

OPTIMALISASI PENCAHAYAAN RUANGAN GEDUNG PERKANTORAN MENGGUNAKAN LOGIKA *FUZZY* DI PT PERTAMINA (PERSERO) RU II PRODUCTION SEI PAKNING

Elvira Zondra¹, Rahmat Hidayat², Eddon Mufrizon³

^{1,2,3}Fakultas Teknik Elektro, Universitas Lancang Kuning
Jl. Yos Sudarso, Km. 08, Kec. Rumbai Riau

E-mail: elviraz@unilak.ac.id, rahmathidayat.ptm@gmail.com, eddon@unilak.ac.id,

Abstrak

Sistem pencahayaan ruangan gedung perkantoran PT Pertamina (Persero) RU II Production Sei Pakning pada kondisi eksisting masih belum optimal, karena tingkat pencahayaan ruangan masih dibawah batas nilai rekomendasi yang akan berdampak buruk pada kinerja, kesehatan dan keselamatan pekerja. Pengukuran dan perhitungan kondisi eksisting pada Ruang Kerja (Ruang *Purchasing*, Ruang *Contract Office*, dan Ruang *Inventory Control*) untuk tingkat pencahayaan sebesar 260 *lux* (lumen/m²) dengan tingkat optimalisasi pencahayaan 26,99%. Sedangkan pengukuran dan perhitungan kondisi eksisting pada Ruang Rapat dan Ruang Arsip/Gudang untuk tingkat pencahayaan sebesar 210 *lux* (lumen/m²) dengan tingkat optimalisasi pencahayaan 25,96%. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui tingkat optimalisasi sistem pencahayaan ruangan kondisi eksisting dan melakukan upaya perbaikan untuk menuju sistem pencahayaan ruangan kondisi ideal. Upaya untuk menuju kondisi ideal tersebut adalah dengan melakukan pengukuran, perhitungan dan analisa terhadap tingkat pencahayaan, daya lampu total, biaya investasi dan biaya pemakaian listrik. Hasil dari penelitian ini adalah mengoptimalkan sistem pencahayaan ruangan, yaitu menuju sistem pencahayaan ruangan kondisi ideal. Kondisi ideal pada Ruang Kerja untuk tingkat pencahayaan sebesar 350 *lux* (lumen/m²) dengan tingkat optimalisasi pencahayaan 66,46%. Sedangkan kondisi ideal pada Ruang Rapat dan Ruang Arsip/Gudang sebesar 300 *lux* (lumen/m²) dengan tingkat optimalisasi pencahayaan 65,67%.

Kata Kunci: Ruang *Purchasing*, Ruang *Contract Office*, Ruang *Inventory Control*, Fuzzy, Pencahayaan

Abstract

The room lighting system of PT Pertamina (Persero) RU II office building Production Sei Pakning in the existing conditions is still not optimal, because the level of room lighting is still below the value limit of recommendations that will adversely affect the performance, health and safety of workers. Measuring and calculating existing conditions in the Workspace (*Purchasing Room*, *Contract Office Room*, and *Inventory Control Room*) for lighting levels of 260 *lux* (lumen / m²) with a lighting optimization rate of 26.99%. While measuring and calculating existing conditions in the Meeting Room and Archive / Warehouse Room for lighting levels of 210 *lux* (lumen / m²) with a lighting optimization level of 25.96%. This study was conducted to determine the level of optimization of the existing lighting system in the existing conditions and make improvements to the ideal lighting system. The effort to reach the ideal condition is by measuring, calculating and analyzing the level of lighting, total lamp power, investment costs and electricity usage costs. The results of this study are to optimize the room lighting system, which is towards the ideal lighting system. Ideal conditions for Workspaces for lighting levels of 350 *lux* (lumen / m²) with a lighting optimization rate of 66.46%. While the ideal conditions in the Meeting Room and Archive / Warehouse Room are 300 *lux* (lumen / m²) with a lighting optimization level of 65.67%.

Keywords: *Purchasing Room*, *Contract Office Room*, *Inventory Control Room*, Fuzzy, Lighting

1. PENDAHULUAN

Pencahayaan merupakan salah satu faktor penting dalam perancangan ruang untuk menunjang kenyamanan. Ruang dengan pencahayaan yang baik dapat mendukung aktivitas yang dilakukan di dalamnya. Kurangnya pencahayaan dalam suatu ruang mengakibatkan aktivitas dalam ruangan tersebut menjadi terganggu, selain itu juga akan mengakibatkan kelelahan mata sehingga berkurangnya daya dan efisiensi kerja.

Dengan demikian pencahayaan perlu diatur untuk menghasilkan kesesuaian kebutuhan pencahayaan di dalam ruang berdasarkan jenis aktivitas-aktivitasnya. Dengan optimalisasi pencahayaan, daya listrik yang digunakanpun akan dapat dikontrol, sehingga menjadi salah satu upaya untuk penghematan energi.

Pencahayaan ruangan yang dijadikan objek penelitian adalah pencahayaan pada ruang perkantoran PT Pertamina (Persero) RU II Production Sei Pakning. Terdapat beberapa faktor yang perlu diperhatikan dalam usaha

optimalisasi pencahayaan ruangan yaitu fungsi ruangan, luas, tingkat pencahayaan, daya lampu total, biaya investasi, dan biaya pemakaian listrik. Faktor tersebut berbanding lurus dengan kebutuhan daya listrik, yang berarti semakin luas ruangan dan semakin tinggi tingkat pencahayaan, maka akan semakin tinggi pula daya listrik yang dibutuhkan. Untuk menentukan optimalisasi pencahayaan tersebut digunakan logika *fuzzy*. Logika *fuzzy* merupakan logika yang menggunakan konsep sifat kesamaran, logika dengan banyak nilai kebenaran yang dinyatakan dalam bilangan real dalam selang $[0,1]$.

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

- Optimalisasi pencahayaan ruangan gedung perkantoran.
- Penerapan logika *fuzzy* dalam penentuan optimalisasi pencahayaan ruangan gedung perkantoran.

2. METODE

Pembahasan yang terkait dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

2.1 Cahaya

Definis Cahaya adalah merupakan gelombang elektromagnetik terdiri atas berbagai gelombang yang frekuensi dan panjang gelombang berbeda, tetapi semua gelombang tersebut mempunyai nilai kecepatan rambat yang sama. Sistem pencahayaan dapat dikelompokkan menjadi [1] :

- Sistem Pencahayaan Merata**
Sistem ini memberikan tingkat pencahayaan yang merata di seluruh ruangan, digunakan jika tugas visual yang dilakukan di seluruh tempat dalam ruangan memerlukan tingkat pencahayaan yang sama.
- Sistem Pencahayaan Setempat**
Sistem ini memberikan tingkat pencahayaan pada bidang kerja yang tidak

merata. Ditempat yang diperlukan untuk melakukan tugas visual yang memerlukan tingkat pencahayaan yang tinggi, diberikan cahaya yang lebih banyak dibandingkan dengan sekitarnya. Hal ini diperoleh dengan mengkonsentrasikan penempatan armatur pada langit-langit di atas tempat tersebut.

- Sistem Pencahayaan Gabungan Merata dan Setempat**

Sistem pencahayaan gabungan didapatkan dengan menambah sistem pencahayaan setempat pada sistem pencahayaan merata, dengan armatur yang dipasang di dekat tugas visual.

2.2 Sistem Pencahayaan

Dalam sistem pencahayaan terdapat beberapa istilah yang digunakan berikut dijelaskan beserta definisinya[3]:

- Lux**
Lux adalah satuan intensitas penerangan per meter persegi yang dijatuhkan arus cahaya 1 lumen.
- Luxmeter**
Luxmeter adalah alat yang digunakan untuk mengukur intensitas penerangan dalam satuan lux. Berikut gambar *Luxmeter*.
- Penerangan Setempat**
Penerangan setempat merupakan penerangan di tempat objek kerja, baik berupa meja kerja maupun peralatan.
- Penerangan Umum**
Penerangan umum merupakan penerangan di seluruh area tempat kerja.
- Armatur**
Armatur adalah rumah lampu yang digunakan untuk mengendalikan dan mendistribusikan cahaya yang dipancarkan oleh lampu.
- Koefisien Depresiasi (Penyusutan) (k_d) / Faktor Rugi-Rugi Cahaya**
Faktor rugi-rugi cahaya memperhitungkan iluminasi yang berkurang yang dihasilkan oleh instalasi lampu yang kotor dibandingkan dengan yang diberikan oleh

instalasi yang sama ketika instalasi itu masih bersih.

7. Koefisien Penggunaan (k_p) / Faktor Pemanfaatan

Faktor pemanfaatan memperhitungkan kenyataan bahwa tidak semua fluks cahaya yang dipancarkan dari sebuah lampu atau penerang benar-benar jatuh pada bidang kerja, misalnya, apabila cahaya hilang oleh jendela gelap atau permukaan dekoratif gelap tak-memantul.

8. Renderasi Warna

Renderasi warna merupakan efek psikofisik suatu sumber cahaya atau lampu terhadap warna objek-objek yang diterangi, dinyatakan dalam suatu angka indeks yang diperoleh berdasarkan perbandingan dengan efek warna sumber cahaya referensi pada kondisi yang sama.

Tabel 1. Pengelompokan renderasi warna

| Kelompok Renderasi Warna | Rentang Indeks Renderasi Warna (Ra) | Tampak Warna |
|--------------------------------|---|-----------------|
| 1 | Ra > 85 | Dingin |
| | | Sedang |
| | | Hangat |
| 2 | 70 < Ra < 85 | Dingin |
| | | Sedang |
| | | Hangat |
| 3 | 40 < Ra < 70 | |
| 4 | Ra > 40 | |

9. Tingkat Pencahayaan

Tingkat pencahayaan di atas bidang kerja.

2.3 Perhitungan Sistem Pencahayaan

Dalam sistem pencahayaan terdapat beberapa perhitungan, diantaranya adalah sebagai berikut[7] :

1. Tingkat Pencahayaan Rata-rata ($E_{rata-rata}$)

Tingkat pencahayaan pada suatu ruangan pada umumnya didefinisikan sebagai tingkat pencahayaan rata-rata pada bidang

kerja. Bidang kerja ialah bidang horizontal imajiner yang terletak 0,75 meter di atas lantai pada seluruh ruangan. Tingkat pencahayaan rata-rata $E_{rata-rata}$ (lux), dapat dihitung dengan persamaan [1] :

$$E_{rata-rata} = \frac{F_{total} \times k_p \times k_d}{A} \quad (lux) \quad (1)$$

Dimana :

$E_{rata-rata}$ = Tingkat pencahayaan rata-rata (lux)

F_{total} = Fluks luminus total dari semua lampu yang menerangi bidang kerja (lumen)

A = Luas bidang kerja (m^2)

k_p = Koefisien penggunaan (0,65)

k_d = Koefisien depresiasi (penyusutan) (0,8)

2. Jumlah Armatur

Jumlah armatur yang diperlukan untuk mendapatkan tingkat pencahayaan tertentu. Untuk menghitung jumlah armatur, terlebih dahulu dihitung fluks luminus total yang diperlukan untuk mendapatkan tingkat pencahayaan yang direncanakan, dengan menggunakan persamaan [1] :

$$F_{total} = \frac{E \times A}{k_p \times k_d} \quad (lumen) \quad (2)$$

Kemudian jumlah armatur dihitung dengan persamaan :

$$N_{total} = \frac{F_{total}}{F_1 \times n} \quad (3)$$

Dimana :

F_{total} = Fluks luminus total dari semua lampu yang menerangi bidang kerja (lumen)

E = Tingkat pencahayaan (lux)

A = Luas bidang kerja (m^2)

k_p = Koefisien penggunaan (0,65)

k_d = Koefisien depresiasi (penyusutan) (0,8)

N_{total} = Jumlah armatur

F_1 = Fluks luminus satu buah lampu (lumen)

n = Jumlah lampu dalam satu armatur

2.4 Logika Fuzzy

a. Pengertian Logika Fuzzy

Pada tahun 1965, Zadeh memodifikasi teori himpunan dimana setiap anggotanya memiliki derajat keanggotaan yang bernilai kontinu antara 0 dan 1. Himpunan ini disebut dengan Himpunan Kabur (*Fuzzy Set*) [2].

Logika fuzzy adalah suatu cara yang tepat untuk memetakan suatu ruang input ke dalam suatu ruang output.

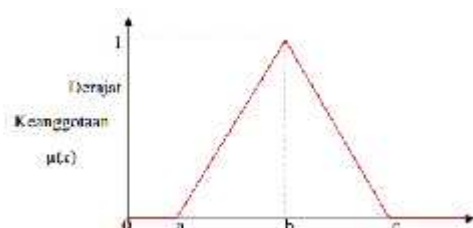
b. Himpunan Fuzzy

Pada himpunan tegas (*crisp*), nilai keanggotaan suatu item x dalam suatu himpunan A yang sering ditulis dengan $\mu_A[x]$, memiliki 2 kemungkinan, yaitu :

1. Satu (1), yang berarti bahwa suatu item menjadi anggota dalam suatu himpunan, atau
2. Nol (0), yang berarti bahwa suatu item tidak menjadi anggota dalam suatu himpunan.

c. Fungsi Keanggotaan

Fungsi keanggotaan (*membership function*) adalah suatu kurva yang menunjukkan pemetaan titik-titik input data ke dalam nilai keanggotaannya (sering juga disebut dengan derajat keanggotaan) yang memiliki interval antara 0 sampai 1. Fungsi keanggotaan yang digunakan pada penelitian ini adalah Representasi Kurva Segitiga, yaitu gabungan antara dua representasi linear (representasi linear naik dan representasi linear turun), seperti terlihat pada Gambar 2.1.



Gambar 1. Kurva Segitiga

Fungsi Keanggotaan :

$$\mu[X] = \begin{cases} 0 & x < a \mid x > c \\ \frac{x-a}{b-a} & a \leq x \leq b \\ (c-x)/(c-b) & b < x < c \end{cases} \quad (4)$$

d. 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 -predikat. Operator yang digunakan adalah operator AND, Operator ini berhubungan dengan operasi interseksi pada himpunan. -predikat sebagai operasi dengan operator AND diperoleh dengan mengambil nilai keanggotaan terkecil antar elemen pada himpunan-himpunan yang bersangkutan.

$$\mu_{A \wedge B} = \min(\mu_A[x], \mu_B[y]) \quad (5)$$

Keterangan :

$\mu_{A \wedge B}$ = fungsi keanggotaan dalam himpunan A AND B

$\mu_A[x]$ = fungsi keanggotaan x dalam himpunan A

$\mu_B[y]$ = fungsi keanggotaan y dalam himpunan B

e. Implikasi Fuzzy

Tiap-tiap aturan (proposisi) pada basis pengetahuan fuzzy akan berhubungan dengan suatu relasi fuzzy. Bentuk umum dari aturan yang digunakan dalam fungsi implikasi adalah [4]:

$$IF \ x \ is \ A \ THEN \ y \ is \ B \quad (6)$$

Dengan x dan y adalah skalar, dan A dan B adalah himpunan fuzzy. Proposisi yang mengikuti IF disebut sebagai *anteseden*, sedangkan proposisi yang mengikuti THEN

disebut sebagai *konsekuen*. Proposisi ini dapat diperluas dengan menggunakan operator *fuzzy*, seperti:

IF (x_1 is A_1) *o* (x_2 is A_2) *o* (x_3 is A_3) *o* ... *o* (x_N is A_N) *THEN* y is B

Dengan *o* adalah operator (missal: *OR* atau *AND*)

f. Sistem Inferensi *Fuzzy*

Sistem inferensi *fuzzy* yang digunakan pada penelitian ini adalah Metode Mamdani. Metode mamdani sering dikenal sebagai Metode *Max-Min*. Metode ini diperkenalkan oleh Ebrahim Mamdani pada tahun 1975. Untuk mendapatkan *output*, diperlukan 4 tahapan [4] :

1. Pembentukan himpunan *fuzzy*
2. Aplikasi fungsi implikasi (aturan)
3. Komposisi aturan
4. Penegaan (*defuzzy*)

Berikut penjelasan dari masing-masing tahapan [5]:

1. Pembentukan himpunan *fuzzy*
Pada Metode Mamdani, baik *variable input* maupun *variable output* dibagi menjadi satu atau lebih himpunan *fuzzy*.
2. Aplikasi fungsi implikasi
Pada Metode Mamdani, fungsi implikasi yang digunakan adalah *min*.
3. Komposisi aturan
Apabila sistem terdiri dari beberapa aturan, maka inferensi diperoleh dari kumpulan dan korelasi antar aturan.
4. Penegasan (*defuzzy*)
Input dari proses *defuzzy* 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 *crisp* tertentu sebagai *output*.

Metode *defuzzy* yang digunakan adalah Metode *Centroid (Composite Moment)*. Pada Metode ini, solusi *crisp* diperoleh dengan cara mengambil titik pusat (z^*) daerah *fuzzy*. Secara umum dirumuskan [2] :

$$z^* = \frac{\sum_{j=1}^n z_j \mu(z_j)}{\sum_{j=1}^n \mu(z_j)} \tag{7}$$

Keterangan :

- z_j = Nilai keluaran pada aturan ke-*i*.
- $\mu(z_j)$ = Derajat keanggotaan nilai kebenaran pada aturan ke-*i*.
- n* = Banyaknya aturan yang digunakan.

g. Pengenalan Matlab

Matlab menjadi semakin populer dikalangan mahasiswa, peneliti, teknisi dan *engineer* karena fitur matlab seperti modus kerja interaktif, fasilitas grafik, dibangun sesuai fungsinya, penggunaan Matlab dapat juga dilakukan dengan pemrograman sederhana [6]. Fleksibilitas dari paket Matlab dasar dapat ditingkatkan dengan *toolbox* secara terpisah tersedia dirancang khusus, salah satunya adalah *toolbox fuzzy*.

2.5 Sistem Penerangan Ruang Kondisi Eksisting

Pada kondisi eksisting yang menjadi focus penelitian adalah :

- a. Jenis Ruang Gedung
Ukuran ruangan yang dijadikan tempat penelitian ditunjukkan pada table 2. berikut :

Tabel 2. Luas Ruang Gedung Perkantoran

| No | Ruangan | Panjang 'P' (m) | Lebar 'L' (m) | Luas (PxL) (m ²) |
|----|--------------------------|-----------------|---------------|------------------------------|
| 1 | <i>Purchasing</i> | 9 | 6 | 54 |
| 2 | <i>Contract Office</i> | 9 | 6 | 54 |
| 3 | <i>Inventory Control</i> | 10 | 6 | 60 |
| 4 | Rapat | 10 | 6 | 60 |
| 5 | Arsip/Gudang | 12 | 6 | 72 |

- b. **Tingkat Pencahayaan Ruang**
Tingkat pencahayaan setiap ruangan ditunjukkan pada table 3. berikut :

Tabel 3. Hasil pengukuran tingkat pencahayaan ruangan

| No | Ruangan | Tingkat Pencahayaan (Lux) |
|----|--------------------------|---------------------------|
| 1 | <i>Purchasing</i> | 265 |
| 2 | <i>Contract Office</i> | 255 |
| 3 | <i>Inventory Control</i> | 260 |
| 4 | Rapat | 220 |
| 5 | Arsip Aktif | 200 |

- c. **Biaya Investasi**

Pada penelitian ini jenis lampu yang menjadi fokus penelitian adalah lampu *Florescent Philips Essential*, dengan daya yang berbeda, seperti ditunjukkan pada tabel 4. berikut :

Tabel 4. Spesifikasi dan harga lampu

| No | Jenis Lampu | Daya (Watt) | Lumen | Harga (Rp) |
|----|-------------|-------------|-------|------------|
| 1 | Essential | 5 | 250 | 22 |
| 2 | Essential | 8 | 440 | 24.5 |
| 3 | Essential | 11 | 620 | 28 |
| 4 | Essential | 14 | 820 | 30.5 |
| 5 | Essential | 18 | 1100 | 31.5 |
| 6 | Essential | 23 | 1420 | 38 |
| 7 | Essential | 35 | 2080 | 100 |

8 Essential 50 3230 130

Perhitungan biaya investasi sistem pencahayaan setiap ruangan ditunjukkan pada table 5. berikut :

Tabel 5. Biaya investasi sistem pencahayaan

| No | Ruangan | Daya Lmp | Jml Lmp | Harga Lampu (Rp) | Total Harga (Rp) |
|----|--------------------------|----------|---------|------------------|------------------|
| 1 | <i>Purchasing</i> | 23 W | 16 | 38 | 608 |
| 2 | <i>Contract Office</i> | 23 W | 16 | 38 | 608 |
| 3 | <i>Inventory Control</i> | 23 W | 18 | 38 | 684 |
| 4 | Rapat | 23 W | 18 | 38 | 684 |
| 5 | Arsip/Gudang | 23 W | 18 | 38 | 684 |

- d. **Biaya Pemakaian Listrik**

Jenis lampu yang digunakan pada masing-masing ruangan adalah lampu *Florescent Philips Essential 23 Watt, E27, 220-240 Volt, 1420 Lumen*, umur pemakaian 6000 jam. Dalam satu hari, lampu beroperasi rata-rata selama 13 jam, yaitu mulai pukul 05.00 WIB hingga pukul 18.00 WIB, maka dalam satu tahun (365 hari) lampu beroperasi rata-rata selama 4.745 jam (365 hari x 13 jam).

2.6 Permasalahan Pada Sistem Pencahayaan Ruang

Sistem penerangan pada kondisi eksisting masih belum optimal, hal tersebut terlihat dari perbedaan tingkat pencahayaan kondisi eksisting masih jauh di bawah nilai rekomendasi tingkat pencahayaan. Selisih nilai pengukuran dan nilai rekomendasi tingkat pencahayaan ditunjukkan pada tabel 6. berikut :

Tabel 6. Perbandingan tingkat pencahayaan hasil pengukuran dan nilai rekomendasi

| No | Ruangan | Tingkat Pencahayaan | | |
|----|-------------------|------------------------|-------------------------|---------------|
| | | Hasil Pengukuran (Lux) | Nilai Rekomendasi (Lux) | Selisih (Lux) |
| 1 | Purchasing | 265 | 350 | 85 |
| 2 | Contract Office | 255 | 350 | 95 |
| 3 | Inventory Control | 260 | 350 | 90 |
| 4 | Rapat | 220 | 300 | 80 |
| 5 | Arsip Aktif | 200 | 300 | 100 |

2.7 Ruang Lingkup dan Metode Pembahasan

Sistem pencahayaan ruangan yang menjadi fokus penelitian ini adalah sistem pencahayaan pada ruangan gedung perkantoran PT Pertamina RU II Production Sei Pakning. Pemilihan ruangan dilakukan secara acak pada lima ruangan yang berbeda yaitu ruang *purchasing*, ruang *contract Office*, ruang *inventory control*, ruang rapat, dan ruang arsip/gudang. Sistem pencahayaan yang dibahas terkait tingkat pencahayaan, daya lampu total, biaya investasi, dan biaya pemakaian listrik masing-masing ruangan. Metode penelitian yang dilakukan adalah dengan melakukan pengukuran tingkat pencahayaan secara langsung dilapangan, menghitung daya total lampu, biaya investasi dan biaya pemakaian listrik. Kemudian juga dilakukan studi literatur/tinjauan pustaka, dengan membandingkan hasil pengukuran dan perhitungan secara teori.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pembentukan Himpunan Fuzzy

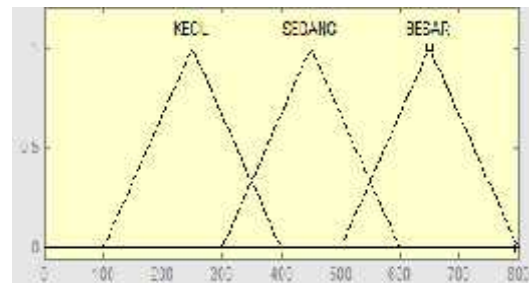
Terdapat 3 *input* dan 1 *output* dalam penyelesaian masalah dalam penelitian ini yaitu[8]:

a. *Input* Daya Lampu

Pada *input* daya lampu terdapat 3 himpunan *fuzzy*, yaitu sebagai berikut :

1. KECIL (100 – 400 Watt)
2. SEDANG (300 – 600 Watt)
3. BESAR (500 – 800 Watt)

Fungsi keanggotaannya ditunjukkan pada gambar 2. berikut :



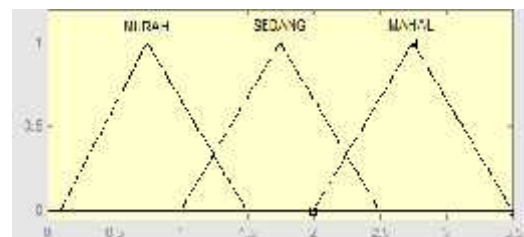
Gambar 2. Fungsi Keanggotaan Daya Lampu

b. *Input* Biaya Investasi

Pada *input* biaya investasi terdapat 3 himpunan *fuzzy*, yaitu sebagai berikut :

1. MURAH (Rp. 100.000 – Rp. 1.500.000)
2. SEDANG (Rp. 1.000.000 – Rp. 2.500.000)
3. MAHAL (Rp. 2.000.000 – Rp. 3.500.000)

Fungsi keanggotaannya ditunjukkan pada gambar 5.2. berikut :



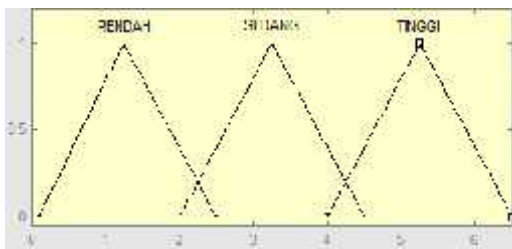
Gambar 3. Fungsi Keanggotaan Biaya Investasi

c. *Input* Biaya Pemakaian Listrik

Pada *input* biaya pemakaian listrik terdapat 3 himpunan *fuzzy*, yaitu sebagai berikut :

1. RENDAH (Rp. 100.000 – Rp. 2.500.000)
2. SEDANG (Rp. 2.000.000 – Rp. 4.500.000)
3. TINGGI (Rp. 4.000.000 – Rp. 6.500.000)

Fungsi keanggotaannya ditunjukkan pada gambar 4. berikut :



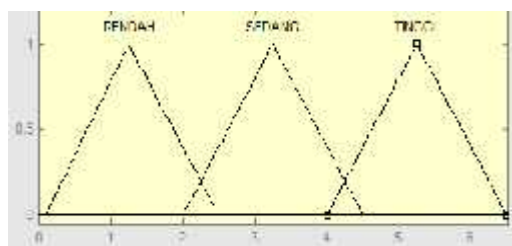
Gambar 4. Fungsi Keanggotaan Biaya Pemakaian Listrik

4. Output Optimalisasi

Pada *output* optimalisasi terdapat 3 himpunan *fuzzy*, yaitu sebagai berikut :

1. KURANG (5% - 50%)
2. BAIK (40%- 90%)
3. LEBIH (80% - 130%)

Fungsi keanggotaannya ditunjukkan pada gambar 5. berikut :



Gambar 5. Fungsi Keanggotaan Optimalisasi

3.2 Aplikasi Fungsi Implikasi (Aturan)

Terdapat 3 *input*, masing-masing *input* memiliki 3 fungsi keanggotaan. *Output* yang dihasilkan berupa tingkat Optimalisasi pencahayaan dengan 3 kondisi yaitu KURANG, BAIK dan LEBIH. Fungsi implikasi yang digunakan adalah aturan MIN, sehingga didapat aturan sebagai berikut :

- [R1] = IF Daya KECIL and Investasi MURAH and Listrik RENDAH then Optimalisasi KURANG;
- [R2] = IF Daya KECIL and Investasi MURAH and Listrik SEDANG then Optimalisasi KURANG;
- [R3] = IF Daya KECIL and Investasi MURAH and Listrik TINGGI then Optimalisasi KURANG;
- [R4] = IF Daya KECIL and Investasi SEDANG and Listrik RENDAH then Optimalisasi KURANG;

- [R5] = IF Daya KECIL and Investasi SEDANG and Listrik SEDANG then Optimalisasi KURANG;
- [R6] = IF Daya KECIL and Investasi SEDANG and Listrik TINGGI then Optimalisasi BAIK;
- [R7] = IF Daya KECIL and Investasi MAHAL and Listrik RENDAH then Optimalisasi KURANG;
- [R8] = IF Daya KECIL and Investasi MAHAL and Listrik SEDANG then Optimalisasi BAIK;
- [R9] = IF Daya KECIL and Investasi MAHAL and Listrik TINGGI then Optimalisasi LEBIH;
- [R10] = IF Daya SEDANG and Investasi MURAH and Listrik RENDAH then Optimalisasi KURANG;
- [R11] = IF Daya SEDANG and Investasi MURAH and Listrik SEDANG then Optimalisasi KURANG;
- [R12] = IF Daya SEDANG and Investasi MURAH and Listrik TINGGI then Optimalisasi KURANG;
- [R13] = IF Daya SEDANG and Investasi SEDANG and Listrik RENDAH then Optimalisasi KURANG;
- [R14] = IF Daya SEDANG and Investasi SEDANG and Listrik SEDANG then Optimalisasi BAIK;
- [R15] = IF Daya SEDANG and Investasi SEDANG and Listrik TINGGI then Optimalisasi BAIK;
- [R16] = IF Daya SEDANG and Investasi MAHAL and Listrik RENDAH then Optimalisasi KURANG;
- [R17] = IF Daya SEDANG and Investasi MAHAL and Listrik SEDANG then Optimalisasi BAIK;
- [R18] = IF Daya SEDANG and Investasi MAHAL and Listrik TINGGI then Optimalisasi LEBIH;
- [R19] = IF Daya BESAR and Investasi MURAH and Listrik RENDAH then Optimalisasi KURANG;
- [R20] = IF Daya BESAR and Investasi MURAH and Listrik SEDANG then Optimalisasi BAIK;

- [R21] = IF Daya BESAR and Investasi MURAH and Listrik TINGGI then Optimalisasi BAIK;
- [R22] = IF Daya BESAR and Investasi SEDANG and Listrik RENDAH then Optimalisasi BAIK;
- [R23] = IF Daya BESAR and Investasi SEDANG and Listrik SEDANG then Optimalisasi BAIK;
- [R24] = IF Daya BESAR and Investasi SEDANG and Listrik TINGGI then Optimalisasi LEBIH;
- [R25] = IF Daya BESAR and Investasi MAHAL and Listrik RENDAH then Optimalisasi LEBIH;
- [R26] = IF Daya BESAR and Investasi MAHAL and Listrik SEDANG then Optimalisasi LEBIH;
- [R27] = IF Daya BESAR and Investasi MAHAL and Listrik TINGGI then Optimalisasi LEBIH;

3.3 Tingkat Optimalisasi Sistem Pencahayaan Ruangan

Tingkat pencahayaan yang didapat pada kondisi eksisting dan kondisi ideal, serta perbandingan dengan nilai tingkat optimalisasi yang didapat pada matlab ditunjukkan pada table 7. berikut :

Tabel 7. *Tingkat Optimalisasi Pencahayaan Ruangan*

| No | Jenis Ruangan | Kondisi Eksisting | | Kondisi Ideal | |
|----|-------------------|-------------------|--------|---------------|--------|
| | | Hitung | Matlab | Hitung | Matlab |
| 1 | Purchasing | 27,5 | 27,1 | 64,09 | 63,8 |
| 2 | Contract Office | 27,5 | 27,1 | 64,09 | 63,8 |
| 3 | Inventory Control | 25,96 | 26,9 | 71,21 | 75,6 |
| 4 | Rapat | 25,96 | 26,9 | 56,51 | 47,8 |
| 5 | Arsip/Gudang | 25,96 | 26,9 | 74,82 | 76,5 |

4. KESIMPULAN

Pada penelitian ini dapat disimpulkan bahwa: Pada kondisi eksisting di Ruang Kerja (Ruang *Purchasing*, Ruang *Contract Office*, dan Ruang *Inventory Control*), tingkat pencahayaan masih rendah yaitu 260 lux (lumen/m²) dengan tingkat optimalisasi sistem pencahayaan 26,99% kategori “KURANG”, setelah dilakukan perbaikan tingkat pencahayaan menjadi 350 lux (lumen/m²) sudah sesuai dengan nilai rekomendasi SNI 03-6575-2001 untuk tingkat pencahayaan minimum Ruang Kerja yaitu 350 lux (lumen/m²), dengan tingkat optimalisasi sistem pencahayaan 66,46% kategori “BAIK”. Pada kondisi eksisting di Ruang Rapat dan Ruang Arsip/Gudang, tingkat pencahayaan masih rendah yaitu 210 lux (lumen/m²) dengan tingkat optimalisasi sistem pencahayaan 25,96% kategori “KURANG”, setelah dilakukan perbaikan tingkat pencahayaan menjadi 300 lux (lumen/m²) sudah sesuai dengan nilai rekomendasi SNI 03-6575-2001 untuk tingkat pencahayaan minimum Ruang Arsip yaitu 300 lux (lumen/m²), dengan tingkat optimalisasi sistem pencahayaan 65,67% kategori “BAIK”. Dalam perbaikan tingkat pencahayaan untuk optimalisasi sistem pencahayaan dilakukan pengaturan terhadap daya lampu, biaya investasi, dan biaya pemakaian listrik.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis ucapkan kepada segenap tim peneliti dan Fakultas Teknik Elektro, Universitas Lancang Kuning yang telah memberikan dukungan dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Badan Standarisasi Nasional, SNI 03-6575-2001: “Tata Cara Perancangan Sistem Pencahayaan Buatan Pada Bangunan Gedung”. 2001
- [2] Kusumadewi, S. dan Purnomo, H., “Aplikasi Logika Fuzzy Untuk

- Mendukung Keputusan”, Graha Ilmu, Yogyakarta. 2004
- [3] Badan Standarisasi Nasional, 2004, SNI 16-7062-2004: “Pengukuran Intensitas Penerangan di Tempat Kerja”.
- [4] Kusumadewi, S. “Analisis & Desain Sistem Fuzzy Menggunakan Toolbox Matlab”, Graha Ilmu, Yogyakarta. 2002
- [5] Ajmalahamed, A., Nandhini, K. M., dan Anand S. K., “Designing A Rule Based
- [7] Karlen, M. dan Benya, J. “Dasar-Dasar Desain Pencahayaan”, Erlangga, Jakarta. 2006
- [8] Widodo, T. S. “Sistem Sistem Neuro Fuzzy untuk Pengolahan Informasi, Pemodelan, dan Kendali”, Graha Ilmu, Yogyakarta. 2005 Fuzzy Expert Controller for Early Detection and Diagnosis of Diabetes”, ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences, Vol. 9 No. 5, ISSN 1819-6608. 2014
- [6] Biran, A. dan Breiner, M. “Matlab For Engineers, Addison Wesley”, London. 1999