

**PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI SISTEM PENCAHAYAAN RUANGAN
BERBASIS JARINGAN SYARAF TIRUAN
DESIGN AND IMPLEMENTATION OF INDOOR LIGHTING SYSTEM BASED
NEURAL NETWORK**

Hilmy Dzul Faqar¹, Mohamad Ramdhani², Ig. Prasetya Dwi Wibawa³

^{1,2,3}Prodi S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

¹dzulfaqar@students.telkomuniversity.ac.id, ²mohamadramdhani@telkomuniversity.ac.id,

³prasdwiwibawa@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Pencahayaan pada suatu ruangan merupakan salah satu hal yang sangat dibutuhkan oleh manusia karena dengan adanya pencahayaan maka aktivitas dapat berjalan dengan baik. Umumnya pengaturan pencahayaan hanya memiliki dua kondisi yaitu lampu nyala (*on*) atau lampu padam (*off*). Pengaturan dengan prinsip *on-off* tidak efisien karena tidak memperhatikan cahaya dari luar. Untuk itu dibutuhkan suatu upaya penghematan energi pada sistem pencahayaan.

Pada tugas akhir ini, dirancang suatu sistem yang dapat mengkategorikan penerangan cahaya lampu pada ruangan dengan menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan *Backpropagation*. Masukan sistem berasal dari nilai LDR yang dikonversi menjadi luxmeter dan selanjutnya nilai tersebut diproses di Arduino Mega 2560 dengan menggunakan JST *Backpropagation*. Pada proses JST, nilai dari luxmeter dijadikan data pembelajaran dan pengujian dan *output* sistem berupa klasifikasi tingkat kecerahan lampu pada ruangan.

Berdasarkan proses pengujian yang telah dilakukan, sensor cahaya 1 memiliki persentasi *error* 10.4815% dan sensor cahaya 2 memiliki persentasi *error* 7.2756%. Sedangkan untuk pengujian keberhasilan klasifikasi sistem sebesar 66.66%. Namun sistem belum dapat dikatakan baik karena pada pengujian siang hari nilai keberhasilan sebesar 33.33%.

Kata kunci: Arduino Mega 2560, JST, LDR, Sensor Cahaya

Abstract

Lighting in a room is one of the things that are needed by humans because with the lighting activities can run well. Generally the lighting arrangement has only two conditions namely the on or off lights. Setting with on-off principle is inefficient because it does not pay attention to outside light. For that we need an energy saving effort on the lighting system.

In this final project, designed a system that can categorize lighting of lamp in room by using Backpropagation Neural Network. The system input is derived from the LDR value converted to lux and then the value is processed in Arduino Mega 2560 using Backpropagation ANN. In the ANN process, the value of luxmeter used as learning data and testing and output system in the form of classification of brightness level of lights in the room.

Based on the testing process, sensor cahaya 1 has a percentage error of 10.4815% and sensor cahaya 2 has a percentage of error 7.2756%. While for testing the success of the system classification of 66.66%. But the system can not to be said good because the daylight testers the success rate of 33.33%.

Keyword : ANN, Arduino Mega 2560, LDR, Sensor Cahaya

1. Pendahuluan

Pada zaman modern seperti sekarang ini aktivitas manusia sudah tidak lagi bergantung oleh kehadiran matahari sebagai sumber cahaya. Hal ini dimungkinkan karena telah adanya sebuah benda yang dinamakan lampu. Dengan adanya lampu maka aktivitas manusia dapat berlangsung selama sehari penuh tanpa henti. Semakin tinggi kegiatan yang membutuhkan pencahayaan maka energi yang digunakan juga semakin banyak.

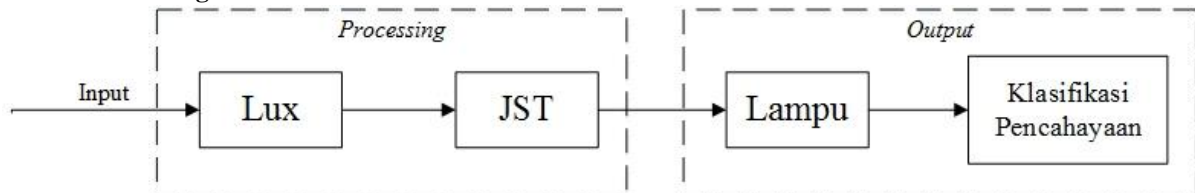
Menurut Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral pemborosan energi 80% karena faktor manusia, salah satunya yaitu penggunaan lampu selama 24 jam. Pencahayaan mempunyai pengaruh yang cukup besar pada

sebuah ruangan. Pengaturan pencahayaan ruangan yang biasanya digunakan yaitu *on-off*, dimana saat ruangan gelap lampu akan dinyalakan dan akan dimatikan apabila ruangan terang. Pada saat siang hari lampu akan dimatikan karena ruangan sudah mendapatkan cahaya yang cukup dari cahaya matahari sehingga apabila lampu dinyalakan maka akan menjadi terlalu terang. Disamping itu pemakaian pencahayaan yang berlebihan juga akan membuat energi yang digunakan menjadi tidak efisien.

Oleh karena itu dibutuhkan pengaturan pencahayaan yang dapat mengurangi penggunaan energi lampu yang berlebihan dengan mengatur pencahayaan sesuai yang dibutuhkan oleh ruangan tersebut. Mengingat pentingnya penghematan energi maka dalam tugas akhir ini penulis akan merancang suatu Sistem Pencahayaan Ruangan Berbasis Jaringan Syaraf Tiruan.

2. Dasar Teori dan Perancangan

2.1. Perancangan Sistem



Gambar 1. Gambaran Umum Sistem

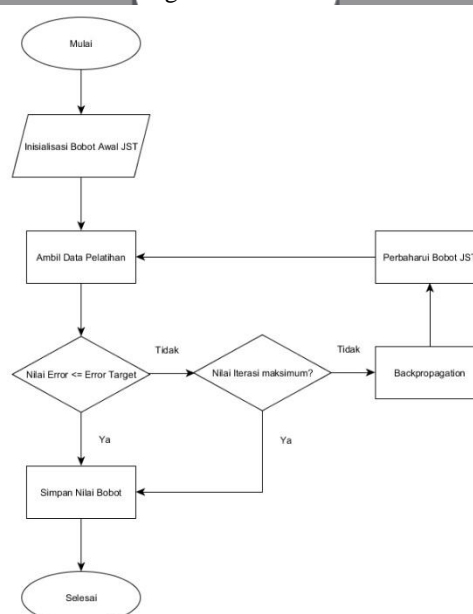
Sistem memiliki masukan berupa sensor cahaya. Nilai dari sensor cahaya tersebut dikonversikan menjadi lux. Lalu nilai lux digunakan sebagai masukan pada proses JST. Keluaran dari JST digunakan untuk mengklasifikasikan tingkat cahaya lampu.

2.2. Perancangan Algoritma Jaringan Syaraf Tiruan

Pada tugas akhir ini, Jaringan Syaraf Tiruan (JST) digunakan sebagai klasifikasi pada sistem. JST dirancang dengan menggunakan dua neuron *input*, sepuluh neuron di *hidden layer* dan satu neuron *output*. Algoritma JST tersusun menjadi tiga bagian yaitu, perancangan arsitektur JST, proses pelatihan JST dan proses pengujian JST.

2.3. Proses Pembelajaran JST

Proses pelatihan JST dilakukan untuk pembentukan nilai bobot baru untuk menentukan klasifikasi luxmeter. Hasil dari pelatihan akan disimpan dahulu lalu akan digunakan kembali pada proses pengujian. Proses pelatihan terbagi menjadi tiga tahap yaitu proses *feedforward*, *backpropagation* dan perbaruan nilai bobot. Ketiga proses tersebut akan dilakukan secara berulang-ulang sampai jumlah iterasi telah melebihi maksimum iterasi yang telah ditentukan atau nilai *error* lebih kecil dari nilai target *error*.

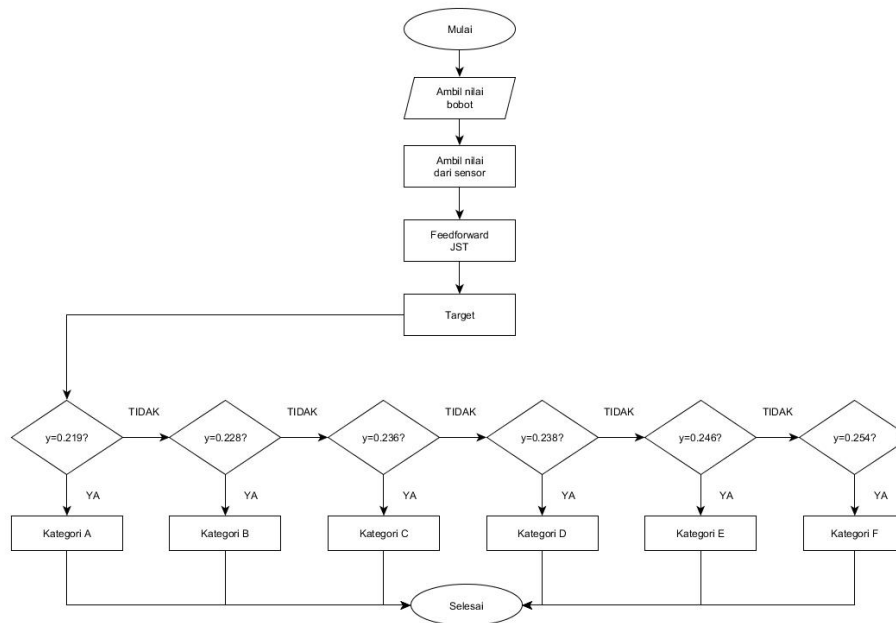


Gambar 2. Flowchart Pelatihan JST

Pada gambar 2. dijelaskan mengenai *flowchart* pelatihan JST yang terdiri dari beberapa proses. Proses inisialisasi bobot awal bertujuan untuk menentukan nilai bobot dan bias awal. Proses pengambilan data pelatihan berfungsi sebagai data pelatihan, nilai ini berasal dari sensor LDR. Proses pelatihan dapat bekerja dengan beberapa syarat, jika nilai *error* pembelajaran melebihi target *error*, maka sistem akan melakukan *backpropagation* dengan memperbaiki nilai bobot dan menggantikan nilai bobot selama tidak melebihi nilai iterasi maksimum. Nilai bobot ini akan disimpan dan digunakan kembali pada proses pengujian.

2.4. Proses Pelatihan JST

Blok ini menggunakan LCD sebagai indikator keluarannya. Blok keluaran mendapatkan hasil berupa nilai dengan satuan lux.



Gambar 3. *Flowchart* Pengujian JST

Pada gambar III-6 dijelaskan mengenai *flowchart* pengujian JST yang terdiri dari beberapa proses. Proses pengambilan nilai bobot diperoleh dari proses pelatihan JST. Proses selanjutnya yaitu pengambilan nilai dari sensor LDR yang kemudian dilakukan pengujian dengan cara *feedforward* untuk mendapatkan nilai *output*. *Output* tersebut akan dibandingkan dengan target yang sudah ditentukan sebelumnya. Nilai target 0.219 untuk kategori A, nilai target 0.228 untuk kategori B, nilai target 0.236 untuk kategori C, nilai target 0.238 untuk kategori D, nilai target 0.246 untuk kategori E dan nilai target 0.254 untuk kategori F.

3. Hasil Pengujian dan Analisis

3.1. Pengujian Luxmeter

Proses pengujian dilakukan untuk mengetahui apakah nilai luxmeter pabrikan (HP-881B) dengan luxmeter buatan sudah akurat atau tidak dan luxmeter diletakkan pada posisi yang sama. Dalam pengujian dilakukan di ruangan N301 dengan kondisi waktu yang berbeda. Berikut hasil pengujiannya:

Tabel 1. Pengujian Luxmeter Pagi Hari ke-1

No	HP-881B	Sensor cahaya 1	Sensor cahaya 2	Selisih Error1	Selisih Error2	%Error1	%Error2
1	22	29	26	7	4	31.8182	18.1818
2	22	29	27	7	5	31.8182	22.7273
3	22	29	27	7	5	31.8182	22.7273
4	22	29	27	7	5	31.8182	22.7273
5	22	28	26	6	4	27.2727	18.1818
6	22	28	26	6	4	27.2727	18.1818
7	22	29	27	7	5	31.8182	22.7273
8	22	30	27	8	5	36.3636	22.7273
9	22	30	27	8	5	36.3636	22.7273
10	22	27	27	5	5	22.7273	22.7273

Rata-rata	22	28.8	26.7	6.8	4.7	30.9091	21.3636
-----------	----	------	------	-----	-----	---------	---------

Data pengujian diambil di ruangan N301 pada tanggal 29 Agustus 2017 jam 08.05 WIB. Dari tabel 1. persentasi *error* untuk sensor cahaya 1 didapatkan sebesar 30.9091% dan persentasi *error* untuk sensor cahaya 2 didapatkan sebesar 21.3636%.

Tabel 2. Pengujian Luxmeter Pagi Hari ke-1

No	HP-881B	Sensor cahaya 1	Sensor cahaya 2	Selisih <i>Error1</i>	Selisih <i>Error2</i>	%Error1	%Error2
1	7	8	6	1	1	14.2857	14.2857
2	7	9	6	2	1	28.5714	14.2857
3	7	8	7	1	0	14.2857	0.0000
4	7	8	6	1	1	14.2857	14.2857
5	7	7	6	0	1	0.0000	14.2857
6	7	8	8	1	1	14.2857	14.2857
7	7	8	6	1	1	14.2857	14.2857
8	7	9	6	2	1	28.5714	14.2857
9	7	8	5	1	2	14.2857	28.5714
10	7	8	6	1	1	14.2857	14.2857
Rata-rata	7	8.1	6.2	1.1	1	15.7143	14.2857

Data pengujian diambil di ruangan N301 pada tanggal 6 September 2017 jam 05.40 WIB. Dari tabel 2. persentasi *error* untuk sensor cahaya 1 didapatkan sebesar 15.7143% dan persentasi *error* untuk sensor cahaya 2 didapatkan sebesar 14.2857%.

Tabel 1. Pengujian Luxmeter Siang Hari ke-1

No	HP-881B	Sensor cahaya 1	Sensor cahaya 2	Selisih <i>Error1</i>	Selisih <i>Error2</i>	%Error1	%Error2
1	120	127	123	7	3	5.8333	2.5000
2	120	128	125	8	5	6.6667	4.1667
3	120	128	123	8	3	6.6667	2.5000
4	120	127	124	7	4	5.8333	3.3333
5	120	129	125	9	5	7.5000	4.1667
6	120	128	123	8	3	6.6667	2.5000
7	120	128	125	8	5	6.6667	4.1667
8	120	129	123	9	3	7.5000	2.5000
9	120	127	124	7	4	5.8333	3.3333
10	120	128	125	8	5	6.6667	4.1667
Rata-rata	120	127.9	124	7.9	4	6.5833	3.3333

Data pengujian diambil di ruangan N301 pada tanggal 29 Agustus 2017 jam 12.11 WIB. Dari tabel 3. persentasi *error* untuk sensor cahaya 1 didapatkan sebesar 6.8333% dan persentasi *error* untuk sensor cahaya 2 didapatkan sebesar 3.3333%.

Tabel 4. Pengujian Luxmeter Siang Hari ke-2

No	HP-881B	Sensor cahaya 1	Sensor cahaya 2	Selisih <i>Error1</i>	Selisih <i>Error2</i>	%Error1	%Error2
1	7	8	6	1	1	14.2857	14.2857
2	7	9	6	2	1	28.5714	14.2857
3	7	8	7	1	0	14.2857	0.0000
4	7	8	6	1	1	14.2857	14.2857
5	7	7	6	0	1	0.0000	14.2857
6	7	8	8	1	1	14.2857	14.2857

7	7	8	6	1	1	14.2857	14.2857
8	7	9	6	2	1	28.5714	14.2857
9	7	8	5	1	2	14.2857	28.5714
10	7	8	6	1	1	14.2857	14.2857
Rata-rata	7	8.1	6.2	1.1	1	15.7143	14.2857

Data pengujian diambil di ruangan N301 pada tanggal 5 September 2017 jam 15.54 WIB. Dari tabel IV-4 persentasi *error* untuk sensor cahaya 1 didapatkan sebesar 6.0452% dan persentasi *error* untuk sensor cahaya 2 didapatkan sebesar 2.20339%.

Tabel 5. Pengujian Luxmeter Malam Hari ke-1

No	HP-881B	Sensor cahaya 1	Sensor cahaya 2	Selisih <i>Error1</i>	Selisih <i>Error2</i>	%Error1	%Error2
1	184	182	182	2	2	1.0870	1.0870
2	184	181	179	3	5	1.6304	2.7174
3	184	182	181	2	3	1.0870	1.6304
4	184	181	183	3	1	1.6304	0.5435
5	184	183	183	1	1	0.5435	0.5435
6	184	181	179	3	5	1.6304	2.7174
7	184	180	181	4	3	2.1739	1.6304
8	184	183	182	1	2	0.5435	1.0870
9	184	183	181	1	3	0.5435	1.6304
10	184	181	181	3	3	1.6304	1.6304
Rata-rata	184	181.7	181.2	2.3	2.8	1.2500	1.5217

Data pengujian diambil di ruangan N301 pada tanggal 28 Agustus 2017 jam 20.46 WIB. Dari tabel 5. persentasi *error* untuk sensor cahaya 1 didapatkan sebesar 1.25% dan persentasi *error* untuk sensor cahaya 2 didapatkan sebesar 1.52174%.

Tabel 6. Pengujian Luxmeter Malam Hari ke-2

No	HP-881B	Sensor cahaya 1	Sensor cahaya 2	Selisih <i>Error1</i>	Selisih <i>Error2</i>	%Error1	%Error2
1	222	228	224	6	2	2.7027	0.9009
2	222	230	225	8	3	3.6036	1.3514
3	222	229	224	7	2	3.1532	0.9009
4	222	226	223	4	1	1.8018	0.4505
5	222	218	224	4	2	1.8018	0.9009
6	222	227	223	5	1	2.2523	0.4505
7	222	229	224	7	2	3.1532	0.9009
8	222	225	224	3	2	1.3514	0.9009
9	222	226	224	4	2	1.8018	0.9009
10	222	227	226	5	4	2.2523	1.8018
Rata-rata	222	226.5	224.1	5.3	2.1	2.3874	0.9459

Data pengujian diambil di ruangan N301 pada tanggal 5 September 2017 jam 19.50 WIB. Dari tabel IV-4 persentasi *error* untuk sensor cahaya 1 didapatkan sebesar 2.38739% dan persentasi *error* untuk sensor cahaya 2 didapatkan sebesar 0.94595%. Dari data pengujian keseluruhan dapat disimpulkan bahwa sensor cahaya 2 memiliki nilai akurasi yang bagus dibandingkan dengan sensor cahaya 1.

3.2. Pengujian *Learning Rate*

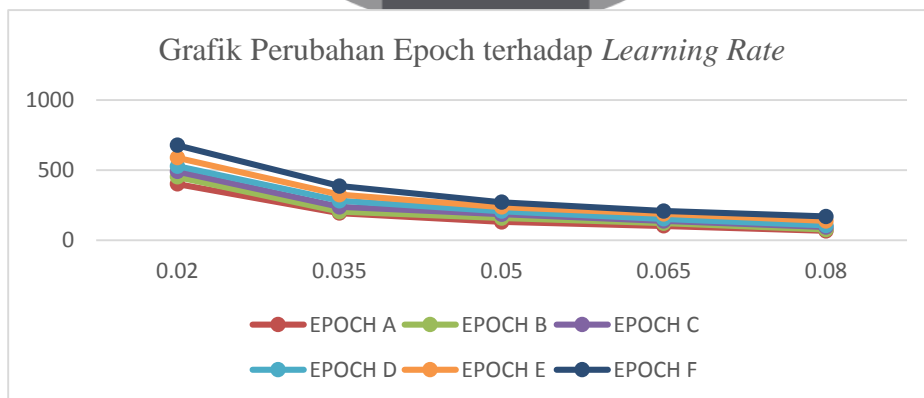
Pengujian *learning rate* berfungsi untuk mengetahui perubahan nilai pada JST seperti nilai *error*, jumlah *epoch* dan nilai *output* dengan membandingkan beberapa nilai *learning rate* yang berbeda. Berikut merupakan

data dari pengujian *learning rate* dengan nilai maksimal *epoch* 2000, target *error* 0.065 dan target *output* [0.219,0.228,0.236,0.238,0.246,0.254].

Tabel 7. Pengujian *Learning Rate*

KATEGORI	LEARNING RATE	OUTPUT	ERROR	EPOCH
A	0.020	0.219	0.064908686	402
	0.035	0.219	0.064972887	193
	0.050	0.219	0.064466810	131
	0.065	0.219	0.064886227	102
	0.080	0.219	0.064302292	67
B	0.020	0.228	0.064920573	452
	0.035	0.228	0.064829531	204
	0.050	0.228	0.064748096	158
	0.065	0.228	0.064502411	122
	0.080	0.228	0.064580545	76
C	0.020	0.236	0.064960918	491
	0.035	0.236	0.066657615	238
	0.050	0.236	0.064830971	185
	0.065	0.236	0.064838624	138
	0.080	0.236	0.064904308	94
D	0.020	0.238	0.06488327	528
	0.035	0.238	0.064616566	282
	0.050	0.238	0.064755735	207
	0.065	0.238	0.064379125	152
	0.080	0.238	0.064084296	106
E	0.020	0.246	0.064766035	589
	0.035	0.246	0.064555779	325
	0.050	0.246	0.064754601	237
	0.065	0.246	0.064871159	188
	0.080	0.246	0.063945961	137
F	0.020	0.254	0.064954615	678
	0.035	0.254	0.064951444	387
	0.050	0.254	0.064959693	271
	0.065	0.254	0.064951825	208
	0.080	0.254	0.064994149	169

Pada tabel 7. dapat dilihat nilai *epoch* dan nilai *error* terhadap perubahan nilai *learning rate* yang memiliki selisih sebesar 0.015. Perubahan yang sangat terlihat yaitu perubahan pada nilai *epoch*. *Epoch* akan berhenti memproses ketika nilai *error* mencapai atau mendekati nilai target *error*. Berikut merupakan grafik perbandingan antara nilai *epoch* terhadap *learning rate* untuk setiap kategori.



Gambar 1. Grafik perubahan *epoch* terhadap *learning rate*

Pada gambar 1. dapat dilihat bahwa nilai *epoch* untuk keenam kategori berbeda berdasarkan nilai target *output* yang dicapainya. Untuk kategori A memiliki target *output* 0.219 membutuhkan iterasi yang lebih sedikit dibandingkan dengan kategori F yang memiliki target *output* 0.254 yang membutuhkan lebih banyak iterasi.

3.3. Pengujian Tingkat Keberhasilan

Pengujian tingkat keberhasilan dilakukan untuk mengetahui keberhasilan alat dalam melakukan proses klasifikasi atau pengkategorian. Pengujian dilakukan diruangan N301 dengan waktu yang berbeda dan peletakkan luxmeter berbeda. Sensor cahaya 1 diletakkan didekat jendela dan sensor cahaya 2 diletakkan ditengah ruangan, sehingga akan menghasilkan nilai lux yang berbeda-beda.

Tabel 2. Tingkat Keberhasilan pada Pagi Hari

JAM	HP-881B	HP-881B	Sensor cahaya 1	Sensor cahaya 2	Kategori	Tingkat Keberhasilan
6.07	37	24	40	26	F	BERHASIL
6.17	39	28	44	30	F	BERHASIL
6.27	47	30	53	33	F	BERHASIL
6.37	52	35	59	37	F	BERHASIL
6.47	56	37	64	39	F	BERHASIL
6.57	61	41	69	45	F	BERHASIL
7.07	68	46	75	48	F	BERHASIL
7.17	72	49	78	53	F	BERHASIL
7.27	78	52	83	55	F	BERHASIL
7.37	80	55	89	57	F	BERHASIL
7.47	83	57	94	60	F	BERHASIL
7.57	87	63	96	65	F	BERHASIL

Tabel 3. Tingkat Keberhasilan pada Siang Hari

JAM	HP-881B	HP-881B	Sensor cahaya 1	Sensor cahaya 2	Kategori	Tingkat Keberhasilan
15:09	214	106	224	112	D	BERHASIL
15:19	203	99	196	100	D	BERHASIL
15:29	191	91	188	91	D	BERHASIL
15:39	187	100	181	106	D	BERHASIL
15:49	172	113	164	113	D	GAGAL
15:59	162	106	149	103	D	GAGAL
16:09	143	94	133	92	D	GAGAL
16:19	127	86	121	83	D	GAGAL
16:29	117	75	105	71	D	GAGAL
16:39	107	69	96	65	D	GAGAL
16:49	97	64	86	59	D	GAGAL
16:59	72	56	67	52	D	GAGAL

Tabel 10. Tingkat Keberhasilan pada Malam Hari

JAM	HP-881B	HP-881B	Sensor cahaya 1	Sensor cahaya 2	Kategori	Tingkat Keberhasilan
21:05	202	237	207	249	B	GAGAL
21:15	253	420	259	391	B	BERHASIL
21:25	147	258	152	263	B	BERHASIL
21:35	181	297	196	325	B	BERHASIL
21:45	189	262	200	270	B	GAGAL
21:55	269	360	273	340	B	GAGAL
22:05	142	186	149	196	B	GAGAL

22:15	228	258	239	277	B	BERHASIL
22:25	225	275	235	280	B	BERHASIL
22:35	221	247	231	253	B	BERHASIL
22:45	227	241	237	261	B	BERHASIL
22:55	225	258	228	270	B	BERHASIL

Pada tabel 8. diperlihatkan pengujian klasifikasi pada pagi hari yang berhasil sebanyak 12 dari 12 sampel pengujian, sehingga tingkat keberhasilan klasifikasi sebesar 100%. Pada tabel 9. diperlihatkan pengujian klasifikasi pada siang hari yang berhasil sebanyak 4 dari 12 sampel pengujian, sehingga tingkat keberhasilan klasifikasi sebesar 33.33%. Pada tabel 10. diperlihatkan pengujian klasifikasi pada malam hari yang berhasil sebanyak 8 dari 12 sampel pengujian, sehingga tingkat klasifikasi sebesar 66.66%. Secara keseluruhan sistem memiliki rata-rata tingkat keberhasilan sebesar 66.66%.

Dengan tingkat keberhasilan sebesar 66.66% dapat dinyatakan bahwa sistem masih kurang optimal, terutama pada pengujian siang hari yang memiliki tingkat keberhasilan sebesar 40%. Kurangnya keberhasilan sistem dikarenakan faktor cuaca. Dari hasil perancangan, implementasi dan pengujian tugas akhir ini, data diperoleh beberapa kesimpulan:

4. Kesimpulan

1. Rata-rata persentasi *error* pada Sensor cahaya 1 sebesar 10.4815% dan rata-rata persentasi *error* pada Sensor cahaya 2 sebesar 7.2756%.
2. Nilai *Learning Rate* mempengaruhi kecepatan proses pembelajaran dari JST. Semakin besar nilai *learning rate* maka semakin kecil jumlah iterasi yang didapat untuk mencapai target *error*.
3. Tingkat keberhasilan dalam pengklasifikasi secara keseluruhan sebesar 66.66% dengan rincian untuk keberhasilan pada pagi hari sebesar 100%, keberhasilan pada siang hari sebesar 33.33% dan keberhasilan pada malam hari sebesar 66.66%.

5. Saran

Berdasarkan pada hasil dari perancangan dan pengujian sistem pada tugas akhir ini, masih banyak kekurangan yang dapat diperbaiki untuk pengembangan berikutnya. Adapun beberapa saran yang dapat berikan yaitu:

1. Menggunakan sensor cahaya jenis lain yang lebih akurat.
2. Penelitian dapat dikembangkan dengan menggunakan jenis lampu yang berbeda.
3. Referensi dan variasi data yang digunakan sebagai *input* lebih banyak agar mendapatkan tingkat keberhasilan yang lebih tepat.

Daftar Pustaka:

- [1] Fatwa Yuniarti, "Prototype Pengaturan Lampu Ruang dengan Jaringan Syaraf Tiruan".
- [2] Yuni Ni Putu, Pebralia Jesi, Citra Dewi Yunita, Hendro. "Studi Penerapan Sensor MLX90614 Sebagai Pengukur Suhu Tinggi secara Non-kontak Berbasis Arduino dan Labview," Juni 2015.
- [3] Kusumadewi, Sri. 2006. *Artificial Intelligence (Teknik dan Aplikasinya)*. Yogyakarta, Indonesia
- [4] Desiani Anita, Arhami Muhammad. 2006. *Konsep Kecerdasan Buatan*. Yogyakarta, Indonesia.
- [5] Muhaimin. 2001. *Teknologi Pencahayaan*. Malang, Indonesia.
- [6] Laela, Latifah Nur. 2015. *Fisika Bangunan 2*, Jakarta, Indonesia.