

IMPLEMENTASI PWM (*Pulse Width Modulation*) PADA PEDESTRIAN SMART LAMP

Windatun Ni'mah¹, Sabriansyah Rizqika Akbar, S.T, M.Eng², Gembong Edhi Setyawan, S.T, M.T³
Program Studi Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Brawijaya, Malang

Jl. Veteran No 8, Malang 65145, Indonesia

e-mail: windanimah94@gmail.com¹, sabrian@ub.ac.id², GembongEdhi@ub.ac.id³

Abstrak— Alat penerangan merupakan faktor yang sangat penting dalam kehidupan sehari-hari, terutama penerangan lampu di daerah pedestrian yang sepi. Kurangnya lampu penerangan dapat mengakibatkan bahaya yang tidak diinginkan seperti tindak kriminalitas maupun tindak asusila. Hal tersebut berbanding lurus jika banyaknya lampu penerangan maka akan menambah jumlah energi listrik yang dikeluarkan. Lampu penerangan biasanya menyala pada waktu yang sudah ditentukan sedangkan dalam perkembangannya lampu penerangan pada sistem ini menghasilkan sistem smart lamp atau lampu pintar yang dalam penerapannya menggunakan sistem otomatisasi kondisi lampu yang mampu berjalan secara dinamis serta dapat menghemat energi listrik. Yang dimaksud dinamis disini yaitu pencahayaan lampu yang dihasilkan dapat berubah sesuai keadaan intensitas cahaya yang dideteksi sensor LDR (*Light Dependent Resistor*) dan sensor PIR (*Passive Infra-Red*) untuk mendeteksi radiasi panas tubuh manusia pada area pedestrian, yaitu ketika malam hari lampu hanya akan menyala terang saat mendeteksi seseorang dan akan menyala redup jika tidak ada orang sedangkan pada sore hari output kondisi lampu berdasarkan perubahan intensitas cahaya, jadi semakin gelap intensitas cahaya maka output lampu semakin terang sehingga tidak ada energi listrik yang terbuang sia-sia. Proses nyala redup mati pada sistem ini menggunakan metode PWM untuk pengontrolan pada program Arduino IDE. Pada penelitian ini metode PWM diimplementasikan pada sistem untuk mengetahui perubahan lebar pulsa yang dihasilkan sesuai output lampu. Berdasarkan hasil pengujian diperoleh bahwa sistem ini dapat diimplementasikan pada daerah pedestrian sesuai dengan perancangan yaitu sistem dapat mendeteksi keberadaan seseorang menggunakan sensor PIR dan sensor LDR untuk membedakan terang gelapnya intensitas cahaya. Pada sistem ini juga mampu menghemat tagihan listrik sebesar 88,4% perbulan dari kondisi normal penerangan lampu. Dalam penghematan tersebut dari proses *dimming* yaitu pengontrolan voltase lampu dengan metode PWM, dari pengontrolan lampu menggunakan PWM dapat diperoleh bahwa semakin besar nilai intensitas cahaya maka semakin lebar pulsa yang dihasilkan.

Kata Kunci: PWM, redup, *smart lamp*, sensor LDR, sensor PIR.

1. Pendahuluan

Pada zaman modern ini meningkatnya jumlah penduduk juga berpengaruh dalam penyediaan tempat untuk menghibur diri dari kesibukan aktivitas sehari-hari salah satunya yaitu taman yang indah. Untuk memberi kesan sejuk dan nyaman, maka area taman sebaiknya di sterilkan dari pengguna alat transportasi untuk mengurangi polusi. Dari penyeterilan area taman tersebut maka dibutuhkan daerah untuk para pejalan kaki yaitu area pedestrian yang tentunya membutuhkan lampu penerangan jalan untuk mengurangi bahaya seperti tindak kriminalitas, asusila dan sebagainya pada area pedestrian dan area taman.

Perkembangan teknologi meningkat sangat pesat, begitu juga perkembangan lampu penerangan yang perkembangannya terus bergerak mengikuti perkembangan pembangunan saat ini. Lampu penerangan jalan merupakan kebutuhan yang harus dipenuhi khususnya pada daerah gelap dan sepi. Dari perkembangan tersebut berbanding lurus dengan meningkatnya penambahan daya yang dibutuhkan. Untuk mengurangi kemungkinan bahaya yang terjadi maka dibuatlah smart lamp yang bisa menyala secara otomatis yaitu hanya menyala ketika saat dibutuhkan. Hal tersebut bertujuan untuk efisiensi energi untuk lampu yang ada di area taman tersebut.

Salah satu contoh masalah akibat minimnya penerangan adalah pada Taman Aspirasi yang berada di Kecamatan Tigaraksa, Tangerang, Banten, diduga berubah fungsi di malam hari. Minimnya lampu penerangan, membuat suasana di lokasi jadi ajang maksiat. Bahkan *Majelis Ulama Indonesia* (MUI) Tangerang sudah menerima banyak laporan dari masyarakat terkait itu. "Laporan yang saya

terima cukup banyak mengenai hal itu, maka aparat terkait untuk perlu menindak tegas," kata Ketua MUI Kabupaten Tangerang Ues Nawawi Gofar kepada wartawan di Tangerang. Nawawi mengatakan tujuan utama taman itu dibangun adalah untuk rekreasi dan penghijauan kota, tapi belakangan ini telah berubah fungsi menjadi tempat berpacaran para remaja dan kaum dewasa. Bahkan malam hari di lokasi taman itu mereka kadang berpelukan, apalagi di lokasi itu sepi dan minim lampu penerangan umum (merdeka.com, 2015).

Untuk menyelesaikan masalah yang terjadi maka pembuatan alat ini bertujuan untuk mengurangi bahaya pada daerah sepi yang minim penerangan dan efisiensi daya dalam penggunaan lampu. Untuk efisiensi daya lampu diterapkan dengan cara yaitu ketika area pedestrian tersebut dilewati seseorang maka setiap 3 buah lampu akan menyala secara bersamaan begitu juga seterusnya untuk menerangi daerah tersebut, dan sebaliknya ketika tidak ada yang melewati maka *smart lamp* akan menghemat daya dengan cara lampu menyala redup. Sehingga daya yang dibutuhkan sesuai dengan penggunaan dan tidak ada daya yang terbuang sia-sia ketika tidak ada yang melewati area pedestrian tersebut.

Pada saat ini terdapat beberapa penelitian tentang lampu penerangan diantaranya yaitu sistem aplikasi otomatisasi lampu penerangan menggunakan sensor gerak dan cahaya berbasis arduino uno. Pada perancangan sistem tersebut dapat menghindari pemborosan energi dengan cara saklar lampu akan otomatis mati jika user tidak ada dalam suatu ruangan atau user lupa mematikan lampu(Sutono,2014). Aplikasi tersebut diimplementasikan pada *smart home*

dengan menggunakan sensor cahaya berupa sensor LDR dan sensor gerak berupa sensor PIR. Pada penelitian yang lain oleh Tri wahyuningsih yang berjudul otomatisasi pengatur kecerahan pada penerangan jalan umum menggunakan sensor infrared dan sensor arus berbasis arduino uno. Dalam sistem penelitian Tri wahyuningsih adalah membuat sebuah alat tentang penghematan pemakaian listrik dengan mengatur kecerahan lampu menggunakan sensor arus sebagai pembaca arus dan tegangan AC yang digunakan lampu yang diteruskan sebagai pengontrolan lampu (Tri wahyuningsih,2014).

Berdasarkan dari beberapa penelitian diatas, penulis mengusulkan suatu sistem yang salah satu tujuan dari inovasi alat adalah untuk menghemat energi dengan cara pengontrolan kecerahan lampu sesuai keadaan cahaya. Sistem akan di implementasikan pada area pedestrian menggunakan sensor cahaya LDR (*Light Dependent Resistor*) untuk mendeteksi keadaan terang gelapnya cahaya pada area pedestrian dan sensor PIR (*Passive Infra-Red*) untuk mendeteksi ada seseorang yang melewati area tersebut.

2. Dasar Teori

2.1 Area Pedestrian

Pedestrian berasal dari kata *pedos* (bahasa Yunani) yang berarti kaki sehingga pedestrian diartikan sebagai pejalan kaki atau orang yang berjalan kaki. Sedangkan area pedestrian merupakan daerah untuk para pejalan kaki. Area pedestrian sangat diperlukan khususnya untuk para pejalan kaki karena fakta dari kondisi saat ini adalah banyaknya area pedestrian yang digunakan untuk lahan parkir, lahan pedagang kaki lima berjualan sehingga menyebabkan kemacetan jalan dan mengurangi kenyamanan dan keselamatan pedestrian yang menjadi hak para pejalan kaki seperti terserempet, tertabrak dari belakang dan sebagainya. Sedangkan pada musim hujan area pedestrian yang disalahgunakan misalnya sebagai area perkamparan, hal tersebut juga bisa menyebabkan banjir karena perkamparan tersebut menutup gorong-gorong yang sudah dibangun (Satriya Nugraha,2011).

2.2 PWM (Pulse Width Modulation)

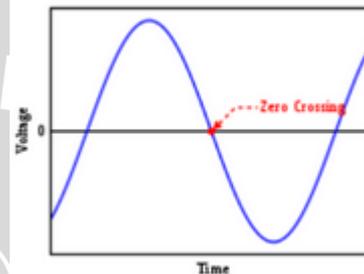
Pulse Width Modulation (PWM) secara umum merupakan suatu metoda untuk mengatur kecepatan perputaran motor dengan cara mengatur prosentase lebar pulsa high terhadap perioda dari suatu sinyal persegi dalam bentuk tegangan periodik yang diberikan ke motor sebagai sumber daya. Semakin besar perbandingan lama sinyal high dengan perioda sinyal maka semakin cepat motor berputar.

Sinyal PWM dapat dibangun dengan banyak cara, dapat menggunakan metode analog menggunakan rangkaian op-amp atau dengan menggunakan metode digital. Dengan metode analog setiap perubahan PWM-nya sangat halus, sedangkan menggunakan metode digital setiap perubahan PWM dipengaruhi oleh resolusi dari PWM itu sendiri. Resolusi adalah jumlah variasi perubahan nilai dalam PWM tersebut. Misalkan suatu PWM memiliki resolusi 8 bit berarti PWM ini

memiliki variasi perubahan nilai sebanyak 2 pangkat 8 = 256 variasi mulai dari 0 – 255 perubahan nilai yaitu *duty cycle* 0-100% dari keluaran PWM. *Duty cycle* 100% berarti sinyal tegangan pengatur motor dilewatkan seluruhnya. Jika tegangan catu 100V, maka motor akan mendapat tegangan 100V. pada *duty cycle* 50%, tegangan pada motor hanya akan diberikan 50% dari total tegangan yang ada, begitu seterusnya (Zul Irfan,2013).

2.3 Zero Crossing

Zero crossing adalah titik dimana tidak ada input tegangan atau fasa sama dengan Nol. Pada sebuah gelombang sinus biasanya terjadi zero crossing sebanyak 2 kali dalam setiap siklusnya.



Gambar Error! No text of specified style in document..1 Fasa dimana tidak ada tegangan input

Sumber:Giri nata wirawan (2015)

2.3.1 Prinsip Kerja Rangkaian Zero Crossing

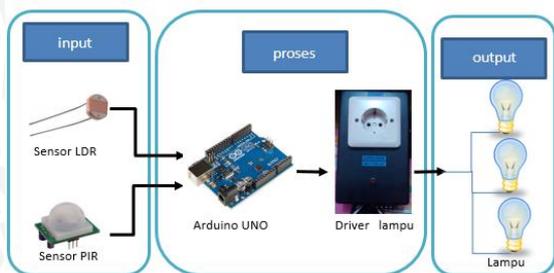
Detector

Prinsip kerja Zero Crossing dengan membandingkan tegangan AC terhadap tegangan referensi yang dihubungkan ke ground (0 volt). Tegangan Input AC berasal dari trafo step down yang sudah diturunkan lagi dengan resistor pembagi tegangan. Saat fase positif komparator akan menghasilkan output high (Vcc) dan saat fase negatif komparator akan menghasilkan output low (0 volt). Jadi outputnya adalah gelombang kotak dengan frekuensi sesuai dengan frekuensi AC-nya yaitu 50 Hz. Pada saat Positive Going Transition (PGT) atau Negative Going Transition (NGT) inilah saat terjadi zero. PGT atau NGT inilah yang dibaca oleh mikrokontroler sebagai zero (giri nata wirawan,2015).

3. Perancangan dan Implementasi

3.1 Perancangan sistem

Pada perancangan sistem dapat disimpulkan pada blok diagram ini, pada blok diagram ini akan menjelaskan tentang sistem kerja alat yang akan dibuat secara keseluruhan dan digunakan untuk mempermudah pembaca dalam memahami alur kerja sistem.



Gambar 3.1 Blok Diagram Sistem

Berdasarkan Gambar 3.1 perancangan sistem penelitian dapat dijelaskan sebagai berikut :

1. Sensor LDR berfungsi untuk mengetahui intensitas cahaya, yang mana dalam sistem ini menggunakan cahaya matahari untuk mengkondisikan keadaan lampu.
2. Sensor PIR pada sistem ini untuk mengetahui ada dan tidaknya seseorang yang nantinya pada kondisi gelap lampu akan menyala terang jika terdeteksi ada seseorang yang masih terjangkau oleh sensor pir pada area pedestrian tersebut.
3. Mikrokontroler (Arduino UNO) merupakan bagian pemrosesan yang berfungsi mengolah data dari sensor LDR apakah cahaya yang dideteksi termasuk cahaya saat siang, sore atau saat malam hari yang nantinya data akan dilanjutkan ke sensor PIR atau tidak.
4. Driver lampu pada sistem ini menggunakan MOC3020 dan triac Q4008 yang berfungsi sebagai halnya saklar pada lampu yaitu sebagai pengendali terang, mati dan redupnya lampu. Dan moc3020 sebagai pengaman kendali sehingga bila terjadi kerusakan pada rangkaian daya (triac) maka rangkaian pengendali tidak ikut rusak.
5. Pada sistem ini menggunakan Lampu sebagai aktuator sistem yang mana lampu akan menyala secara otomatis sesuai inputan dari sensor LDR dan sensor PIR.

3.1.1 Perancangan Perangkat keras

Ada beberapa perancangan pada perangkat keras, yaitu perancangan hardware. Perancangan hardware akan diimplementasikan berdasarkan analisis kebutuhan sistem, antara lain rangkaian sensor LDR, sensor PIR sebagai inputan dari sistem kemudian mikrokontroler Arduino UNO sebagai pengontrol sistem yang berfungsi untuk pemrosesan data, dan rangkaian driver lampu sebagai pengendali lampu berdasarkan nilai yang dihasilkan oleh sensor LDR dan sensor PIR.

3.1.1.1 Perancangan Rangkaian sensor LDR

Pada perancangan rangkaian sensor LDR terdiri dari sensor LDR dan mikrokontroler arduino uno sebagai pemroses data. Data sensor LDR dihubungkan ke pin A2 pada arduino uno, sedangkan kaki sensor LDR lainnya tersambung pada sumber tegangan 5v arduino yang dilengkapi dengan resistor 220 Ω terhubung dengan ground.

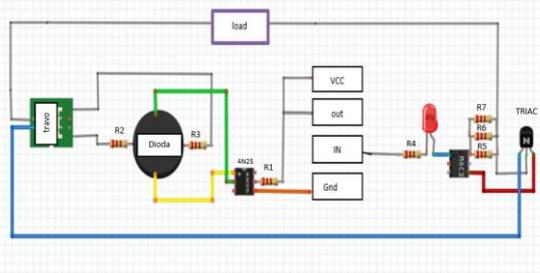
3.1.1.2 Perancangan Arduino UNO dan sensor PIR

Pada perancangan rangkaian sensor PIR terdiri dari sensor PIR dan mikrokontroler arduino uno sebagai pemroses data. Data yang diperoleh dari pendeteksian sensor

PIR yaitu pada kaki tengah sensor PIR (out) akan terhubung ke pin 9 pada mikrokontroler arduino uno, sedangkan kaki sensor PIR lainnya akan terhubung ke ground dan ke vcc tegangan 5 volt.

3.1.1.3 Perancangan Rangkaian driver lampu

Pada perancangan rangkaian driver lampu untuk mengontrol terang redup cahaya lampu pijar, komunikasi rangkaian pada Gambar 3.2 menggunakan pin pada mikrokontroler arduino uno yaitu out (output) disambungkan pada pin 2 sedangkan in (input) disambungkan pada pin 6. Cara kerja rangkaian ini menggunakan fungsi delay waktu dengan satuan micosecond untuk menyalakan lampu dan mematikan lampu yang terhubung dengan optocoupler. Rangkaian ini memakai TRIAC Q4008 sebagai pengontrol lampu. Rangkaian driver lampu ditunjukkan pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2 Rangkaian Driver lampu

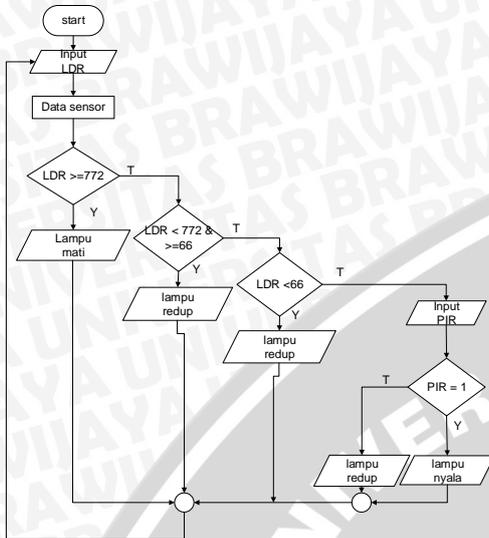
3.1.2 Perancangan perangkat lunak

Pada perancangan perangkat lunak sistem ini yaitu nilai yang diperoleh dari pendeteksian sensor LDR akan di kirimkan ke mikrokontroler Arduino UNO yang kemudian diproses apakah nilai yang diperoleh ≥ 772 yaitu ketika intensitas cahaya cerah, nilai < 772 & ≥ 66 yaitu ketika intensitas cahaya remang, atau < 66 yaitu ketika intensitas cahaya gelap. Dari nilai yang di peroleh tersebut Arduino UNO akan diambil keputusan apakah data masuk ke alir sensor PIR atau langsung ke aliran driver lampu. Dalam hal ini diperlukan pemrograman sistem menggunakan Bahasa C pada Arduino IDE agar supaya mikrokontroler dapat bertindak sebagai pengontrol sistem sebagaimana semestinya.

3.1.3 Perancangan cara kerja sistem

Pada perancangan cara kerja sistem akan dijelaskan bagaimana alur sistem bekerja atau logika program sistem seperti Gambar 2.3. kerja sistem yang dibangun adalah 3 lampu yang bisa menyala bersamaan secara otomatis dengan pengontrolan lampu sesuai pendeteksian sensor PIR untuk mendeteksi seseorang yang melewati area pedestrian dan sensor LDR untuk mengetahui terang gelapnya suatu kondisi. Dari hasil pendeteksian sensor LDR dan sensor PIR maka data akan di proses melalui Arduino uno, kemudian Arduino uno akan meneruskan ke lampu dengan output akan mati jika kondisi cahaya terang atau nilai dari sensor LDR ≥ 772 dan lampu redup jika nilai yang diperoleh dari sensor LDR antara < 772 & ≥ 66 yaitu ketika kondisi cahaya remang (pada petang hari, dini hari dan atau ketika mendung), dan jika nilai yang diperoleh oleh sensor LDR adalah < 66 atau kondisi cahaya gelap yaitu malam hari maka Arduino uno akan meneruskan kepada sensor PIR yang kemudian akan ke driver lampu dan lampu akan menyala

terang jika sensor pir berlogika 1. Sensor PIR berlogika 1 jika mendeteksi adanya seseorang pada area pedestrian tersebut atau sebaliknya berlogika 0 jika sensor PIR tidak mendeteksi adanya seseorang maka lampu akan ke kondisi ideal sistem pada malam hari yaitu lampu menyala redup.

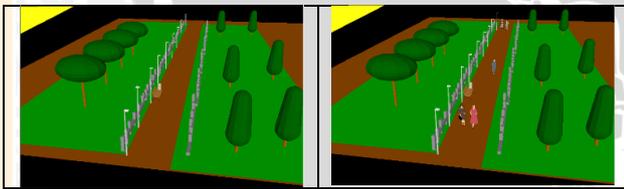


Gambar 3.3 Perancangan cara kerja sistem

3.1.4 Perancangan kondisi lampu

3.1.4.1 Kondisi lampu ketika intensitas cahaya cerah

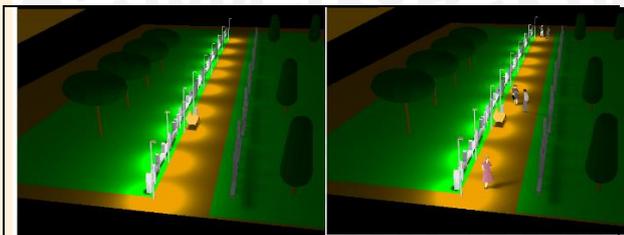
Perancangan kondisi lampu ketika intensitas cahaya cerah maka lampu akan mati pada saat tidak ada orang maupun ada orang yang melewati daerah pedestrian tersebut, seperti pada Gambar 2.4.



Gambar 3.4 Kondisi lampu ketika intensitas cahaya cerah

3.1.4.2 Kondisi lampu ketika intensitas cahaya remang

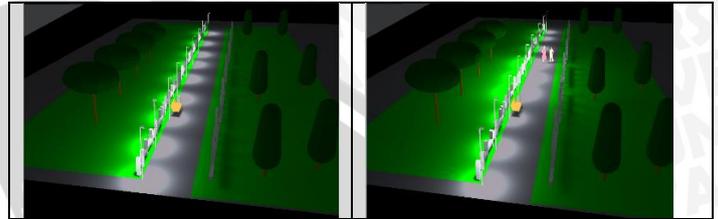
Perancangan kondisi lampu ketika intensitas cahaya remang maka lampu akan redup pada saat ada orang dan tidak ada yang melewati daerah pedestrian tersebut. Keadaan lampu redup dengan variasi dimming sesuai nilai yang keluar pada sensor LDR seperti pada Gambar 3.5.



Gambar 3.5 Kondisi lampu ketika intensitas cahaya remang

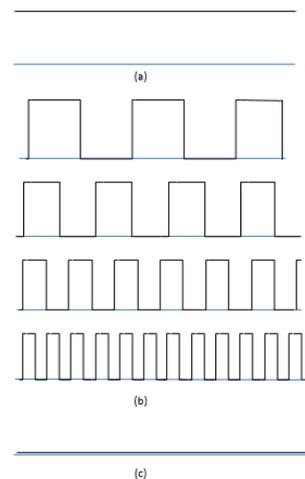
3.1.4.3 Kondisi lampu ketika intensitas cahaya gelap

Perancangan kondisi lampu ketika intensitas cahaya gelap maka lampu akan menyala redup jika tidak ada orang dan lampu akan menyala terang jika ada seseorang yang melewati daerah pedestrian tersebut seperti pada Gambar 3.6.



Gambar 3.6 Kondisi lampu ketika intensitas cahaya gelap

3.1.5 Perancangan menggunakan metode PWM



Gambar 3.7 Manipulasi Duty Cycle PWM

Pada Gambar 3.7 dimisalkan dalam suatu interval waktu tertentu, kondisi (a) yaitu menggambarkan ketika kondisi intensitas cahaya gelap ketika ada orang, kondisi (b) digambarkan ketika perubahan kondisi intensitas cahaya remang, sedangkan kondisi (c) menggambarkan ketika kondisi intensitas cahaya cerah. Karena Semakin besar sinyal input semakin besar duty cycle PWM yang dihasilkan.

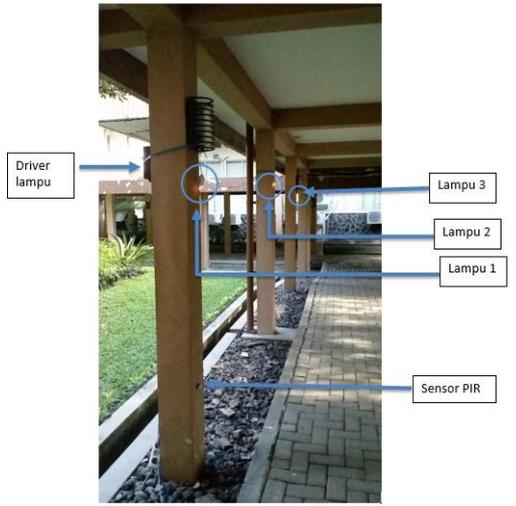
3.2 Implementasi sistem

Implementasi sistem dapat dilakukan apabila proses perancangan dari sistem telah terpenuhi karena implementasi sistem ini seluruhnya mengacu kepada perancangan sistem yang telah ditentukan sebelumnya. Pada bagian implementasi sistem memaparkan secara rinci spesifikasi perangkat lunak dan perangkat keras yang digunakan oleh sistem.

3.2.1 Implementasi perangkat keras

Pada tahap implementasi perangkat keras pada sistem ini disesuaikan dengan perancangan yang telah dilakukan sebelumnya. Sesuai dari hasil perancangan pada sistem ini terdiri dari rangkaian sensor LDR, sensor PIR dan rangkaian driver lampu. Pada sistem ini menggunakan mikrokontroler

arduino uno dan listrik bohlam 5 volt dengan sumber tegangan listrik 220 volt. Implementasi pada sistem ini dapat dilihat dari Gambar 3.8 berikut.



Gambar 3.8 Implementasi sistem

3.2.2 Implementasi penempatan sensor LDR

Sensor LDR akan diletakkan pada bagian atas sistem supaya tidak adanya objek komponen lain yang dapat menghalangi pembacaan intensitas cahaya oleh sensor LDR dan sensor LDR di tutupi akrilik bening supaya sensor tidak terkena air hujan langsung dan masih tetap membaca intensitas cahaya seperti biasanya. Yang dapat dilihat pada Gambar 3.9.



Gambar 3.9 implementasi penempatan sensor LDR

3.2.3 implementasi penempatan sensor PIR

Penempatan sensor PIR akan pada sistem akan diimplementasikan pada tiang lampu yang diposisikan pendeteksianya akan pada lutut orang dewasa pada umumnya supaya tinggi anak-anak akan tetap terdeteksi oleh sensor PIR seperti pada Gambar 3.10.



Gambar 3.10 Implementasi penempatan sensor PIR

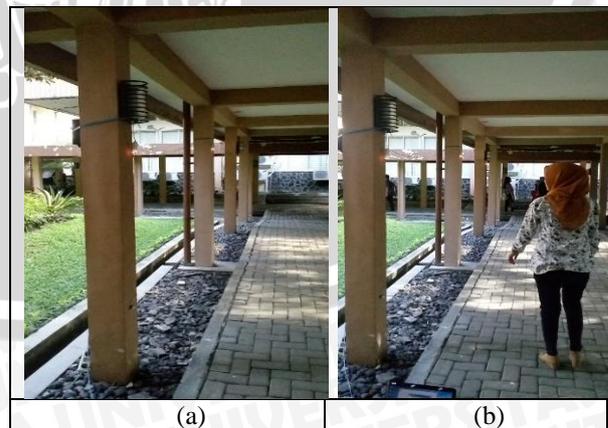
3.2.4 implementasi kondisi lampu

a. kondisi ketika intensitas cahaya cerah
 ketika intensitas cahaya cerah maka lampu mati ketika tidak ada orang seperti Gambar 3.11 bagian (a) dan lampu juga mati ketika ada orang seperti Gambar 3.11 bagian (b).



Gambar 3.11 Implementasi kondisi lampu cahaya cerah

b. Kondisi ketika intensitas cahaya remang
 ketika intensitas cahaya remang maka lampu redup ketika tidak ada orang seperti Gambar 3.12 bagian (a) dan lampu juga redup ketika ada orang seperti Gambar 3.12 bagian (b).



Gambar 3.12 Implementasi kondisi lampu cahaya remang

c. Kondisi ketika intensitas cahaya gelap
 ketika intensitas cahaya gelap maka lampu redup ketika tidak ada orang seperti Gambar 3.13 bagian (a) dan lampu meyalat terang ketika ada orang seperti Gambar 3.13 bagian (b).



Gambar 3.13 Implementasi kondisi lampu cahaya gelap

3.2.5 Implementasi menggunakan metode PWM

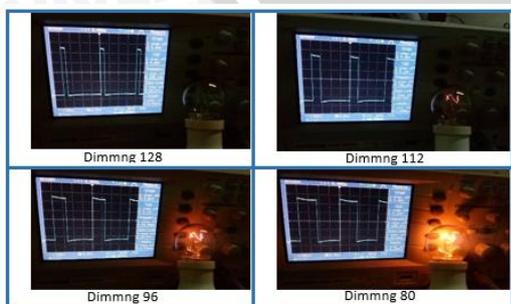
3.2.5.1 Implementasi PWM ketika kondisi intensitas cahaya cerah



Gambar 3.14 Sinyal PWM ketika intensitas cahaya cerah

Pada Gambar 3.13 merupakan tampilan sinyal PWM dalam kondisi intensitas cahaya cerah maka keadaan lampu mati yaitu ketika nilai ADC dari sensor LDR adalah ≥ 772 . Ketika keadaan lampu mati maka keterangan frequency, Duty cycle, width pada osiloskop tidak terdeteksi karena pada pwm sendiri mulai bekerja pada dimming 1-128 sedangkan dimming 0 bernilai off.

3.2.5.2 Implementasi PWM ketika kondisi intensitas cahaya remang



Gambar 3.14 Sinyal PWM ketika intensitas cahaya remang

Pada Gambar 3.14 adalah tampilan sinyal PWM ketika kondisi intensitas cahaya remang maka lampu menyala redup dinamis sesuai dengan output LDR. Lampu menyala redup mendung, waktu petang, waktu fajar dan atau ketika malam hari saat tidak ada orang yaitu saat nilai ADC sensor LDR >772 & ≥ 66 .

3.2.5.3 Implementasi PWM ketika kondisi intensitas cahaya gelap



Gambar 3.15 Sinyal PWM ketika cahaya gelap

Sinyal pada Gambar 3.15 adalah sinyal PWM ketika kondisi lampu menyala terang dengan dimming 1 yaitu keadaan cahaya gelap saat nilai ADC sensor LDR < 66 dan ketika sensor PIR mendeteksi adanya seseorang.

4. Pengujian

4.1 Pengujian intensitas cahaya

Tabel 4.1 Pengujian intensitas cahaya

NO.	Tanggal pengujian	Kondisi cahay gelap		Kondisi cahaya remang	
Batas waktu		17:46	5:07	17:16	5:37
1.	21/03/2016	45	79	769	875
2.	22/03/2016	47	65	865	776
3.	26/03/2016	61	92	461	801
4.	02/04/2016	45	87	760	853
5.	03/04/2016	49	92	728	835
Rata-rata		49	83	716	828
Rata-rata		66		772	

Keterangan tabel:

- Batas waktu cahaya gelap diperoleh dari hasil rata-rata data pengujian ketika tidak adanya cahaya matahari.
- Batas waktu cahaya remang diperoleh dari 30 menit sebelum dan sesudah batas waktu cahaya gelap yaitu 30 menit sebelum pukul 17:46 adalah 17:16 dan 30 menit sesudah pukul 5:37 adalah 5:07.
- Sedangkan batas waktu
- Batas cahaya gelap dari hasil rata-rata di peroleh $(49+83)/2=66$.
- Batas cahaya remang dari hasil rata-rata di peroleh $(716+828)/2=772$.

Dari hasil pengujian didapatkan analisis lampu mati jika nilai dari sensor LDR >772 , lampu redup jika nilai dari sensor LDR antara ≤ 772 & >66 sedangkan lampu menyala terang jika sensor PIR mendeteksi ada orang dan nilai dari sensor LDR ≤ 66

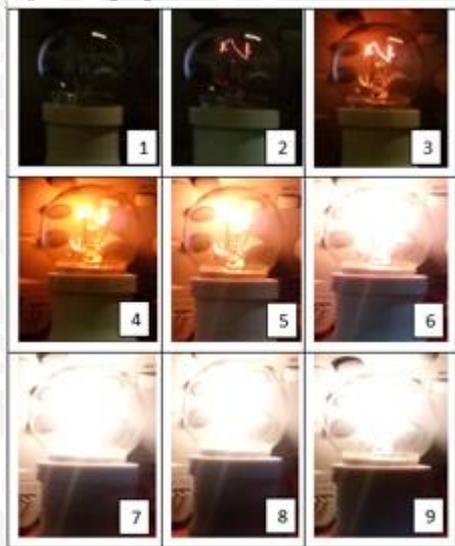
4.2 Pengujian rangkaian dimmer

Pengujian pada rangkaian *dimmer* sistem ini dengan menggunakan driver lampu yang dihubungkan dengan arduino uno dan PC untuk mengetahui nilai pada serial monitor arduino uno IDE. Dari pengujian ini bertujuan untuk mengetahui dimming lampu yaitu terang, redup dan lampu mati, input dimming pada Tabel 6.1 diperoleh dari kelipatan 16 dari 1 sampai 128.

Tabel 4.2 Pengujian *dimming*

No.	Input <i>Dimmi</i>	Tegangan (V)	Resistans (Ω)	Arus (A)
1.	128	2,95	9691,62	0,00030
2.	112	16	9691,62	0,00165
3.	96	40	9691,62	0,00412
4.	80	75	9691,62	0,00773
5.	64	111	9691,62	0,01145
6.	48	215	9691,62	0,02218
7.	32	215	9691,62	0,02218
8.	16	215	9691,62	0,02218
9.	1	215	9691,62	0,02218

Dari tabel tersebut dapat dianalisis bahwa semakin cerah cahaya lampu maka tegangan dan arus juga semakin banyak. *Input dimming* dari tabel diatas dapat digambarkan dari *output* lampu pada Gambar 4.1.



Penjelasan tentang Gambar 4.1 adalah sebagai berikut:

1. Dimmer 128 (lampu mati)
2. Dimmer 112
3. Dimmer 96
4. Dimmer 80
5. Dimmer 64
6. Dimmer 48
7. Dimmer 32
8. Dimmer 16
9. Dimmer 1 (lampu menyala terang)

4.3 Perhitungan efisiensi daya

Tabel 4.3 Perhitungan efisiensi daya

No.	Input Dimming	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (w)	Daya (KW)
1.	128	2,95	0,00030	0,000885	0,000000885
2.	112	16	0,00165	0,0264	0,0000264
3.	96	40	0,00412	0,1648	0,0001648
4.	80	75	0,00773	0,57975	0,00057975

5.	64	111	0,01145	1,27095	0,00127095
6.	48	215	0,0228	4,7687	0,0047687
7.	32	215	0,0228	4,7687	0,0047687
8.	16	215	0,0228	4,7687	0,0047687
9.	1	215	0,0228	4,7687	0,0047687

Dari hasil Tabel 4.3 dapat dianalisis bahwa semakin cerah cahaya lampu (semakin kecil nilai dimming suatu lampu) maka semakin besar pula tegangan, arus dan daya yang digunakan. Untuk membuktikan besar biaya yang digunakan maka dapat melakukan perbandingan sebagai berikut:

Tabel 4.4 Perbandingan biaya listrik

No.	Input Dimming	KWH pemakaian Listrik	Biaya Listrik	Pemakaian Perbulan
1.	128	0,00001062	Rp.0,02	Rp.0,6
2.	112	0,0003168	Rp.0,48	Rp.14,4
3.	96	0,0019776	Rp.2,98	Rp.89,4
4.	80	0,006957	Rp.10,51	Rp.315,3
5.	64	0,0152514	Rp.23,02	Rp.690,6
6.	48	0,0572244	Rp.86,37	Rp.2591,1
7.	32	0,0572244	Rp.86,37	Rp.2591,1
8.	16	0,0572244	Rp.86,37	Rp.2591,1
9.	1	0,0572244	Rp.86,37	Rp.2591,1

Dari Tabel 4.4 pada sistem ini dapat dibuktikan keefisiensi daya dari pengujian dan perhitungan biaya listrik tersebut dapat dianalisis bahwa biaya tagihan listrik akan lebih hemat jika lampu redup yaitu tiap bulannya akan menghemat pengeluaran dana sebesar Rp.2401,5 (2716,8 – 315,3) pada setiap lampu.

5. Kesimpulan dan saran

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan perancangan dan hasil pengujian yang dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Sistem *smart lamp* ini dapat digunakan pada daerah pedestrian dan dapat mengurangi bahaya akibat kurangnya penerangan cahaya lampu seperti tindakan asusila dan kriminalitas. Pada sistem ini lampu akan menyala terang hanya jika ada seseorang yang melewati daerah pedestrian tersebut dengan pendeteksian menggunakan sensor PIR, agar tidak ada energi lampu yang terbuang sia-sia.
2. Mekanisme pembelajaran pada penelitian ini yaitu sistem dapat mengontrol penyalan lampu secara otomatis sesuai dengan intensitas cahaya yang dideteksi oleh sensor LDR yang nantinya sebagai acuan kondisi output lampu.
3. Berdasarkan pengujian yang dilakukan kondisi lampu menyala redup atau *dimming* dipengaruhi oleh tegangan dan arus yang berpengaruh pada besar daya yang dikeluarkan. Pada sistem ini dapat dibuktikan keefisiensi daya dari pengujian dan perhitungan biaya listrik tersebut dapat dianalisis bahwa biaya tagihan listrik akan lebih hemat jika lampu redup yaitu tiap bulannya akan menghemat pengeluaran dana sebesar 88,4 % pada setiap lampu. Semakin terang cahaya lampu yang di keluarkan maka semakin banyak daya yang digunakan.
4. Pulsa yang keluar dengan metode PWM dipengaruhi oleh input *dimming*. Yang mana perubahan duty cycle

akan semakin lebar dari kondisi intensitas cahaya gelap sampai pada keadaan kondisi intensitas cahaya cerah.

5.2 Saran

Saran yang dapat diberikan untuk pengembangan perangkat lunak ini antara lain:

1. Untuk pengembangan lebih lanjut, bisa menggunakan *wireless* jika kondisi tidak memungkinkan menggunakan komunikasi serial untuk tiap node atau tiap lampu dan lampu akan menyala secara bergantian. Untuk pengembangan sistem *smart lamp* ini dapat menyala sesuai dengan banyaknya orang pada suatu lokasi tersebut yaitu semakin banyak orang pada lokasi tersebut maka semakin terang penyalaaan lampu.

pengatur-kecerahan-pada penerangan-jalan-umum-me/> [Diakses 20 Februari 2016].

Wirawan, Girinata. 2015. Sistem Instrumentasi Elektronika Zero Crossing. Tersedia di:<http://dokumen.tips/documents/zero-crossing.html> [Di akses 24 april 2016].

Ya'cob, Billiocta. 2015 . Minim penerangan, Taman Aspirasi di Tangerang jadi ajang maksiat. [Online] Tersedia di: <<http://www.merdeka.com/peristiwa/minim-penerangan-taman-aspirasi-di-tangerang-jadi-ajang-maksiat.html>> [Diakses 29 September 2015].

DAFTAR PUSTAKA

Admin. 2015. Tarif Dasar Listrik 2015. Tersediadi:<<http://solarsuryaindonesia.com/news/tarif-dasar-listrik-desember-2015>> [Diakses 28 maret 2016]

Anonymous. 2015. Rumus biaya listrik. [Online]Tersediadi:<<http://rumushitung.com/2012/12/25/rumus-menghitung-kwh-pemakaian-listrik/>> [Diakses 28 maret 2016]

Nibodha Technologies. 2015. Arduino Imp *Dimmer*:The best PWM *dimmer* tutorial. Tersedia di: <The Best PWM *Dimmer* Tutorial.htm>[Diakses 25 Desember 2015].

Nugraha, Satriya. 2011. Pedestrian adalah hak Pejalan Kaki.[Online] Terdapat di:<http://www.kompasiana.com/satriya1998/pedestrian-trotoar-adalah-hak-pejalan-kaki_55098db1a33311af4d2e3a5b> [Diakses 17 September 2015].

Otomo Galoeh, wildian. 2013. Sistem Kontrol Penyalaaan *Lampu* Ruang Berdasarkan Pendeteksiian Ada Tidaknya Orang Di Dalam Ruangn, Universitas andalas padang.

Pradnya P. G., Yuningtyastuti, Tedjo S., 2013. Perancangan Dimer *Lampu* Secara Otomatis Berbasis Mikrokontroler Pada Penerangan Dalam Ruangn. Universitas Diponegoro Semarang.

Sutono. 2014. Perancangan Sistem Aplikasi Otomatisasi lampu Penerangan Menggunakan Sensor Gerak dan Sensor Cahaya Berbasis Arduino UNO(ATMEGA 328). Universitas Komputer Indonesia(UNIKOM)

Wahyuningsih, Tri. 2014. Otomatisasi Penaturan Kecerahan Pada Penerangan jalan Umum Menggunakan Sensor Infrared Dan sensor Arus Berbasis Arduino Uno R3. [Online] tersedia di: <<https://prezi.com/n2h15xkmc2d5/otomatisasi->

