

# Rancang Bangun “Building Automation System” Dengan Menerapkan Kontrol Logika Fuzzy Untuk Mendapatkan Efisiensi Daya Dari Beban Kipas Angin, Lampu Dan Air Conditioner

Syechu Dwitya N, Doni Priambodo, Anang Tjahjono, Joke Pratilastiarso  
Politeknik Elektronika Negeri Surabaya – ITS, Surabaya 60111  
syechu001@yahoo.com, dony@student.eepis-its.edu, anang\_tj@eepis-its.edu, joke@eepis-its.edu

## Abstrak

Energi listrik merupakan salah satu kebutuhan yang sangat vital di Politeknik Elektronika Negeri Surabaya (PENS) dan wajib diterapkan efisiensi energi di dalamnya. Untuk mendapatkan efisiensi energi listrik maka dibuatlah Building Automation System (BAS) yang diaplikasikan untuk beban kipas angin, lampu, dan juga air conditioner (AC). BAS dioperasikan melalui PLC menggunakan Kontrol Logika Fuzzy (KLF) yang inputnya dari sensor Passive Infra Red (PIR), LM35, dan LDR. Dengan mengolah input-input tersebut menggunakan KLF didapatkan penghematan daya AC di laboratorium (LAB) sebesar 4,167kWh dari 30,756kWh dan 8,92 kWh dari 26,49 kWh per minggu untuk beban lampu penerangan 4 ruang kelas.

**Kata kunci:** LKF, PIR, LDR, LM35, BAS.

## 1. Pendahuluan

Gedung D4 PENS memiliki 14 kelas yang didalamnya terdapat beban lampu, receptacle, dan kipas angin dan juga memiliki 18 laboratorium yang 17 diantaranya terdapat beban lampu, receptacle, dan AC sedangkan 1 laboratorium terdapat beban lampu, receptacle, dan blower.

Dalam satu bulan rata-rata pemakaian daya untuk AC sebesar 78.885kWh, lampu sebesar 12.813kWh, peralatan sebesar 38.442kWh. Dari beban yang ada hampir keseluruhan tidak terkontrol dengan kata lain tidak ada penjadwalan ataupun secara manual dalam penggunaannya. Sehingga dalam keadaan jam kosong, ataupun istirahat masih bisa dipergunakan. Bahkan ada beban-beban yang lupa untuk dimatikan sehingga terjadi pemborosan.

Dengan melihat keadaan tersebut kami menerapkan BAS pada gedung D4 PENS untuk penekanan pemakaian daya pada beban AC, lampu, maupun peralatan elektronik lainnya.

## 2. Dasar Teori

### 2.1 PLC

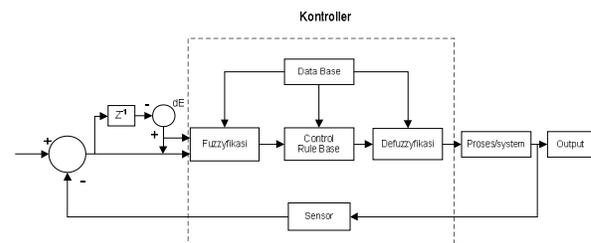
PLC yang digunakan adalah PLC Modicon Quantum keluaran produksi dari Schneider Electric yang dalam pemrogramannya menggunakan software Unity pro dengan struktur bahasa yang digunakan Ladder logic. PLC tersebut memiliki masukan digital 32 IN (4 grup x 8 poin) dan keluaran digital 32 OUT (4 grup x 8 poin) dengan operating voltage (maksimum) 19,2 sampai 30 Vdc. Semua rak yang disediakan bisa dipasangkan dengan I/O module discrete maupun analog.

### 2.2 FLC (Fuzzy Logic Controller)

Secara umum pengendali logika fuzzy memiliki kemampuan sebagai berikut :

1. Beroperasi tanpa campur tangan manusia secara langsung, tetapi memiliki efektivitas yang sama dengan pengendali manusia.
2. Mampu menangani system-sitem yang kompleks, non-linier dan tak stasioner.
3. Memenuhi spesifikasi operasional dan criteria kinerja.
4. Struktur sederhana, kuat dan beroperasi real time.

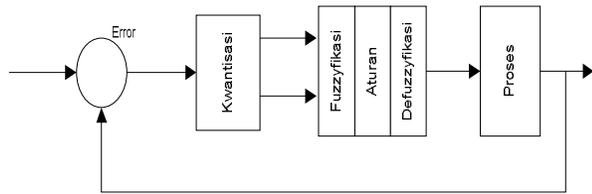
Struktur dasar system pengendali logika fuzzy ditunjukkan pada gambar berikut.



**Gambar 1.** Struktur dasar system control logika fuzzy

Struktur logika fuzzy yang dikembangkan tampak pada gambar berikut ini. Pada gambar tersebut terdapat proses kwantisasi, yaitu proses pengubahan sinyal

masuk-dalam hal ini error dan delat error-menjadi sinyal yang terkwantisasi (E dan dE) untuk diproses selanjutnya.

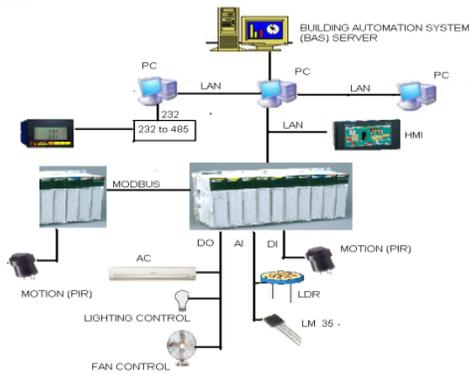


Gambar 2. Struktur pengendali logika fuzzy

### 3 Rancangan Sistem

#### 3.1 Blok Diagram

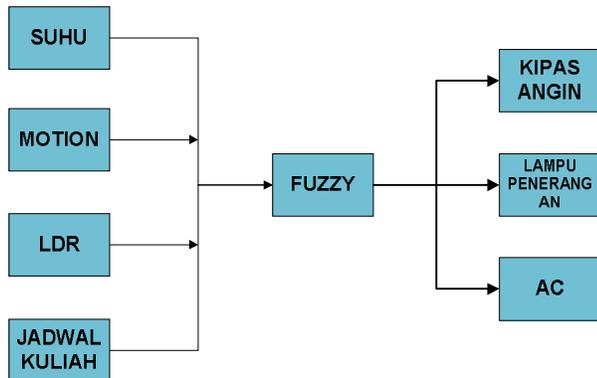
Berikut ini adalah blok diagram dari sistem secara keseluruhan:



Gambar 3. Blok Diagram Sistem

#### 3.2 Blok Diagram Kontrol Keseluruhan

Building Automation system ini kami kontrol menggunakan metode fuzzy logic control sebagai berikut :

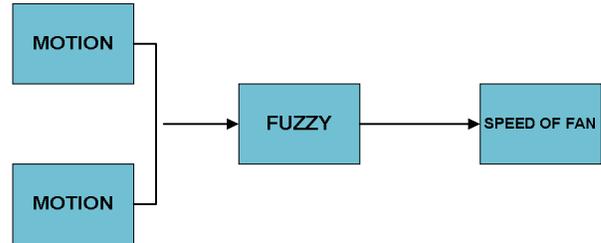


Gambar 4. Blok Diagram FLC Keseluruhan

Sensor suhu menggunakan LM35 untuk mengetahui suhu ruang laboratorium, sensor motion untuk

mengetahui ada atau tidak aktifitas di dalam ruangan yang nantinya di counter, dan sensor LDR digunakan untuk menentukan apakah banyak cahaya yang masuk di dalam ruangan (intensitas cahaya).

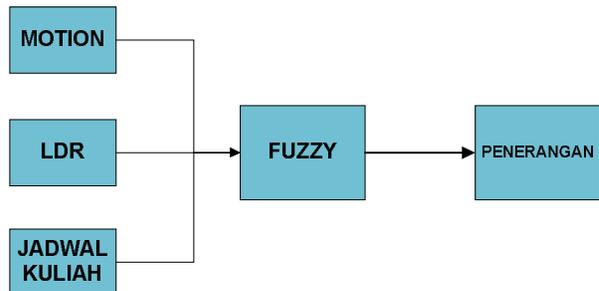
Breakdown dari keseluruhan control Fuzzy diatas dibagi menjadi tiga, yaitu fuzzy untuk mengontrol kipas angin, fuzzy untuk mengontrol lampu penerangan, dan fuzzy untuk mengontrol AC.



Gambar 5. Blok Diagram FLC Untuk Kipas Angin



Gambar 6. Blok Diagram FLC Untuk AC



Gambar 7. Blok Diagram FLC Untuk Lampu Penerangan

#### 3.3 Perencanaan Kontrol Logika Fuzzy Pada PLC

Dalam prosesnya, ada 5 tahapan dalam membangun logika fuzzy, yaitu menentukan *crisp* input dan *crisp* output, menentukan fungsi keanggotaan, Fuzzifikasi, Evaluasi aturan dan defuzzyfikasi.

##### 3.3.1 Menentukan *crisp* input dan *crisp* output

Dalam pembuatan Kontrol Logika Fuzzy ini menggunakan 4 buah input dan 3 buah ouput seperti gambar 3.2.1.

### 3.3.2 Fungsi keanggotaan

Penerapan pada PLC, tahapan ini berupa deklarasi nilai pada masing label pada 3 buah input dan 3 buah output, misal untuk deklarasi fungsi keanggotaan dari variabel input Intensitas Cahaya sebagai berikut

```
ST_1:=0.0;
ST_2:=1500.0;
ST_3:=3000.0;
```

Untuk mendefinisikan fungsi keanggotaan atau *membership function* input intensitas cahaya digunakan 3 titik setiap label. Titik pertama (dimulai dari kiri) berarti awal membership function (tingkat kebenaran nol "0") , kemudian titik 2 batas garis dimana tingkat kebenarannya adalah "1". Titik 3 adalah titik dimana garis jatuh kebenaran adalah nol "0" (paling kanan) untuk label tersebut.

### 3.3.3 Fuzzifikasi

Ide dasar pembuatan proses fuzzifikasi ini adalah dengan menggunakan rumus persamaan garis lurus yang melewati dua buah titik.

$$\frac{x - x_1}{x_2 - x_1} = \frac{y - y_1}{y_2 - y_1} \quad (3)$$

Penerapannya pada PLC akan menjadi sebagai berikut :

a. Untuk bentuk *Trapezoid*.

```
{
IF lev_cahaya < ST_0 THEN
Lev1:=1.0;
ELSIF lev_cahaya >= ST_3 THEN
Lev1:=0.0;
ELSIF lev_cahaya > ST_0 and lev_cahaya < ST_3 THEN
Lev1:=((ST_3-lev_cahaya)/(ST_3-ST_2));
END_IF;
}
```

b. Untuk bentuk *Triangular*.

```
{
IF lev_cahaya < T_1 or lev_cahaya > T_3 THEN
Lev2:=0.0;
ELSIF lev_cahaya > T_1 and lev_cahaya < T_2 THEN
Lev2:=((lev_cahaya-T_1)/(T_2-T_1));
ELSIF lev_cahaya > T_2 and lev_cahaya < T_3 THEN
lev2:=((T_3-lev_cahaya)/(T_3-T_2));
ELSIF lev_cahaya = T_0 then
lev2:=1.0;
END_IF;
}
```

### 3.3.4 Rule Evaluation

Pada rule evaluation, akan digunakan metode "AND". Karena menggunakan metode tersebut maka nilai yang diambil merupakan nilai terkecil (Minimal).

Penerapannya pada PLC akan menjadi sebagai berikut:

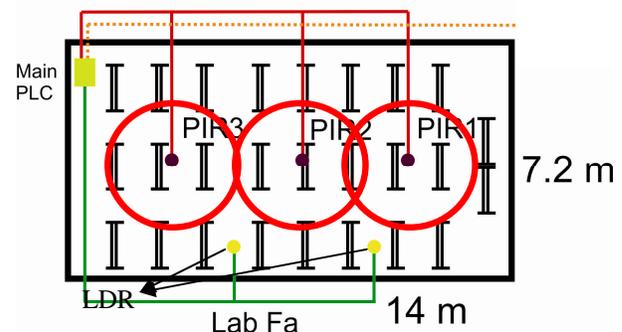
```
If lev1 >= 0.0 and Absnsi_ada >= 0.0 and M0 >= 0.0 then
Rule1:= lev1*absnsi_ada*M0;
End_If;
```

### 3.3.5 Defuzzifikasi

Pada dasarnya defuzzifikasi ada beberapa metode. Tapi untuk proses BAS ini digunakan metode COG (center of gravity).

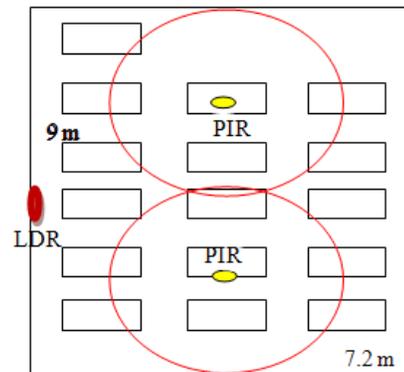
## 3.4 Penempatan Passive Infra Red (PIR) dan LDR di Ruang Lab dan Kelas.

Untuk design penempatan dari sensor motion beserta LDR untuk ruang LAB seperti pada gambar 3.4.1 di bawah ini.



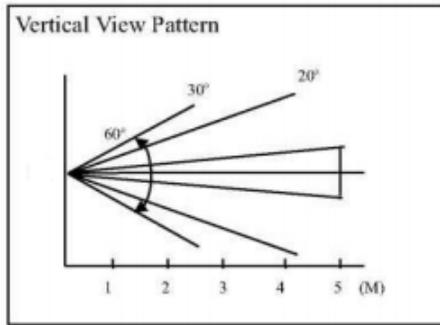
Gambar 8. Penempatan Sensor PIR dan LDR di Ruang LAB.

Sedangkan untuk design penempatan dari PIR dan LDR untuk ruang kelas seperti pada gambar 3.4.2 di bawah ini.



Gambar 9. Penempatan Sensor PIR dan LDR di Ruang Kelas.

Ada 2 buah PIR dalam ruangan 9 m x 7.2 m luasnya 64.8 m<sup>2</sup>. Sedangkan tinggi ruang kelas = 3 m. Dan untuk jangkauan dari PIR itu sendiri sebagai berikut



Gambar 10. Jangkauan Sensor PIR

Sudut yang terbentuk dengan jarak 3 meter dari lantai adalah 60°. Untuk mencari jari-jari jangkauan maka :

$$\cos 30 = \frac{3}{r}$$

$$r = 3.46 \text{ m}$$

$$\sin 30 = \frac{y}{3.46}$$

$$y = 1.73 \text{ m} \tag{1}$$

Jadi jari-jari jangkauan PIR adalah 1.73 meter, maka luas jangkauan dari PIR adalah

$$L = \pi r^2$$

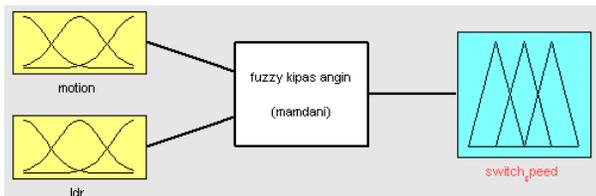
$$L = \pi \times 1.73^2$$

$$L = 9.4 \text{ m}^2 \tag{2}$$

#### 4 Hasil Penelitian

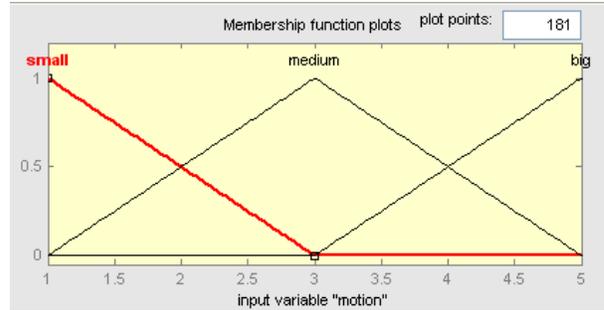
##### 4.1 Simulasi FLC Untuk Mengatur Kipas Angin

Untuk pengontrolan kipas angin digunakan FLC yang inputnya dari motion sensor dan LDR



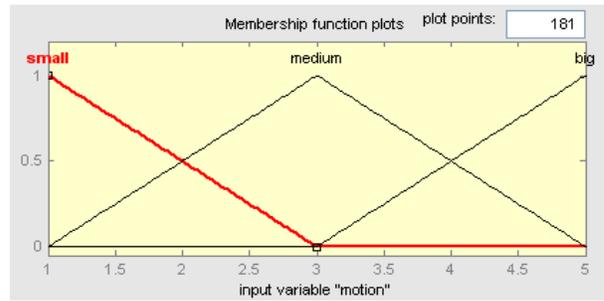
Gambar 11. Uji Simulasi FLC pada Matlab untuk Mengontrol kipas Angin

Input dari sensor motion sendiri dibagi menjadi 3 bagian yaitu small, medium, big yang diartikan dalam nilai berapa banyak intensitas di dalam ruangan.



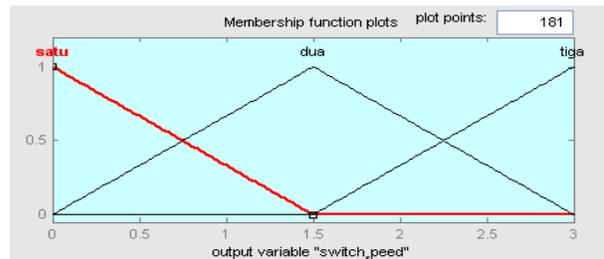
Gambar 12. Data Input Motion

Input dari sensor LDR sendiri dibagi menjadi 3 bagian yaitu terang, normal, redup.



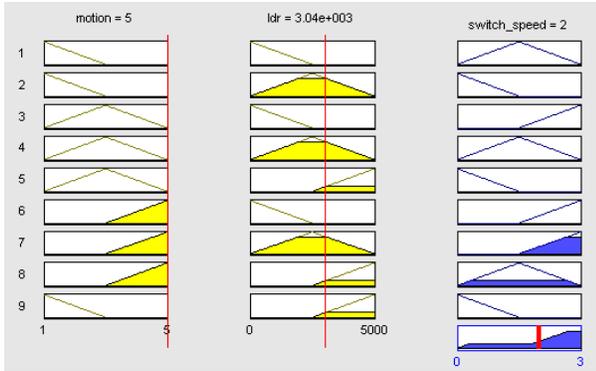
Gambar 13. Data Input LDR

Sedangkan data output speed kipas angin menyala yang diperoleh terbagi dalam 3 range yaitu speed satu, speed dua, speed tiga.



Gambar 14. Data Output Speed kipas Angin

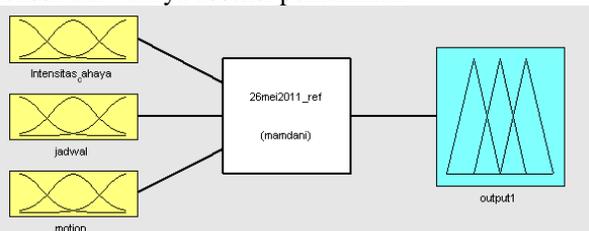
Berikut ini adalah pengujian output dengan cara merubah-ubah nilai dari kedua input ataupun salah satunya.



**Gambar 15.** Pengujian Output

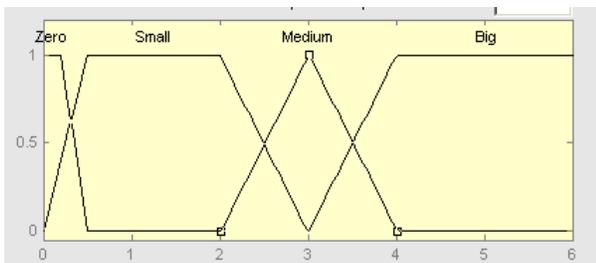
4.2 Simulasi FLC Untuk Mengatur Lampu Penerangan

Untuk pengontrolan nyala lampu menggunakan FLC Yang menggunakan inputan berupa sensor cahaya , motion sensor dan adanya absensi perkuliahan.



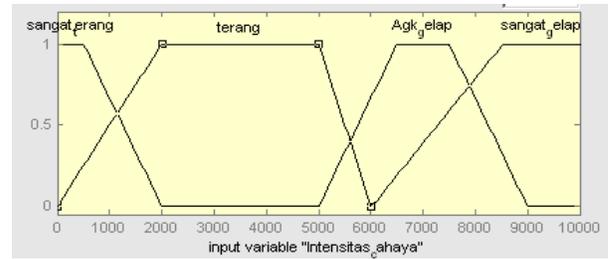
**Gambar 16.** Blok Diagram FLC untuk AC dan Kipas Angin.

Input dari sensor motion sendiri dibagi menjadi 4 bagian yaitu zero, small, medium, big yang diartikan dalam nilai berapa banyak aktifitas di dalam ruangan.



**Gambar 17.** Data Input Motion

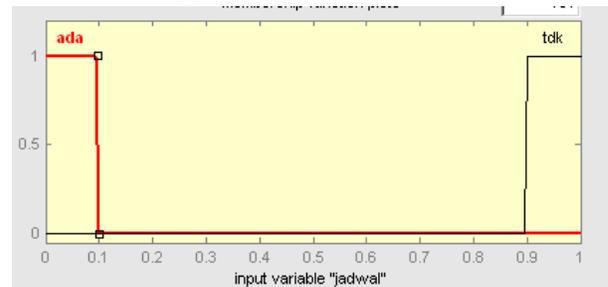
Input dari Intensitas cahaya dari sensor LDR sendiri dibagi menjadi 4 bagian yaitu Sangat Terang (ST), Terang (T), Agak gelap (Agk\_G), Sangat Gelap (SG).



**Gambar 18.** Data Input LDR

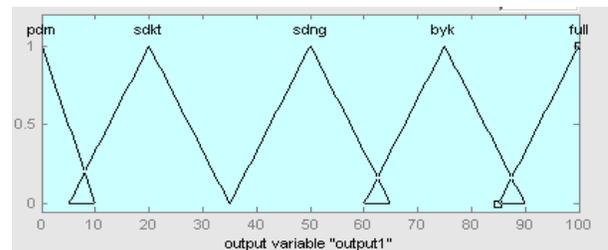
Dan untuk input fuzzy ke 3 yakni dari absensi yang mempunyai membership function sebanyak 2 anggota, yaitu:

- a. Ada.
- b. Tidak.



**Gambar 19.** Data Input Jadwal kuliah

Sedangkan data output fuzzy berupa banyak nyala lampu sebanyak 5 anggota



**Gambar 20.** Data Output fuzzy untuk pengaturan nyala lampu

Berikut ini adalah pengujian output dengan cara merubah-ubah nilai dari kedua input ataupun salah satunya.

**Tabel 1.** Perbandingan Nilai Simulasi dan Implementasi

Input LDR ADC PLC (0-4095)	Counter motion sensor	Jadwal kuliah	Output Simulasi (Matlab)	Output fuzzy (PLC)
500	3	1	3,2	0.0
600	1	1	3,2	0.0
700	1	1	3,2	0.0

800	4	1	3,2	0.0
900	3	1	3,2	0.0
1156	2	1	3,2	0.0
1256	2	0	3,2	0.0
1300	4	0	3,2	0.0
1458	4	0	3,2	0.0
2000	4	0	3,2	0.0
2020	4	1	3	0
2100	4	1	25,2	23,4
2200	4	1	42,1	3,92
2500	4	1	51,9	52,01
2600	2	1	31,4	31,2
2800	4	0	50	50
2900	3	1	61,5	57,5

#### 4.3 Cuplikan pemakaian daya AC sebelum implementas BAS

No	lama on	Tegangan (V)	Arus (A)	PF	Daya (kWh)
1	3.43 jam	375	5	0.97	10.8
2	3.83 jam	375	5	0.97	12.05
3	4.71 jam	375	5	0.97	14.82
4	4.08 jam	375	5	0.97	12.81

Pemakaian daya AC sebesar 50.48 kWh x 3 buah AC menjadi 151.44 kWh dalam 4 hari untuk satu buah lab.

#### 4.4 Cuplikan pemakaian daya AC setelah implementas BAS

No	lama on	Tegangan (V)	Arus (A)	PF	Daya (kWh)
1	2.93 jam	375	5	0.97	9.2
2	2.91 jam	375	5	0.97	9.16
3	4.71 jam	375	5	0.97	14.82
4	4.08 jam	375	5	0.97	12.81

Pemakaian daya AC sebesar 45.99 kWh x 3 buah AC menjadi 137.97 kWh dalam 4 hari untuk satu buah lab. Dari kedua buah data tersebut dapat diketahui bahwa penghematan daya sebesar 13.47 kWh. Penghematan daya yang diperoleh saat penggunaan BAS adalah

$$\text{penghematan daya} = \frac{13.47}{151.44} \times 100\% = 8.96\%$$

#### 4.4. Cuplikan pemakaian daya Lampu sebelum implementasi BAS

TANGGAL	KELAS			TOTAL (kWH)
	A304 (kWH)	A302 dan A303 (kWH)	A301 (kWH)	
2 Mei 2011	3,255	1,901	2,721	7.877
3 Mei 2011	0,341	0,963	0,374	1,678
4 Mei 2011	1,260	2,751	0,0	4,011
5 Mei 2011	2,673	4,420	0,91	8,003
6 Mei 2011	2,515	0,0	0,0	2.515
<b>TOTAL (kWH)</b>	<b>10.44</b>	<b>10.035</b>	<b>3,186</b>	<b>24,084</b>

Total pemakaian daya lampu pada 4 kelas A301, A302, A303, A304 selama 5 hari yaitu sebesar 24,084 kWh, dan berikut tabel perbandingan pemakaian daya setelah pemakaian BAS.

#### 4.5 Cuplikan pemakaian daya Lampu setelah implementasi BAS

TANGGAL	KELAS			TOTAL (kWH)
	A304 (kWH)	A302 dan A303 (kWH)	A301 (kWH)	
2 Mei 2011	1,243	0,437	0,857	2,537
3 Mei 2011	0,0	0,0	0,0	0,0
4 Mei 2011	0,0	0,0	0,341	0,341
5 Mei 2011	0,0	1,278	0,206	1,484
6 Mei 2011	0,0	0,0	0,636	0,636
<b>TOTAL (kWH)</b>	<b>1,243</b>	<b>1,715</b>	<b>2,04</b>	<b>4,998</b>

Dari tabel 4.5 merupakan pemakaian daya lampu penerangan setelah adanya BAS sebesar 4,998 kWh. Penggunaan daya sebelum pemasangan BAS sebesar 24,084 kWh dan setelah pemasangan BAS Sebesar 4,998 kWh, Sehingga terjadi efisiensi sebesar 79,24 % untuk lampu kelas A301, A302, A303, A304 selama 5 hari. Sedangkan untuk LAB FA setelah pemasangan BAS di prediksi terjadi efisiensi sebesar 16,35% dari pemakaian

daya sebesar 23,82 kWh menjadi 19,924 kWh selama 4 hari pengamatan.

## 5 Kesimpulan

Dengan penggunaan BAS untuk mengontrol kipas angin didapatkan penghematan daya sebesar 12.63% dalam 5 hari dari penggunaan daya sebesar 7.9kWh menjadi 6.9kWh dan penghematan daya 8.96% untuk pemakaian AC di laboratorium *Factory Automation* dari penggunaan daya sebesar 151.44kWh menjadi 137.97kWh selama 4 hari.

Dengan penggunaan BAS untuk mengatur nyala lampu di dapatkan 79,24 % untuk lampu kelas A301, A302, A303, A304 selama 1 minggu. Dari total daya 4 ruang kelas sebesar 24,084 kWh menjadi 4,998 kWh . Dan untuk ruang LAB-FA dapat di asumsikan terjadi efisiensi sebesar 16,35 % dari pemakaian daya sebesar 23,82 menjadi 19,924 kWh.

## Daftar Pustaka

- [1] Sibigtroth, James M., "*Fuzzy Logics*", April, 1992, AI Expert.
- [2] Ahidul Bariz, Zyendy. *Pemanfaatan Magelis Touchscreen sebagai Human Machine Interface berbasis TCP/IP multivendor PLC networking*, Proyek Akhir Politeknik Elektornika Negeri Surabaya, 2010.
- [3] Unity Pro XL 4: Standard Block Library
- [4] Unity Pro XL *Manual* Schneider Electric
- [5] Tutorial Vijeo Designer, Telemecanique
- [6] Risky Abadi, Yanuar . *Rancang Bangun Supervisory Control And Data Acquisition (Scada) Pada Proses Pencucian Filter Secara Otomatis Di Pdam Karangpilang I Surabaya*, Proyek Akhir Politeknik Elektornika Negeri Surabaya, 2010.