

KONTROL LAMPU JALAN UNTUK MENGHEMAT ENERGI

Tresna Umar Syamsuri

Politeknik Negeri Malang

pak_tresna@yahoo.co.id

Abstrak

Dewasa ini membatasi penggunaan energi di semua bidang merupakan hal sangat penting mengingat jumlah energi yang ada di bumi ini adalah terbatas. Instansi pemerintah maupun swasta semuanya berusaha agar pemakaian energi terutama energi listrik dilakukan sehemat mungkin, salah satunya adalah pada Penerangan Jalan Umum (PJU).

Saat ini pemakaian listrik pada Penerangan Jalan Umum (PJU) masih dianggap boros, meskipun sudah ada usaha untuk membatasinya, salah satu pembatasan listrik adalah dengan menggunakan waktu pemakaian PJU. Cara lain untuk menghemat listrik adalah dengan menggunakan lampu hemat energi seperti TL elektronik dan LED, atau dengan mengatur jumlah lampu yang menyala.

Pada penelitian membatasi pemakaian energi listrik Penerangan Jalan Umum ini menggunakan lampu LED dengan mengatur jumlah lampu (LED) yang menyala. Dengan menggunakan lampu LED maka daya yang bisa dihemat adalah sebesar 68,40%.

Kata kunci: Penerangan Jalan Umum, LED, jumlah lampu menyala.

A. PENDAHULUAN

Hampir di semua tempat, lampu jalan masih menggunakan lampu merkuri, yang notabene lampu tersebut menyerap daya listrik yang besar. Lampu penerangan jalan umum biasanya menyala sepanjang malam, ini merupakan pemborosan. Apabila sudah melewati tengah malam pada umumnya jalan sudah sepi, sehingga penerangan jalan sebaiknya dimatikan atau dikurangi intensitas cahayanya. Tapi apabila masih memakai lampu merkuri maka pengurangan intensitas cahaya tidak mungkin dikurangi. Ada beberapa cara mengurangi intensitas cahaya atau pada akhirnya mengurangi daya listrik yaitu dengan menggunakan lampu jalan LED.

B. TEORI

1. Definisi PJU (penerangan jalan umum)

Penerangan jalan umum adalah salah satu elemen yang harus terdapat di semua jalan umum yang berfungsi sebagai penerangan di waktu malam hari. Penerang ini biasanya terletak pada setiap sisi jalan yang dikenal sebagai sistem penerangan *single side* atau yang dipasang di tengah pada separator jalan (*central twin breckef*). Biaya pemakaian listrik Penerangan Jalan Umum ditanggung oleh pemerintah, yang melingkupi persimpangan jalan (*intersection*), jalan layang (*interchange, overpass, fly over*), jembatan dan jalan di bawah tanah (*underpass, terowongan*) [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7].

Lampu penerangan yang dimaksud adalah suatu unit lengkap yang terdiri dari sumber cahaya (lampu/lumener), elemen-elemen optik (pemantul/*reflector*, pembias/*refractor*, penyebar/*diffuser*). Elemen-elemen elektrik

(konektor ke sumber tenaga/*power supply*. dll.), struktur penopang yang terdiri dari lengan penopang, tiang penopang vertikal dan pondasi tiang lampu [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7].

Penerangan jalan umum tentu bukan sebagai pelengkap suatu jalan yang hanya mementingkan standarisasi suatu jalan tersebut tetapi mempunyai beberapa kegunaan atau fungsi di balik dibuatnya jalan tersebut. Prinsip pertama dibuatnya PJU yaitu untuk keselamatan dan kenyamanan *user* atau pengguna jalan pada malam hari, karena disamping menggunakan lampu utama sepeda motor dibantu dengan penerangan tambahan yang terdapat pada setiap sisinya maka konsentrasi pengguna jalan pada saat melintas akan semakin tinggi.

Penerangan ini dapat memberikan efek terang seperti pada siang hari, sehingga angka kecelakaan yang diakibatkan oleh ketidak tahu pengguna jalan karena jalan berlubang dan ditambah tidak adanya penerangan akan semakin tertekan oleh semakin terangnya jalan saat akan dilintasi, dan PJU sendiri dapat mengurangi angka kriminalitas dan menambah keindahan suatu jalan karena biasanya tempat yang gelap menjadi dasar kesempatan untuk para penjahat akan melakukan kriminalitas, disamping itu juga estetika keindahan akan juga semakin terpancar karena menariknya suatu jalan yang bercahaya pada malam hari [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7].

2. Penempatan PJU

a. Penempatan lampu penerangan jalan harus direncanakan sedemikian rupa sehingga dapat memberikan:

- 1) Kemerataan pencahayaan yang sesuai dengan ketentuan

- 2) Keselamatan dan keamanan bagi pengguna jalan
- 3) Pencahayaan yang lebih tinggi di area tikungan atau persimpangan
- 4) Arah dan petunjuk (*guide*) yang jelas bagi pengguna jalan dan pejalan kaki.

b. Sistem penempatan lampu penerangan jalan yang disarankan seperti terlihat dalam Tabel 1.

Tabel 1. Penempatan lampu penerangan jalan

[1]

JENIS JALAN/JEMBATAN	SISTEM PENERAPAN LAMPUYANG DIGUNAKAN
Jalan Bebas Hambatan / Tol	sistem menerus
Jalan Arteri	sistem menerus dan parsiai
Jalan Kolektor	sistem menerus dan parsiai
Jalan Lokal	sistem menerus
Persimpangan, Interchange, Ramp	sistem menerus
Jembatan	sistem menerus bergradasi
Terowongan	

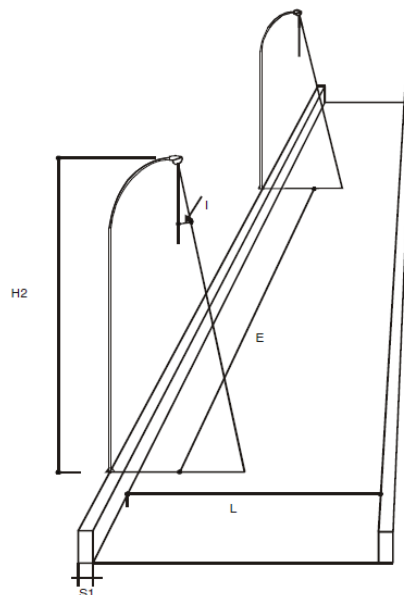
Catatan : Sebaiknya sistem penempatan lampu direncanakan dengan sistem Yang Menerus

c. Pada sistem penempatan parsial, lampu penerangan jalan harus memberikan adaptasi yang baik bagi penglihatan pengendara, sehingga efek kesilauan dan ketidaknyamanan penglihatan dapat dikurangi.

Tabel 2. Jenis/ Klasifikasi Jalan [1]

Jenis/klasifikasi Jalan	Daerah penempatan(Lux)		
	Komersil	Menengah	Pemukiman
Jalan arteri dengan kontrol/Jalan bebas hambatan	22	15	11
Jalan arteri	15	13	11
Jalan kolektor	13	10	6
Jalan local	10	6	4
Jalan kecil/lorong/gang	6	4	4

d. Perencanaan dan penempatan lampu penerangan jalan dapat dilihat dalam gambar 1:



Gambar 1. Perencanaan dan penempatan lampu PJU

Keterangan: H = tinggi tiang lampu

L = lebar badan jalan, termasuk median jika ada

E = jarak interval antar tiang lampu

S1 + S2 = proyeksi kerucut cahaya lampu

S1 = jarak tiang lampu ke tepi kerub

S2 = jarak dari tepi kerub ke titik penyinaran terjauh

I = sudut inklinasi pencahayaan

e. Batasan penempatan lampu penerangan jalan

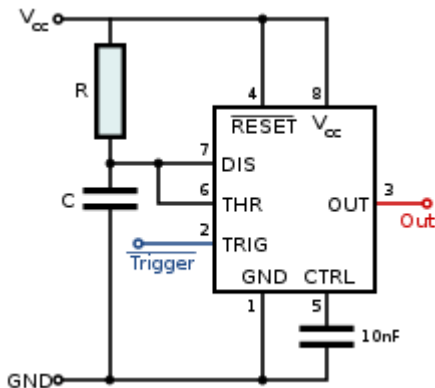
tergantung dari tipe lampu, tinggi lampu, lebar jaladantingkat pemerataan pencahayaan dari lampu yang akan digunakan. Jarak antar lampu penerangan secara umum dapat mengikuti batasan seperti dalam table2 (*A Manual of Road Lighting in Developing Countries*). Dalam tabletersebut dipisahkan antara dua tipe rumah lampu. Rumah lampu (*lantern*) tipeA mempunyai penyebaran sorotan cahaya/sinar lebih luas, tipe ini adalah jenis lampu gas sodium bertekanan rendah, sedangkan tipe B mempunyai sorotan cahaya lebih ringankecil, terutama yang langsung ke jalan, yaitu jenis lampu gas merkuri atau sodium bertekanan tinggi[1, 2, 3, 4, 5, 6, 7].

3. Monostable Multivibrator IC 555

a. Monostable Multivibrator

Monostable berasal dari kata mono yang berarti satu dan stable yang berarti stabil/ajeg. Disebut demikian karena sifat dari rangkaian ini IC 555 berfungsi menghasilkan satu keadaan mantap (one-shot) pada outputnya (standby kondisi low dan high selama selang waktu tertentu setelah dipicu). Sifat ini dapat dimanfaatkan sebagai pewaktu tunda, pendeteksi pulsa yang hilang, saklar tanpa riaksinyal (bouncefree switch), saklar sentuh, pembagi frekuensi, pulse wide modulation (PWM), dan kapasitansi meter [8, 9].

Rangkaian dasar monostable:



Gambar 2. Rangkaian dasar monostable

Konsep utama rangkaian ini adalah memanfaatkan pengisian dan pengosongan kapasitor sebagai waktu tundanya. Untuk lamanya penundaan dapat dihitung dengan rumus berikut:

$$T_d = 1,1 RC$$

keterangan :

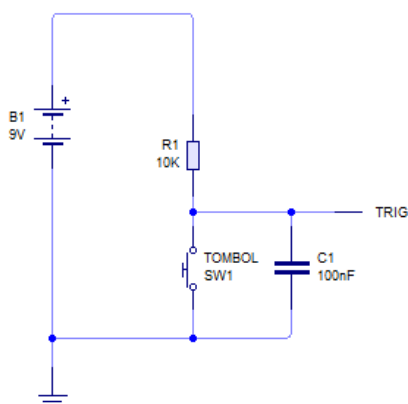
T_d : time delay / waktu tunda (sekon)

R : resistor rangkaian (Ohm)

C : kapasitor rangkaian (Farad)

Seperti yang sudah diketahui bahwa sifat dari resistor adalah penghambat arus maka untuk nilai tunda akan sebanding dengan nilai resistor begitupun untuk kapasitornya.

Pada rangkaian monostable ini IC 555 memerlukan trigger/picu pada kaki no. 2 yaitu kaki TRIG, untuk memberi picu ada beberapa cara akan tetapi yang paling mudah adalah menggunakan tombol, berikut contoh rangkaian pemicunya:



Gambar 3. Rangkaian pemicu menggunakan tombol

Rangkaian dibuat sedemikian rupa karena merupakan sifat dasar IC 555 sebagai berikut:

Tabel 3. Tegangan kapasitor terhadap output

Reset	Threshold	Trigger	Output
< 1V	-	-	0
-	> 2/3 Vcc	-	0
> 1V	< 2/3 Vcc	< 1/3 Vcc	1
> 1V	< 2/3 Vcc	> 1/3 Vcc	Memori
Control Voltage terhadap Common/GND terpasang Capacitor 0,001 μF			

Apabiladirencanakan rangkaian monostable [8, 9] dengan waktu tunda T_d : 1 sekon/detik,dengan kapasitor ditetapkan sebesar 10uF, maka:

$$T_d = 1,1 RC$$

$$1 = 1,1 R \cdot 10 \cdot 10^{-6}$$

$$1 = 11 \cdot 10^{-6} R$$

$$R = 1 / 11 \cdot 10^{-6}$$

$$R = 90909,09 \text{ Ohm} = 91 \text{ KOhm}$$

Untuk memudahkan mendapatkan komponen maka nilai kapasitor tersebut dibulatkan. Untuk nilai yang paling baik maka dapat menggunakan variabel resistor, yang dimaksudkan untuk mendapatkan nilai terdekat dan untuk mengan-tisipasi nilai resistor yang tidak dijual di pasaran.

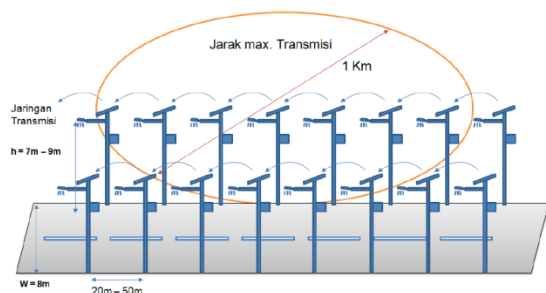
4. Lampu LED

Lampu LED merupakan lampu terbaru yang merupakan sumber cahaya yang efisien energinya. Ketika lampu LED memancarkan cahaya nampak pada gelombang spektrum yang sangat sempit, mereka dapat memproduksi “cahaya putih”. Hal ini sesuai dengan kesatuan susunan merah-biruhijau atau lampu LED biru berlapis fospor. Lampu LED bertahan dari 40.000 hingga 100.000 jam tergantung pada warna. Lampu LED digunakan untuk banyak penerapan pencahayaan seperti tanda keluar, sinyal lalu lintas, cahaya dibawah lemari, dan berbagai penerapan dekoratif. Walaupun masih dalam masa perkembangan, teknologi lampu LED sangat cepat mengalami kemajuan dan menjanjikan untuk masa depan. Pada cahaya sinyal lalu lintas, pasar yang kuat untuk LED, sinyal lalu lintas warna merah menggunakan lampu 10W yang setara dengan 196 LEDs, menggantikan lampu pijar yang menggunakan 150W. Berbagai perkiraan potensi penghematan energi berkisar dari 82% hingga 93%. Produk pengganti LED, diproduksi dalam berbagai bentuk termasuk batang ringan, panel dan sekrup dalam lampu LED, biasanya memiliki kekuatan 2-5W masing-masing, memberikan penghematan yang cukup berarti dibanding lampu pijar dengan bonus

keuntungan masa pakai yang lebih lama, yang pada gilirannya mengurangi perawatan [10, 11, 12, 13, 14, 15].



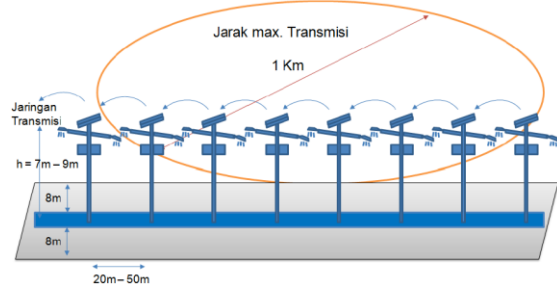
Gambar 4. Lampu jalan LED



Gambar 5. Tiang lampu di sisi jalan

Komponen Jaringan dalam 1 km Jalan:

1. PJU Single Arm @ 50W/24VDC : 66 Set PJU (2 x 33 Set)
2. Monitoring PJU WiFi : 66 Set
3. SMS/GPRS/WiFi Gateway : 1 Set
4. Coordinator/Router : 4 Set (2 x 2 Set)



Gambar 6. Tiang lampu di batas tengah jalan (jalur hijau)

Komponen Jaringan dalam 1 km Jalan:

1. PJU Double Arm @ 100W/24VDC: 33 Set PJU
2. Monitoring PJU WiFi: 33 Set
3. SMS/GPRS/WiFi Gateway: 1 Set
4. Coordinator/Router: 2 Set

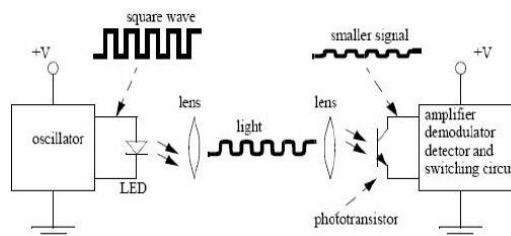
Tabel 4. Perbandingan lampu LED dengan lampu high pressure SON [19]

Jenis Imp	Daya Imp (W)	Konsumsi dy/hr (12jam) (Wh)	Konsumsi dy/bln (kWh)	Penghematan %
HPS 70W	70	840	25.20	58

SuperLED 30W	30	360	10.80	
HPS 150W	150	1800	54	60,5
SuperLED 60W	60	720	21.6	
HPS 250W	250	3000	90	68,4
SuperLED 80W	80	960	28.8	
HPS 300W	300	3600	108	60
SuperLED 120W	120	1440	43.2	

5. Sensor Optik

Sensor cahaya telah digunakan berabad-abad, awalnya photocell yang digunakan untuk aplikasi seperti membaca trak audio di dalam gerakan gambar. Tetapi optik moderen sensor lebih canggih. Sensor optik memerlukan kedua dari sumber cahaya yaitu emitter dan detektor. Emitter akan menghasilkan sorotan cahaya yang terlihat dan tak terlihat spectrum digunakan led dan dioda laser.



Gambar 7. Sensor optik

Detektor dibentuk tipe dengan photodiode dan phototransistor. Emiter dan detektor dengan posisi tertentu dengan adanya objek akan terblok atau sorotan refleksi ketika hadir. Dasar sensor optic ditunjukkan dalam gambar 7 [16, 17,18].

Dari gambar sorotan cahaya dihasilkan di kiri, hasil fokus adalah lensa. Sorotan di bagian detektor akan mengindikasikan objek ada. Gelombang osilasi cahaya digunakan, jadi sensor bisa menyaring keluar cahaya normal diruangan. Cahaya dari emitter ketika dinyalakan atau dimatikan dalam set frekuensi. Ketika detektor menerima cahaya, diperiksa agar lebih yakin itu frekuensi yang sama. Jika cahaya sedang diterima di frekuensi kanan sorotan akan putus. Frekuensi dari osilasi dalam hasil Khz dan terlalu cepat untuk dilihat. Efek samping dari metoda frekuensi adalah sensor bisa digunakan daya yang rendah di jarak yang jauh.

6. Rangkaian kontrol

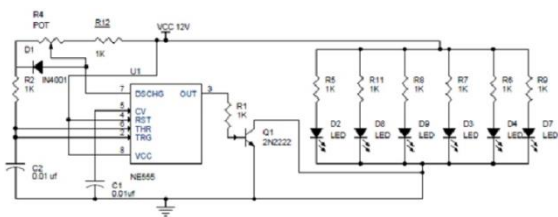
Ada banyak cara untuk menghemat energi listrik pada penerangan jalan umum. Sekarang ini sudah banyak lampu TL elektronik yang sangat hemat energi, dan lampu LED lebih hemat dari lampu TL elektronik. Untuk kontrol lampu jalan diperlihatkan dalam gambar 8. Agar lebih hemat listrik maka

dibuat kontrol dua lampu LED, lampu yang pertama lampu dinyalakan sepanjang malam dan intensitas cahayanya kecil, sedangkan lampu yang kedua akan menyala apabila ada kendaraan atau manusia yang melewati lampu jalan tersebut.



Gambar 8. Blok diagram kontrol lampu PDU

Sensor terang gelap digunakan untuk menyalakan lampu saat pagi dan sore hari. Sedangkan sensor kendaraan digunakan untuk menyalakan lampu apabila ada kendaraan yang lewat. Sensor terang gelap dipasang di atas lampu atau dipasang di tiang yang posisinya lebih tinggi dari lampu, sedangkan sensor kendaraan dipasang beberapa meter di kiri atau di kanan lampu, yang diharapkan bahwa lampu akan menyala sebelum kendaraan atau orang melewati tiang lampu tersebut dan lampu mati setelah beberapa saat orang atau kendaraan melewati tiang lampu. Rangkaian *dimmer* digunakan untuk membuat lampu LED redup dan terang, rangkaianannya seperti terlihat pada gambar 9. Apabila jalan dalam keadaan sepi maka lampu penerangan redup, apabila ada kendaraan mau lewat maka lampu otomatis menjadi terang [20, 21, 22, 23].



Gambar 9. Rangkaian *dimmer* LED

Dengan rangkaian *dimmer*, cahaya lampu LED bisa diatur mulai dari mati sampai terang maksimum, dalam penelitian ini diambil cahaya redup dengan arus setengah dari arus maksimum.

C. Hasil

Lampu pertama menyala apabila hari sudah gelap atau matahari tenggelam pada sore hari dan lampu pertama akan mati pada pagi hari dimana matahari sudah bersinar kembali. Intensitas lampu pertama tidak terang cukup untuk menyatakan bahwa di situ ada jalan umum, sedangkan lampu kedua akan menyala apabila ada kendaraan yang melewati lampu tersebut, dan lampu kedua akan

mati lagi beberapa saat setelah kendaraan atau manusia melewati lampu tersebut karena kontrol lampu memakai timer elektronik.

Dengan mengganti lampu dari lampu tekanan tinggi menjadi led maka daya bisa dihemat minimal 68,4%.

D. Penutup

1. Kesimpulan

- a. Kontrol lampu PDU ini untuk menghemat listrik.
- b. Dibuat rangkaian *dimmer* lampu, untuk menyala redup apabila tidak ada kendaraan atau manusia melewati lampu tersebut dan keadaan terang apabila ada kendaraan yang lewat.
- c. Lampu tekanan tinggi diganti dengan LED minimal dapat menghemat daya 68,4%, apabila dipasang *dimmer* akan lebih hemat lagi.

2. Saran

Banyak sekali cara untuk mengontrol lampu PDU agar hemat energi, bisa dengan mikrokontroler, PLC, rangkaian timer biasa seperti yang dilakukan di atas dan sebagainya. Penempatan sensor kendaraan bisa dipasang sedemikian agar pengontrolan lampu bisa lebih baik.

E. Pustaka

- [1] Asmoro, D., 1990, “Panduan penentuan klasifikasi fungsi jalan di wilayah perkotaan”, Direktorat Jenderal Bina Marga, Direktorat Pembinaan Jalan Kota, NO. 010/T/BNKT/1990
- [2] Sastrosoegito, S., 1992, “Spesifikasi lampu penerangan jalan perkotaan”, No. 12/S/BNKT/1991, Direktorat Jenderal Bina Marga, Direktorat Pembinaan Jalan Kota
- [3] Norconsult, 2007, “Guide for energy efficient street lighting installations”, Intelligent Energy Europe (IEE)
- [4] Oda, TRRL,, “A manual of road lighting in developing countries”, Institution of lighting engineers, Lennox House, 9 Lawford Road, Rugby CV21 2DZ England, ISBN 1 872783 00 7
- [5] Pringatun, S., Karnoto., Prasetyo, MT., 2011, “Analisis Komparasi pemilihan lampu penerangan jalan tol”, Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Diponegoro, Media Elektrika, Vol. 4 No. 1, Juni 2011 ISSN 1979-7451
- [6] UNEP, 2006, “Peralatan Energi Listrik: Penechayaan”, Pedoman Efisiensi Energi untuk

- Industri di Asia, © United Nations Environment Programme (year 2006)
- [7] Usaid, 2010, “*Guidelines energy efficient street lighting version 2.0*”, USAID ECO-III Project AADI Building, (Lower Ground Floor)
- [8] Texas Instruments, 2015, “*LM555 Timer*”, Texas Instruments, Post Office Box 655303, Dallas, Texas 75265
- [9] National Semiconductor, 2006, “*LM555 Timer*”, National Semiconductor Americas Customer Support Center, Email: new.feedback@nsc.com, Tel: 1-800-272-9959
- [10] Philips, 2008, “*Energy efficient lighting A summary of “Green Switch” facts*”, ©2008 Koninklijke Philips Electronics N.V
- [11] Badan Standardisasi Nasional (BSN), 2008, “*Spesifikasi penerangan jalan di kawasan perkotaan*”, SNI ICS 93.080.40
- [12] Saputro, JH., Sukmadi, T., dan Karnoto, 2013, “*Analisa penggunaan lampu led pada penerangan dalam rumah*”, Jurusan Teknik Elektro, Universitas Diponegoro Semarang, *TRANSMISI*, 15, (1), 2013, 20
- [13] Kurniawati, L., 2008, “*Pengaruh pencahayaan LED terhadap ruang kafe dan restoran*”, FT UI
- [14] Tazalli, SRBA., 2010, “*Solar led based traffic light*”, Faculty of Electrical & Electronics Engineering, Universiti Malaysia Pahang
- [15] Idris, MYI., Tamil, EM., Noor, NM., Razak, K., dan Fong, KW., 2009, “*Parking Guidance system utilizing wireless sensor network and ultrasonic sensor*”, Faculty of Computer Science and Information Technology, University of Malaya, 50603 Kuala Lumpur, Malaysia, *Information Technology Journal* 8 (2): 138-146, 2009, ISSN 1812-5638 © 2009 Asian Network for Scientific Information
- [16] Onsemi, 2014, “*Optical Sensors in Smart Mobile Devices*”, ©Semiconductor Components Industries, LLC, 2014, January, 2014 – Rev. 1, Publication Order Number: TND415/D
- [17] Ahuja, D., dan Parande, D., 2012, “*Review Optical sensors and their applications*”, *Journal of Scientific Research and Reviews* Vol. 1(5), pp. 060 - 068, November 2012, ISSN 2277 0690, M. Tech (EE) students, YMCA University of Science & Technology, Sector-6, Mathura Road, Faridabad Haryana-1210006, India.
- [18] Vishay, 2006, “*Application of Optical Sensors*”, Vishay Semiconductors, Document Number: 81449, Rev. 1.0, 27-Sep-06
- [19] Siklon, PT., 2012, “*Siklon Superled ACE - lampu jalan berteknologi LED berkualitas premium*”, PT Siklon Energi Nusantara, Indonesia
- [20] Lee, YS dan Gim, JH, 2014, “*Development of LED Street Lighting Controller for Wind-Solar Hybrid Power System*”, *J Electr Eng Technol* Vol. 9, No. 5: 1643-1653, 2014, ISSN(Print) 1975-0102, ISSN(Online) 2093-7423
- [21] Rose, R, 2011, LM3406, “*LM3409 Dimming techniques for switched-mode LED drivers*”, Literature no: SNVA605, Power designer, Texas Instrumen, PO Box 655303, Dallas texas 75265
- [22] Luger, S, 2010, “*Digital controlled street-lighting TRAC dimming without flicker thermal foldback design interview with ON semiconductor*”, ISSN 1993-890X, Nov/Dec 2010, issue 22, Institute for Innovation & Technology LED Professional Dept, Faerbergasse 15, Haus Rot, A 6850 Dornbirn, Austria/Europe
- [23] Carter, DC., Quick, S., Danes, S., Gatti, E., Branick, K, 2011, “*LED Street Light Research Project*”, Remaking Cities Institute, Pittsburgh, Pennsylvania, September