola	Lampu TL	4	36	20	3
6	R. Amphi 1	Lampu TL	30	36	18	19
		A.C	3	750	18	41
		Sound System	4	250	18	18
		Notebook	1	4.6	18	0
		LCD	1	190	18	3
7	K.M. H2	Lampu Pijar	4	25	30	3
8	R. Wudhu	Lampu Pijar	1	25	30	1
9	Koridor Lt1	Lampu TL Ring	4	22	103	9
Total						210.5478

Tabel 3.4. Kebutuhan Rata-Rata Energi Listrik**Gedung Perkuliahan Lantai 3 per Bulan**

No	Ruang	Jenis Alat	Jumlah (buah)	Daya (Watt)	Penggunaan Ruang Berdasarkan Jumlah Jam selama satu bulan	Total Wh
1	III 3.1	Lampu TL	8	36	12	3
		LCD	1	190	12	2
		Note book	1	4,6	12	0
2	III.3.3	Lampu TL	8	36	10	3
		LCD	1	190	10	2
		Note book	1	4,6	10	0
3	III.3.4	Lampu TL	8	36	14	4
		LCD	1	190	14	3
		Note book	1	4,6	14	0
4	R. Amphi 2	Lampu TL	30	36	11	12
		A.C	3	750	11	25
		Sound System	4	250	11	11
		Notebook	1	4,6	11	0
		LCD	1	190	11	2
5	K.M. II2	Lampu Pijar	4	25	30	3
6	Koridor Lt1	Lampu TL Ring	4	22	130	11
Total						81.5842

Total penggunaan konsumsi rata- rata energi di Gedung Kuliah Teknik Elektro per bulan untuk Lantai 1, Lantai 2 dan lantai 3 adalah :

$$= 349,39 + 210,55 + 81,58 = 641,49 \text{ KWH}$$

3.7 Penggunaan Energi Gedung Laboratorium

Gedung Laboratorium Teknik Elektro terdiri dari empat lantai. Pemakaian ruang laboratorium pada awal semester yaitu di bulan september ini masih sangat jarang. Rata-rata penggunaan laboratorium untuk keperluan praktikum dan perkuliahan dimulai awal bulan agustus. Ruang asisten dan kepala laboratorium disesuaikan dengan jam kerja pukul 08.⁰⁰-14.⁰⁰ dan 6 hari kerja setiap minggunya.

Tabel 3.5. Kebutuhan Energi Listrik

Gedung Laboratorium Lantai 1

No	Ruang	Jenis Alat	Jumlah (buah)	Daya(Watt)	Penggunaan Ruang Berdasarkan Jumlah Jam selama satu bulan	Total KWh
1	ELIT FM	Lampu TL	2	36	73	5.256
		komputer	1	400	73	29.2
		laptop	3	4.6	73	1.0074
2	TOILET	Lampu TL	1	36	30	1.08
		Lampu DOP	2	23	30	1.38
3	KONVERSI ENERGI ELEKTRIK	Lampu TL	14	36	73	36.792
		AC	1	750	73	54.75
		komputer	1	400	73	29.2
		Motor (AC)	1	650	30	19.5
		laptop	2	4.6	73	0.6716
4	RUANG KORBIT	Lampu TL	2	36	30	2.16
		Komputer	1	400	30	12
		Kipas Angin	1	55	30	1.65
5	R. DOSEN KEAHLIAN	Lampu TL	8	36	73	21.024
		AC	1	750	73	54.75
		Kulkas Dispenser	1	50	73	3.65
6	ANALISA SISTEM ENERGI ELEKTRIK	Lampu TL	20	36	73	52.56
		laptop	15	4.6	73	5.037
		AC	2	750	73	109.5
7	PERPUSTAKAAN	AC	2	750	103	154.5
		Komputer	2	400	103	82.4
		Tape	1	25	103	2.575
		modul praktikum	2	330	30	22.8
8	SISTEM TRANSMISI DISTRIBUSI DAYA ELEKTRIK	Komputer	1	400	73	29.2
		Kipas Angin	2	55	73	8.03
		Lampu TL	8	36	73	21.024
		Lampu DOP	1	23	73	1.679
		Lampu TL	12	36	73	31.536
9	WORKSHOP	Motor AC	3	650	73	142.35
		Kulkas	1	230	73	16.79
		Lampu TL	14	36	73	36.792
10	LOBBY	Lampu DOP	14	23	190	61.18
TOTAL						1015.232

Tabel 3.6. Kebutuhan Energi Listrik

Gedung Laboratorium Lantai 2

No	Ruang	Jenis Alat	Jumlah (buah)	Daya(Watt)	Penggunaan Ruang Berdasarkan Jumh Jam selama satu bulan	Total KWh
1	PLC	AC	2	750	30	45.00
		Komputer	13	400	30	156.00
		Lampu TL	12	36	30	12.96
2	JARINGAN TELEKOMUNIKASI	AC	2	750	60	90.00
		Lampu TL	6	36	60	12.96
		Komputer	5	400	60	120.00
3	ELEKTRONIKA DAYA	AC	2	750	103	154.50
		Lampu TL	14	36	103	51.91
		Komputer	1	400	103	41.20
4	RUANG RECORDING	Lampu TL	2	36	103	7.42
		Komputer	2	400	103	82.40
5	SEKJUR	AC	1	750	103	77.25
		Lampu TL	4	36	103	14.83
		Komputer	1	400	103	41.20
6	KETUA JURUSAN	Komputer	1	400	73	29.20
		AC	1	750	73	54.75
		Lampu TL	6	36	73	15.77
		Kulkas	1	230	73	16.79
7	ADM. JURUSAN	Lampu TL	4	36	103	14.83
		Komputer	2	400	103	82.40
8	ROBOTICA	Lampu TL	12	36	190	82.08
		AC	2	750	60	90.00
		Bubut	1	250	90	22.50
		Bor	1	70	103	7.21
		Grenda	1	100	90	9.00
9	DASAR SISTEM KEDALI	AC	2	750	103	154.50
		Lampu TL	14	36	103	51.91
		Komputer	5	400	60	120.00
10	PANTRI	Lampu TL	10	36	30	10.80
		AC	1	750	30	22.50
		Projektor LCD	1	190	30	5.70
11	LOBBY	Lampu TL	10	36	156	56.16
TOTAL						1753.73

Tabel 3.7. Kebutuhan Energi Listrik

Gedung Laboratorium Lantai 3

No	Ruang	Jenis Alat	Jumlah (buah)	Daya(Watt)	Penggunaan Ruang Berdasarkan Jumlah Jam selama satu bulan	Total KWh
1	DASAR PEMROGRAMAN KOMPUTER	Komputer	25	400	73	730.00
		Lampu TL	16	36	73	42.05
		LCD Proyektor	1	190	73	13.87
		AC	1	750	73	54.75
2	ELEKTRONIKA ANALOG	Lampu TL	12	36	73	31.54
		AC	2	750	73	109.50
3	ELEKTRONIKA DIGITAL	Komputer	5	400	73	146.00
		Lampu TL	14	36	73	36.79
		AC	1	750	73	54.75
		Modul Praktikum	5	380	73	138.70
		TV	1	75	73	5.48
4	ELEKTRONIKA INSTRUMEN	Lampu TL	10	36	73	26.28
		AC	1	750	73	54.75
		Komputer	4	400	73	116.80
5	MULTIMEDIA	Lampu TL	10	36	73	26.28
6	KORBIT ELEKTRONIKA	Lampu TL	2	36	73	5.26
7	RUANG SIDANG SKRIPSI	Lampu DOP	24	23	20	11.04
		LCD Proyektor	1	190	20	3.80
		Sound System	6	250	20	30.00
8	MUSHOLA	Lampu DOP	2	23	60	2.76
		Lampu TL	1	36	60	2.16
		Tape	1	5	60	0.30
9	LOBBY	Lampu TL	11	36	73	28.91
		Lampu DOP	4	23	73	6.72
TOTAL						1678.47

Tabel 3.8. Kebutuhan Energi Listrik

Gedung Laboratorium Lantai 4

No	Ruang	Jenis Alat	Jumlah (buah)	Daya(Watt)	Penggunaan Ruang Berdasarkan Jumlah Jam selama satu bulan	Total KWh	Luas Ruangan(m ²)	Total Daya Masing2 Ruang
1	JARINGAN TELEKOMUNIKASI	Lampu TL	10	36	73	26.28	158.608	141
		AC	2	750	73	109.50		
		TV	1	75	73	5.48		
2	GUDANG	Lampu TL	8	36	40	11.52	247.684	12
3	AUDIO VIDEO	Lampu TL	4	36	60	8.64	325.312	9
4	LAB. ANTENA	Lampu TL	4	36	73	10.51	76.995	11
5	LUAR GEDUNG	Lampu TL	14	36	103	51.91	808.579	51.91
TOTAL						223.84	1458.55	223.84

Total penggunaan konsumsi rata-rata energi di Gedung Laboratorium Teknik Elektro per bulan untuk Lantai 1, Lantai 2, Lantai 3 dan Lanai 4 adalah :

$$= 1.015,23 + 1.753,73 + 1.623,73 + 223,84$$

$$= 4.616,53 \text{ KWH}$$

⇒ T. Industri

Tabel 3.9. Kebutuhan Energi Listrik

Gedung Kuliah Industri

No	Ruang	Jenis Alat	Jumlah	Daya	Penggunaan	Total kWh
			(buah)	(Watt)	Bulan (Jam)	
1	II.2.1	Lampu TL	8	36	61.6	17.7408
		LCD	1	190	61.6	11.704
		Note book	1	4.6	61.6	0.28336
2	II.1.4	Lampu TL	8	36	46.6	13.4208
		LCD	1	190	46.6	8.854
		Note book	1	4.6	46.6	0.21436
3	II.2.A	Lampu TL	8	36	70	20.16
		LCD	1	190	70	13.3
		Note book	1	4.6	70	0.322
4	II.3.A	Lampu TL	8	36	41.8	12.0384
		LCD	1	190	41.8	7.942
		Note book	1	4.6	41.8	0.19228
5	II.2.3	Lampu TL	8	36	58.4	16.8192
		LCD	1	190	58.4	11.096
		Note book	1	4.6	58.4	0.26864
6	II.2.4	Lampu TL	8	36	45	12.96
		LCD	1	190	45	8.55
		Note book	1	4.6	45	0.207
7	II.2.2	Lampu TL	8	36	35	10.08
		LCD	1	190	35	6.65
		Note book	1	4.6	35	0.161

Lanjutan

8	II.3.1	Lampu TL	8	36	13.4	3.8592
		LCD	1	190	13.4	2.546
		Note book	1	4.6	13.4	0.06164
9	R. WD1	Lampu TL	8	36	78	22.464
		Komputer	1	400	78	31.2
10	R. WD2	Lampu TL	8	36	78	22.464
		Komputer	1	400	78	31.2
11	R. WD3	Lampu TL	8	36	78	22.464
		Komputer	1	400	78	31.2
12	R.Adm.FTI	Lampu TL	8	36	78	22.464
		Komputer	2	400	78	62.4
13	Mushola	Lampu TL	2	36	30	2.16
14	Pendaftaran	Lampu TL	8	36	78	22.464
		Komputer	2	400	78	62.4
		LCD	1	190	78	14.82
		Printer	1	10	78	0.78
15	Koperasi	Fotocopy	2	2.805	78	0.43758
		Radio	1	15	35	0.525
		Kipas angin	1	55	78	4.29
		Lampu TL	1	36	78	2.808
16	K.M. lt1	Lampu TL	8	36	30	8.64
		Lampu Pijar	4	25	30	3
17	K.M. lt2	Lampu TL	4	36	30	4.32
		Lampu Pijar	1	36	30	1.08
18	Koridor Lt1	Lampu Baret	10	20	360	72
		Lampu TL	7	36	360	90.72
		Mercury	1	100	360	36
19	Koridor Lt2	Lampu Baret	4	20	360	28.8
		Lampu TL	3	36	360	38.88
20	Koridor Lt3	Lampu Baret	4	20	360	28.8
		Lampu TL	3	36	360	38.88
21	Gudang	Lampu TL	4	36	30	4.32
Total						891.4113

Tabel 3.10. Kebutuhan Energi Listrik**Gedung Laboratorium Industri**

No	Ruang	Jenis Alat	Jumlah	Daya	Penggunaan	Total kWh
			(buah)	(Watt)	Bulan (Jam)	
1	II.2.1	Lampu TL	8	36	61.6	17.7408
		LCD	1	190	61.6	11.704
		Note book	1	4.6	61.6	0.28336
2	II.1.4	Lampu TL	8	36	46.6	13.4208
		LCD	1	190	46.6	8.854
		Note book	1	4.6	46.6	0.21436
3	II.2.A	Lampu TL	8	36	70	20.16
		LCD	1	190	70	13.3
		Note book	1	4.6	70	0.322
4	II.3.A	Lampu TL	8	36	41.8	12.0384
		LCD	1	190	41.8	7.942
		Note book	1	4.6	41.8	0.19228
5	II.2.3	Lampu TL	8	36	58.4	16.8192
		LCD	1	190	58.4	11.096
		Note book	1	4.6	58.4	0.26864
6	II.2.4	Lampu TL	8	36	45	12.96
		LCD	1	190	45	8.55
		Note book	1	4.6	45	0.207
7	II.2.2	Lampu TL	8	36	35	10.08
		LCD	1	190	35	6.65
		Note book	1	4.6	35	0.161
8	II.3.1	Lampu TL	8	36	13.4	3.8592
		LCD	1	190	13.4	2.546
		Note book	1	4.6	13.4	0.06164
9	R. WD1	Lampu TL	8	36	78	22.464
		Komputer	1	400	78	31.2
10	R. WD2	Lampu TL	8	36	78	22.464
		Komputer	1	400	78	31.2
11	R. WD3	Lampu TL	8	36	78	22.464
		Komputer	1	400	78	31.2
12	R.Adm.FTI	Lampu TL	8	36	78	22.464
		Komputer	2	400	78	62.4
13	Mushola	Lampu TL	2	36	30	2.16
14	Pendaftaran	Lampu TL	8	36	78	22.464
		Komputer	2	400	78	62.4
		LCD	1	190	78	14.82
		Printer	1	10	78	0.78

Lanjutan . . .

15	Koperasi	Fotocopy	2	2.805	78	0.43758
		Radio	1	15	35	0.525
		Kipas angin	1	55	78	4.29
		Lampu TL	1	36	78	2.808
16	K.M. It1	Lampu TL	8	36	30	8.64
		Lampu Pijar	4	25	30	3
17	K.M. It2	Lampu TL	4	36	30	4.32
		Lampu Pijar	1	36	30	1.08
18	Koridor Lt1	Lampu Baret	10	20	360	72
		Lampu TL	7	36	360	90.72
		Mercury	1	100	360	36
19	Koridor Lt2	Lampu Baret	4	20	360	28.8
		Lampu TL	3	36	360	38.88
20	Koridor Lt3	Lampu Baret	4	20	360	28.8
		Lampu TL	3	36	360	38.88
21	Gudang	Lampu TL	4	36	30	4.32
Total						891.41

⇒ T. Mesin

Tabel 3.11. Kebutuhan Energi Listrik

Gedung Teknik Mesin

No	Ruang	Jenis Alat	Jumlah (buah)	Daya (Watt)	Penggunaan Bulan (Jam)	Total KWh
1	III.1.1	LCD	1	190	61.6	11.704
		Note book	1	4.6	61.6	0.28336
		Lampu TL	8	36	46.6	13.4208
2	III.1.3	LCD	1	190	46.6	8.854
		Note book	1	4.6	46.6	0.21436
		Lampu TL	8	36	70	20.16
3	III.1.4	LCD	1	190	70	13.3
		Note book	1	4.6	70	0.322
		Lampu TL	8	36	41.8	12.0384
4	III.1.5	LCD	1	190	41.8	7.942
		Note book	1	4.6	41.8	0.19228
		Lampu TL	8	36	58.4	16.8192
5	III.2.1	LCD	1	190	58.4	11.096
		Note book	1	4.6	58.4	0.26864
		Lampu TL	8	36	45	12.96
6	III.2.2	LCD	1	190	45	8.55
		Note book	1	4.6	45	0.207
		Lampu TL	8	36	35	10.08
7	III.2.4	LCD	1	190	35	6.65
		Note book	1	4.6	35	0.161
		Lampu TL	8	36	13.4	3.8592
8	III.2.5	LCD	1	190	13.4	2.546
		Note book	1	4.6	13.4	0.06164
		Lampu TL	8	36	13.4	3.8592
9	III.3.1	LCD	1	190	41.8	7.942
		Note book	1	4.6	41.8	0.19228
		Lampu TL	8	36	41.8	12.0384
10	III.3.3	LCD	1	190	46.6	8.854
		Note book	1	4.6	46.6	0.21436
		Lampu TL	8	36	46.6	13.4208

Lanjutan . . .

11	III.3.4	LCD	1	190	58.4	11.096
		Note book	1	4.6	58.4	0.28864
		Lampu TL	8	36	58.4	16.8192
12	R. Dosen	TV 21"	1	100	78	7.8
		Note book	1	4.6	78	0.3588
		Lampu TL	8	36	78	22.464
13	R. Admin	Komputer	1	400	78	31.2
14	K.M. It1	Lampu Pijar	8	25	30	6
15	Mushola	Lampu TL	4	36	30	4.32
16	Amphi 1	Lampu TL	14	36	30	15.12
		Sound System	1	2000	18	36
		LCD	1	215	18	3.87
		AC	3	750	18	40.5
		Roof Layar	1	190	18	3.42
17	K.M. It2	Lampu Pijar	7	25	30	5.25
18	R. wudhu	Lampu Pijar	1	25	18	0.45
19	Amphi 2	Lampu TL	14	36	18	9.072
		Sound System	1	2000	18	36
		LCD	1	215	18	3.87
		AC	3	750	18	40.5
		Note book	1	4.6	18	0.0828
		Roof Layar	1	190	18	3.42
20	K.M It3	Lampu Pijar	7	25	30	5.25
21	Koridor Lt1	Mercury	1	100	360	36
		TL ring	1	18	360	6.48
22	Koridor Lt2	TL ring	4	18	360	25.92
23	Koridor Lt3	TL ring	4	18	360	25.92
Total						605.66

Total penggunaan konsumsi rata- rata energi di Kampus 2 ITN Malang per bulan untuk gedung Elektro, Gedung Industri, Gedung Mesin, adalah :

$$5.258,02 + 891,41 + 605,66 = 6.755,09 \text{ kwh}$$

BAB IV

EVALUASI ENERGI LISTRIK BERDASARKAN

INTENSITAS KONSUMSI ENERGI (IKE)

4.1 Umum

Dalam bab ini akan dibahas mengenai Evaluasi Energi Listrik berdasarkan Intensitas Konsumsi Energi di Kampus 2 ITN Malang.

Peralatan elektronik yang terdapat di area Kampus 2 ITN Malang antara lain berupa AC, lampu penerangan, komputer dan alat elektronik lainnya yang mendukung operasional dari kampus. Setiap lantai dari gedung terdiri dari banyak ruangan, yang pada umumnya ruangan-ruangan tersebut digunakan sebagai ruang kelas, ruang dosen, laboratorium, karyawan, cleaning service (CS) dan ruang lainnya, dimana jumlah total ruang, luasan ruang dan konsumsi energi berbeda-beda di setiap lantainya. Data-data yang telah diperoleh pada bab sebelumnya akan diamati dan dianalisa untuk mengidentifikasi peluang-peluang penghematan energi dan konservasi energi.

4.2 Kondisi Eksisting di Gedung Perkuliahan Kampus 2 ITN Malang

Setelah melakukan pendataan pada gedung Laboratorium dan Perkuliahan Teknik Elektro mengenai konsumsi energi, maka sekarang kita dapat menentukan komposisi konsumsi energi pada masing-masing gedung.

4.2.1. Gedung Perkuliahan Teknik Elektro

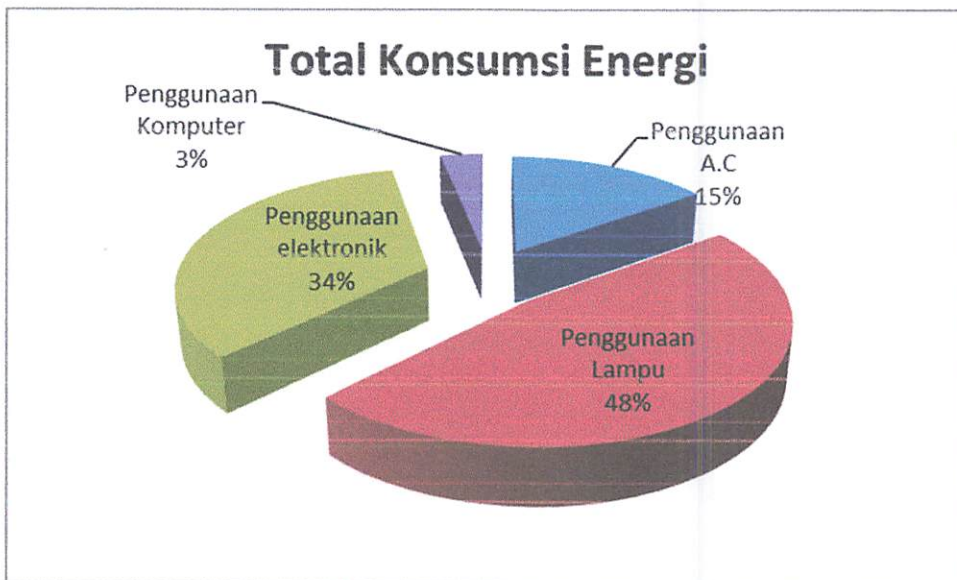
Dari tabel 3.2 sampai dengan tabel 3.11 kita dapat mengetahui konsumsi energi listrik Gedung Perkuliahan teknik elektro Kampus 2 ITN Malang sebesar **6.755,09 KWH** dimana dapat dilihat alokasi masing-masing penggunaan energi listrik adalah :

**Tabel 4.1. Alokasi Penggunaan Rata-Rata Energi Listrik per bulan
Untuk Gedung Kuliah**

➤ **Elektro**

Gedung	Penggunaan Energi Rata-Rata per Bulan (kWh)			
	Penggunaan A.C	Penggunaan Lampu	Penggunaan elektronik	Penggunaan Komputer
Lantai 1	27	171	121.29	19.57
Lantai 2	41	94	67.23	-
Lantai 3	25	25	20.15	-
TOTAL	93	290	208.67	19.57

- ◆ Penggunaan energi untuk AC = 93 kWh
- ◆ Penggunaan energi penerangan = 290 Wh
- ◆ Penggunaan energi peralatan elektronik = 208.67 Wh
- ◆ Penggunaan komputer = 19.57 Wh



Grafik 4.1. Komposisi Penggunaan Energi Total Gedung Kuliah

4.2.2. Gedung Laboratorium Teknik Elektro

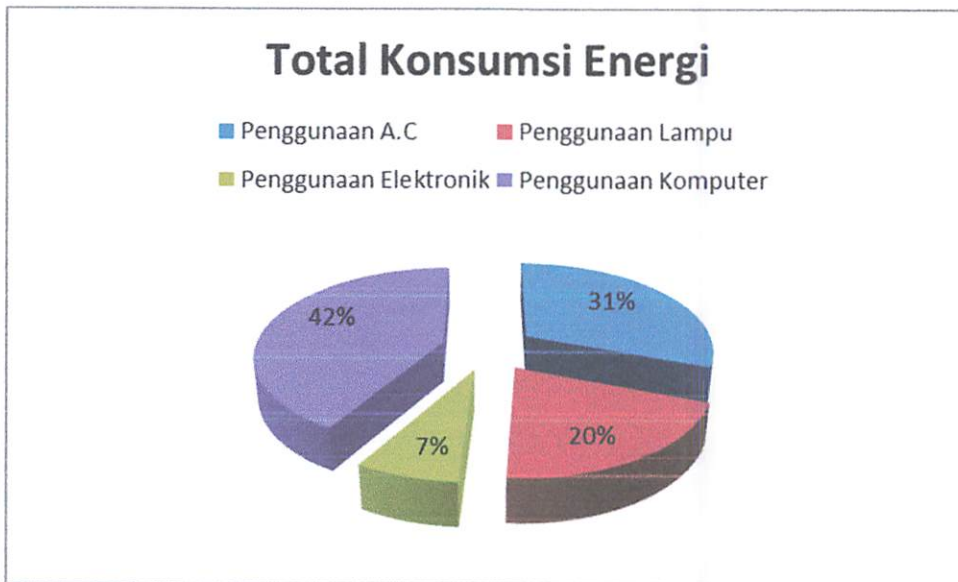
Dari tabel 3.5 sampai dengan tabel 3.8 kita dapat mengetahui konsumsi energi listrik Gedung laboratorium Kampus 2 ITN Malang sebesar 4.616,53 KWH dimana dapat dilihat alokasi masing-masing penggunaan energi listrik adalah :

**Tabel 4.2. Alokasi Penggunaan Rata-Rata Energi Listrik per bulan
Untuk Gedung Laboratorium**

Gedung	Penggunaan Energi Rata-Rata per Bulan (wH)			
	Penggunaan A.C	Penggunaan Lampu	Penggunaan Elektronik	Penggunaan Komputer
Lantai 1	374	236	67.94	182
Lantai 2	599	332	61.2	672.4
Lantai 3	274	220	192.15	992.8
Lantai 4	110	109	5.48	-
TOTAL	1357	897.00	326.77	1,847.20

Sehingga total perbandingan konsumsi energi di gedung Laboratorium adalah sebagai berikut :

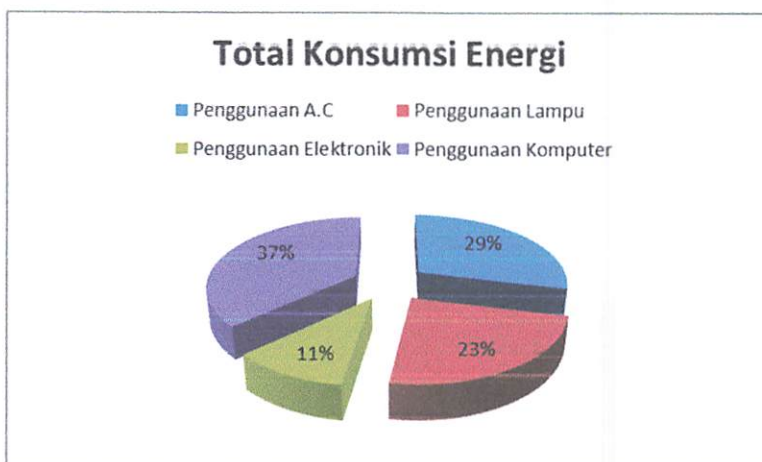
- ◆ Penggunaan energi untuk AC = 1357 kWh
- ◆ Penggunaan energi penerangan = 897 kWh
- ◆ Penggunaan energi peralatan elektronik = 326,77 kWh
- ◆ Penggunaan energi untuk komputer = 1.847,2 kWh



Grafik 4.2. Komposisi Penggunaan Energi Total Gedung Laboratorium

Jumlah total keseluruhan penggunaan konsumsi energi listrik untuk gedung Laboratorium dan Perkuliahan adalah sebagai berikut :

- ◆ Penggunaan A.C = $93 + 1.357 = 1.450 \text{ kWh}$
- ◆ Penggunaan Komputer = $19,57 + 1.847,2 = 1.866,77 \text{ kWh}$
- ◆ Penggunaan Lampu Penerangan = $290 + 897 = 1,187 \text{ kWh}$
- ◆ Penggunaan Alat elektronik lain = $208,67 + 326,77 = 535,44 \text{ kwh}$



Grafik 4.3. Komposisi Penggunaan Energi Total Diseluruh Gedung elektro

➤ **Industri**

Gedung	Penggunaan Energi Rata-Rata per Bulan (kWh)			
	Penggunaan A.C	Penggunaan Lampu	Penggunaan Elektronik	Penggunaan Komputer
Industri	0	91.49	91.49	220.11
TOTAL	0	91.49	91.49	220.11

➤ **Mesin**

Gedung	Penggunaan Energi Rata-Rata per Bulan (kWh)			
	Penggunaan A.C	Penggunaan Lampu	Penggunaan Elektronik	Penggunaan Komputer
Mesin	81	291.24	229.99	34.03
TOTAL	81	291	230	34

✚ Total daya penggunaan energi rata – rata perbulan tiap gedung adalah

Gedung	Penggunaan Energi Rata-Rata per Bulan (kWh)			
	Penggunaan A.C	Penggunaan Lampu	Penggunaan Elektronik	Penggunaan Komputer
Elektro	2.80	2.176,74	975,02	1.847,20
Industri	-	91,49	91,49	220,11
Mesin	81.00	291,24	229,99	34,03
TOTAL	83.80	2.559,47	1.296,5	2.101,34

4.3 Analisa Penggunaan Energi Di Gedung Teknik Elektro ITN Malang

Setelah mengetahui kondisi eksisting komposisi pemakaian energi, maka akan dibahas lebih lanjut mengenai Analisa Konsumsi Energi yang akan menggunakan teori IKE (Intensitas Konsumsi Energi) yang tujuannya untuk mengetahui seberapa besar penghematan energi yang dapat diterapkan di setiap ruangan atau seluruh area dengan membandingkan dengan standard IKE. Adapun standard IKE dapat dilihat pada tabel 2.2 dan tabel 2.3,

Contoh 1 :

Luas sebuah ruang adalah 45 m², dan total penggunaan energi adalah 200 kWh, maka intensitas konsumsi energinya adalah :

$$I = \frac{\text{Total konsumsi listrik}}{\text{Luas area}} \dots\dots\dots \text{kWh/m}^2$$

$$= 4,45 \text{ kWh/m}^2.$$

Dari tabel 3.2, 3.3 dan 83.4 kita dapat menghitung nilai IKE (contoh.1) masing-masing ruangan dengan membagi jumlah energi kWh tiap ruangan dengan luasan masing-masing ruangan.

Teknik Elektro

Tabel 4.3. Perhitungan IKE gedung perkuliahan elektro lantai 1

Kebutuhan Energi Listrik Gedung Perkuliahan Teknik Elektro Lantai 1

No	Ruang	Jenis Alat	Jumlah (buah)	Daya(Watt)	Penggunaan Ruang Berdasarkan Jumlah Jam	Total Wh	Luas Ruangan(m ²)	Total Daya Masing ²	IKE kwh/ m ²
1	III.1.1	Lampu TL	8	36	70	20.16	107.52	34	31.41927033
		LCD	1	190	70	13.30			
		Note book	1	4.6	70	0.32			
2	III.1.3	Lampu TL	8	36	73	21.02	107.52	35	32.76581101
		LCD	1	190	73	13.87			
		Note book	1	4.6	73	0.34			
3	III.1.4	Lampu TL	8	36	73	21.02	107.52	35	32.76581101
		LCD	1	190	73	13.87			
		Note book	1	4.6	73	0.34			
4	III.1.5	Lampu TL	8	36	60	17.28	107.52	29	26.93080357
		LCD	1	190	60	11.40			
		Note book	1	4.6	60	0.28			
5	R. Dosen	Lampu TL	8	36	103	29.66	107.52	40	37.60956101
		Note book	1	4.6	103	0.47			
		T.V 21"	1	100	103	10.30			
6	R. Admin	Lampu TL	8	36	36	10.37	53.76	57	105.9114583
		A C	1	750	36	27.00			
		Computer	1	190	103	19.57			
7	R. Cleaning	Lampu Pijar	2	20	156	6.24	4	16.74	418.5
		headter	1	150	70	10.50			
8	K.M. #1	Lampu Pijar	7	20	30	4.20	26.88	4.2	15.625
		Mercury	1	100	210	21.00			
9	Koridor Lt1	Dot Matriks	13	23	190	56.81	125.44	98	78.02455357
		Lampu TL Ring	4	22	228	20.06			
		Total				349.3874			

Tabel 4.4. Perhitungan IKE gedung perkuliahan elektro lantai 2

Kebutuhan Energi Listrik Gedung Perkuliahan Teknik Elektro Lantai 2

No	Ruang	Jenis Alat	Jumlah (buah)	Daya (Watt)	Penggunaan Ruang Berdasarkan Jumlah Jam selama satu bulan	Total Wh	Luas Ruangan(m ²)	Total Daya Masing ² Ruang	IKE KWH/M ²
1	III.2.1	Lampu TL	8	36	60	17280	107.52	28956	269.3080357
		LCD	1	190	60	11400			
		Note book	1	4.6	60	276			
2	III.2.2	Lampu TL	8	36	32	9216	107.52	15443	143.6309524
		LCD	1	190	32	6080			
		Note book	1	4.6	32	147.2			
3	III.2.4	Lampu TL	8	36	103	29664	107.52	49708	462.212128
		LCD	1	190	103	19570			
		Note book	1	4.6	103	473.8			
4	III.2.5	Lampu TL	8	36	40	11520	107.52	19304	179.5386905
		LCD	1	190	40	7600			
		Note book	1	4.6	40	184			
5	Mushola	Lampu TL	4	36	20	2880	53.76	2880	53.57142857
6	R. Amphi 1	Lampu TL	30	36	18	19440	125.44	81443	649.2570153
		A.C	3	750	18	40500			
		Sound System	4	250	18	18000			
		Notebook	1	4.6	18	82.8			
7	K.M. #2	Lampu Pijar	4	25	30	3000	26.88	3000	111.6071429
8	R. Wudhu	Lampu Pijar	1	25	30	750	53.76	750	13.95089286
9	Koridor Lt1	Lampu TL Ring	4	22	103	9064	689.92	9064	13.1377551
Total						210547.8			1883.176286

Tabel 4.5. Perhitungan IKE gedung perkuliahan elektro lantai 3

Kebutuhan Energi Listrik Gedung Perkuliahan Teknik Elektro Lantai 3									
No	Ruang	Jenis Alat	Jumlah (buah)	Daya (Watt)	Penggunaan Ruang Berdasarkan Jumlah Jam selama satu bulan	Total Wh	Luas Ruangan (m ²)	Total Daya Masing2 Ruang	IKE KWH/m ²
1	III.3.1	Lampu TL	6	36	12	3456	107.52	5791	53.88160714
		LCD	1	190	12	2280			
		Note book	1	4.6	12	55.2			
2	III.3.3	Lampu TL	8	36	10	2880	107.52	4826	44.88467262
		LCD	1	190	10	1900			
		Note book	1	4.6	10	46			
3	III.3.4	Lampu TL	8	36	14	4032	107.52	6759	62.83851187
		LCD	1	190	14	2660			
		Note book	1	4.6	14	64.4			
4	R. Amphi 2	Lampu TL	30	36	11	11880	125.44	49771	398.768178
		A.C	3	750	11	24750			
		Sound System	4	250	11	11000			
		Notebook	1	4.6	11	50.6			
		LCD	1	190	11	2090			
5	K.M. B2	Lampu Pijar	4	25	30	3000	26.88	3000	111.6071429
6	Koridor Lt1	Lampu TL Ring	4	22	190	11440	474.88	11440	24.0902885
Total						81584.2			669.9801403

Tabel 4.6. Perhitungan IKE Gedung Laboratorium Elektro Lantai 1

Kebutuhan Energi Listrik Gedung Laboratorium Teknik Elektro Lantai 1									
No	Ruang	Jenis Alat	Jumlah (buah)	Daya(Watt)	Penggunaan Ruang Berdasarkan Jumlah Jam selama satu bulan	Total KWh	Luas Ruangan(m ²)	Total Daya Masing2 Ruang	IKE kwh/ m ²
1	ELIT FM	Lampu TL	2	36	73	5.26	29.92	35	118.5274084
		komputer	1	400	73	29.20			
		laptop	3	4.6	73	1.01			
2	TOILET	Lampu TL	1	36	30	1.08	4.59	2.48	535.9477124
		Lampu DOP	2	23	30	1.38			
3	KONVERSI ENERGI ELEKTRIK	Lampu TL	14	36	73	38.79	287.24	140.91	527.2923215
		AC	1	750	73	54.75			
		komputer	1	400	73	29.20			
		Motor (AC)	1	650	30	19.50			
		laptop	2	4.6	73	0.87			
4	RUANG KORBIT	Lampu TL	2	36	30	2.18	37.13	15.61	425.8012389
		Komputer	1	400	30	12.00			
		Kipas Angin	1	55	30	1.65			
		Lampu TL	8	36	73	21.02			
5	R. DOSEN KEAHLIAN	AC	1	750	73	54.75	61.1	78.42	129.89018
		Kulkas Dispenser	1	50	73	3.65			
		Lampu TL	20	36	73	52.56			
6	ANALISA SISTEM ENERGI ELEKTRIK	laptop	15	4.6	73	5.04	417.832	187.10	400.1058348
		AC	2	750	73	109.50			
		AC	2	750	103	154.50			
7	PERPUSTAKAAN	Komputer	2	400	103	82.40	110.77	236.46	216.191207
		Tape	1	25	103	2.58			
		modul praktikum	2	380	30	22.80			
		Komputer	1	400	73	29.20			
8	SISTEM TRANSMISI DISTRIBUSI DAYA ELEKTRIK	Kipas Angin	2	55	73	8.03	263.376	82.73	314.1250532
		Lampu TL	8	36	73	21.02			
		Lampu DOP	1	23	73	1.68			
		Lampu TL	12	36	73	31.54			
		Motor AC	3	650	73	142.35			
9	WORKSHOP	Kulkas	1	250	73	16.79	263.376	190.68	723.9687747
		Lampu TL	14	23	190	61.18			
10	LOBBY	Lampu DOP	14	23	190	1455.134	61.18	420.4423785	
TOTAL						1015.23	2910.268	1015.232	3812.392107

Tabel 4.7. Perhitungan IKE Gedung Laboratorium Elektro Lantai 2

Kebutuhan Energi Listrik Gedung Laboratorium Teknik Elektro Lantai 2									
No	Ruang	Jenis Alat	Jumlah (buah)	Daya(Watt)	Penggunaan Ruang Berdasarkan Jumlah Jam selama satu bulan	Total KWh	Luas Ruangan(m2)	Total Daya Masing2 Ruang	IKE kWh/ m2
1	PLC	AC	2	750	30	45.00	142.682	214	149.9558459
		Komputer	13	400	30	156.00			
		Lampu TL	12	36	30	12.96			
2	JARINGAN TELEKOMUNIKASI	AC	2	750	60	90.00	140.447	223	158.7502759
		Lampu TL	6	36	60	12.96			
		Komputer	5	400	60	120.00			
3	ELEKTRONIKA DAYA	AC	2	750	103	154.50	315.704	248	78.43169551
		Lampu TL	14	36	103	51.91			
		Komputer	1	400	103	41.20			
4	RUANG RECORDING	Lampu TL	2	36	103	7.42	30.24	69.82	297.010582
		Komputer	2	400	103	82.40			
		AC	1	750	103	77.25			
5	SEKJUR	Lampu TL	4	36	103	14.83	50.4	133.28	284.4484127
		Komputer	1	400	103	41.20			
		Komputer	1	400	73	29.20			
6	KETUA JURUSAN	AC	1	750	73	54.75	108.871	116.51	107.0147235
		Lampu TL	6	36	73	15.77			
		Kukus	1	230	73	16.79			
7	ADM. JURUSAN	Lampu TL	4	36	103	14.83	50.58	97.23	102.2340846
		Komputer	2	400	103	82.40			
		Lampu TL	12	36	190	82.08			
8	ROBOTICA	AC	2	750	60	90.00	194.702	210.79	108.2120714
		Bukul	1	250	90	22.50			
		Bor	1	70	103	7.21			
		Grenda	1	100	90	9.00			
		AC	2	750	103	154.50			
9	DASAR SISTEM KEDALI	Lampu TL	14	36	103	51.91	254.968	326.41	123.0207712
		Komputer	5	400	60	120.00			
		Lampu TL	10	36	30	10.80			
10	DEPAN PLC	AC	1	750	30	22.50	101.848	39.00	38.29235724
		Proyektor LCD	1	190	30	5.70			
		Lampu TL	10	36	158	56.16			
TOTAL							2781.066	1753.732	1562.758447

Tabel 4.8. Perhitungan IKE Gedung Laboratorium Elektro Lantai 3

Kebutuhan Energi Listrik Gedung Laboratorium Teknik Elektro Lantai 3									
No	Ruang	Jenis Alat	Jumlah (buah)	Daya(Watt)	Penggunaan Ruang Berdasarkan Jumlah Jam selama satu bulan	Total KWh	Luas Ruangan(m2)	Total Daya Masing2 Ruang	IKE kWh/ m2
1	DASAR PEMROGRAMAN KOMPUTER	Komputer	25	400	73	730.00	320.86	788	244.8647807
		Lampu TL	16	36	73	42.05			
		LCD Proyektor	1	190	73	13.87			
		AC	1	750	73	54.75			
2	ELEKTRONIKA ANALOG	Lampu TL	12	36	73	31.54	152.456	141.04	92.50931416
		AC	2	750	73	109.50			
		Komputer	5	400	73	146.00			
3	ELEKTRONIKA DIGITAL	Lampu TL	14	36	73	36.79	244.404	381.72	156.1827957
		AC	1	750	73	54.75			
		Modul Praktikum	5	380	73	138.70			
		TV	1	75	73	5.48			
4	ELEKTRONIKA INSTRUMEN	Lampu TL	10	36	73	26.28	103.116	197.83	191.8481739
		AC	1	750	73	54.75			
		Komputer	4	400	73	118.80			
5	MULTIMEDIA	Lampu TL	10	36	73	26.28	97.86	26.28	26.82180037
6	KORBIT ELEKTRONIKA	Lampu TL	2	36	73	5.26	31.032	5.26	16.95024491
7	RUANG SIDANG SKRIPSI	Lampu DOP	24	23	20	11.04	218.289	44.84	20.54157562
		LCD Proyektor	1	190	20	3.80			
		Sound System	6	250	20	30.00			
8	MUSHOLA	Lampu DOP	2	23	60	2.76	58.209	5.22	8.967685409
		Lampu TL	1	36	60	2.16			
		Tape	1	5	60	0.30			
9	LOBBY	Lampu TL	11	36	73	28.91	1226.143	35.62	290.464622
		Lampu DOP	4	23	73	6.72			
TOTAL							2452.898	1623.725	1049.151193

Tabel 4.9. Perhitungan IKE Gedung Laboratorium Elektro Lantai 4

Kebutuhan Energi Listrik Gedung Laboratorium Teknik Elektro Lantai 4									
No	Ruang	Jenis Alat	Jumlah (buah)	Daya(Watt)	Penggunaan Ruang Berdasarkan Jumlah Jam selama satu bulan	Total KWh	Luas Ruangan(m2)	Total Daya Masing2 Ruang	IKE kWh/ m2
1	JARINGAN TELEKOMUNIKASI	Lampu TL	10	36	73	26.28	158.608	141	89.05918995
		AC	2	750	73	109.50			
		TV	1	75	73	5.48			
2	RUANG	Lampu TL	8	36	40	11.52	247.664	12	4.651463273
3	AUDIO VIDEO	Lampu TL	4	36	60	8.64	325.312	9	2.955911883
4	LAB. ANTENA	Lampu TL	4	36	73	10.51	76.995	11	13.6528346
5	LUAR GEDUNG	Lampu TL	14	36	103	51.91	606.579	51.91	642.0151898
TOTAL							1456.55	223.639	752.0345893

Tabel 4.10. Perhitungan IKE Gedung Perkuliahan Teknik Industri
Kebutuhan Energi Listrik Ruang Perkuliahan Teknik Industri

No	Ruang	Jenis Alat	Jumlah (buah)	Daya (Watt)	Penggunaan Bulan (Jam)	Total kWh	luas ruangan (m ²)	Total daya Masing - Masing ruang	IKE KWH/M2
1	II.2.1	Lampu TL	8	36	61.6	17740.8	132.432	29728.16	224.4786758
		LCD	1	190	61.6	11704			
		Note book	1	4.6	61.6	283.36			
2	II.1.4	Lampu TL	8	36	46.6	13420.8	133.432	22489.16	168.5439775
		LCD	1	190	46.6	8854			
		Note book	1	4.6	46.6	214.36			
3	II.2.A	Lampu TL	8	36	70	20160	134.432	33782	251.2943347
		LCD	1	190	70	13300			
		Note book	1	4.6	70	322			
4	II.3.A	Lampu TL	8	36	41.8	12038.4	135.432	20172.68	148.9506173
		LCD	1	190	41.8	7942			
		Note book	1	4.6	41.8	192.28			
5	II.2.3	Lampu TL	8	36	58.4	16819.2	136.432	28183.84	206.5779289
		LCD	1	190	58.4	11096			
		Note book	1	4.6	58.4	268.64			
6	II.2.4	Lampu TL	8	36	45	12960	137.432	21717	158.0199662
		LCD	1	190	45	8550			
		Note book	1	4.6	45	207			
7	II.2.2	Lampu TL	8	36	35	10080	138.432	16891	122.0165858
		LCD	1	190	35	6650			
		Note book	1	4.6	35	161			
8	II.3.1	Lampu TL	8	36	13.4	3859.2	139.432	6466.84	46.3798841
		LCD	1	190	13.4	2546			
		Note book	1	4.6	13.4	61.64			
9	R. WD1	Lampu TL	8	36	78	22464	131.72	53664	407.4096568
		Komputer	1	400	78	31200			
10	R. WD2	Lampu TL	8	36	78	22464	131.72	53664	407.4096568
		Komputer	1	400	78	31200			
11	R. WD3	Lampu TL	8	36	78	22464	131.72	53664	407.4096568
		Komputer	1	400	78	31200			
12	R.Adm.FTI	Lampu TL	8	36	78	22464	63	84864	1347.047619
		Komputer	2	400	78	62400			
13	Mushola	Lampu TL	2	36	30	2160	53.76	2160	40.17857143
14	Pendaftaran	Lampu TL	8	36	78	22464	82.384	100464	1219.460089
		Komputer	2	400	78	62400			
		LCD	1	190	78	14820			
		Printer	1	10	78	780			
15	Koperasi	Fotocopy	2	2.805	78	437.58	60.65	8060.58	132.9032152
		Radio	1	15	35	525			
		Kipas angin	1	55	78	4290			
		Lampu TL	1	36	78	2808			
16	K.M. It1	Lampu TL	8	36	30	8640	26.88	11640	433.0357143
		Lampu Pijar	4	25	30	3000			
17	K.M. It2	Lampu TL	4	36	30	4320	26.88	5400	200.8928571
		Lampu Pijar	1	36	30	1080			
18	Koridor Lt1	Lampu Baret	10	20	360	72000	125.44	198720	1584.183673
		Lampu TL	7	36	360	90720			
		Mercury	1	100	360	36000			
19	Koridor Lt2	Lampu Baret	4	20	360	28800	125.44	67680	539.5408163
		Lampu TL	3	36	360	38880			
20	Koridor Lt3	Lampu Baret	4	20	360	28800	125.44	67680	539.5408163
		Lampu TL	3	36	360	38880			
21	Gudang	Lampu TL	4	36	30	4320	26.88	2160	80.35714286
Total						891411.3			8344.202885

Tabel 4.11. Perhitungan IKE gedung Laboratorium Teknik Industri

Kebutuhan Energi Listrik Gedung Laboratorium Teknik Industri Lantai 1									
No	Ruang	Jenis Alat	Jumlah (buah)	Daya(Watt)	Penggunaan Ruang Berdasarkan Jumlah Jam selama satu bulan	Total KWh	Luas Ruangan(m2)	Total Daya Masing2 Ruana	IKE kwh/ m2
1	RUANG RAPAT PROGRAM STUDI INFORMATIKA	Lampu TL	8	36	73	21.02	82.384	81	98.8526698
		AC	2	400	73	58.40			
		laptop	6	4.6	73	2.01			
2	RECORDING	Lampu TL	6	36	30	8.48	65.102	30.48	46.81683813
		komputer	2	400	30	24.00			
		Lampu TL	2	36	73	5.26			
3	KETUA JURUSAN	AC	1	750	73	54.75	373.848	89.21	23.86156941
		komputer	1	400	73	29.20			
		Lampu TL	8	36	30	8.64			
4	LAB. SISTEM DAN JARKOM	Komputer	3	400	30	36.00	112.776	89.64	79.48496881
		AC	2	750	30	45.00			
		Lampu TL	2	36	73	5.26			
5	SEKERTARIS JURUSAN	komputer	1	400	73	29.20	306.104	34.456	11.25630505
		Lampu TL	12	36	73	31.54			
		laptop	5	4.6	73	1.68			
6	ROBOTIC	AC	1	750	73	54.75	103.449	87.97	85.03223811
		AC	2	750	103	154.50			
		Komputer	5	400	103	206.00			
7	LAB. DATABASE	Lampu TL	24	36	103	88.99	213.59	449.49	210.4461819
		Komputer	8	400	73	233.60			
		Kipas Angin	2	55	73	8.09			
8	LAB. PENGOLAHAN CITRA DAN MULTIMEDIA	Lampu TL	16	36	73	42.05	173.665	285.36	164.3146287
		Lampu DOP	1	23	73	1.68			
		Lampu TL	14	36	190	95.76			
10	LOBBY						1430.918	95.76	669.220738
TOTAL							2861.836	1243.7948	1389.288186

 **Teknik Mesin**

Tabel 4.12. Perhitungan IKE Gedung Perkuliahan Teknik Mesin

No	Ruang	Jenis Alat	Jumlah (buah)	Daya (Watt)	Penggunaan Bulan (Jam)	Total KWh	luas Ruangan (m2)	Total daya masing - masing ruang	IKE KWH/M2
1	III.1.1	LCD	1	190	61.6	11.704	127.5	25.40816	0.199279886
		Note book	1	4.6	61.6	0.28338			
		Lampu TL	8	36	46.6	13.4208			
2	III.1.3	LCD	1	190	46.6	8.854	127.5	29.22836	0.229242039
		Note book	1	4.6	46.6	0.21436			
		Lampu TL	8	36	70	20.16			
3	III.1.4	LCD	1	190	70	13.3	127.5	25.6604	0.201258039
		Note book	1	4.6	70	0.322			
		Lampu TL	8	36	41.8	12.0384			
4	III.1.5	LCD	1	190	41.8	7.942	127.5	24.95348	0.195713669
		Note book	1	4.6	41.8	0.19228			
		Lampu TL	8	36	58.4	16.8192			
5	III.2.1	LCD	1	190	58.4	11.096	127.5	24.32484	0.19078149
		Note book	1	4.6	58.4	0.26864			
		Lampu TL	8	36	45	12.96			
6	III.2.2	LCD	1	190	45	8.55	127.5	18.837	0.147741176
		Note book	1	4.6	45	0.207			
		Lampu TL	8	36	35	10.08			
7	III.2.4	LCD	1	190	35	6.65	127.5	10.6702	0.083687843
		Note book	1	4.6	35	0.161			
		Lampu TL	8	36	13.4	3.8592			
8	III.2.5	LCD	1	190	13.4	2.546	127.5	6.46684	0.050720314
		Note book	1	4.6	13.4	0.06164			
		Lampu TL	8	36	13.4	3.8592			
9	III.3.1	LCD	1	190	41.8	7.942	127.5	20.17288	0.158217098
		Note book	1	4.6	41.8	0.19228			
		Lampu TL	8	36	41.8	12.0384			
10	III.3.3	LCD	1	190	46.6	8.854	127.5	22.48916	0.176385569
		Note book	1	4.6	46.6	0.21436			
		Lampu TL	8	36	46.6	13.4208			
11	III.3.4	LCD	1	190	58.4	11.096	127.5	28.18384	0.221049725
		Note book	1	4.6	58.4	0.26864			
		Lampu TL	8	36	58.4	16.8192			
12	R. Dosen	TV 21"	1	100	78	7.8	131.72	30.6228	0.232484057
		Note book	1	4.6	78	0.3588			
		Lampu TL	8	36	78	22.464			
13	R. Admin	Komputer	1	400	78	31.2	63	31.2	0.495238095
14	K.M. It1	Lampu Pijar	8	25	30	6	26.88	6	0.223214286
15	Mushola	Lampu TL	4	36	30	4.32	53.76	4.32	0.080357143
16	Amphi 1	Lampu TL	14	36	30	15.12	125.44	98.91	0.788504464
		Sound System	1	2000	18	3.6			
		LCD	1	215	18	3.87			
		AC	3	750	18	40.5			
		Roof Layar	1	190	18	3.42			
17	K.M. It2	Lampu Pijar	7	25	30	5.25	26.88	5.25	0.1953125
18	R. wudhu	Lampu Pijar	1	25	18	0.45	53.76	45.522	0.846763393
19	Amphi 2	Lampu TL	14	36	18	9.072	125.44	92.9448	0.740950255
		Sound System	1	2000	18	3.6			
		LCD	1	215	18	3.87			
		AC	3	750	18	40.5			
		Note book	1	4.6	18	0.0828			
20	K.M It3	Lampu Pijar	7	25	30	5.25	26.88	5.25	0.1953125
21	Koridor Lt1	TL ring	1	18	360	6.48	125.44	42.48	0.338647959
22	Koridor Lt2	TL ring	4	18	360	25.92	125.44	259.20	206.6326531
23	Koridor Lt3	TL ring	4	18	360	25.92	125.44	259.20	206.6326531
Total						605.66236			419.2561673

4.4 Target Efisiensi Energi Ruang berdasar IKE

Dari hasil analisa efisiensi setiap ruang (tabel 4.3 sampai tabel 4.12), maka didapatkan ruang yang menjadi target efisiensi yang membutuhkan penanganan lebih lanjut untuk mendapatkan efisiensi energi listriknya, dimana

(Δ IKE = Peluang Efisiensi – Standart IKE)

Tabel 4.13. Target Efisiensi Energi Gedung Perkuliahan Menurut IKE

Lantai 1

No	Ruang	Luas Ruangan(m2)	Total Daya Masing2 Ruang	IKE kwh/ m2	Δ IKE KWH/ M2
1	III.1.1	107.52	34	0.31622024	-1
2	III.1.3	107.52	35	0.32552083	-1
3	III.1.4	107.52	35	0.32552083	-1
4	III.1.5	107.52	29	0.26971726	-1
5	R. Dosen	107.52	40	0.37202381	0
6	R. Admin	53.76	57	1.06026786	-3.109732143
7	R. Cleaning	4	16.74	4.185	3.345
8	K.M. R1	26.88	4.2	0.15625	-0.68375
9	Koridor Lt1	125.44	98	0.78125	

Lantai 2

No	Ruang	Luas Ruangan(m2)	Total Daya Masing2 Ruang	IKE KWH/M2	Δ IKE KWH/ M2
1	III.2.1	107.52	29	0.269717262	-0.570282738
2	III.2.2	107.52	15	0.139508929	-0.700491071
3	III.2.4	107.52	50	0.465029762	-0.374970238
4	III.2.5	107.52	19	0.17671131	-0.66328869
5	Mushola	53.76	3	0.055803571	-0.784196429
6	R. Amphi 1	125.44	81	0.645727041	-3.524272959
7	K.M. R2	26.88	3	0.111607143	-0.728392857
8	R. Wudhu	53.76	1	0.01860119	-0.82139881

Lantai 3

No	Ruang	Luas Ruangan (m2)	Total Daya Masing2 Ruang	IKE KWH/M2	Δ IKE KWH/ M2
1	III.3.1	107.52	6	0.055803571	-0.784196429
2	III.3.3	107.52	5	0.046502976	-0.793497024
3	III.3.4	107.52	7	0.065104167	-0.774895833
4	R. Amphi 2	125.44	50	0.398596939	-3.771403061
5	K.M. It2	26.88	3	0.111607143	-0.728392857

4.5 Potensi Penghematan Energi Listrik Berdasarkan IKE

Untuk mendapatkan potensi penghematan Energi Listrik yaitu dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\text{Potensi Penghematan} = \frac{\Delta \text{IKE} \times \text{Total Area} \times \text{Tarif Listrik}}{12 \text{ Bulan} / \text{Tahun}}$$

Tarif listrik = P x Rp. 605 (TDL PLN 2010), P = 1,3 (tabel 2.4)

Tabel 4.14. Potensi Penghematan Energi Listrik Gedung Perkuliahan

Menurut IKE

➤ Elektro

Perkuliahan

Lantai 1

No	Ruang	Luas Ruangan(m2)	Total Daya Masing2 Ruang	IKE kwh/ m2	Δ IKEKWH/ M2	Potensi Penghematan
1	III.1.1	107.52	34	0.31622024	-1	Rp (9,299.18)
2	III.1.3	107.52	35	0.32552083	-1	Rp (9,134.06)
3	III.1.4	107.52	35	0.32552083	-1	Rp (9,134.06)
4	III.1.5	107.52	29	0.26971726	-1	Rp (10,124.80)
5	R. Dosen	107.52	40	0.37202381	0	Rp (8,308.45)
6	R. Admin	53.76	57	1.06026786	-3.109732143	Rp (27,605.09)
7	R. Cleaning	4	16.74	4.185	3.345	Rp 2,209.34
8	K.M It1	26.88	4.2	0.15625	-0.68375	Rp (3,034.82)
9	Koridor Lt1	125.44	98	0.78125		
total						Rp (74,431.13)

Lantai 2

No	Ruang	Luas Ruangan(m2)	Total Daya Masing2 Ruang	IKE KWH/M2	Δ IKE KWH / M2	Potensi Penghematan
1	III.2.1	107.52	29	0.269717262	-0.570282738	Rp (10,124.80)
2	III.2.2	107.52	15	0.139508929	-0.700491071	Rp (12,436.52)
3	III.2.4	107.52	50	0.465029762	-0.374970238	Rp (6,657.22)
4	III.2.5	107.52	19	0.176711131	-0.66328869	Rp (11,776.03)
5	Mushola	53.76	3	0.055903571	-0.784198429	Rp (6,961.31)
6	R. Amphi 1	125.44	81	0.645727041	-3.524272959	Rp (72,998.26)
7	K.M. II2	26.88	3	0.111607143	-0.728392857	Rp (3,232.97)
8	R. Wudhu	53.76	1	0.01860119	-0.82139881	Rp (7,291.56)
9	Koridor Lt1	689.92	689.92	1		
total						Rp (131,478.66)

Lantai 3

No	Ruang	Luas Ruangan (m2)	Total Daya Masing2 Ruang	IKE KWH/M2	Δ IKE KWH / M2	Potensi Penghematan
1	III.3.1	107.52	6	0.055803571	-0.784196429	Rp (13,922.62)
2	III.3.3	107.52	5	0.046502976	-0.793497024	Rp (14,087.74)
3	III.3.4	107.52	7	0.065104167	-0.774895833	Rp (13,757.50)
4	R. Amphi 2	125.44	50	0.398596939	-3.771403061	Rp (78,117.06)
5	K.M. II2	26.88	3	0.111607143	-0.728392857	Rp (3,232.97)
6	Koridor Lt1	474.88	11.54	0.024300876		
total						Rp (123,117.90)

Total Potensi Penghematan Energi Listrik Gedung Perkuliahan elektro sebesar
= Rp.73.431,13 + Rp.131.478,66 + 123.117,90
= Rp. 328.027,69/ Thn

Laboratorium

Lantai 1

No	Ruang	Jenis Alat	Jumlah (buah)	Daya(Watt)	Penggunaan Ruang Berdasarkan Jumlah Jam selama satu bulan	Total KWh	Luas Ruang(m2)	Total Daya Masing2 Ruang	IKE kWh/m2	Δ KE KWH/M2	Potensi Penghematan
1	BLIT FM	Lampu TL	2	36	73	5.290	29.92	35.4634	1.185274064	0.345274064	Rp (1.701.82)
		Komputer	1	400	73	29.2					
		Isitop	3	4.8	73	1.0074					
2	TOLET	Lampu TL	1	36	30	1.00	4.50	2.46	0.535947712	-0.204052293	Rp (230.45)
		Lampu DOP	2	23	30	1.38					
		Lampu TL	14	36	73	36.792					
3	KONVERSI ENERGI ELEKTRIK	AC	1	750	73	54.75	267.24	140.9138	0.527292322	-3.642707678	Rp (160.743.23)
		Komputer	1	400	73	29.2					
		Motor (AC)	1	650	30	19.5					
		Isitop	2	4.8	73	0.6718					
		Lampu TL	2	36	30	2.16					
4	RUANG KORBIT	Komputer	1	400	30	12	37.13	15.81	0.425801239	-0.414198781	Rp (2.530.46)
		Kipas Angin	1	55	30	1.65					
		Lampu TL	8	36	73	21.024					
5	R. DOSEN KEAHLIAN	AC	1	750	73	54.75	61.1	79.424	1.2999018	-2.8700982	Rp (26.956.42)
		Kulkas Dispenser	1	20	73	3.65					
		Lampu TL	20	36	73	52.56					
6	ANALISA SISTEM ENERGI ELEKTRIK	Isitop	15	4.8	73	5.037	417.832	167.097	0.400106936	-3.76294105	Rp (250.973.95)
		AC	2	750	73	109.5					
		AC	2	750	103	154.5					
7	PERPUSTAKAAN	Komputer	2	400	103	82.4	110.77	220.475	2.10191207	-7.79999793	Rp (19.176.73)
		Isitop	1	25	103	2.575					
		Modul Praktikum	2	360	30	29.4					
8	SISTEM TRANSMISI DISTRIBUSI DAYA ELEKTRIK	Komputer	1	400	73	29.2	263.378	82.733	0.314125053	-0.525874947	Rp (22.963.97)
		Kipas Angin	2	55	73	8.03					
		Lampu TL	8	36	73	21.024					
		Lampu DOP	1	23	73	1.679					
		Lampu TL	12	36	73	31.336					
9	WORKSHOP	Motor AC	3	650	73	142.35	263.378	190.676	0.723968775	-0.116031225	Rp (5.048.12)
		Kulkas	1	20	73	3.65					
		Lampu TL	14	23	160	61.18					
TOTAL						1015.232	2910.268	1015.232	7.616931108	-13.30567113	Rp (515.348.01)

Lantai 2

No	Ruang	Jenis Alat	Jumlah (buah)	Daya(Watt)	Penggunaan Ruang Berdasarkan Jumlah Jam selama satu bulan	Total KWh	Luas Ruang(m2)	Total Daya Masing2 Ruang	IKE kWh/m2	Δ KE KWH/M2	Potensi Penghematan
1	PLC	AC	2	750	30	45.00	142.082	214	1.499558459	-2.870415511	Rp (62.915.72)
		Komputer	13	400	30	159.00					
2	JARANGAN TELEKOMUNIKASI	Lampu TL	12	36	30	12.96	140.447	223	1.587502756	0.747502756	Rp (17.335.33)
		AC	2	750	60	90.00					
		Komputer	5	400	60	120.00					
3	ELEKTRONKA DAYA	Lampu TL	2	750	103	154.50	315.704	248	0.784316956	-3.355693045	Rp (178.696.95)
		Komputer	14	36	103	51.91					
		Komputer	1	400	103	41.20					
4	RUANG RECORDING	Lampu TL	2	36	103	7.42	30.24	89.82	2.97010582	2.19010582	Rp (0.636.28)
		Komputer	2	400	103	82.40					
		AC	1	750	103	77.25					
5	SEKAJR	Lampu TL	4	36	103	14.83	50.4	133.28	2.944484127	-1.52915873	Rp (12.866.63)
		Komputer	1	400	103	41.20					
		Komputer	1	400	73	29.20					
6	KETUA JURUSAN	AC	1	750	73	54.75	106.871	116.51	1.070147238	-3.099852162	Rp (65.726.30)
		Lampu TL	8	36	73	15.77					
		Kulkas	1	250	73	16.79					
7	ADM JURUSAN	Lampu TL	4	36	103	14.83	50.58	97.23	1.922340848	1.002140648	Rp (9.039.81)
		Komputer	2	400	103	82.40					
		Lampu TL	12	36	190	52.08					
8	ROBOTIKA	AC	2	750	60	90.00	194.783	210.79	1.082123074	-3.087876293	Rp (56.120.81)
		Botol	1	250	60	29.20					
		Bot	1	70	103	7.21					
		Gerenda	1	100	90	9.00					
		AC	2	750	103	154.50					
9	DASAR SISTEM KEDALI	Lampu TL	14	36	103	51.91	254.988	328.41	1.280207712	-2.887922298	Rp (121.083.20)
		Komputer	5	400	60	120.00					
		Lampu TL	10	36	30	10.80					
10	PANTRI	AC	1	750	73	54.75	101.848	39.00	0.382923672	-3.787676429	Rp (63.658.86)
		Projektor LCD	1	180	30	5.70					
		Lampu TL	10	36	156	56.16					
TOTAL						1753.73	2781.095	1753.732	15.2640795	-	Rp (953.494.94)

Lantai 3

No	Ruang	Jenis Alat	Jumlah (buah)	Daya(Watt)	Penggunaan Ruang Berdasarkan Jumlah Jam selama satu bulan	Total KWh	Luas Ruang(m2)	Total Daya Masing2 Ruang	IKE kWh/m2	Δ KE KWH/M2	Potensi Penghematan
1	BASAS PENAKLUBAHAN KOMPUTER	Komputer	25	400	73	730.00	320.98	768	2.448847807	-1.721352191	Rp (31.227.88)
		Lampu TL	18	36	73	42.06					
		LCD Proyektor	1	190	73	13.87					
2	ELEKTRONKA ANALOG	AC	1	750	73	54.75	152.458	141.04	0.925003142	-3.244903458	Rp (61.637.14)
		Lampu TL	12	36	73	31.54					
		Komputer	5	400	73	148.00					
3	ELEKTRONKA DIGITAL	Lampu TL	14	36	73	36.79	244.404	381.72	1.561827957	-2.608172943	Rp (105.257.11)
		AC	1	750	73	54.75					
		Modul Praktikum	5	360	73	136.70					
4	ELEKTRONKA INSTRUMEN	TV	10	36	73	5.46	103.118	197.83	1.818481738	-2.251518281	Rp (38.336.80)
		Lampu TL	10	36	73	25.26					
		AC	1	750	73	54.75					
5	MULTIMEDIA	Komputer	4	400	73	116.80	97.88	28.28	0.288218004	-0.571781268	Rp (3.250.70)
		Lampu TL	10	36	73	5.28					
		Lampu DOP	24	23	20	11.04					
6	KORBIT ELEKTRONKA	LCD Proyektor	1	190	20	3.80	218.289	44.84	0.225415756	-3.964384344	Rp (142.951.38)
		Sound System	6	250	20	30.00					
		Lampu DOP	2	23	60	2.78					
		Lampu TL	1	36	60	2.16					
7	RUANG SIDANG SKRIPSI	Isitop	1	5	60	0.30	58.209	5.22	0.089078854	-0.750323116	Rp (7.211.63)
		Lampu TL	11	36	73	28.91					
		Lampu DOP	4	23	73	6.72					
TOTAL						1678.47	2452.698	1622.725	7.61691019	-	Rp (479.308.61)

Lantai 4

No	Ruang	Jenis Alat	Jumlah (buah)	Daya (Watt)	Penggunaan Ruang Berdasarkan Jumlah Jam selama satu bulan	Total kWh	Luas Ruang (m ²)	Total Daya Masing2 Ruang	ΔKE kWh/m ²	Δ KE KWH/M ²	Potensi Penghematan
1	JARINGAN TELEKOMUNIKASI	Lampu TL	10	36	73	26.28	156.008	141	0.8905919	-3.774081	Rp (95.687.01)
		AC	2	750	73	109.20					
		Tv	1	75	73	5.43					
2	GEDUNG	Lampu TL	8	36	40	11.82	247.654	12	0.046514633	-0.75348337	Rp (31.449.55)
3	AUDIO VIDEO	Lampu TL	4	36	60	8.64	325.312	9	0.020559119	-0.81544081	Rp (43.095.18)
4	LAB ANTENA	Lampu TL	4	36	73	10.51	76.965	11	0.138528346	-0.703471954	Rp (8.943.08)
5	LIJAR GEDUNG	Lampu TL	14	36	103	51.91	806.579	51.91	0.084201519		
TOTAL						223.84	1458.56	223.839	1.184395618		Rp (170.975.38)

Total Potensi Penghematan Energi Listrik Gedung Perkuliahan dan Gedung Laboratorium elektro sebesar
 = Rp. 515.383,01 + Rp. 555.494,64 + Rp. 479.308,61 + Rp. 170.975,36
 = Rp. 1.721.161,62 / Thn

Jadi, total potensi penghematan untuk gedung elektro adalah Rp. 2.049.189,31/Thn

➤ Industri

No	Ruang	luas ruangan (m ²)	Total daya Masing - Masing ruang	IKE KWH/M ²	ΔIKE KWH/M ²	Potensi Penghematan
1	II.2.1	132.432	29.72816	0.224478676	-0.61552	Rp (13,459.93)
2	II.1.4	133.432	22.48916	0.168543977	-0.67146	Rp (14,793.96)
3	II.2.A	134.432	33.782	0.251294335	-0.58871	Rp (13,067.96)
4	II.3.A	135.432	20.17268	0.148950617	-0.69105	Rp (15,453.87)
5	II.2.3	136.432	28.18384	0.206577929	-0.63342	Rp (14,269.75)
6	II.2.4	137.432	21.717	0.158019966	-0.68198	Rp (15,476.28)
7	II.2.2	138.432	16.891	0.122016586	-0.71798	Rp (16,411.86)
8	II.3.1	139.432	6.46684	0.046379884	-0.79362	Rp (18,271.83)
9	R. WD1	131.72	53.664	0.407409657	-0.43259	Rp (9,408.83)
10	R. WD2	131.72	56.664	0.430185241	-0.40981	Rp (10,696.15)
11	R. WD3	131.72	53.664	0.407409657	-0.43259	Rp (9,408.83)
12	R Adm.FTI	63	84.846	1.346761905	0.506762	Rp 5,271.71
13	Mushola	53.76	2.16	0.040178571	-0.79982	Rp (7,100.01)
14	Pendaftaran	82.384	100.464	1.219460089	0.37946	Rp 5,161.97
15	Koperasi	60.65	8.06058	0.132903215	-0.7071	Rp (7,081.36)
16	K.M. It1	26.88	11.64	0.433035714	-0.40696	Rp (1,806.31)

Lanjutan . . .

17	K.M. II2	26.88	5.4	0.200892857	-0.63911	Rp (2,836.68)
18	Koridor Lt1	125.44	198.72	1.584183673	0.744184	Rp 15,414.27
19	Koridor Lt2	125.44	67.68	0.539540816	-0.30046	Rp (6,223.41)
20	Koridor Lt3	125.44	67.68	0.539540816	-0.30046	Rp (6,223.41)
21	Gudang	26.88	4.32	0.160714286	-0.67929	Rp (3,015.01)
total						Rp (159,157.48)

Total potensi penghematan gedung industry adalah **Rp. 159.157,48/Thn**

➤ Mesin

No	Ruang	luas Ruangan (m2)	Total daya masing - masing ruang	IKE KWH/M2	Δ IKE KWH/M2
1	III.1.1	127.5	25.40816	0.199279686	Rp 4,195.47
2	III.1.3	127.5	29.22836	0.229242039	Rp 4,826.27
3	III.1.4	127.5	25.6604	0.201258039	Rp 4,237.12
4	III.1.5	127.5	24.95348	0.195713569	Rp 4,120.39
5	III.2.1	127.5	24.32464	0.19078149	Rp 4,016.55
6	III.2.2	127.5	18.837	0.147741176	Rp 3,110.42
7	III.2.4	127.5	10.6702	0.083687843	Rp 1,761.89
8	III.2.5	127.5	6.46684	0.050720314	Rp 1,067.82
9	III.3.1	127.5	20.17268	0.158217098	Rp 3,330.97
10	III.3.3	127.5	22.48916	0.176385569	Rp 3,713.47
11	III.3.4	127.5	28.18384	0.221049725	Rp 4,653.79
12	R. Dosen	131.72	30.6228	0.232484057	Rp 5,056.52
13	R. Admin	63	31.2	0.495238095	Rp 5,151.83
14	K.M. It1	26.88	6	0.223214286	Rp 990.74
15	Mushola	53.76	4.32	0.080357143	Rp 713.33

Lanjutan . . .

16	Amphi 1	125.44	98.91	0.788504464	Rp 16,332.29
17	K.M. It2	26.88	5.25	0.1953125	Rp 866.89
18	R. wudhu	53.76	45.522	0.846763393	Rp 7,516.72
19	Amphi 2	125.44	92.9448	0.740950255	Rp 15,347.30
20	K.M It3	26.88	5.25	0.1953125	Rp 866.89
21	Koridor Lt1	125.44	42.48	0.338647959	Rp 7,014.41
22	Koridor Lt2	125.44	25920	206.6326531	Rp4,279,981.68
23	Koridor Lt3	125.44	25920	206.6326531	Rp4,279,981.68
TOTAL					Rp8,658,854.44

Total potensi penghematan gedung mesin adalah **Rp. 8.658.854,44 /Thn**

Jadi total potensi penghematan untuk gedung Elektro, Industri, Mesin adalah
 = **Rp. 2.049.189,31+ Rp. 159.157,48 + Rp. 8.658.854,44**
 = **Rp. 10.867.201,2 /Thn**

4.6 Rancangan Usulan Perbaikan

Langkah-langkah untuk penghematan dapat ditempuh dengan banyak cara, diantaranya adalah melalui implementasi usulan perbaikan berdasarkan hasil analisa dan perhitungan serta dengan Good Housekeeping yaitu lewat penetapan batasan-batasan terhadap penggunaan energi listrik.

Usulan perbaikan yang akan dirancang adalah dengan mengubah sistem pendingin ruangan, pencahayaan dan memperkecil kapasitas daya terpasangnya sesuai dengan hasil perhitungan pada pengolahan data.

Penggunaan energi pada Kampus 2 ITN Malang sebagian besar digunakan untuk konsumsi AC, komputer dan lampu. Adapun usulan perbaikan yang akan rancangan adalah :

- a. Optimalisasi Daya Terpasang
- b. Pencahayaan Ruangan
- c. Penggunaan A.C

Usulan Optimalisasi Daya Terpasang

Kondisi sistem kelistrikan diperhitungkan untuk menentukan peluang konservasi energi yang dapat dilakukan di Kampus 2 ITN Malang. Untuk perhitungan, maka perlu diasumsikan waktu kerja di Kampus 2 ITN Malang yaitu, dari jam 08.00-14.00 WIB.

Data konsumsi energi Kampus 2 ITN Malang (tabel 3.1) digunakan untuk menghitung kebutuhan kapasitas daya terpasang yang optimal. Dengan menggunakan kondisi jam kerja Kampus 2 ITN Malang, daya aktif rata-rata yang dibutuhkan oleh Kampus 2 ITN Malang melalui Gardu T312 adalah :

$$\begin{aligned}\text{Kebutuhan daya aktif rata – rata} &= \frac{\text{Energi rata – rata perbulan}}{\text{Total jam ker ja perbulan}} \\ &= \frac{46.821 \text{ kWh} / 12\text{bulan}}{26 \text{ hari} / \text{bulan} \times 6 \text{ jam} / \text{hari}} \\ &= \frac{46.821 / 720}{\frac{26 \times 24}{30 \times 24} \times \frac{6}{24}} \\ &= \frac{5,36}{0,22} = 24,36 \text{ kW}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Kebutuhan daya aktif maksimum} &= \frac{\text{Energi maksimum perbulan}}{\text{Total jam ker ja perbulan}} \\ &= \frac{4.807 \text{ kWh} / 12\text{bulan}}{26 \text{ hari} / \text{bulan} \times 6 \text{ jam} / \text{hari}} \\ &= \frac{4.807 / 720}{\frac{26 \times 24}{30 \times 24} \times \frac{6}{24}} \\ &= \frac{6,676}{0,22} = 30,347 \text{ kW}\end{aligned}$$

Sehingga diperoleh faktor beban tahunan gardu T312 sebesar :

$$\text{Faktor beban tahunan} = \frac{24,36}{30,347} \times 100 \% = 80,27 \%$$

Dari data rekening listrik PLN (tabel 3.1), Kampus 2 ITN Malang selama satu tahun yaitu, dari bulan April 2015 – Januari 2016 tidak pernah didenda biaya kelebihan

kVARh, oleh karena itu diasumsikan bahwa selama periode tersebut faktor daya pada Gardu Distribusi T-312 secara rata-rata tidak lebih rendah dari 0,85 (Lampiran Peraturan Menteri ESDM Th 2010), maka nilai faktor daya tersebut digunakan untuk menghitung daya kompleks dari gardu distribusi T-312, sehingga diperoleh nilai kVA sebagai berikut :

Tabel 4.15. Rekapitulasi Daya Aktif dan Daya Kompleks Gardu T-312

Berdasar Data Rekening Listrik Tahun 2011

No	Bulan	Energi (kWh)	P (kW)	S (kVA)
1	Januari	4.259	26,888	31,633
2	Februari	4.255	26,862	31,602
3	Maret	3.348	21,136	24,866
4	April	4.079	25,751	30,296
5	Mei	4.333	27,355	32,182
6	Juni	4.335	27,367	32,197
7	Juli	3.702	23,371	27,496
8	Agustus	3.390	21,402	25,178
9	September	3.014	19,028	22,386
10	Oktober	4.095	25,852	30,414
11	Nopember	4.807	30,347	35,702
12	Desember	2.664	16,818	19,780

Untuk penentuan optimalisasi daya listrik terpasang, yaitu dengan memilih nilai kVA yang terbesar yakni berdasarkan pada rekapitulasi kWh meter sebesar : **35,702 kVA**. Pemanfaatan daya terpasang diasumsikan pada keadaan normal adalah sebesar 90% dari kapasitas daya yang disediakan PLN. Selain itu pula dipertimbangkan faktor pengembangan di masa depan yang akan membutuhkan peningkatan daya terpasang. Agar tidak terjadi kekurangan daya terpasang di masa mendatang, faktor pengembangan kebutuhan daya sampai dengan 10 tahun mendatang diasumsikan maksimum 30%. (www.indiamart.com/rowsons/index.html#oil-cooled-transformers)

Kapasitas daya yang optimal untuk gardu distribusi T312, adalah :

- ◆ kVA maksimum = 35,702 kVA
- ◆ Faktor kebutuhan = 90%
- ◆ Faktor pengembangan = 30%

Maka :

$$\begin{aligned}
 \text{Daya terpasang} &= \frac{\text{kVA} \times (1 + \text{faktor pengembangan})}{\text{Faktor kebutuhan}} \\
 &= \frac{35,702 \times (1 + 30\%)}{90\%} \\
 &= 51,7 \text{ kVA}
 \end{aligned}$$

Dari data PLN Persero Jatim (<http://pln-jatim.co.id/red/?m=sim&p=simpb2010>) dapat diketahui penggolongan dayanya yang sesuai kapasitas terpasang dari ITN Malang adalah sebagai berikut :

Tabel 4.16. Tabel Penggolongan Daya

Tarif S-2 (VA)		Tarif S-3 (VA)
450	16500	240000
900	23000	279000
1300	33000	329000
2200	41500	414000
3500	53000	526000
3900	66000	
4400	82500	
5500	105000	
6600	131000	
7700	147000	
10600	164000	
11000	197000	
13200		

Dalam tabel PLN untuk kelas S2 (dibawah 200 kVA) kelas untuk 51,7 kVA tidak ada, maka disesuaikan dengan ketentuan PLN, sehingga kapasitas yang mendekati adalah 53 kVA. Dengan asumsi bahwa biaya beban Rp. 29.500/kVA, maka didapat penghematan biaya sebesar :

Selisih kapasitas berlangganan = 240 kVA – 51,7 kVA = 188,3 kVA

Penghematan biaya = 188,3 x Rp. 29.500 = **Rp. 5.554.850,-/bln.**

4.7 Usulan Perbaikan Pencahayaan Ruangan

Ruang-ruang yang berada di Kampus 2 ITN Malang umumnya menggunakan lampu Philip Fluorescent (T.L). Terdapat pula penggunaan lampu downlight untuk beberapa ruang tertentu. Fungsi dari ruangan yang ada di Kampus 2 ITN Malang digolongkan menjadi beberapa kategori dan setiap kategori memiliki kebutuhan tingkat pencahayaan yang berbeda seperti pada tabel 2.1. Terdapat pula ruang lain dengan berbagai fungsi yang ada, namun perhitungan kebutuhan lampu hanya dibatasi untuk fungsi ruang yang tercantum pada tabel 2.1. Tabel tersebut sesuai dengan SNI 03-6575-2001. Berdasarkan tingkat pencahayaan yang direkomendasikan pada tabel diatas, dilakukan penyesuaian pada tingkat pencahayaan minimum di ruang tertentu, misalnya beberapa ruang laboratorium dengan aktivitas kerja yang tidak terlalu padat atau sebagai ruang komputer menggunakan nilai 350 lux.

Beberapa jenis lampu digunakan untuk pencahayaan ruang-ruang yang ada di gedung Kampus 2 ITN Malang. Perbedaan jenis lampu tersebut akan menghasilkan nilai lumen yang berbeda.

Tabel 4.17. Nilai lumen Setiap Jenis Lampu di Kampus 2 ITN Malang

Jenis Lampu	Lumen
Fluorescent 36 watt	3300
Fluorescent 20 watt	1250
Downlight 18 Watt	1100
Downlight 14 Watt	950
Lampu Pijar 25 Watt	850

*Sumber : PT. PLN (Persero) Distribusi Jawa Barat & Banten, Forum Hemat Listrik
2008,*

Langkah Menghemat Biaya Dengan Cara Menghemat Listrik.

Untuk perhitungan kebutuhan lampu ruang menggunakan asumsi sebagai berikut :

- ◆ Nilai koefisien penggunaan (K_p) ditetapkan sebesar 0,84 dengan nilai koefisien penggunaan untuk lampu fluorescent di ruang kantor (General electric, 2010)
- ◆ Koefisien depresiasi (K_d) ditetapkan sebesar 0,8 sesuai dengan pedoman SNI 03-6575-2001 untuk pencahayaan buatan.

Contoh perhitungan :

Kebutuhan lampu untuk ruangan dosen di gedung Perkuliahan lantai 1 sebagai berikut :

Ruangan berupa ruang kantor dengan nilai $E = 350$ lux. Lampu yang direncanakan adalah lampu fluorescent 2x36 watt dengan nilai flux luminous (F_1) satu buah lampu sebesar 3300 lumen. Perhitungan dilakukan dengan menggunakan rumus (2.1) dan (2.2) sebagai berikut :

$$\begin{aligned} F_{\text{total}} &= \frac{E \times A}{k_p \times k_d} = \frac{350 \times 67,86}{0,84 \times 0,8} \\ &= \frac{16965}{0,672} \\ &= 25245,535 \text{ lumen} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} N_{\text{total}} &= \frac{F_{\text{total}}}{F_1 \times n} = \frac{25245,535}{3.300 \times 2} \\ &= 3,8 \approx 4 \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan didapatkan bahwa ruangan tersebut membutuhkan 4 buah lampu flurecent 2x36 watt. Untuk selanjutnya pemakaian lampu yang direkomendasikan diseluruh gedung perkuliahan dan laboratorium dapat dilihat pada tabel 4.15 sampai tabel 4.21.

Tabel 4.18. Perhitungan Kebutuhan Lampu di Gedung Kuliah Lantai 1

No	Ruang	Jumlah Lampu Aktual (buah)	Jumlah Lampu Rekomendasi (buah)
1	III.1.1	8	4
2	III.1.3	8	4
3	III.1.4	8	4
4	III.1.5	8	4
5	R. Dosen	8	4
6	R. Admin	2	2
7	K.M. lt1	8	6
8	R. Cleaning	1	1

Tabel 4.19. Perhitungan Kebutuhan Lampu di Gedung Kuliah Lantai 2

No	Ruang	Jumlah Lampu Aktual (buah)	Jumlah Lampu Rekomendasi (buah)
1	III.2.1	8	4
2	III.2.2	8	4
3	III.2.4	8	4
4	III.2.5	8	4
5	Mushola	4	2
6	Amphi 1	18	16
7	K.M. lt2	7	6
8	R. wudhu	1	1

Tabel 4.20. Perhitungan Kebutuhan Lampu di Gedung Kuliah Lantai 3

No	Ruang	Jumlah Lampu Aktual (buah)	Jumlah Lampu Aktual (buah)
1	III.3.1	8	4
2	III.3.3	8	4
3	III.3.4	8	4
4	Amphi 2	46	56
5	K.M. It3	7	6

Tabel 4.21. Perhitungan Kebutuhan Lampu**di Gedung Laboratorium Lantai 1**

No	Ruang	Jumlah Lampu Aktual (Buah)	Jumlah Lampu Rekomendasi
1	Perpustakaan	12	7
2	Konversi Energi Elektrik	14	9
3	Transmisi dan Distribusi Daya Elektrik	10	7
4	Work Shop	12	8
5	N.O.C	2	2
6	Dosen T. Energi Listrik	8	3
7	Ruang Kontrol	2	2
8	Seminar	4	3
9	Sistem Tenaga	20	12
10	Kamar mandi	5	6

**Tabel 4.22. Perhitungan Kebutuhan Lampu
di Gedung Laboratorium Lantai 2**

No	Ruang	Jumlah Lampu Aktual (buah)	Jumlah Lampu Rekomendasi
1	Sistem Kendali	14	10
2	Robotika	12	8
3	Jarkom	12	8
4	Elektronika Komputer	14	10
5	Ruang Skripsi	5	6
6	PLC	12	9
7	Admin S1	4	2
8	Sekjur S1	4	2
9	Kajur S1	4	3
10	Kamar mandi	5	5

Tabel 4.23. Perhitungan Kebutuhan Lampu

di Gedung Laboratorium Lantai 3

No	Ruang	Jumlah Lampu Aktual	Jumlah Lampu Rekomendasi
1	Digital	14	10
2	Dasar Pemrograman	16	12
3	Perancangan	10	9
4	Inharent	25	36
5	Lab Multimedia	10	7
6	SIM	3	3
7	Analog	6	10
8	Mushola	2	1
9	Tempat Wudhu	2	2
10	Kamar Mandi	3	2

Tabel 4.24. Perhitungan Kebutuhan Lampu

di Gedung Laboratorium Lantai 4

No	Ruang	Jumlah Lampu Aktual (Buah)	Jumlah Lampu Rekomendasi
1	Jartel	10	7
2	Audio Video	12	8
3	Seminar	4	4
4	Cleaning Servise	4	2
5	Gudang	-	-
6	Korbid	-	-
7	Kamar Mandi	4	2

Dari pengumpulan data didapatkan bahwa jumlah lampu aktual yang terpasang adalah 513 buah lampu sedangkan dari hasil perhitungan maka jumlah lampu yang direkomendasikan sejumlah 385 buah lampu, sehingga terdapat kelebihan 128 buah lampu.

Hasil perhitungan kebutuhan lampu masing-masing ruangan menghasilkan nilai total kelebihan dan kekurangan lampu sebagai berikut :

Tabel 4.25. Total Kelebihan dan Kekurangan Lampu Ruangan

Kondisi	Fluorescent TL 2x36	Lampu PL 24 watt	Lampu PL 14 watt	Lampu Pijar 25 watt
Kelebihan	129			3
Kekurangan	1	11	10	1

Implementasi usulan instalasi lampu ruang sesuai hasil perhitungan membutuhkan penambahan dan pengurangan jumlah lampu di ruang-ruang Gedung Teknik Elektro ITN Malang. Berdasarkan dari hasil pengolahan data sebelumnya, maka didapatkan total kelebihan lampu fluorescent 2x36 watt sebanyak 62 buah dan lampu pijar 25 watt sebanyak 3, tapi untuk lampu PL yang 24 watt kekurangan 11 buah juga untuk PL yang berukuran 14 watt berjumlah 10 buah.

Adapun kelebihan untuk lampu fluorescent bervariasi pada setiap ruangnya yaitu antara 1-8 buah lampu 2x36 watt. Usulan perbaikan yang paling tepat dipilih dengan biaya investasi yang seminimal mungkin adalah dengan mengurangi pemakaian lampu pada beberapa armature menjadi satu buah lampu. Jumlah pengurangan pada armature disesuaikan dengan besarnya kelebihan lampu yang diperoleh dari hasil perhitungan.

Letak pengurangan lampu pada ruangan yang berlebih difokuskan pada lampu-lampu yang berada pada bagian pojok ruangan terutama yang berhubungan pada bagian luar gedung dan mendapat pencahayaan alami dari sinar matahari.

Biaya investasi disesuaikan dengan nilai proyek penambahan lampu yang dapat dilakukan oleh ITN Malang dengan bantuan kontraktor atau yang lainnya.

Berdasar informasi yang kami terima bahwa penambahan biaya penambahan instalasi 1 titik lampu sebesar Rp. 150.000,-, sedangkan harga lampu PL 14 watt merk philips adalah Rp. 34.000,-, dan PL yang 24 watt Rp. 60.000,- juga untuk lampu pijar 25 watt per biji seharga Rp 7.500,-. Letak penambahan disesuaikan dengan kebutuhan

ruangan terutama pada bagian tengah ruangan yang menjadi pusat kegiatan/aktivitas ruangan. Perhitungan investasi yang harus dikeluarkan untuk implementasi usulan adalah :

Tabel 4.26. Biaya Investasi Penambahan Lampu Usulan

No	Jenis Lampu	Penambahan (Unit)	Biaya Instalasi/unit	Harga Lampu	Jumlah
1	Lampu PL 14 watt	10	Rp. 150.000,-	Rp. 34.000	Rp. 1.840.000
2	Lampu PL 24 watt	11	Rp. 150.000,-	Rp. 60.000	Rp. 1.650.660
3	Lampu Pijar 25 watt	1	Rp. 150.000,-	Rp. 7.500	Rp. 157.500
Total					Rp. 3.648.150

Implementasi kebutuhan lampu ruang sesuai usulan akan mendapatkan penghematan biaya listrik mengingat biaya total kelebihan lampu lebih besar dibandingkan total kekurangan lampu. Penghematan konsumsi listrik yang dapat dicapai dengan penggunaan lampu 6 jam per hari dengan 26 hari kerja sebulan adalah :

Tabel 4.27. Perhitungan Penghematan Biaya Listrik Tiap Bulan

Kondisi	Lampu (buah)	Jumlah (unit)	Watt	Durasi (jam)	Konsumsi Listrik (Wh)
Kelebihan	Fluorescent 2x36 watt	128	36	156	718.848
	Lampu pijar	3	25	156	11.700
Kekurangan	Lampu PL 14 watt	10	14	156	141.560
	Lampu PL 24 watt	11	24	156	41.184
	Lampu Pijar 25 watt	1	25	156	3.900
Penghematan kWh/bulan					543.904

Perhitungan diatas menunjukkan bahwa dengan implementasi dapat dicapai penghematan sebesar 534.904 Wh/bulan = 534,904 kWh/bulan. Penghematan tersebut

dikonversikan ke dalam rupiah dengan perhitungan berdasarkan TDL PLN untuk kelas S-3 (Tabel 2.4), sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Penghematan Biaya Listrik/bulan} &= \text{kWh} \times \text{Tarip} \times P \\ &= 534,904 \times \text{Rp.605} \times 1,3 \\ &= \text{Rp. 420.701,996/bln} \end{aligned}$$

Jangka waktu pengembalian investasi adalah :

$$\begin{aligned} SP &= \frac{\text{Investasi}}{\text{Saving}} \\ &= \frac{3.648.150}{420.701,996} \\ &= 8,7 \text{ bulan} \approx 9 \text{ bulan} \end{aligned}$$

4.8 Perhitungan Kebutuhan Sistem Pengkondisian Udara Ruangan (A.C)

Penggunaan A.C di Gedung Laboratorium Teknik Elektro terdapat hampir di setiap ruang kerja dan ruang laboratorium. Luas ruangan yang bervariasi membuat kebutuhan instalasi AC untuk tiap ruang juga berbeda-beda. Dalam perhitungan, tinggi semua ruangan yang ada di gedung Laboratorium diasumsikan seragam, yaitu 4 meter.

Contoh perhitungan :

Untuk ruangan dosen di Gedung Laboratorium lantai 1 yang mempunyai data sebagai berikut :

maka untuk kebutuhan AC dilakukan perhitungan dengan rumus :

$$\text{Panjang ruangan (W)} = 6,4 \text{ m} = 20,997 \text{ feet}$$

$$\text{Tinggi ruangan (H)} = 4 \text{ meter} = 13,123 \text{ feet}$$

$$I = 18 \text{ (tidak berinsulasi = dilantai atas)}$$

$$\text{Lebar ruangan} = 4,5 \text{ meter} = 14,764 \text{ feet}$$

$$E = 16 \text{ (dinding terpanjang menghadap utara)}$$

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan BTUh} &= \frac{W \times H \times I \times L \times E}{60} \\ &= \frac{20,997 \times 13,123 \times 18 \times 14,764 \times 16}{60} \\ &= 14.024,43 \text{ BTU} \end{aligned}$$

$$PK = \frac{14.024,43}{9000} = 0,66 \text{ PK} = 0,75 \text{ PK}$$

Hasil perhitungan kebutuhan AC ruangan kemudian dibandingkan dengan AC aktual yang terpasang, Hasil perhitungan berupa unit BTU dikonversikan menjadi ukuran PK AC. Dari hasil perhitungan, nilai PK kemudian dibulatkan untuk mendapatkan nilai kebutuhan ruangan. Untuk selanjutnya pemakaian A.C diseluruh gedung perkuliahan dan laboratorium dapat dilihat pada tabel 4.25 sampai dengan tabel 4.31.

Tabel 4.28. Perhitungan Kebutuhan A.C di Gedung Kuliah Lantai 1

No	Ruang	Kapasitas A.C Aktual (PK)	Kapasitas A.C Rekomendasi (PK)	Kelebihan/ Kekurangan (PK)
1	R. Admin	1,5	0,62 PK \approx 0,75	0,25

Tabel 4.29. Perhitungan Kebutuhan A.C di Gedung Kuliah Lantai 2

No	Ruang	Kapasitas A.C Aktual (PK)	Kapasitas A.C Rekomendasi (PK)	Kelebihan/ Kekurangan (PK)
1	Amphi 1	3	2,36 \approx 2,5	0,5

Tabel 4.30. Perhitungan Kebutuhan A.C di Gedung Kuliah Lantai 3

No	Ruang	Kapasitas A.C Aktual (PK)	Kapasitas A.C Rekomendasi (PK)	Kelebihan/ Kekurangan (PK)
1	Amphi 2	3	2,36 \approx 2,5	0,5

Tabel 4.31. Perhitungan Kebutuhan A.C di Gedung Laboratorium Lantai 1

No	Ruang	Kapasitas A.C Aktual (PK)	Kapasitas A.C Rekomendasi (PK)	Kelebihan/ Kekurangan (PK)
1	Perpustakaan	2	2,21 \approx 2	sesuai
2	Konversi Energi Elektrik	1,5	2,53 \approx 2,5	(1)
3	Work Shop	1	2,33 \approx 2,5	(1,5)
4	Dosen T. Energi Listrik	1	0,66 \approx 0,75	0,25
5	Ruang Kontrol	1	0,58 \approx 0,75	0,25
6	Sistem Tenaga	2	1,98 \approx 2	Sesuai

Tabel 4.32. Perhitungan Kebutuhan A.C di Gedung Laboratorium Lantai 2

No	Ruang	Kapasitas A.C Aktual (PK)	Kapasitas A.C Rekomendasi (PK)	Kelebihan/ Kekurangan (PK)
1	Sistem Kendali	3	2,05 \approx 2	1
2	Robotika	3	2,07 \approx 2	1
3	Jarkom	3	2,21 \approx 2	1
4	Elektronika Komputer	3	2,09 \approx 2	1
5	PLC	3	1,86 \approx 2	1
6	Sekjur S1	1,5	0,62 \approx 0,75	0,75
7	Kajur S1	1,5	0,87 \approx 1	0,5

Tabel 4.33. Perhitungan Kebutuhan A.C di Gedung Laboratorium Lantai 3

No	Ruang	Kapasitas A.C Aktual (PK)	Kapasitas A.C Rekomendasi (PK)	Kelebihan/ Kekurangan (PK)
1	Digital	4,5	2,78 ≈ 3	1,5
2	Dasar Pemrograman	3	3,14 ≈ 3	sesuai
3	Perancangan	3	1,86 ≈ 2	1
4	Inharent	3	2,78 ≈ 3	sesuai
5	Lab. Multimedia	3	1,86 ≈ 2	1
6	Analog	1,5	2,79 ≈ 3	(1,50)

Tabel 4.34. Perhitungan Kebutuhan A.C di Gedung Laboratorium Lantai 4

No	Ruang	Kapasitas A.C Aktual (PK)	Kapasitas A.C Rekomendasi (PK)	Kelebihan/ Kekurangan (PK)
1	Jartel	3	1,86 ≈ 2	1
2	Audio Video	3	1,86 ≈ 2	1

Total kelebihan kapasitas AC yang terpasang dibandingkan dengan perhitungan kapasitas AC rekomendasi adalah sebesar **10,5 PK**.

Berdasarkan hasil perhitungan pada tabel 4.25 – 4.31 terdapat ruangan dengan kapasitas pendingin yang berlebihan dan tentunya memerlukan pengurangan unit A.C, tetapi terdapat beberapa ruangan yang kurang dan tentunya memerlukan penambahan unit A.C agar kapasitas A.C dapat benar-benar sesuai dengan kebutuhan ruang berdasarkan hasil perhitungan.

Adapun biaya investasi yang dibutuhkan adalah biaya untuk pembelian A.C baru serta pembongkaran AC yang telah terpasang. Biasanya biaya instalasi pemasangan A.C baru sudah termasuk pembeliannya dengan syarat tidak ada penambahan bahan untuk instalasinya. Investasi dapat diminimalkan dengan mengurangi jumlah pembelian AC yang baru dengan menggunakan unit A.C yang diperoleh dari pengurangan AC ruangan lainnya. Pengurangan A.C tersebut dapat digunakan untuk ruang yang membutuhkan

penambahan unit A.C asal ukuran PK-nya sesuai, juga dari penjualan A.C yang lama, hal ini tentunya akan mengurangi biaya investasi.

Jumlah total unit A.C yang dibeli dan dijual setelah dilakukan perhitungan dan penukaran A.C antar ruang dapat dilihat pada tabel 4.18 berikut ini :

Tabel 4.35. Jumlah Pembelian dan Penjualan Unit A.C

No	A.C (PK)	Pembelian (Unit)	Penjualan (Unit)
1.	0,5	9	-
2.	0,75	3	-
3.	1	2	-
4.	1,5	-	6

Usulan pembelian A.C yang baru sebaiknya menggunakan A.C yang hemat energi. A.C yang low wattage dapat menghemat 40 % dibanding dengan A.C yang tidak hemat energi (<http://perawatan-ac.blogspot.com/2011/03/tips-mengetahui-ac-hemat-energi.html>), contohnya adalah AC merk LG dan Panasonic dan Samsung. Dari beberapa contoh tersebut maka AC merk Panasonic type Alowa ½ PK yang terbukti paling hemat energi dan efisien, baik secara besaran konsumsi energinya (watt) maupun besaran arus daya listrik (ampere) yang dibutuhkan. Urutan kedua disusul oleh AC LG Neo Plasma. Dan kalau pada kelas AC yang berkapasitas 1 PK, AC LG menduduki peringkat pertama sebagai AC yang paling hemat energi . (Tips Membeli AC Hemat Energi, www.diptara.com).

Dari beberapa informasi tersebut, maka usulan pembelian A.C kemudian memilih merk tersebut dengan tipe dan harga sebagai berikut (<http://www.toko-ac.com/?p=productsList>) :

- ◆ *Panasonic Alowa dengan kapasitas 0,5 PK harga Rp. 2.850.000,-*
- ◆ *LG Neo Plasma dengan kapasitas 0,75 PK harga Rp. 2.700.000,-*
- ◆ *LG Hercules dengan kapasitas 1 PK harga Rp. 2.775.000,-*

Berikut ini adalah perhitungan Biaya untuk pembelian AC yang baru (sudah termasuk biaya instalasinya) dengan asumsi tidak ada bahan tambahan :

Tabel 4.36. Perhitungan Biaya Pembelian Unit A.C Baru

No	Merk dan type	Daya (PK)	Jumlah (Unit)	Harga (Rp)	Jumlah (Rp)
1.	Panasonic Alowa (CS-KC5MKP)	0,5	9	2.450.000	22.050.000
2.	L.G Neo Plasma (S-07 LPB)	0,75	3	2.575.000	7.725.000
3.	L.G Hercules (S-09LPBX)	1	2	2.625.000	5.250.000
Total Biaya Pembelian AC					35.025.000

Tabel 4.37. Perhitungan Biaya Penjualan Unit A.C Bekas

No	Merk dan type	Daya (PK)	Jumlah (Unit)	Harga (Rp)	Jumlah (Rp)
1	NIKO	1,5	6	1.100.000	6.600.000
Total Penjualan AC Bekas					6.600.000

Biaya pembongkaran unit AC serta pemasangan kembali unit A.C ke ruang lain yang memerlukan biaya sebesar masing-masing Rp. 175.000,- dengan asumsi tidak ada penambahan bahan. Terdapat total 19 unit yang bongkar pasang A.C, maka perhitungan biayanya adalah sebagai berikut :

Biaya bongkar pasang AC = 19 x Rp. 175.000,- = **Rp. 3.325.000,-**

Sehingga Total Investasi A.C :

= Pembelian AC baru + biaya bongkar pasang + Harga Jual AC bekas

= Rp. 35.025.000,- + Rp. 3.325.000,- – Rp. 6.600.000

= **Rp. 31.750.000,-**

Albert Fleming, Head of residential Air Conditioner PT Electronics Indonesia dari LG Electronic Indonesia mengatakan kepada wartawan di Kuningan, Jakarta, Rabu (28/4/2010), bahwa teknologi ini mampu menghemat penggunaan listrik hingga **60 %** dibandingkan dengan AC konvensional.

Gedung kampus 2 ITN Malang seperti yang telah dijelaskan di depan termasuk golongan S-3 dengan tarif sosial komersial, dengan usulan pengkondisian udara baik kekurangan maupun kelebihan dan berdasarkan dari informasi masalah penghematan energi dari masing-masing peralatan A.C, maka dengan asumsi 6 jam kerja/hari selama 26 hari setiap bulannya juga konsumsi listrik sebesar 735 watt/PK dapat dihitung penghematannya sebagai berikut :

- Untuk A.C Panasonic Alowa 9 unit @ 0,5 PK = 9 x 367,5 = 3.307,5 watt
Hemat energi 40% = 1984,5 watt
- Untuk A.C LG 3 unit @ 0,75 PK dan 2 unit @ 1 PK = 3.123,75 watt
Hemat energi 60% = 1249,5 watt

Dari tabel 4.20 – 4.26 perhitungan A.C telah didapatkan kelebihan penggunaan A.C sebesar 10,5 PK = 7.717,5 Wh = 7,7175 kWh.

$$\text{Penghematan} = \frac{(7.717,5 - 1249,5 - 1984,5)}{1000} \times 156 \times 605 \times 1,3$$

$$= \text{Rp. 550.098/bulan}$$

Jangka waktu pengembalian investasi adalah :

$$SP = \frac{\text{Investasi}}{\text{Saving}}$$

$$= \frac{31.750.000}{550.098}$$

$$= 57,717 \text{ bulan} \approx 4,8 \text{ tahun}$$

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil audit di kampus 2 itn malang maka didapatkan kesimpulan bahwa kampus 2 itn malang masih boros energi maka dari itu perlu diadakan audit energi rinci untuk mendapatkan nilai – nilai efisiensi.

Berdasarkan data tentang penggunaan energi (tabel 3.2 sampai tabel 3.8) dan Δ IKE (tabel 4.13) pada gedung perkuliahan dan laboratorium, maka dapat diambil beberapa kesimpulan, yaitu :

1. Dari perbandingan nilai IKE standard dan IKE hasil perhitungan serta dengan peluang peningkatan efisiensi seperti pada point 1, maka diperoleh penghematan sebesar **21,96 %/bln** atau **Rp. 10.867.201,2 /Thn**
2. Penyesuaian kapasitas trafo dengan menurunkan daya dari 240 kVA menjadi 53 kVA, maka penghematan biaya energinya adalah : **27,46 %/bln** atau **Rp. 5.554.850,-/bln**.
3. Pengurangan jumlah lampu penerangan didapatkan penghematan sebesar **22,1%/bln** atau **Rp. 420.701,996/bln**
4. Penurunan jumlah penggunaan daya untuk penggunaan A.C dapat menghemat energi sebesar **1,7 %/bln** atau **Rp. 550.098,-/bln**

5.2 Saran-saran

1. Mengurangi jumlah titik lampu sesuai dengan kebutuhan intensitas cahaya ruangan.
2. Mengurangi kapasitas penggunaan A.C sesuai kebutuhan.
3. Untuk mengoptimalkan pemakaian energi, maka kapasitas terpasang trafo sebaiknya diturunkan dari kapasitas 240 kVA menjadi 53 kVA.

DAFTAR PUSTAKA

1. Agus. P Sari, "*Buku Panduan Efisiensi Energi di Hotel*", Jakarta, Mei 2005.
2. Centre for Renewable Energy Source "*Energy Audit Guide, Part B : System System Retrofits for Energy Efficiency*" Athens: ADAPT, 2000.
3. Departemen Pekerjaan Umum, "*Standard Penerangan Buatan di Dalam Gedung-gedung*", Penerbit Yayasan Lembaga Penyelidikan Masalah Bangunan, Bandung, 1985.
4. Dugan, Roger C., et al. "*Electrical Power System Quality. 2nd Edition*", New York : McGraw-Hill, 2002.
5. John. E. flynn, Arthur W. Ségil, dan Gary R. Steffy, "*Architecture Interior System for Designers*" (New York : Van Nostrand Rinhold Company, 1988).
6. Mahmudsyah, Syariffuddin, "*Konservasi Energi Pada Bangunan Gedung Dan Rumah Tangga*", Sidoarjo, 2008.
7. Menristek, Suharna Surapranata., "*Ketersediaan-energi-pengaruh-Perekonomian negara*", <http://blognuklir.wordpress.com/2010/03/23/>.
8. Perusahaan Listrik Negara Jawa Timur, "*Tarif Dasar Listrik Untuk Sosial Komersial*", Retrieved Oct 5, 2010 from <http://www.pln-jatim.co.id/red/?m=tdl2&p=sosial>.
9. Rizky, M., "*Audit Energi Listrik : Upaya Melakukan Konservasi Energi Listrik*",[http://222.124.140.107/berita/berita_peristiwa.asp?do=view&id=2717 &idm=5&idSM=2](http://222.124.140.107/berita/berita_peristiwa.asp?do=view&id=2717&idm=5&idSM=2), 19.12.11.
10. Rizka Eliza, Yoyoh Hulaiyah, Nasurallah Salim, "*Buku Panduan Efisien Energi di Hotel*", Yayasan Pelangi, 2005.
11. Roger C. Dugan, et al. "*Electrical Power System Quality 2nd Edition*", (New York: McGraw-Hill, 2002).
12. Satwiko, Prasasto. "*Fisika Bangunan 2*", Penerbit Andi : Yogyakarta, 2004.

13. Service AC.net (2010). **Tips mengetahui PK AC dan daya pendingin(btu/hr)**
Retrieved July 25, 2010 from <http://serviceac.net/pk-ac-daya-pendingin-btu.php>.
14. Sinly Evan Putra, **Efisiensi Energi dan Exergi secara Optimal dengan Hukum Termodinamika**, http://www.chem-is-try.org/artikel_kimia/kimia_fisika/efisiensi_energi_dan_exergi_secara_optimal_dengan_hukum-hukum-termodinamika/, 2008.
15. Sinly Evan Putra. **Konservasi dan Diversifikasi Energi, Solusi Mengatasi Krisis Energi dan Pencemaran Udara di Indonesia**, Karya Ilmiah, Universitas Lampung, 2005.
16. SNI 03-6575-2001, **Tata Cara Perancangan Sistem Pencahayaan Buatan Pada Bangunan Gedung**, Jakarta:Badan Standarisasi Nasional Indonesia 2001.
17. SNI 03-6196-2000, **Prosedur audit energi pada bangunan gedung**, Jakarta : Badan Standarisasi Nasional Indonesia, 2001.
18. Totok, Z., **“Audit Energi di Fakultas Hukum Universitas Indonesia”**, Seminar, Departemen Elektro Fakultas Teknik Universitas Indonesia, 1999.
19. Turner, Wayne C, **Energy Management Handbook (3rd ed)**, Oklahama : The Fairmont Press, 1997.
20. -----**“Undang - Undang Republik Indonesia No.30 Tentang Energi”**, Jakarta, 2007.
21. -----**“Peraturan Presiden Indonesia No. 5 Tentang Kebijakan Energi Nasional”**, Jakarta, 2006.
22. -----, **Pedoman Pelaksanaan Konservasi Energi dan Pengawasannya di Lingkungan DEPDIKNAS**, Bagian Proyek Pelaksanaan Efisiensi Energi DEPDIKNAS, Jakarta, 2002.
23. -----, **SNI Standar Nasional Indonesia**, Bagian Proyek Efisiensi Energi DEPDIKNAS, Jakarta, 2001.

LAMPIRAN



PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK

PT. BNI (PERSERO) MALANG
BANK NIAGA MALANG

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015 Malang 65145
Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

Nomor Surat : ITN-412/EL-FTI/2015
Lampiran : -
Perihal : BIMBINGAN SKRIPSI (**Baru**)

21 Oktober 2015

Kepada : Yth. Bapak/Ibu **Ir. ChoirulSaleh, MT**
Dosen Teknik Elektro S-1
ITN MALANG

Dengan Hormat

Sesuai dengan permohonan dan persetujuan dalam Proposal Skripsi untuk mahasiswa:

Nama : RADEN NUGROHO EDHO FIRMANSYAH
Nim : 1112022
Fakultas : **Teknologi Industri**
Program Studi : **Teknik Elektro S-1**
Konsentrasi : T. Energi Listrik

Maka dengan ini pembimbingan tersebut kami serahkan sepenuhnya kepada Saudara/i selama masa waktu :

“ **Semester Ganjil Tahun Akademik 2015-2016** ”

Demikian atas perhatian serta bantuannya kami sampaikan terima kasih.

Mengetahui

Ketua Program Studi Teknik Elektro S-1



M. Ibrahim Ashari, ST, MT

NIP.P. 1030100358



PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK

PT. BNI (PERSERO) MALANG
BANK NIAGA MALANG

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015 Malang 65145
Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

Nomor Surat : ITN-412/EL-FTI/2015
Lampiran : -
Perihal : BIMBINGAN SKRIPSI (**Baru**)

21 Oktober 2015

Kepada : Yth. Bapak/Ibu **Ir. EkoNurchahyo,MT**
Dosen Teknik Elektro S-1
ITN MALANG

Dengan Hormat

Sesuai dengan permohonan dan persetujuan dalam Proposal Skripsi untuk mahasiswa:

Nama : RADEN NUGROHO EDHO FIRMANSYAH
Nim : 1112022
Fakultas : Teknologi Industri
Program Studi : Teknik Elektro S-1
Konsentrasi : T. Energi Listrik

Maka dengan ini pembimbingan tersebut kami serahkan sepenuhnya kepada Saudara/i selama masa waktu :

" Semester Ganjil Tahun Akademik 2015-2016 "

Demikian atas perhatian serta bantuannya kami sampaikan terima kasih.

Mengetahui

Ketua Program Studi Teknik Elektro S-1



M. Ibrahim Ashari, ST, MT

NIP.P. 1030100358



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO S-1
KONSENTRASI TEKNIK ENERGI LISTRIK

PERSETUJUAN PERBAIKAN SKRIPSI

Dari hasil ujian skripsi Jurusan Teknik Elektro jenjang strata satu (S-1) yang diselenggarakan pada :

Hari/Tanggal : Sabtu, 30 Januari 2016

Telah dilakukan perbaikan skripsi oleh :

Nama : R. NUGROHO EDHO FIRMANSYAH

NIM : 1112022

Jurusan : Teknik Elektro S-1

Konsentrasi : Teknik Energi Listrik

Judul Skripsi : **AUDIT ENERGI LISTRIK DI KAMPUS 2 ITN MALANG**

NO	MATERI PERBAIKAN	KET
1	Aturan Pengetikan? (spasi, jarak, dsb)	
2	Kata Pengantar	
3	Abstrak	
4	Latar Belakang, Rumusan Masalah	
	Tujuan, Batasan Masalah	
5	Dihitung semua daya di kampus 2	
6	Dihitung berapa Rp. Untuk perbulan	

Dosen Penguji I

Ir. Teguh Herbasuki, MT

NIP. Y. 1038900209

Dosen Pembimbing I

Ir Eko Nurcahyo. MT

NIP. Y. 1028700172

Dosen Pembimbing II

Ir. Choirul Saleh. MT

NIP.Y. 1018800190



PERSETUJUAN PERBAIKAN SKRIPSI

Dari hasil ujian skripsi Jurusan Teknik Elektro jenjang strata satu (S-1) yang diselenggarakan pada :

Hari/Tanggal : Sabtu, 30 Januari 2016

Telah dilakukan perbaikan skripsi oleh :

Nama : R. NUGROHO EDHO FIRMANSYAH

NIM : 1112022

Jurusan : Teknik Elektro S-1

Konsentrasi : Teknik Energi Listrik

Judul Skripsi : **AUDIT ENERGI LISTRIK DI KAMPUS 2 ITN
MALANG**

NO	MATERI PERBAIKAN	KET
1	Kcsimpulan	} b
	No. 2 dibetulkan. Tidak sesuai	
	No. 1 dibuang	
	No. 4 disempurnakan	
2	Hasil penelitian di bandingkan dengan tabel 3.1 hal 34 apakah ada perubahan ?	b
3	hasil audit di beri penjelasan	b

Dosen Penguji II

Bambang Prio Hartono, ST, MT

NIP. Y. 1028400082

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

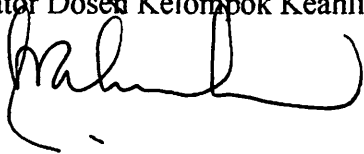
Ir Eko Nurcahyo. MT
NIP. Y. 1028700172

Ir. Choirul Saleh. MT
NIP.Y. 1018800190

**BERITA ACARA RAPAT PERSETUJUAN JUDUL/PROPOSAL SKRIPSI
PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO S-1
SEMESTER GANJIL 2015/2016**

Konsentrasi : *Energi Listrik*

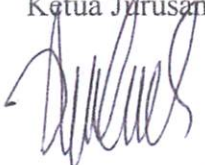
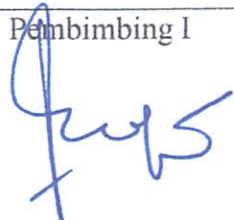
Tanggal : 10 Oktober 2015

1	NIM	1112022
2	Nama	R. Nugroho Edho Firmansyah
3	Judul yang diajukan	Audit Energi Listrik di Hotel Surya Prigen
4	Disetujui/Ditolak *	
5	Catatan: <i>Judul disetujui dengan perubahan, dirahalkan pd dosen, perbaiki</i>	
6	Pembimbing yang diusulkan: 1. <i>Choirul Saleh</i> 2. <i>Eko Nurcahyo</i>	
<p>Menyetujui</p> <p>1. Koordinator Dosen Kelompok Keahlian</p>  <p>Dosen Kelompok Keahlian (Terlampir)</p>		

* : Coret yang tidak perlu



BERITA ACARA SEMINAR PROGRESS SKRIPSI PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO S1

KONSENTRASI		Energi Listrik		
1.	Nama Mahasiswa	R Nugroho Falho Firmansyah	NIM	1112022
2.	Keterangan	Tanggal	Waktu	Tempat / Ruang
	Pelaksanaan	18/12/15		
3.	Judul Skripsi	Audit Energi Listrik Di Kampus 2 ITN Malang.....		
4.	Perubahan Judul		
5.	Catatan :		
6.	Mengetahui, Ketua Jurusan.  M. Ibrahim Ashari, ST, MT	Disetujui, Dosen Pembimbing		
		Pembimbing I 	Pembimbing II	