# BAB I

# PENDAHULUAN

## Latar Belakang

Listrik dewasa ini memiliki peran yang sangat strategis, baik untuk mencukupi kebutuhan energi di rumah, kantor maupun di pabrik- pabrik. Negara-negara maju yang memiliki sumber energi listrik yang cukup besar memungkinkan untuk tidak membatasi tingkat konsumsi daya listrik, tetapi di Indonesia dengan sumber energi listrik yang terbatas perlu dilakukan efisiensi penggunaannya. Salah satu cara mencari efisiensi daya listrik adalah menghitung daya maksimum yang di butuhkan suatu ruangan. Daya yang dihitung berhubungan dengan pencahayaan ruangan. Sistem pencahayaan yang tepat dalam suatu ruangan dapat mengupayakan penghematan energi yaitu dengan cara menggunakan daya lampu listrik dalam ruangan sesuai dengan kebutuhan yang diperlukan.

Sebuah bangunan/gedung harus dirancang agar hemat listrik, sehingga perlu memperhatikan tingkat pencahayaan, baik pencahayaan alami maupun pencahayaan buatan. Prinsip umum pencahayaan adalah cahaya yang berlebihan tidak baik, khususnya bagi penglihatan. Penglihatan tidak akan lebih baik hanya dari jumlah atau kuantitas cahaya tetapi juga dari kualitasnya. Kuantitas dan kualitas pencahayaan yang baik ditentukan dari tingkat refleksi cahaya dan tingkat rasio pencahayaan pada ruangan. Selain aspek kuantitas dan kualitas pencahayaan perlu juga memperhatikan aspek efisiensi konsumsi energi dengan memanfaatkan cahaya buatan disamping juga cahaya alam untuk mendapatkan keuntungan yang besar. Cahaya alam yang masuk melalui jendela, dapat dipakai sebagai sumber pencahayaan di dalam bangunan sekaligus upaya untuk menghemat energi. Perancangan sebuah desain pencahayaan perlu dilakukan untuk memanfaatkan cahaya buatan dan alami secara optimal.

Jumlah daya optimum yang dibutuhkan pada sebuah ruangan suatu bangunan atau gedung ditentukan oleh beberapa faktor seperti fungsi ruang (untuk menentukan terang lampu), jenis lampu (mempengaruhi banyaknya cahaya yang dipancarkan), dan jumlah armature / titik lampu (agar distribusi cahaya lebih merata dan sesuai kebutuhan). Daya listrik terpasang tidak boleh melebihi angka maksimum yang ditentukan untuk setiap ruang. Menurut standar (SNI No 03-6575-2001), daya pencahayaan maksimum untuk ruang kantor adalah 15 watt/ m2, auditorium 25 watt/m2, pasar swalayan, ruang perkumpulan serta industri masing-masing membutuhkan daya 20 watt/m2.

Perhitungan kebutuhan daya listrik yang efektif, efisien dan fleksibel dalam sistem pencahayaan, membutuhkan suatu aplikasi yang mudah untuk dijalankan. Komputer sebagai salah satu hasil dari ilmu pengetahuan dan teknologi yang muktahir dapat membantu manusia dalam membuat suatu aplikasi tersebut. Salah satu metode atau teknik perhitungannya di gunakan logika *fuzzy*.

Logika *fuzzy* dapat dikatakan sebagai logika baru yang lama, sebab ilmu tentang logika modern dan metodis baru ditemukan pada tahun 1965. Sebenarnya konsep tentang Logika *fuzzy* itu sendiri sudah ada sejak lama. Logika *fuzzy* dapat dianggap sebagai kotak hitam yang berhubungan antara ruang *input* menuju ruang *output* (Kusuma Dewi, 2003). Kotak hitam tersebut berisi cara atau metode yang dapat digunakan untuk mengolah data *input* menjadi *output* dalam bentuk informasi yang baik.

Aplikasi logika *fuzzy* dalam penelitian ini menggunakan empat variabel input yakni luas ruangan, tinggi penerangan, RGB dan intensitas cahaya. Penelitian-penelitian sebelumnya hanya memasukan inputan seperti intensitas cahaya, suhu, luas ruangan dan tinggi ruangan. Penulis menambahkan inputan RGB yakni warna permukaan dinding, dan langit-langit. Warna permukaan dinding, dan langit-langit ini penting untuk diperhatikan karena mempengaruhi tingkat pencahayaan yang di butuhkan suatu ruangan pada sebuah bangunan atau gedung.

Pada penelitian ini penulis menggunakan metode inferensi fuzzy yang merupakan metodelogi fuzzy yang paling mudah dipahami. Metode Mamdani merupakan sistem pengaturan pertama yang menggunakan teori himpunan fuzzy. Metode ini pertama kali diusulkan di tahun 1975 oleh Ebrahim Mamdani. Kelebihan dari metode infrensi Mamdani ini, antara lain:

1. Intuitif
2. Dapat diterima lebih luas
3. Cocok untuk masukan yang berasal dari manusia

## Perumusan Masalah

Mengacu pada latar belakang di atas, rumusan masalah yang ingin dicarikan solusi adalah:

1. Bagaimana rancangan sebuah perangkat (*tools*) yang dapat digunakan untuk menentukan daya listrik untuk penerangan buatan suatu ruangan pada sebuah bangunan
2. Berapa besar daya listrik untuk penerangan buatan menggunakan logika *fuzzy*?

## Batasan Masalah

Penulis membatasi ruang lingkup masalah yang meliputi:

1. Variabel yang digunakan sebagai input logika *fuzzy* adalah luas ruangan, tinggi penerangan, RGB dan intensitas cahaya. Sedangkan variabel outputnya adalah daya listrik untuk penerangan buatan
2. Ruangan yang menjadi sampel input fuzzy adalah ruangan asisten dan kepala laboratorium, ruang kuliah dan ruang laboratorium dengan luas maksimum 200 m2
3. Menggunakan standar warna RGB
4. Perangkat yang digunakan adalah Matlab R2008b

## Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah:

1. Mengetahui rancangan sebuah perangkat (*tools*) yang dapat digunakan untuk mempermudah seorang menentukan daya listrik untuk penerangan buatan yang dibutuhkan suatu ruangan pada sebuah bangunan gedung
2. Mendapatkan daya listrik untuk penerangan buatan optimum suatu ruangan menggunakan logika *fuzzy*

## Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat untuk:

1. Mengaplikasikan ilmu yang didapatkan pada bangku perkuliahan dalam membuat sebuah perangkat (*tools*) untuk menentukan daya listrik untuk penerangan buatan suatu ruangan pada sebuah bangunan
2. Membantu seorang menentukan daya listrik untuk penerangan buatan suatu ruangan pada sebuah bangunan
3. Dengan mengetahui daya listrik untuk penerangan buatan suatu ruangan, maka dapat menghemat energi.

## Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan proposal penelitian ini adalah:

BAB I: PENDAHULUAN

Berisi latar belakang, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB II: TEORI PENUNJANG

Dalam bab ini, penulis mengemukakan dan membahas teori tentang pengertian umum instalsi listrik, teknik penerangan, intensitas cahaya, flux cahaya, intensitas penerangan, luminasi, pengertian logika *fuzzy*, fungsi keanggotaan *fuzzy*, operator dasar zadeh untuk operasi himpunan *fuzzy* ,variabel linguistik serta sistem inferensi fuzzy.

BAB III: METODELOGI PENELITIAN

Membahas langkah - langkah dalam menyelesaikan penelitian.

BAB IV: HASIL DAN PEMBAHASAN

Memuat tentang hasil perhitungan dan simulasi logika *fuzzy* dengan metode Mamdani, analisa perubahan luas ruangan, tinggi penerangan, faktor refleksi dan intensitas penerangan terhadap daya listrik serta analisis pemilihan jenis lampu untuk menghasilkan daya optimum.

BAB V: KESIMPULAN DAN SARAN

Memuat tentang kesimpulan penelitian dan saran bagi penelitian selanjutnya.

**BAB II**

**DASAR TEORI**

* 1. **Tinjauan Pustaka**

Berdasarkan kajian pustaka, terdapat beberapa aplikasi logika *fuzzy* untuk optimasi daya listrik suatu ruangan pada sebuah bangunan, dengan hasil publikasi sebagai berikut.

Supriono (2006), telah melakukan penelitian aplikasi logika *fuzzy* pada optimasi daya listrik sebagai sistem pengambilan keputusan. Dalam penelitian ini sebagai variabel bebasnya adalah intensitas cahaya, suhu ruangan dan variabel tidak bebasnya (nilai yang dicari) adalah daya listrik dipasang pada ruangan. Hasil penelitiannya adalah dapat dibangun suatu sistem pengambilan keputusan dengan menggunakan logika *fuzzy* untuk menentukan kebutuhan daya listrik dalam suatu ruang.

Irianto (2006), telah melakukan penelitian studi optimasi sistem pencahayaan ruang kuliah dengan memanfaatkan cahaya alami. Tujuan penelitian ini adalah agar user merasa nyaman beraktifitas di dalam ruangan, efisiensi dalam konsumsi energi listrik serta kenyamanan penglihatan. Penggunaan energi yang baik adalah sesuai dengan kebutuhan. Adapun langkah-langkah dalam penghematan (efisiensi energy) yaitu dengan pemasangan alat kontrol pada lampu, pengelompokan titik-titik lampu terhadap sakelar, penggunaan luminer yang sesuai, pemanfaatan cahaya alam, pengoperasian dan perawatan sistem pencahayaan.

Indriani. Dkk. (2007), telah melakukan penelitian membangun perangkat lunak penentuan daya listrik dengan logika *fuzzy*. Dalam penelitian ini sebagai variabel bebasnya adalah intensitas cahaya, suhu dan luas ruangan, sedangkan sebagai variabel tak bebasnya atau nilai yang dicari adalah daya listrik yang kelak dapat dipasang pada ruang tersebut. Hasil dari penelitian ini adalah telah dapat dibangun suatu sistem pengambilan keputusan dengan menggunakan logika *fuzzy* untuk menentukan kebutuhan daya listrik dalam suatu ruangan dan sistem dapat membantu proses efisiensi dalam rangka hemat listrik.

Fauziah (2009), telah melakukan penelitian pengembangan algoritma logika *fuzzy* untuk optimasi daya listrik pada suatu ruangan. Penelitian ini bertujuan untuk menerapkan logika *fuzzy* dalam penentuan elektifitas penggunaan kapasitas daya listrik, serta mendukung keputusan bagi seorang desain interior untuk menentukan besar daya lampu listrik yang yang tepat untuk suatu ruangan, dan membantu suatu sistem pengambilan keputusan yang optimal dalam menentukan daya listrik pada suatu ruangan. Hasil dari penelitian ini adalah memudahkan seorang desain interior dalam menentukan besar daya lampu listrik dalam suatu ruangan sehingga yang masih subjektif menjadi jelas, mengefektifkan penggunaan daya lampu listrik dan pengoptimalan penentuan daya lampu listrik serta aplikasi berbasis komputer yang memudahkan seorang desain interior untuk menggunakannya karena *user friendly*.

* 1. **Landasan Teori**

1. **Instalasi Listrik**

Instalasi listrik adalah saluran listrik beserta alat maupun peralatan yang terpasang, baik di dalam maupun di luar bangunan untuk menyalurkan arus listrik. Alat instalasi listrik antara lain sekring, saklar, kotak kontak, kotak sambung, fitting dan sebagainya. Rancangan instalasi listrik harus memenuhi ketentuan PUIL 2000 dan peraturan yang terkait dalam dokumen seperti UU No. 18 Tahun 1999 tentang jasa konstruksi, Peraturan Pemerintah No. 51 Tahun 1995 tentang Usaha Penunjang Tenaga Listrik dan peraturan lainnya.

Beberapa prinsip instalasi yang harus menjadi pertimbangan pada pemasangan suatu instalasi listrik agar menjadi optimum, efektif dan efisien. adalah sebagai berikut:

1. Keandalan

Seluruh peralatan yang dipakai pada instalasi tersebut harus handal dan baik secara mekanik maupun secara kelistrikannya.

1. Ketercapaian

Dalam pemasangan peralatan listrik yang relatif mudah dijangkau oleh pengguna pada saat mengoperasikannya dan tata letak komponen listrik tidak susah untuk dioperasikan

1. Ketersediaan

Kesiapan suatu instalasi listrik dalam melayani kebutuhan baik berupa daya, peralatan maupun kemungkinan perluasan instalasi.

1. Keindahan

Dalam pemasangan komponen atau peralatan instalasi listrik harus ditata sedemikian rupa, sehingga dapat terlihat rapi dan indah serta tidak menyalahi peraturan yang ada.

1. Keamanan

Harus mempertimbangkan faktor keamanan dari suatu instalasi listrik, baik keamanan terhadap manusia, bangunan atau harta benda, makhluk hidup lain dan peralatan itu sendiri.

1. Ekonomis

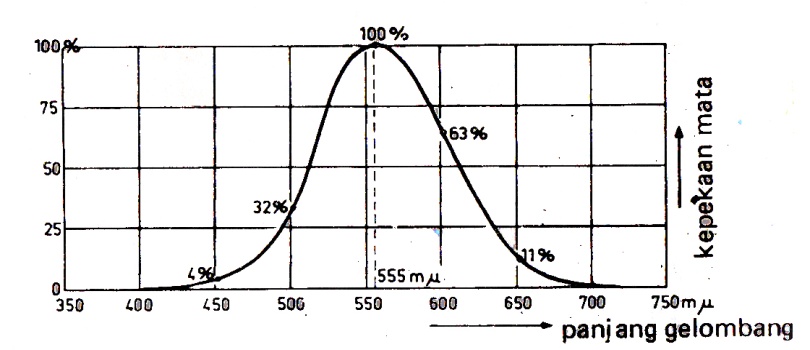
Biaya yang dkeluarkan dalam pemasangan instalasi listrik harus diperhitungkan dengan teliti dengan pertimbangan-pertimbangan tertentu sehingga biaya yang dikeluarkan dapat sehemat mungkin tanpa harus mengesampingkan hal-hal di atas.

1. **Teknik Penerangan**

Cahaya adalah energi berbentuk gelombang elektromagnetik yang kasat mata dengan panjang gelombang sekitar 380-750 nm. Suatu sumber cahaya memancarkan energi yang sebagian diubah menjadi cahaya tampak. Perambatan cahaya di ruang bebas dilakukan oleh gelombang-gelombang elektromagnetik. Jadi cahaya dikatakan juga suatu gejala getaran. Gejala-gejala getaran yang sejenis dengan cahaya adalah gelombang-gelombang panas, radio, televisi, radar dan sebagainya. Gelombang-gelombang ini hanya berbeda frekuensi saja. Kecepatan rambat *v* gelombang-gelombang elektromagnetik di ruang bebas sama dengan 3.105 km per detik. Jika frekuensinya sama dengan *f* dan panjang gelombangnya λ (lamda), maka berlaku:

(2-1)

Karena sangat kecil, panjang gelombang cahaya dinyatakan dalam satuan mikron atau milimikron. Mata manusia paling peka akan cahaya dengan panjang gelombang 555 mµ, yaitu cahaya berwarna kuning-hijau. Warna-warna lainnya tampak kurang terang, seperti dapat dilihat dari grafik kepekaan mata gambar 2.1.



Gambar 2.1 Grafik kepekaan mata

Sumber: Harten, Setiawan (1995)

Satuan-satuan penting yang digunakan dalam teknik penerangan adalah steradian (sr), intensitas cahaya (cd), flux cahaya (lm) dan intensitas penerangan (lux).

1. Steradian

Misalkan panjang busur suatu lingkaran sama dengan jari-jarinya. Jika kedua ujung busur itu dihubungkan dengan titik tengah lingkaran, maka sudut antara dua jari-jari ini disebut radian, disingkat rad. Karena keliling lingkaran sama dengan 2π x jari-jarinya, maka:

(2-2)

1. Intensitas Cahaya

Jumlah energi radiasi yang dipancarkan sebagai cahaya ke suatu jurusan disebut *intensitas cahaya* dan dinyatakan dalam satuan kandela (cd), dengan lambang *l*

1. Flux Cahaya

Jika intensitas cahayanya 1 cd, melalui sudut ruang 1 sr akan mengalir flux cahaya 1/m. Intensitas cahaya adalah flux cahaya per satuan sudut ruang yang dipancarkan ke suatu arah tertentu, atau dalam bentuk rumus:

cd (2-3)

Φ (phi) adalah lambang untuk flux cahaya. Jadi jumlah kandela sama dengan jumlah lumen per steradian. Flux cahaya yang dipancarkan oleh suatu sumber cahaya adalah seluruh cahaya yang dipancakan oleh suatu sumber dalam satu detik . Seperti sudah diketahui, satuan untuk flux cahaya adalah lumen.

dari rumus:

cd (2-4)

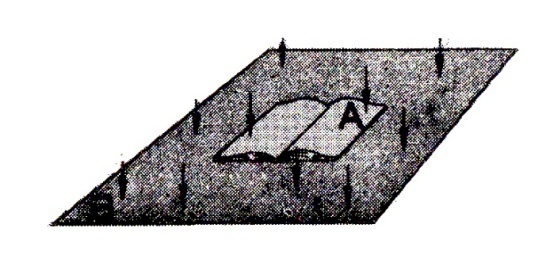
didapat:

Φ = ω*l* *lm*  (2-5)

1. Intensitas Penerangan

Intensitas penerangan atau iluminasi disuatu bidang adalah flux cahaya yang jatuh pada 1 m2 dari bidang itu. Satuan untuk intensitas penerangan adalah lux (lx), dan lambang E. Jadi:

1 lux = 1 lumen per m2



Gambar 2.2 Intensitas penerangan di permukaan buku

A dan meja B sama besarnya

Sumber: Harten, Setiawan (1995)

Jika suatu bidang yang luasnya A m2, diterangi dengan Φ lumen, maka intensitas penerangan rata-rata dibidang itu sama dengan:

Erata-rata = lux (2-6)

Jadi dapat disimpulkan, intensitas penerangan di suatu bidang karena suatu sumber cahaya dengan intensitas *l*, berkurang dengan kuadrat dari jarak antara sumber cahaya dan bidang itu (hukum kuadrat).

Dalam bentuk rumus:

Ep = lux (2-7)

Dimana:

Ep ­= intensitas penerangan di suatu titik P dari bidang yang diterangi, dinyatakan dalam satua lux;

*l*  = intensitas sumber cahaya dalam satuan kandela;

r = jarak dari sumber cahaya ke titip P, dinyatakan dalam meter.

1. Luminansi

Luminansi adalah suatu ukuran untuk terang suatu benda. Luminansi yang terlalu besar akan menyilaukan mata, seperti misalnya sebuah lampu pijar tanpa armatur. Luminansi L suatu sumber cahaya atau suatu permukaan yang memantulkan cahaya adalah intensitas cahayanya dibagi luas semu permukaan. Dalam bentuk rumus:

cd/cm2  (2-8)

di mana:

L = luminasi dalam satuan cd/cm2;

*l*  = intensitas cahaya dalam satuan cd;

As = luas semu permukaan dalam sataun cm2.

Jika luminansinya sangat kecil dapat juga dipakai satuan cd/m2:

1 cd/cm2 = 10.000 cd/m2

1. **Sistem Penerangan**

Penyebaran cahaya dari suatu sumber cahaya tergantung pada konstruksi sumber cahaya itu sendiri dan pada konstruksi armatur yang digunakan. Berdasarkan pembagian flux cahayanya oleh sumber cahaya dan armatur yang digunakan, dapat dibedakan sistem-sistem penerangan di bawah ini:

Tabel 2.1 Sistem penerangan

|  |  |
| --- | --- |
| Sistem penerangan | Langsung ke bidang kerja |
| 1. Penerangan langsung 2. Penerangan semi langsung 3. Penerangan campuran atau penerangan baur (difus) 4. Penerangan semi tidak langsung 5. Penerangan tidak langsung | 90 – 100%  60 – 90%  40 – 60%  10 – 40%  0 – 10% |

Sumber: Harten, Setiawan (1995)

1. **Penerangan Dalam**

Pilihan mengenai sistem penerangan yang sebaiknya digunakan dipengaruhi oleh banyak faktor, antara lain:

1. Intensitas penerangan di bidang kerja;
2. intensitas penerangan umumnya dalam ruangan;
3. biaya instalasinya;
4. biaya pemakaian energinya;
5. biaya pemeliharaan instalasi, antara lain biaya untuk penggantian lampu-lampu.

Penerangan suatu ruangan kerja pertama-tama harus tidak melelahkan mata. Untuk itu perbedaan intensitas penerangan yang terlalu besar antara bidang kerja dan sekelilingnya harus dihindari, karena akan memerlukan daya penyesuaian mata yang terlalu besar sehingga melelahkan mata.

* 1. Intensitas Penerangan

Intensitas penerangan harus ditentukan pada tempat di mana pekerjaannya akan dilakukan. Bidang kerja umumnya diambil 80 cm di atas lantai. Bidang kerja ini mungkin sebuah meja atau bangku kerja, atau juga bidang horisontal khayalan, 80 cm di atas lantai. Tabel 1 mencantumkan intensitas penerangan yang di perlukan untuk penerangan yang baik. Intensitas penerangan *E* dinyatakan dalam satuan lux, sama dengan jumlah lm/m2. Jadi flux cahaya yang diperlukan untuk suatu bidang kerja seluas A m2 adalah:

(2-9)

Karena itu untuk menentukan flux cahaya yang diperlukan harus diperhitungkan efisiensi atau rendemennya:

(2-10)

di mana:

flux cahaya yang dipancarkan oleh semua sumber cahaya yang ada di dalam ruangan;

flux cahaya berguna yang mencapai bidang kerja, langsung atau tidak langsung setelah dipantulkan oleh dinding dan langit-langit.

* 1. Efisiensi Penerangan

Didapat rumus flux cahaya:

(2-11)

Keterangan:

A = luas bidang kerja dalam m2;

E = intensitas penerangan yang diperlukan di bidang kerja.

Efisiensi atau rendemen penerangannya ditentukan dari tabel-tabel. Setiap tabel hanya berlaku untuk suatu armatur tertentu dengan jenis lampu dalam ruang tertentu pula. Untuk menentukan efisiensi penerangannya harus diperhitungkan:

1. Efisiensi atau rendemen armaturnya (v);
2. Faktor refleksi dindingnya (rw), faktor refleksi langit-langit (rp) dan faktor refleksi bidang pengikurannya(rm);
3. Indek ruangannya.
   1. Faktor-Faktor Refleksi

Faktor-faktor refleksi rw dan rp masing-masing menyatakan bagian yang dipantulkan dari flux cahaya yang diterima oleh dinding dan langit-langit, kemudian mencapai bidang kerja. Faktor refleksi semu bidang pengukuran atau bidang kerja rm, ditentukan oleh refleksi lantai dan refleksi bagian dinding antara bidang kerja dan lantai.umumnya untuk rm diambil 0,1

1. **Kebutuhan Daya.**

Daya listrik yang dibutuhkan untuk mendapatkan tingkat pencahayaan rata-rata tertentu pada bidang kerja dapat dihitung denga menggunakan rumus:

Pt = P x N (2-12)

di mana

Pt = total daya lampu (Watt)

P = daya setiap lampu (Watt)

N= jumlah lampu

Dengan membagi daya total dengan luas bidang kerja, didapatkan kepadatan daya (Watt/m2) yang dibutuhkan untuk sistem pencahayaan tersebut.

(Watt/m2) (2-13)

di mana:

kepadatan daya

A = Luas bidang kerja

Kepadatan daya ini kemudian dapat dibandingkan dengan kepadatan daya maksimum yang direkomendasikan dalam usaha konservasi energi, misalnya untuk ruangan kantor 15 Watt/m2.

1. **Logika Fuzzy**

Sistem *fuzzy* ditemukan pertama kali oleh Prof. Lotfi Zadeh pada pertengahan tahun 1965 di Universitas California. Sistem ini diciptakan karena *Boolean logic* tidak memiliki ketelitian yang tinggi, hanya memiliki logika 0 dan 1 saja. Sehingga untuk membuat sistem yang mempunyai ketelitian yang tinggi maka kita tidak dapat menggunakan *Boolean logic*. Logika *fuzzy* suatu cara yang tepat untuk menentukan suatu ruang input ke dalam suatu ruang output. Menurut Kusumadewi, teori himpunan *fuzzy* merupakan perluasan dari himpunan klasik (crips).

Ada beberapa hal yang perlu diketahui dalam memahami system fuzzy, yaitu:

1. *Variabel fuzzy*

Variabel *fuzzy* merupakan variable yang hendak dibahas dalam suatu system *fuzzy*. Contoh: umur, temperatur, permintaa, dsb.

1. *Himpunan fuzzy*

Himpunan *fuzzy* merupakan suatu grup yang mewakili suatu kondisi atau keadaan tertentu dalam suatu variable fuzzy. Contoh:

* Variabel umur, terbagi menjadi tiga himpunan fuzzy, yaitu: MUDA, PAROBAYA, dan TUA.
* Variabel temperatur, terbagi menjadi lima himpunan fuzzy yaitu: DINGIN, SEJUK, NORMAL, HANGAT, dan PANAS.

1. *Semesta Pembicaraan*

Semesta pembicaraan adalah keseluruhan nilai yang diperbolehkan dalam suatu variable fuzzy. Contoh:

* Semesta pembicaraan untuk variable umur [0+∞)
* Semesta pembicaraan untuk variable temperatur [0 40]

1. *Domain*

Domain himpunan fuzzy adalah keseluruhan nilai yang diizinkan dalam semesta pembicaraan dan boleh dioperasikan dalam suatu himpunan fuzzy. Contoh domain himpunan fuzzy:

1. DINGIN = [0 20]
2. SEJUK = [15 25]
3. NORMAL = [20 30]
4. HANGAT = [25 35]
5. PANAS = [30 40]

Ada beberapa alasan mengapa orang menggunakan logika fuzzy, antara lain:

1. Konsep logika fuzzy mudah dimengerti..
2. Logika fuzzy sangat fleksibel.
3. Logika fuzzy memiliki toleransi terhadap data-data yang tidak tepat.
4. Logika fuzzy mampu memodelkan fungsi-fungsi non linier yang sangat kompleks.
5. Logika fuzzy dapat membangun dan mengaplikasikan pengalaman-pengalaman para pakar secara langsung tanpa harus melalui proses pelatihan.
6. Logika fuzzy dapat bekerja sama dengan teknik-teknik kendali secara konvensional.
7. Logika fuzzy didasarkan pada bahasa alami
8. **Fungsi Keanggotaan Fuzzy**

Fungsi Keanggotaan (*membership function*) adalah suatu kurva yang menunjukan pemetaan titik-titik input data ke dalam nilai keanggotaannya yang memiliki interval antara 0 sampai 1.

Ada beberapa fungsi keanggotaan fuzzy yaitu:

1. Representasi linier

Pada representasi linier, pemetaan input ke derajat ke anggota nya digambarkan sebagai suatu garis lurus. Bentuk ini paling sederhana dan menjadi pilihan yang baik untuk mendeteksi suatu konsep yang kurang jelas.

Ada 2 keadaan himpunan fuzzy yang linear. Pertama, kenaikan himpunan dimulai pada nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan nol [0] bergerak ke kanan menuju ke nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan lebih tinggi (Gambar 2.5).

*x*

Derajat Keanggotaan

µ [x]

a

b

0

1

Gambar 2.3 Representasi linear naik

Fungsi Keanggotaan:

 (2-14)

*x*

Derajat Keanggotaan

µ [x]

a

b

0

1

Gambar 2.4 Representasi linear turun.

Fungsi Keanggotaan:

 (2-15)

1. Representasi Kurva Segitiga

Kurva Segitiga pada dasarnya merupakan gabungan antara 2 garis (linear) seperti terlihat pada Gambar 2.5.

Derajat Keanggotaan

µ [x]

*x*

a

b

0

1

c

Gambar 2.5 Kurva segitiga

Fungsi Keanggotaan:

 (2-16)

1. Representasi Kurva Trapesium

Kurva Trapesium pada dasarnya seperti bentuk segitiga, hanya saja ada beberapa titik yang memiliki nilai keanggotaan 1.

Derajat Keanggotaan

µ [x]

*x*

a

b

0

1

c

d

Gambar 2.6 Kurva trapesium

Fungsi Keanggotaan:

 (2-17)

1. Representasi Kurva Bentuk Bahu

Daerah yang terletak di tengah-tengah suatu variabel yang direpresentasikan dalam bentuk segitiga, pada sisi kanan dan kirinya akan naik dan turun (misalkan: DINGIN bergerak ke SEJUK bergerak ke HANGAT dan bergerak ke PANAS). Tetapi terkadang salah satu sisi dari variabel tersebut tidak mengalami perubahan. Sebagai contoh, apabila telah mencapai kondisi PANAS, kenaikan temperatur akan tetap berada pada kondisi PANAS. Himpunan fuzzy ‘bahu’, bukan segitiga, digunakan untuk mengakhiri variabel suatu daerah fuzzy. Bahu kiri bergerak dari benar ke salah, demikian juga bahu kanan bergerak dari salah ke benar. Gambar 2.7 menunjukkan variabel TEMPERATUR dengan daerah bahunya.



Gambar 2.7 Daerah ‘bahu’ pada variabel TEMPERATUR.

Sumber: Kusumadewi (2003)

1. **Operator Dasar Zadeh Untuk Operasi Himpunan Fuzzy**

Seperti halnya himpunan konvensional, ada beberapa operasi yang didefinisikan secara khusus untuk mengkombinasi dan memodifikasi himpunan fuzzy. Nilai keanggotaan sebagai hasil dari operasi 2 himpunan sering dikenal dengan nama fire strength atau α–predikat. Ada 3 operator dasar yang diciptakan oleh Zadeh, yaitu:

* 1. Operator AND

Operator ini berhubungan dengan operasi interseksi pada himpunan. α– predikat sebagai hasil operasi dengan operator AND diperoleh dengan mengambil nilai keanggotaan terkecil antar elemen pada himpunanhimpunan yang bersangkutan.

(2-18)

* 1. Operator OR

Operator ini berhubungan dengan operasi union pada himpunan. α– predikat sebagai hasil operasi dengan operator OR diperoleh dengan mengambil nilai keanggotaan terbesar antar elemen pada himpunanhimpunan yang bersangkutan.

(2-19)

* 1. Operator NOT

Operator ini berhubungan dengan operasi komplemen pada himpunan. α– predikat sebagai hasil operasi dengan operator NOT diperoleh dengan mengurangkan nilai keanggotaan elemen pada himpunan yang bersangkutan dari 1.

(2-20)

1. **Variabel Linguistik**

Variabel linguistik adalah suatu interval numerik dan memiliki nilai-nilai linguistik, yang semantiknya didefinisikan oleh fungsi keanggotaanya. Variabel lingusitik adalah variabel yang memiliki karakter atau kalimat (string)dan tidak memiliki makana seperti angka (numeris). Variabel ini merupakan konsep paling penting dalam logika fuzzy dan memegang peranana penting dalam aplikasi nyata. Variabel ligusitik merupakan 9 gambaran daerah fuzzy, sehingga daerah fuzzy adalah himpunan fuzzy yang berasal dari evaluasi variabel bahasa.

1. **Sistem Inferensi Fuzzy**
   1. Metode Tsukamoto

Pada Metode Tsukamoto, setiap konsekuen pada aturan yang berbentuk IF-Then harus direpresentasikan dengan suatu himpunan fuzzy dengan fungsi keanggotaan yang monoton (Gambar 2.8). Sebagai hasilnya, output hasil inferensi dari tiap-tiap aturan diberikan secara tegas (crisp) berdasarkan α- predikat (fire strength). Hasil akhirnya diperoleh dengan menggunakan rata-rata terbobot.



Gambar 2.8 Inferensi dengan menggunakan metode Tsukamoto

Sumber: Kusumadewi (2003)

* 1. Metode Mamdani

Metode Mamdani sering juga dikenal dengan nama Metode Max-Min. Metode ini diperkenalkan oleh Ebrahim Mamdani pada tahun 1975. Untuk mendapatkan output, diperlukan 4 tahapan:

1. Pembentukan himpunan fuzzy

Pada Metode Mamdani, baik variabel input maupun variabel output dibagi menjadi satu atau lebih himpunan fuzzy.

1. Aplikasi fungsi implikasi

Pada Metode Mamdani, fungsi implikasi yang digunakan adalah Min.

1. Komposisi Aturan

Tidak seperti penalaran monoton, apabila sistem terdiri-dari beberapa aturan, maka inferensi diperoleh dari kumpulan dan korelasi antar aturan. Ada 3 metode yang digunakan dalam melakukan inferensi sistem fuzzy, yaitu: max, additive dan probabilistik OR (probor).

* Metode Max (Maximum)

Pada metode ini, solusi himpunan fuzzy diperoleh dengan cara mengambil nilai maksimum aturan, kemudian menggunakannya untuk memodifikasi daerah fuzzy, dan mengaplikasikannya ke output dengan menggunakan operator OR (union). Jika semua proposisi telah dievaluasi, maka output akan berisi suatu himpunan fuzzy yang merefleksikan konstribusi dari tiap-tiap proposisi. Secara umum dapat dituliskan:

(2-21)

dimana:

μsf [xi] = nilai keanggotaan solusi fuzzy sampai aturan ke-i;

μkf [xi] = nilai keanggotaan konsekuen fuzzy aturan ke-i;

Misalkan ada 3 aturan (proposisi) sebagai berikut:

[R1] IF Biaya Produksi RENDAH And Permintaan NAIK THEN Produksi Barang BERTAMBAH;

{R2] IF Biaya Produksi STANDAR THEN Produksi Barang NORMAL;

[R3] IF Biaya Produksi TINGGI And Permintaan TURUN THEN Produksi Barang BERKURANG;

* Metode Additive (Sum)

Pada metode ini, solusi himpunan fuzzy diperoleh dengan cara melakukan bounded-sum terhadap semua output daerah fuzzy. Secara umum dituliskan:

μsf[xi] ← min(1,μsf[xi]+ μkf[xi] (2-22)

di mana:

μsf[xi] = nilai keanggotaan solusi fuzzy sampai aturan ke-i;

μkf[xi] = nilai keanggotaan konsekuen fuzzy aturan ke-i;

* Metode Probabilistik OR (probor)

Pada metode ini, solusi himpunan fuzzy diperoleh dengan cara melakukan product terhadap semua output daerah fuzzy. Secara umum dituliskan:

μsf[xi] ← (μsf[xi]+ μkf[xi]) - (μsf[xi] \* μkf[xi]) (2-23)

dengan:

μsf[xi] = nilai keanggotaan solusi fuzzy sampai aturan ke-i;

μkf[xi] = nilai keanggotaan konsekuen fuzzy aturan ke-i;

1. Penegasan (defuzzy)

Input dari proses defuzzifikasi adalah suatu himpunan fuzzy yang diperoleh dari komposisi aturan-aturan fuzzy, sedangkan output yang dihasilkan merupakan suatu bilangan pada domain himpunan fuzzy tersebut. Sehingga jika diberikan suatu himpunan fuzzy dalam range tertentu, maka harus dapat diambil suatu nilai crsip tertentu sebagai output seperti terlihat pada gambar 2.9.



Gambar 2.9 Proses defuzzifikasi

Sumber: Kusumadewi (2002)

Ada beberapa metode defuzzifikasi pada komposisi aturan MAMDANI, antara lain:

* Metode Centroid (Composite Moment)

Pada metode ini, solusi crisp diperoleh dengan cara mengambil titik pusat (z\*) daerah fuzzy. Secara umum dirumuskan:

(2-24)

(2-25)

1. Metode Bisektor

Pada metode ini, solusi crisp diperoleh dengan cara mengambil nilai pada domain fuzzy yang memiliki nilai keanggotaan separo dari jumlah total nilai keanggotaan pada daerah fuzzy. Secara umum dituliskan:

 (2-26)

1. Metode Mean of Maximum (MOM)

Pada metode ini, solusi crisp diperoleh dengan cara mengambil nilai rata-rata domain yang memiliki nilai keanggotaan maksimum.

1. Metode Largest of Maximum (LOM)

Pada metode ini, solusi crisp diperoleh dengan cara mengambil nilai terbesar dari domain yang memiliki nilai keanggotaan maksimum.

1. Metode Smallest of Maximum (SOM)

Pada metode ini, solusi crisp diperoleh dengan cara mengambil nilai terkecil dari domain yang memiliki nilai keanggotaan maksimum.

* 1. Metode Sugeno

Penalaran dengan metode SUGENO hampir sama dengan penalaran MAMDANI, hanya saja output (konsekuen) sistem tidak berupa himpunan fuzzy, melainkanberupa konstanta atau persamaan linear. Metode ini diperkenalkan oleh Takagi- Sugeno Kang pada tahun 1985.

* 1. Model Fuzzy Sugeno Orde-Nol

Secara umum bentuk model fuzzy SUGENO Orde-Nol adalah:

IF (x1 is A1) • (x2 is A2) • (x3 is A3) • ...... • (xN is AN) THEN z = (2-27)

dengan Ai adalah himpunan fuzzy ke-i sebagai anteseden, dan k adalah suatu konstanta (tegas) sebagai konsekuen.

* 1. Model Fuzzy Sugeno Orde-Satu

Secara umum bentuk model fuzzy SUGENO Orde-Satu adalah:

IF (x1 is A1) • ...... • (xN is AN) THEN z = p1\*x1 + … + pN\*xN + q (2-28)

dengan Ai adalah himpunan fuzzy ke-i sebagai anteseden, dan pi adalah suatu konstanta (tegas) ke-i dan q juga merupakan konstanta dalam konsekuen.

# BAB III

# METODELOGI PENELITIAN



## Metode Penelitian

Metode penelitian yang ingin dilakukan adalah perancangan konfigurasi parameter input logika *fuzzy* dengan memasukan empat fungsi keanggotaan yaitu fungsi keanggotaan luas ruangan, fungsi keanggotaan tinggi penerangan , fungsi keanggotaan RGB, dan fungsi keanggotaan intensitas cahaya, untuk optimasi daya dan titik lampu listrik pada suatu ruangan. Kemudian melakukan simulasi untuk menghasilkan output *fuzzy* berupa jumlah titik lampu dan daya optimal.

## Alat dan Data Penelitian

* + 1. **Alat Penelitian**

Perangkat keras yang digunakan pada penelitian ini adalah seperangkat komputer Sistem Operasi Windows 7 Ultimate 32-bit, Ram 1 GB, perangkat lunak *fuzzy logic* pada tool box MATLAB version 7.0.4.365 (R14).

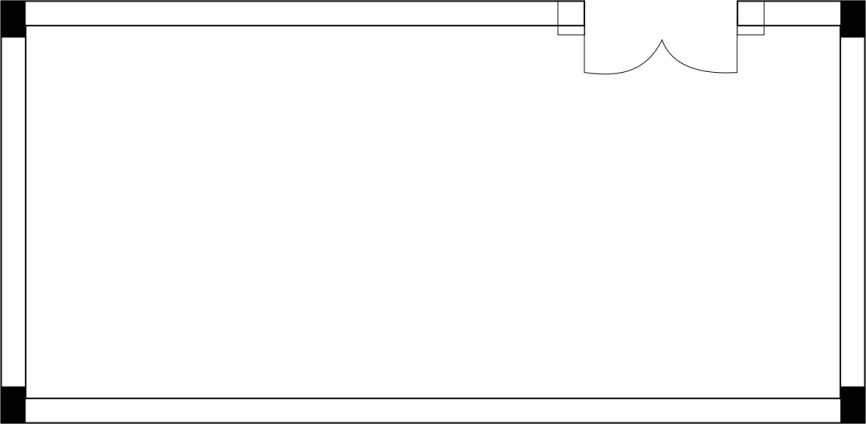
* + 1. **Data Penelitian**

Penelitian ini menggunakan data-data dari ruang asisten dan kepala laboratorium, ruang kuliah studio dan ruang laboratorium sistem tenaga dengan parameter yang digunakan adalah luas ruangan, tinggi langit-langit serta warna lantai, dinding dan langit-langit menggunakan standar warna RGB. Sedangkan untuk tingkat pencahayaan mengacu pada standar (SNI No 03-6575-2001) tentang tata cara sistem pencahayaan buatan.

## Teknik Pengumpulan Data

Sumber data penelitian ini dari berasal dari :

1. Gambar denah suatu ruangan yang merinci data luas ruangan, tinggi langit-langit dan warna cat yang digunakan dalam bangunan tersebut.



14,4 m

11,6 m

Gambar 3.1 Denah ruangan suatu bangunan

1. Data intensitas atau tingkat pencahayaan yang akan dicapai berdasarkan standar (SNI No 03-6575-2001) tentang tata cara perancangan sistem pencahayaan buatan pada bangunan gedung.
2. Perhitungan penerangan

Ruangan yang digunakan untuk contoh perhitungan penerangan dalam adalah ruang kepala laboratorium dan dosen, ruang kuliah (studio) serta ruang laboratorium listrik dasar Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Mataram.

## Langkah-langkah penelitian

Penelitian ini mengambil langkah-langkah sebagai berikut :

1. Mengumpulkan data
2. Membaca literatur yang bermanfaat dalam membantu mencapai tujuan penelitian untuk tugas akhir ini.
3. Menghitung penerangan dalam.
4. Membuat himpunan input dan output logika *fuzzy*
5. Terdapat 4 variabel input logika *fuzzy* yang akan dimodelkan, yaitu:
6. Luas ruangan, terdiri atas 3 himpunan *fuzzy*, yaitu:

* Agak Sempit antara 0 – 35 m2
* Sempit antara 20 – 55 m2
* Agak Sedang antara 35 – 70 m2
* Agak Sedang antara 35 – 70 m2
* Sedang antara 55 – 90 m2
* Agak Luas antara 80 – 120 m2
* Luas antara 110 – 150 m2
* Paling Luas antara 140 – 200 m2

1. Tinggi penerangan, terdiri atas 3 himpunan *fuzzy*, yaitu:

* Pendek antara 0 – 2,5 m
* Sedang antara 1,5 – 3,6 m
* Tinggi antara 2,5 – 4,8 m

1. RGB, terdiri atas 3 himpunan *fuzzy*, yaitu:

* Warna Gelap antara 0 - 80
* Warna Sedang sedang 47,5 – 122,5
* Warna Agak Muda 85 – 165
* Warna Muda 127,5 – 212,5
* Warna Sangat Muda 170 - 255

1. Intensitas penerangan, terdiri atas 3 himpunan *fuzzy*, yaitu:

* Cahaya Redup antara 0 - 250 lux
* Cahaya Normal antara 125 – 400 lux
* Cahaya Agak Terang antara 250 - 500 lux
* Cahaya Terang antara 400 - 625 lux
* Cahaya Sangat Terang antara 550 - 750 lux

1. Variabel output logika fuzzy yaitu daya listrik dimodelkan menjadi yaitu:

* D. Min 1 antara 0 – 80 watt
* D. Min 2 antara 38 – 100 watt
* D. Min 3 antara 80 – 130 watt
* D. Min 4 antara 120 – 220 watt
* D. Min 5 antara 188 – 300 watt
* D. Min 6 antara 250 – 338 watt
* D. Min 7 antara 300 – 375 watt
* D. Min 8 antara 338 – 413 watt
* D. Min 9 antara 395 – 500 watt
* D. Maks 1 antara 450 – 700 watt
* D. Maks 2 antara 600 – 900 watt
* D. Maks 3 antara 800 – 1400 watt
* D. Maks 4 antara 1280 – 2000 watt

1. Aplikasi fungsi implikasi

Pada Metode Mamdani, fungsi implikasi yang digunakan adalah min

1. Komposisi aturan

Melakukan komposisi semua output dengan menggunakan metode MAX

1. Deffuzifikasi dilakukan dengan menggunakan metode Centroid
2. Membuat desain sistem fuzzy dengan menggunakan toolbox Matlab
3. Mengimplementasikan ke dalam program perangkat lunak *fuzzy logic* pada toobox Matlab

## Diagram Alir

Langkah penelitian yang diambil dapat dibuat menjadi diagram alir yang dapat dilihat pada Gambar 3.2.

Studi Literatur

Mulai

Selesai

Membuat himpunan input dan output logika *fuzzy*

Menentukan aturan fuzzy

Defuzzifikasi

Menjalankan simulasi sistem

Pengujian

Benar

Tidak

Ya

Gambar 3.2 Diagram alir penelitian