

# Jurnal Teknik

TEKNIK INFORMATIKA - TEKNIK MESIN - TEKNIK SIPIL - TEKNIK ELEKTRO - TEKNIK INDUSTRI

Jurnal Teknik, Vol.3 No. 1, Agustus 2014

RANCANG BANGUN SISTEM INFORMASI PENJUALAN MOBIL BERBASIS WEB  
STUDI KASUS PT. RAJAWALI SENTOSA

**Elfa Fitria, Renold Sirayan**

ANALISA PERANCANGAN SISTEM PENJUALAN ONLINE PADA  
PT. INDOTAICHEN TEXTILE INDUSTRY

**Irfan nasrullah**

RANCANG BANGUN SISTEM INFORMASI PERPUSTAKAAN BERBASIS WEB  
PADA SD NEGERI PORIS PLAWAD 7 TANGERANG

**Muhammad Jonni**

ANALISIS SISTEM PEMBELIAN BARANG MATERIAL PADA  
PT. KARUNACON INDOTAMA

**Rohmat Taufiq, Predi Dermawan**

IMPLEMENTASI LOGIKA FUZZY DALAM PENENTUAN POLA PENGGUNAAN  
ENERGI LISTRIK PADA SUATU GEDUNG BERDASARKAN HASIL AUDIT

**Rahma Farah Ningrum**

MINIMALISASI DEFECT PRODUK GRANITE TILE PADA PROSES SORTING & POLISHING  
DENGAN PENDEKATAN ROOT CAUSE ANALYSIS (RCA)

**Bambang Suhardi Waluyo, Tri Widodo**

ANALISA BEBAN DINAMIK PADA GEDUNG BERTINGKAT SEDERHANA DAN TINGGI  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH TANGERANG

**Almufid, Saiful Haq**

SISTEM PROTEKSI DARI PEMBANGKIT SAMPAI KONSUMEN

**Andrie D.Nurdin, Bayu Purnomo**

PERANCANGAN KONTROL OTOMATIS MESIN MIXER PENGADUK BAHAN  
PADA PERUSAHAAN MAKANAN DAN MINUMAN

**Sumardi, Lis Handoko**

ANALISA TATA LETAK PABRIK UNTUK MEMINIMALISASI *MATERIAL HANDLING*  
PADA PABRIK SHEET METAL DENGAN SOFTWARE PROMODEL

**Sri Lestari**

EVALUASI KUALITAS PELAYANAN PENGUJIAN KENDARAAN BERMOTOR DENGAN  
METODE SERVQUAL

**Tri Widodo**



**Fakultas Teknik**  
**Universitas Muhammadiyah Tangerang**

## Susunan Redaksi Jurnal Teknik Fakultas Teknik - Universitas Muhammadiyah Tangerang

Pelindung	: H. Achmad Badawi, S.Pd., SE., MM. (Rektor UMT)
Penanggung Jawab	: Ir. Saiful Haq (Dekan Teknik)
Pembina Redaksi	: 1. Rohmat Taufik, ST., M.Kom. 2. Drs. H. Syamsul Bahri, MSi.
Pimpinan Redaksi	: Drs. Ir. Sumardi Sadi, MT.
Redaktur Pelaksana	: Mahpud, M.Kom
Dewan Redaksi	: 1. M. Jonni, M.Kom. 2. Vienka Rahmanita, MT. 3. Ir. Bayu Purnomo 4. Elfa Fitria, S.Kom, M.Eng. 5. Bambang Suhardi, W, ST, MT. 6. Yafid Efendi, ST, MT.
Mitra Bestari	: 1. Prof. Dr. Aris Gumilar 2. Dr. Ir. Doddy Hermiyono, DEA. 3. Nur Fajar Yanta, MSc.

Alamat :

Jl. Perintis Kemerdekaan I No. 33 Cikokol Tangerang 5537198

Telp. : 021 51374916

## DAFTAR ISI

- 1. Rancang Bangun Sistem Informasi Penjualan Mobil Berbasis Web Studi Kasus PT. Rajawali Sentosa – 1**  
Elfa Fitria, Renold Sirayan
- 2. Analisa Perancangan Sistem Penjualan Online Pada PT. Indotaichen Textile Industry – 9**  
Irfan Nasrullah
- 3. Rancang Bangun Sistem Informasi Perpustakaan Berbasis Web Pada Sd Negeri Poris Plawad 7 Tangerang – 19**  
Muhammad Jonni
- 4. Analisis Sistem Pembelian Barang Material Pada PT. Karunacon Indotama – 36**  
Rohmat Taufiq, Predi Dermawan
- 5. Implementasi Logika Fuzzy Dalam Penentuan Pola Penggunaan Energi Listrik Pada Suatu Gedung Berdasarkan Hasil Audit Energi – 44**  
Rahma Farah Ningrum, S.Kom, M.Kom.
- 6. Minimalisasi Defect Produk Granite Tile Pada Proses Sorting & Polishing Dengan Pendekatan Root Cause Analysis (RCA) (Studi Kasus di PT. Niro Ceramic Nasional Indonesia, Bogor–Jawa Barat) – 53**  
Bambang Suhardi Waluyo, MT & Tri Widodo, MT
- 7. Analisa Beban Dinamik Pada Gedung Bertingkat Sederhana dan Tinggi Universitas Muhammadiyah Tangerang – 68**  
Almufid, Saiful Haq
- 8. Sistem Proteksi dari Pembangkit Sampai Konsumen – 80**  
Andrie D. Nurdin, Bayu Purnomo
- 9. Perancangan Kontrol Otomatis Mesin Mixer Pengaduk Bahan Pada Perusahaan Makanan dan Minuman – 91**  
Sumardi, Lis Handoko
- 10. Analisa Tata Letak Pabrik Untuk Meminimalisasi Material Handling Pada Pabrik Sheet Metal Dengan Software Promodel – 106**  
Sri Lestari
- 11. Evaluasi Kualitas Pelayanan Pengujian Kendaraan Bermotor Dengan Metode Servqual – 111**  
Tri Widodo, MT

## **IMPLEMENTASI LOGIKA FUZZY DALAM PENENTUAN POLA PENGGUNAAN ENERGI LISTRIK PADA SUATU GEDUNG BERDASARKAN HASIL AUDIT ENERGI**

**Rahma Farah Ningrum, S.Kom, M.Kom.**

Dosen Jurusan Teknik Informatika  
Sekolah Tinggi Teknik PLN  
E-mail: *rahma\_farah@yahoo.com*

### **ABSTRAK**

Penggunaan energi listrik semakin hari semakin meningkat. Sebagian besar dari masyarakat hanya mempedulikan kenyamanan dalam menggunakan energi listrik tanpa memikirkan kedepannya, sehingga pola penggunaan yang boros tidak sedikit terjadi. Penting bagi kita mengetahui pola penggunaan energi listrik tanpa mengabaikan kenyamanan dalam penggunaan energi listrik, selain kita dapat menghemat energi, kita juga dapat memaksimalkan penggunaan energi listrik. Setelah audit energi, dapat dilakukan perhitungan intensitas konsumsi energi listrik untuk menentukan pola penggunaan energi. Dalam hal ini, pola penggunaan dihitung berdasarkan fuzzifikasi dengan batasan-batasan yang telah ditentukan. Penghitungan intensitas konsumsi serta pola penggunaan energi listrik dilakukan dengan menggunakan software Matlab.

**Kata Kunci :** *energi listrik, audit energi, fuzzy, matlab.*

### **1. Pendahuluan**

#### **1.1 Latar Belakang**

Usaha-usaha untuk menghemat energi disegala bidang makin dirasakan perlu karena semakin terbatasnya sumber-sumber energi yang tersedia dan semakin mahalnya biaya pemakaian energi. Usaha-usaha penghematan energi pada suatu bangunan komersial seperti hotel atau suatu pabrik hanya dapat dilakukan jika telah diketahui untuk apa energi tersebut digunakan dan berapa besarnya pemakaian energi ditiap-tiap bangunan gedung tersebut. Untuk dapat mengetahui pemakaian energi dan adanya potensi penghematan energi maka dilakukan Audit Energi. Audit energi itu sendiri berarti kegiatan untuk mengidentifikasi potensi penghematan dan menentukan jumlah energi dan biaya yang dapat dihemat melalui upaya konservasi energi pada suatu sistem, fasilitas maupun peralatan yang ada. Kegiatan audit energi untuk bangunan-bangunan komersial telah

banyak dilakukan. Selain untuk menghemat energi itu sendiri, juga untuk menghemat biaya untuk pemakaian energi.

Jangkauan audit energi dimulai dari survei data sederhana hingga pengujian data yang sudah ada secara rinci, yang dirancang untuk menghasilkan data baru. Langkah awal melakukan audit energi adalah Survei Awal atau Audit Energi Awal (AEA). AEA sangat berguna untuk mengenali sumber-sumber pemborosan energi dan tindakan-tindakan sederhana yang dapat diambil untuk meningkatkan efisiensi energi dalam jangka pendek. Selanjutnya, Audit Energi Terinci (AET) dilakukan setelah AEA dengan menggunakan alat-alat ukur yang sengaja dipasang pada peralatan untuk mengetahui besarnya konsumsi energi. Kegiatan ini diikuti dengan analisis rinci penggunaan energi beberapa sistem. Tujuannya untuk mengevaluasi kemungkinan penghematan energi. Hasil dari AET berupa rekomendasi perubahan-perubahan sistem atau

komponen yang diperlukan dengan didasari oleh bukti-bukti perhitungan agar diperoleh penghematan energi dan penghematan biaya energi beserta pola penggunaan energi dan cara-cara implementasinya.

Dalam pengolahan data yang tidak sedikit untuk mendapatkan data yang baru digunakan *software* Matlab. Menggunakan logika fuzzy, data diolah untuk memperoleh pola dalam penggunaan energi listrik pada suatu gedung. Sehingga konsumen energi listrik dapat melakukan penghematan jika diperlukan.

### 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, dapat dirumuskan beberapa permasalahan sebagai berikut:

1. Bagaimana menentukan pola penggunaan energi dari hasil audit energi?
2. Bagaimana penentuan pola penggunaan energi listrik sesuai dengan nilai intensitas konsumsi energi menggunakan metode logika fuzzy?

### 1.3 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam penulisan ini adalah:

1. Pengolahan data menggunakan metode logika fuzzy pada software Matlab.
2. Keluaran dari pengolahan data hanya berupa laporan yang memuat rekomendasi serta pola penggunaan energi listrik.
3. Penelitian yang dilaksanakan adalah audit energi awal, tidak ada kegiatan audit berlanjut.

### 1.4 Tujuan

Untuk dapat mengetahui pola penggunaan energi listrik pada suatu gedung agar bisa dilakukan penghematan energi listrik berdasarkan hasil audit energi, sehingga energi listrik dapat dimanfaatkan secara maksimal.

## 2. Landasan Teori

### 2.1. Implementasi

Implementasi adalah suatu tindakan atau pelaksanaan dari sebuah rencana

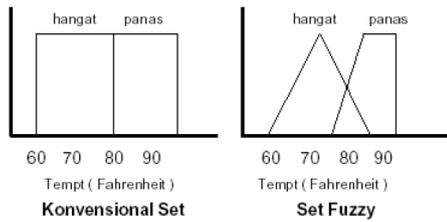
yang sudah disusun secara matang dan terperinci. Implementasi biasanya dilakukan setelah perencanaan sudah dianggap fix.

Secara sederhana, implementasi bisa diartikan pelaksanaan atau penerapan. Majone dan Wildavsky (Nurdin Usman, 2002), mengemukakan implementasi sebagai evaluasi. Browne dan Wildavsky (Nurdin Usman, 2004:70) mengemukakan bahwa "implementasi adalah perluasan aktivitas yang saling menyesuaikan". Pengertian implementasi sebagai aktivitas yang saling menyesuaikan juga dikemukakan oleh Mclaughlin (Nurdin Usman, 2004). Adapun Schubert (Nurdin Usman, 2002:70) mengemukakan bahwa "implementasi adalah sistem rekayasa".

### 2.2. Logika Fuzzy

Sebelum munculnya teori logika fuzzy (*Fuzzy Logic*), dikenal sebuah logika tegas (*Crisp Logic*) yang memiliki nilai benar atau salah secara tegas. Sebaliknya Logika Fuzzy merupakan sebuah logika yang memiliki nilai kekaburan atau kesamaran (*fuzzyness*) antara benar dan salah. Dalam teori logika fuzzy sebuah nilai bisa bernilai benar dan salah secara bersamaan, namun berapa besar kebenaran dan kesalahan suatu nilai tergantung kepada bobot keanggotaan yang dimilikinya (Kusumadewi S, Purnomo H, 2004).

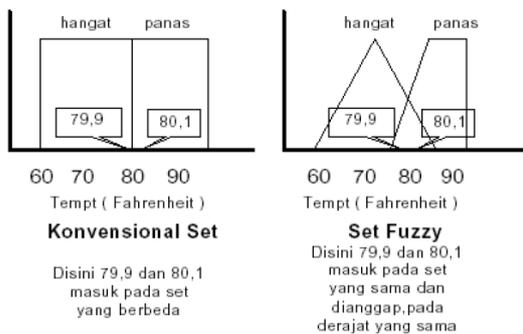
Sebagai contoh, apakah 80 derajat farhenheit tergolong hangat atau panas? Dalam logika fuzzy, dan dalam dunia nyata, "kedua-duanya benar" mungkin merupakan jawabannya. Seperti yang dapat dilihat pada grafik fuzzy dibawah ini, 80 derajat adalah sebagian hangat dan sebagian panas dalam gambaran set fuzzy. Sementara hal ini dapat dibenarkan bahwa tumpang tindih antara set dapat terjadi dalam logika boolean, transisi dari set ke set terjadi seketika itu juga (yaitu elemen yang dapat menjadi anggota set atau tidak). Dengan logika fuzzy, sementara itu, transisi dapat beringkat-tingkat (yaitu elemen dapat memiliki sebagian keanggotaan dalam sejumlah set)



Gambar 1. Konvensional dan Fuzzy Set

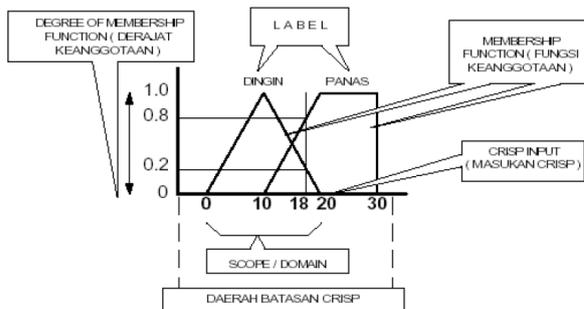
### 2.2.1. Himpunan Fuzzy, Konvensional set dan Fuzzy Set

Dalam logika klasik menggunakan set konvensional yang ditunjukkan dibawah, 79,9 derajat dapat diklasifikasikan sebagai hangat, dan 80,1 derajat dapat diklasifikasikan sebagai panas. Perubahan kecil dalam sistem dapat menyebabkan perbedaan reaksi berarti. Dalam sistem fuzzy, perubahan kecil temperatur akan memberikan hasil perubahan yang tidak jelas pada kinerja sistem.



Gambar 2. Konvensional dan Fuzzy Set (2)

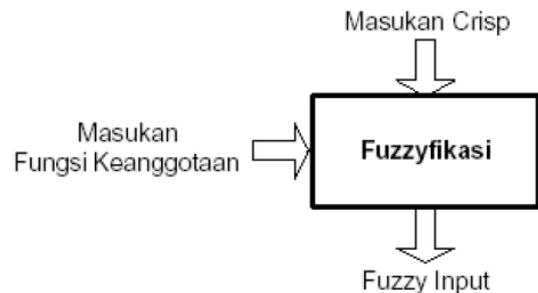
Untuk mengerti sistem fuzzy, harus mengenal konsep dasar yang berhubungan dengan logika fuzzy.



Gambar 4. Variabel Fuzzy

### 2.2.2. Fuzzyfikasi dan Fungsi Keanggotaan

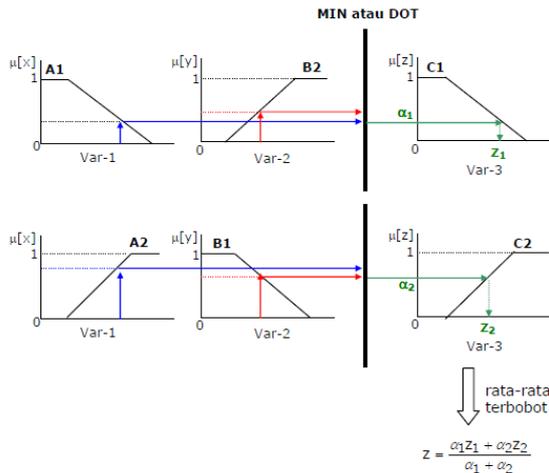
Langkah pertama dalam memproses logika fuzzy mengandung transformasi domain yang dinamakan fuzzyfikasi. Masukan crisp ditransformasikan kedalam masukan fuzzy. Sebagai contoh, masukan crisp 78 derajat akan ditransformasikan sebagai hangat dalam bentuk fuzzy. 90 mph akan ditransformasikan menjadi cepat dan sebagainya. Untuk mengubah bentuk masukan crisp kedalam masukan fuzzy, fungsi keanggotaan pertama kali harus ditentukan untuk tiap masukan. Sekali fungsi keanggotaan ditentukan, fuzzyfikasi mengambil nilai masukan secara realtime, seperti temperatur, dan membandingkan dengan informasi fungsi keanggotaan yang tersimpan untuk menghasilkan nilai masukan fuzzy.



Gambar 5. Fuzzyfikasi

### 2.2.3. Sistem Inferensi Fuzzy

Salah satu yang ada pada sistem inferensi fuzzy adalah Metode Tsukamoto. Pada metode ini, setiap konsekuensi pada aturan yang berbentuk IF-THEN harus direpresentasikan dengan suatu himpunan fuzzy dengan fungsi keanggotaan yang monoton. Sebagai hasilnya, output hasil inferensi dari tiap-tiap aturan diberikan secara tegas (*crisp*) berdasarkan  $\alpha$ -predikat (*fire strength*). Hasil akhirnya diperoleh dengan menggunakan rata-rata ters.



Gambar 6. Inferensi dengan metode Tsukamoto

### 2.3. Energi Listrik

Energi listrik (kekuatan listrik / daya listrik) adalah bentuk energi yang dihasilkan dari adanya perbedaan potensial antara dua titik, sehingga membentuk sebuah arus listrik diantara keduanya ketika dibawa ke dalam kontak melalui sebuah konduktor listrik, dan untuk memperoleh kerja listrik tersebut. Energi listrik dapat diubah menjadi bentuk lain energi seperti energi cahaya atau sinar, energi mekanik dan energi panas.

Energi listrik dinyatakan sebagai arus listrik, yakni sebagai gerakan muatan listrik negatif atau elektron melalui kabel konduktor logam karena perbedaan potensial diterapkan untuk generator pada ujung-ujungnya berkat motor listrik dan komponen mekanis berbagai peralatan .

### 2.4. Audit Energi

Berdasarkan Pedoman Teknis Audit Energi, dari Pusat Pengkajian Industri Hijau dan Lingkungan Hidup Badan Pengkajian Iklim dan Mutu Industri (BPKIMI), Kementerian Perindustrian (2011) Audit Energi merupakan bagian dari manajemen energi dalam rangka melakukan pengelolaan energi dalam suatu sistem sehingga diperoleh penggunaan energi yang optimal. Audit energi adalah kegiatan untuk mengidentifikasi potensi penghematan dan menentukan jumlah energi dan biaya yang dapat dihemat melalui upaya

konservasi energi pada suatu sistem, fasilitas maupun peralatan yang ada. Gabungan antara pengumpulan data, analisa data dan definisi kegiatan konservasi disebut sebagai audit energi.

#### 2.4.1. Jenis Audit Energi

Adapun jenis kegiatan dalam audit energi adalah sebagai berikut:

1. Survei awal atau Audit Energi Awal (AEA) yang merupakan langkah awal sangat berguna untuk mengenali sumber-sumber pemborosan energi dan tindakan-tindakan sederhana yang dapat diambil untuk meningkatkan efisiensi energi dalam jangka pendek. Hasil yang khas dari AEA adalah rekomendasi tentang tindakan berbiaya rendah yang segera dapat dilaksanakan dan rekomendasi audit yang lebih ekstensif untuk menguji dengan lebih teliti area yang terpilih.
2. Audit Energi Terinci (AET) biasanya dilakukan setelah AEA, dan akan membutuhkan waktu yang agak lama. Selain pengumpulan data dari catatan yang ada, instrumentasi portable digunakan untuk mengukur parameter operasi yang penting yang dapat membantu team mengaudit energi dalam neraca material dan panas pada peralatan proses Jenis uji yang dijalankan selama audit terinci mencakup uji efisiensi pembakaran, pengukuran suhu dan aliran udara pada peralatan utama yang menggunakan bahan bakar, penentuan penurunan faktor daya yang disebabkan oleh berbagai peralatan listrik, dan uji sistem proses untuk operasi yang masih didalam spesifikasi.

#### 2.4.2. Tujuan Audit Energi

Tujuan dari AEA adalah untuk mengukur produktifitas dan efisiensi penggunaan energi dan mengidentifikasi kemungkinan penghematan energi Adapun hasil akhir dari AET akan berupa laporan terinci yang memuat rekomendasi disertai dengan manfaat dan biaya terkait serta program pelaksanaannya. Secara umum cukup sulit untuk menyimpulkan besarnya

penghematan yang dapat diidentifikasi melalui audit energi. Namun begitu, penghematan biasanya mendekati jumlah yang cukup berarti, sekalipun melalui audit energi yang paling sederhana.

### 2.4.3 Standar Audit Energi

Standar yang harus digunakan dalam audit energi haruslah standar yang berlaku yaitu Standar Nasional Indonesia (SNI). Bahkan telah ada instansi khusus masalah standar di Indonesia, yaitu Badan Standarisasi Nasional (BSN).

Standar-standar yang biasa digunakan secara internasional antara lain:

1. SNI 03-6196-2000; *prosedur audit pada bangunan gedung*.
2. BOCA, *International energi conservation code 2000*.
3. ASHRAE, *Standar*
4. BOMA, *Standard method for measuring floor area in office buildings*.

Perhitungan Indeks Konsumsi Energi (IKE) menggunakan hasil penelitian ASSEAN-USAID standar IKE sebagai berikut:

1. IKE perkantoran : 240 kWh/m<sup>2</sup> per tahun
2. IKE pusat belanja : 330 kWh/m<sup>2</sup> per tahun
3. IKE hotel/apartemen: 300 kWh/m<sup>2</sup> per tahun
4. IKE rumah sakit : 380 kWh/m<sup>2</sup> per tahun

Nilai dari IKE diatas adalah standar pada tahun 1992 yang diterapkan pada **SNI 05-3052-1992**

Intensitas Konsumsi Energi (IKE) adalah perbandingan antara konsumsi energi dengan satuan luas bangunan.

Tabel 1. Kriteria IKE untuk bangunan gedung ber-AC per bulan

No	Kriteria	kWh/m <sup>2</sup> /bulan
1	Sangat	3,5 -
2	Efisien	7,92
3	Efisien	7,93 -
4	Cukup	12,08
5	Efisien	12,08 -

6	Agak Boros	14,58
	Boros	14,58 -
	Boros	19,17
	Sangat Boros	19,17 -
	Boros	23,75
		23,75 -
		37,5

Tabel 2. Kriteria IKE untuk bangunan gedung tidak ber-AC per bulan

No	Kriteria	kWh/m <sup>2</sup> /bulan
1	Sangat	0,84 – 1,67
2	Efisien	1,67 – 2,5
3	Efisien	2,5 – 3,4
4	Boros	3,34 – 4,17
	Sangat Boros	

Potensi penghematan merupakan hasil analisis Intensitas Konsumsi Energi untuk selanjutnya dibandingkan dengan standar digunakan (SNI, BSN). Jika jumlah IKE lebih besar dari standar, maka ada potensi penghematan yang dapat dihitung dengan:

$$\text{Potensi Penghematan} = \Delta \text{IKE} \times \text{tarif listrik} \times \text{luas area}$$

Setelah mendapatkan nilai potensi penghematan, besar penghematan yang dapat diperoleh bisa dihitung dari selisih antara pemakaian biaya rata-rata per bulan dengan potensi penghematan.

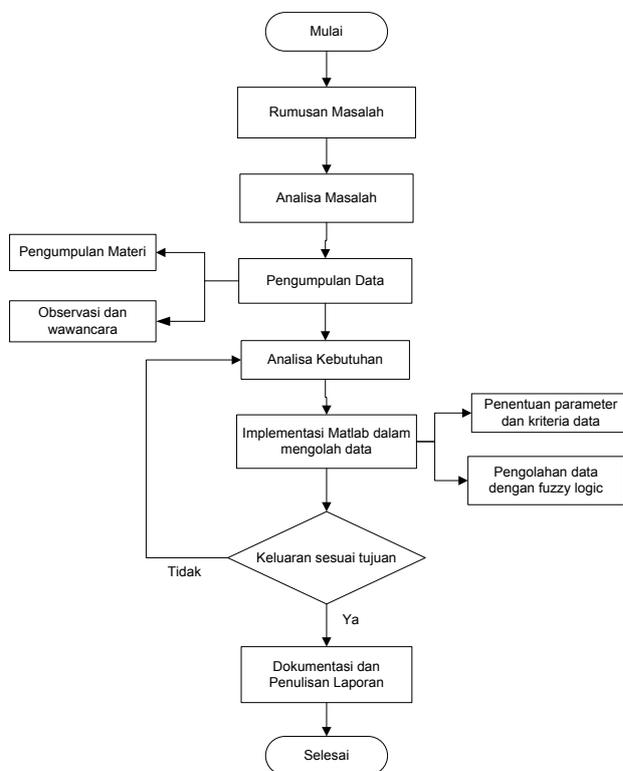
### 2.5. Matlab

Matlab adalah sebuah bahasa dengan kemampuan tinggi untuk komputasi teknis. Ia menggabungkan komputasi, visualisasi, dan pemrograman dalam satu kesatuan yang mudah digunakan dimana masalah dan penyelesaiannya diekspresikan dalam notasi matematik yang sudah dikenal. Nama MATLAB merupakan singkatan dari *matrix laboratory*. Matlab awalnya dibuat untuk memudahkan dalam mengakses software matriks yang telah dikembangkan oleh LINPACK dan EISPACK. Dalam perkembangannya, Matlab mampu mengintegrasikan beberapa software matriks sebelumnya dalam satu software untuk komputasi matriks. Tidak

hanya itu, Matlab juga mampu melakukan komputasi simbolik yang biasa dilakukan oleh Maple. Matlab dapat menunjukkan hasil perhitungan dalam bentuk grafik dan dapat dirancang sesuai keinginan kita menggunakan GUI yang dibuat sendiri (Pengantar untuk Pemrograman Matlab, 2012)

### 3. Metodologi Penelitian

Secara umum, pemikiran dalam penelitian ini tersaji dalam diagram alir kerangka pemikiran dibawah inii. Diagram tersebut memperlihatkan tahap-tahap proses penelitian yang harus dilakukan sampai pada tahap penyusunan laporan.



1. Rumusan Masalah  
Merumuskan masalah yang akan diangkat serta menentukan batasan-batasan masalahnya.
2. Analisa Masalah  
Mempelajari masalah-masalah yang berada di ruang lingkup yang sedang dikerjakan dengan mengetahui batasan-batasan masalahnya.
3. Pengumpulan Data  
Pada tahap ini, penulis diberikan kesempatan untuk mencari data-data yang

berhubungan dengan materi yang telah diberikan. Adapun teknik pengumpulan data yang penulis gunakan adalah observasi dan wawancara. Observasi dilakukan dengan melakukan pengamatan langsung. Wawancara yang penulis lakukan yaitu melakukan tanya jawab dengan para staf dalam gedung tersebut.

4. Analisa Kebutuhan  
Memahami apa saja yang dibutuhkan untuk menyelesaikan masalah sesuai dengan latar belakang masalah.
5. Implementasi Matlab dalam Mengolah Data  
Dalam proses penentuan pola penggunaan penggunaan energi listrik, digunakan Matlab dalam mengolah data yang telah didapatkan dengan menggunakan metode Logika Fuzzy. Parameter dan kriteria data ditentukan untuk mendapatkan output sesuai dengan tujuan.
6. Dokumentasi dan Penulisan Laporan  
Apabila tidak ada kesalahan dalam program aplikasi tersebut saat dilakukan pengujian, maka aplikasi dinyatakan berhasil dan segera dibuat dokumentasi dari aplikasi tersebut untuk tahap pemeliharaan dan segera dilakukan penulisan laporan penelitian untuk penyelesaian tugas akhir.

Metode studi pustaka dilakukan dengan mengumpulkan data dan informasi baik observasi ataupun studi lapangan yang dijadikan sebagai acuan dalam pengelolaan data untuk audit energi. Referensi diperoleh dari buku, panduan audit energi, literatur, makalah dan website resmi.

### 4. Hasil dan Uji Coba

#### 4.1 Hasil Audit Energi

Dalam penulisan ini, audit energi dilakukan dengan mengambil contoh pada sebuah gedung berlantai 2 (dua). Data penggunaan energi listrik yang dianalisa adalah data dalam kurun waktu satu tahun. Berikut adalah data penggunaan total energi listrik dan biaya yang dike-

luarkan setiap bulannya berdasarkan pembayaran rekening listrik.

Tabel 3. Penggunaan energi listrik Desember 2012 – November 2013

No	Bulan	Pemakaian (kwh)
1	Desember '12	2552
2	Januari '13	2442
3	Februari '13	1859
4	Maret '13	2151
5	April '13	2405
6	Mei '13	1930
7	Juni '13	2922
8	Juli '13	2924
9	Agustus '13	1916
10	September '13	2724
11	Oktober '13	2669
12	November '13	2660
Total		29124

Tabel 4. Biaya listrik per satu tahun

No	Bulan	Tagihan (Rp.)
1	Desember '12	2.497.845
2	Januari '13	2.387.445
3	Februari '13	1.861.050
4	Maret '13	2.320.980
5	April '13	2.671.500
6	Mei '13	2.152.080
7	Juni '13	3.575.535
8	Juli '13	3.578.295
9	Agustus '13	2.367.230
10	September '13	3.511.020
11	Oktober '13	3.435.120
12	November '13	3.569.672
Rata-rata		2.827.314

Komposisi penggunaan energi terbagi dalam tiga kelompok beban, yaitu: beban penerangan 59%, air conditioner (AC) 30%, dan peralatan elektronik 11%. penggunaan energi listrik rata-rata dari rekening listrik selama 12 bulan dari bulan Desember 2012 sampai dengan November 2013 adalah sebesar 2427 kWh/bulan, dengan tarif rata-rata sebesar Rp.1350/kWh. Luas area yang dialiri listrik pada gedung adalah 1260m<sup>2</sup> dengan rincian lantai 1 (satu) sekitar 630m<sup>2</sup>, dan lantai 2 (dua) sekitar 630m<sup>2</sup>.

Berdasarkan data yang telah diperoleh, untuk mengetahui pola penggunaan energi listrik dalam satu tahun dapat diketahui dengan menghitung intensitas konsumsi energi, yaitu perhitungan dari total konsumsi listrik yang digunakan per tahun dibagi dengan luas area yang dialiri listrik. IKE untuk kantor adalah:

$$\begin{aligned}
 IKE &= \frac{\text{Total Konsumsi Energi Listrik}}{\text{Luas Area}} \\
 &= \frac{29214 \text{ kWh}}{1260 \text{ m}^2} \\
 &= 23,19 \text{ kWh/m}^2
 \end{aligned}$$

Sesuai dengan standar IKE listrik hasil penelitian ASEAN-USAID tahun 1992 dimana untuk klasifikasi perkantoran (komersial) yaitu sebesar 240 kWh/m<sup>2</sup>/tahun, maka dapat dikatakan dari data hasil perhitungan Intensitas Konsumsi Energi (IKE) listrik per satuan luas sebuah gedung kantor berdasarkan konsumsi energi dari rekening pembayaran listrik selama 12 bulan yaitu sebesar 23,19 kWh/m<sup>2</sup> per tahun. Nilai tersebut berada jauh dari batas standar yang ditentukan sehingga bisa dikatakan bahwa IKE ini sangat efisien. Hal ini terjadi karena penggunaan maksimal cahaya ruangan dipakai seluruhnya, diluar dari itu penggunaan energi listrik hanya sedikit. Penggunaan air conditioner (AC) juga hanya digunakan pada ruangan-ruangan tertentu.

Untuk nilai intensitas konsumsi energi yang mencapai kriteria efisien, dapat diusahakan menjadi dalam kriteria sangat efisien dengan menghitung potensi penghematan agar pihak terkait yang mengadakan audit energi dapat memprediksi keuntungan yang dapat diperoleh jika melakukan penghematan energi. Potensi penghematan dihitung dengan hasil satuan rupiah (Rp.)

$$\begin{aligned}
 \text{Potensi Penghematan} \\
 &= \Delta IKE \times \text{Luas Area} \\
 &\quad \times \text{Tarif Listrik}
 \end{aligned}$$

Dalam perhitungan ini, tarif listrik yang digunakan adalah tarif dasar listrik yang terbaru yaitu Rp. / kWh. Namun bila nilai intensitas konsumsi pada sebuah gedung sudah mencapai kriteria sangat efisien, maka usaha penghematan tidak perlu dilakukan.

### 4.2 Penentuan Pola dengan Fuzzifikasi

Setelah mendapatkan nilai intensitas konsumsi energi, nilai tersebut dikonversi kedalam nilai / derajat keanggotaan dengan interval 0 sampai 1. Salah satu cara mendapatkan nilai keanggotaan adalah dengan pendekatan fungsi.

Dalam penentuan pola penggunaan energi per tahun, belum ada batas-batas standar dalam setiap kategori. Namun hanya ada standar Indeks Konsumsi Energi (IKE) menggunakan hasil penelitian ASEAN-USAID, dengan standar untuk perkantoran adalah 240 kWh/m<sup>2</sup>.

Dalam aplikasi ini kriteria nilai IKE dibagi menjadi empat kriteria, yaitu: Sangat Efisien (20 – 159.96 kWh/m<sup>2</sup>), Efektif (144.96-257.52 kWh/m<sup>2</sup>), Cukup Efektif (230.04-367.5 kWh/m<sup>2</sup>), dan Boros (300-450 kWh/m<sup>2</sup>). Jarak setiap kriteria diambil dari perhitungan standar penggunaan perbulan seperti pada Tabel 1 dan Tabel 2.

Fungsi yang digunakan adalah Representasi Linear, dengan derajat keanggotaan terbagi dua yaitu representasi linear naik dan representasi linear turun.

Fungsi keanggotaan representasi naik:

$$\mu[x] = \begin{cases} 0; & x \leq a \\ (x - a)/(b - a); & a \leq x \leq b \\ 1; & x \geq b \end{cases}$$

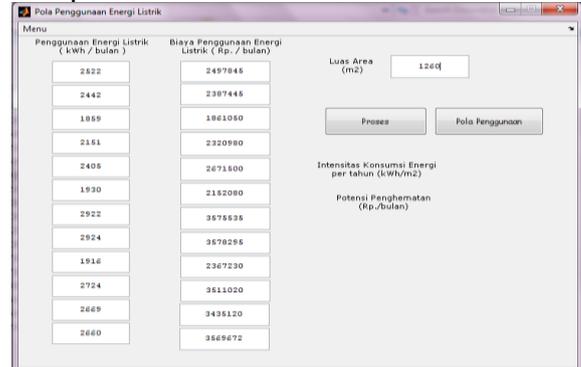
Fungsi keanggotaan representasi turun:

$$\mu[x] = \begin{cases} (x - a)/(b - a); & a \leq x \leq b \\ 0; & x \geq b \end{cases}$$

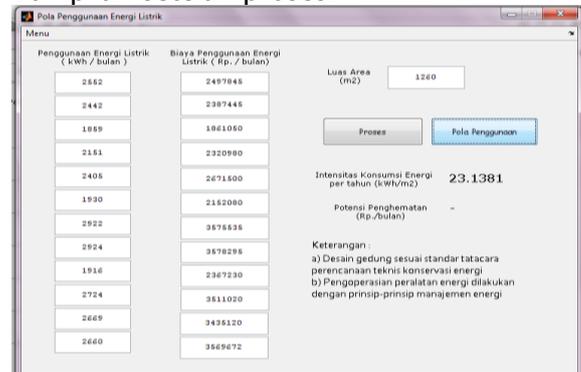
Derajat keanggotaan dalam nilai IKE menunjukkan derajat suatu IKE dalam suatu kriteria. Sehingga pola penggunaan energi lebih jelas terlihat, dan dapat diambil tindakan tepat untuk mengatasinya.

### 4.3 Interface

Tampilan memasukkan data:

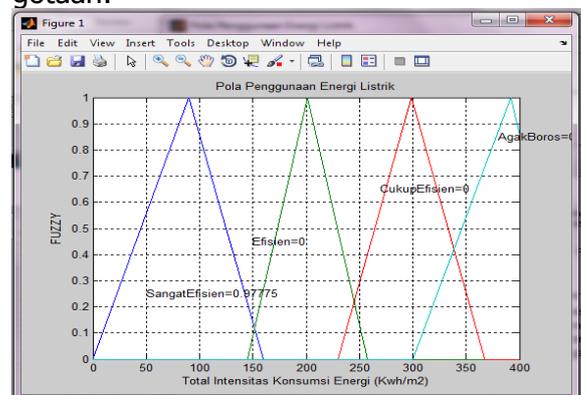


Tampilan setelah proses:



Setelah menekan tombol proses, nilai intensitas konsumsi energi, jumlah potensi penghematan, beserta keterangan dalam pola penggunaannya ditampilkan berdasarkan data masukan.

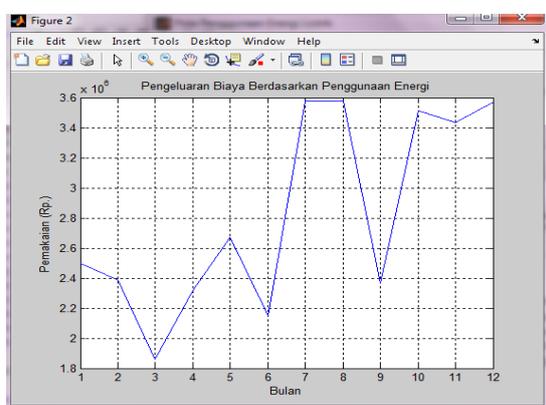
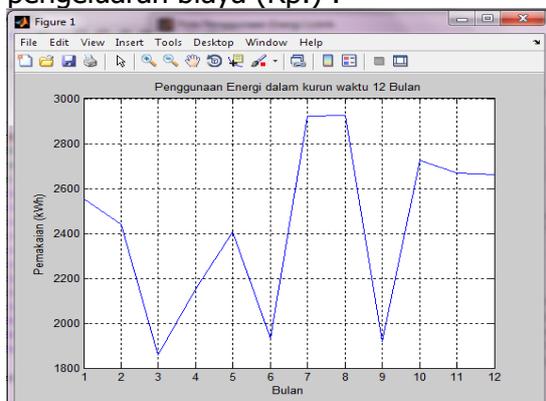
Pola penggunaan dalam bentuk grafik beserta batas-batas dan derajat keanggotaan:



Pada grafik diatas ditampilkan nilai derajat keanggotaan berdasarkan nilai IKE yang menentukan pola penggunaan energi. Derajat keanggotaan membantu men-

jelaskan sejauh mana intensitas konsumsi energi dalam satu kriteria.

Grafik penggunaan energi (kWh) dan pengeluaran biaya (Rp.) :



## 5. Kesimpulan

Pola penggunaan energi dapat diperoleh dari perhitungan intensitas konsumsi energi. Dengan mengetahui intensitas konsumsi energi, kita dapat mengetahui potensi penghematan yang dapat dilakukan.

Penentuan pola penggunaan energi dengan fuzzifikasi memperlihatkan pola dengan jelas. Sehingga jika selisih nilai yang kecil akan terlihat menggunakan fuzzifikasi.

## 6. Daftar Pustaka

Anonim. 2013. Audit Energi. [Online]. Tersedia: <http://www.bikasolusi.co.id/audit-energi/>

Anonim. 2013. Audit Energi. [Online]. Tersedia:

<http://warungenergi.com/index.php/article/manajemen-energi/52-umum/101-audit-energi>

Anonim. 2012. Pengertian Implementasi Menurut Para Ahli. [Online]. Tersedia: <http://www.jualbeliforum.com/pendidikan/215357-pengertian-implementasi-menurut-para-ahli.html>

Marzuki, Achmad dan Rusman. (2012) Audit Energi pada Bangunan Gedung Direksi PT> Perkebunan Nusantara XIII (Persero) : Politeknik Negeri Pontianak, 8 (3) Oktober, 184-196.

Nawazir. 2011. Pengertian Energi Listrik. [Online]. Tersedia: <http://id.shvoong.com/exact-sciences/engineering/2286288-pengertian-energi-listrik/#ixzz2f8Rq5vql>

Simatupang, Rafles dkk. 2011. Pedoman Teknis Audit Energi Dalam Implementasi Konservasi Energi dan Pengurangan Emisi CO<sub>2</sub> di Sektor Industri. Jakarta: Kementerian Perindustrian.

Rei, Argha Kusumah. 2010. Metode Audit Energi Dan Implementasi. [Online]. Tersedia: <http://www.scribd.com/doc/41962867/Makalah-Audit-Energi-Revisi-5-Jan-10>