

## *Solar LED Warning Device*

*Khairul Asraf Mat Salim<sup>1</sup>, Muhammad Ashraf Abu Bakar<sup>2</sup>, Muhammad Shah Izmal Sahrudin<sup>3</sup>, Azhani Ariffin<sup>4</sup>*

<sup>1</sup>Jabatan Kejuruteraan Awam Politeknik Tuanku Sultanah Bahiyah, 09000 Kulim, Kedah, Malaysia  
Email: muhammadashraf747@gmail.com

<sup>2</sup>Jabatan Kejuruteraan Awam Politeknik Tuanku Sultanah Bahiyah, 09000 Kulim, Kedah, Malaysia  
Email: khairulasraf1252@gmail.com

<sup>3</sup>Jabatan Kejuruteraan Awam Politeknik Tuanku Sultanah Bahiyah, 09000 Kulim, Kedah, Malaysia  
Email: izmals66@gmail.com

<sup>4</sup>Jabatan Kejuruteraan Awam Politeknik Tuanku Sultanah Bahiyah, 09000 Kulim, Kedah, Malaysia  
Email: azhani@ptsb.edu.com

**Abstrak:** Sistem amaran jalan raya di Malaysia pada masa kini mempunyai ciri-ciri keselamatan yang menepati piawaian namun masih terdapat kemalangan yang tidak diingini berlaku disebabkan oleh ketiadaan lampu jalan ataupun perabot jalan yang kurang lengkap di sesuatu tempat. Hal ini boleh didapati di Jalan Taman Kenari, Kulim, Kedah. Bagi membantu menangani masalah tersebut, projek *Solar LED Warning Device* ini dihasilkan bagi meningkatkan tahap keselamatan di jalan yang dinyatakan. Fungsi alat ini adalah memberi lampu amaran kepada pengguna pada waktu malam bahawa terdapat bebendul jalan (*kerb*) yang tidak kelihatan di tengah jalan. Data yang di ambil daripada kajian ini adalah dengan menggunakan alat *Lux Meter* yang digunakan untuk menguji tahap kecerahan cahaya di antara *Solar LED Warning Device* dengan *Night Median Reflector*. Seterusnya, data yang dikumpul dianalisa kepada bentuk carta *Gantt* yang lebih difahami. Hasil data yang diperolehi mendapati bahawa nilai bacaan pada *Solar LED Warning Device* menunjukkan tahap kecerahan cahaya yang lebih tinggi berbanding *Night Median Reflector*. Pandangan serta cadangan penambahbaikan dari segi kos, bahan dan bentuk *Solar LED Warning Device* ini akan diambilkira untuk memberikan kesan yang lebih efektif dalam semua keadaan.

**Kata kunci:** *Bebendul jalan, Lux meter, tahap kecerahan cahaya*

### **I. Pengenalan**

Tidak dinafikan, keselamatan jalan raya di Malaysia adalah yang terbaik berbanding negara-negara lain. Walaubagaimanapun, masih terdapat peratus kes kemalangan yang tinggi akibat faktor perabot jalan yang disediakan tidak mencukupi atau kurang lengkap [1].

Justeru, projek inovatif *Solar LED Warning Device* dihasilkan dengan objektif utama adalah untuk memberi kemudahan kepada pengguna jalan raya dan seterusnya mengurangkan risiko kemalangan di lokasi kajian kes. Alat ini akan diletakkan pada bebendul jalan (*kerb*) di lokasi kajian kes iaitu di Jalan Taman Kenari, Kulim, Kedah dan berfungsi pada waktu malam.

Objektif bagi projek ini adalah:

i) menghasilkan alat *Solar LED Warning Device*

ii) menguji keberkesanan alat *Solar LED Warning Device* dengan membandingkan alat yang sedia ada (*Night Median Reflector*).

Alatan ini masih perlu dikendalikan oleh tenaga buruh untuk memasangnya pada mana-mana bebendul jalan yang mempunyai masalah. Walaupun begitu, alat ini tidak memerlukan tenaga pekerja yang ramai untuk memasangnya. *Solar LED Warning Device* ini sesuai digunakan dalam industri jalan raya kerana sifatnya yang mudah-alih selain kos yang tidak begitu mahal.

Bebendul jalan merupakan salah satu komponen dalam perabot jalan dan mempunyai beberapa peranan penting dalam penyediaan sistem jalan raya yang baik. Jenis bebendul jalan dan lokasi pemasangannya boleh mempengaruhi pergerakan trafik dan turut boleh memberi kesan kepada tahap keselamatan pengguna jalan raya. Bebendul jalan

**Corresponding Author:** Azhani binti Ariffin, Jabatan Kejuruteraan Awam, Politeknik Tuanku Sultanah Bahiyah, 09000 Kulim, Kedah, 019-5751452.

membentuk struktur untuk pembahagi jalan atau pemisah bagi menghalang kenderaan memasuki lorong bertentangan secara sengaja. Ia juga menyediakan kawasan untuk meletak kemudahan lain seperti lampu jalan, lampu isyarat dan lain-lain [1].

Walau bagaimanapun, kadangkala bebendul jalan yang dibina sukar dilihat pada waktu malam terutamanya pada jalan yang tiada lampu. Keadaan ini boleh menyebabkan kemalangan berpunca dari pemandu yang terlanggar bebendul jalan tersebut. Sikap pemandu yang suka memandu laju terutamanya ketika lewat malam juga menambah faktor berlakunya kemalangan [2].

Oleh yang demikian, *Solar LED Warning Device* dihasilkan untuk mengelakkan kemalangan seperti yang dinyatakan di atas berlaku. Lokasi kajian kes bagi menguji keberkesanan *Solar LED Warning Device* ini terletak di Jalan Taman Kenari, Kulim, Kedah. Alat ini dipasang di atas bebendul jalan dan berfungsi sebagai lampu amaran dan penanda yang akan memberi amaran kepada pengguna jalan raya pada waktu malam bahawa terdapat bebendul jalan di hadapan. Ini untuk mengelakkan kenderaan atau pengguna jalan raya lain melanggar bebendul jalan serta dapat mengelakkan daripada berlakunya kemalangan di kawasan tersebut. Seterusnya, *Solar LED Warning Device* diuji untuk melihat keberkesannya pada bebendul jalan di jalan berhadapan Petron dan Petronas Taman Kenari, Kulim, Kedah.

## II. Sorotan Kajian

Bebendul jalan diperbuat daripada konkrit tetulang yang juga merupakan satu binaan kekal semasa kerja-kerja pembinaan jalan. Ia merupakan salah satu komponen dalam perabot jalan dan mempunyai beberapa peranan penting dalam penyediaan sistem jalan raya yang baik. Kebiasaannya, bebendul jalan dibina bagi jalan-jalan di kawasan bandar (*urban*) berbanding luar bandar (*rural*) kecuali terdapat keperluan untuk mengawal penyaliran air larian (*surface run-off*) terutamanya bagi kawasan-kawasan berbukit. Kebanyakan bebendul jalan juga disediakan di pembahagi jalan (median), kawasan-kawasan pejalan kaki dan kawasan parker [1].

Bebendul jalan ini berfungsi untuk [1]:

- i) Memisahkan jalan raya dengan jalan kaki (jalan pejalan kaki), menghalang pemandu dari kenderaan letak kereta di tepi jalan atau memandu di tepi jalan.
- ii) Mempertahankan struktur untuk tepi tetulang jalan
- iii) Berfungsi sebagai saluran untuk mengalirkan air hujan
- iv) Aspek estetik dan mencantikkan jalan.

- v) Untuk mewujudkan persekitaran mesra pejalan kaki, ia adalah cara yang berkesan untuk melindungi pejalan kaki dan menjadi penghalang untuk jalan-jalan bermotor.
- vi) Bagi jalan raya yang khusus ditetapkan untuk kenderaan bermotor berkelajuan tinggi seperti jalan tol (lebuhraya), kanstin tidak digunakan, kerana apabila kenderaan bermotor berkelajuan tinggi melanda kereta api, kemungkinan kenderaan akan bergerak ke arah pejalan kaki.
- vii) Sebaliknya, penghalang digunakan sebagai penghalang, supaya pelanggaran boleh dikurangkan oleh penghalang.

Jalan raya yang tidak mempunyai kawalan akses mahu pun pemisah seringkali menghadapi masalah keselamatan jalan raya. Keadaan ini bertambah ketara dan lebih berbahaya jika jalan tersebut mempunyai 4 lorong atau lebih yang secara tidak langsung memberi keselesaan kepada pemandu yang akan memandu lebih laju. Laluan jalan yang lebar juga menyukarkan pejalan kaki melintas jalan dan mendedahkan mereka serta boleh dilanggar oleh kenderaan. Oleh hal demikian, adalah penting bagi aliran trafik diurus dan dikawal bagi mengelak berlakunya konflik atau kemalangan. Arus trafik yang bertentangan tanpa sebarang pemisah fizikal boleh meningkatkan risiko berlakunya pelanggaran jenis bertembung (*head-on crash*) dan langgar sisi (*right angle crash*).

Terdapat 4 jenis bebendul atau pembahagi jalan iaitu bentuk struktur, bertingkat (*raised*), rata (*flush*) atau mendapan (*depressed*) dengan permukaan jalan. Pemilihan jenis dan dimensi pembahagi jalan yang sesuai boleh memberi impak pemanduan serta meningkatkan tahap keselamatan di jalan raya [3].

### 1) Pembahagi Jalan Struktur

Pembahagi jalan struktur adalah merupakan struktur fizikal yang tingginya antara 0.7 - 1.2 m bergantung kepada jenis dan kategori Tahap Ujian (TL, Test Level) yang disarankan dalam rekabentuk. Tahap ujian ini bermula dari peringkat TL1 sehingga TL6 yang mana semakin tinggi nilainya maka semakin kukuh penghadang tersebut dan mampu menghalang kenderaan yang mempunyai berat tertentu (termasuk halaju dan sudut pelanggaran) daripada terbabas.

### 2) Pembahagi Jalan Bebendul (*Kerb*)

Pembahagi jalan bebendul merupakan satu struktur fizikal bertingkat rendah yang dibentuk dengan bebendul jalan dan permukaan atasnya boleh disediakan secara berturap atau ditambak dengan tanah. Sama seperti (1), jenis ini juga direkabentuk bertujuan menghalang kenderaan memasuki laluan bertentangan dan sebagai kaedah rawatan pengurusan trafik yang boleh menghasilkan pergerakan arus trafik yang lebih teratur. Selain itu,

ia juga memberi manfaat kepada pejalan kaki sebagai tempat perlindungan semasa melintas jalan.

### 3) Pembahagi Jalan Searas (*Hatching, Flush atau Ghost Median*)

Pembahagi jalan searas pula disediakan searas dengan permukaan jalan yang disediakan tanpa sebarang bentuk fizikal sebaliknya menggunakan tandaan jalan sebagai elemen kawalan trafik. Pembahagi jalan ini juga dikenali sebagai hatching, flush atau ghost median. Ia boleh disediakan untuk jalan raya yang tidak mempunyai lebar pembahagi jalan yang mencukupi. Jenis ini juga digunakan sebagai pembahagi jalan di kawasan selekoh untuk menyediakan ruang penampakan antara trafik yang bertentangan. Selain daripada itu pulau trafik di persimpangan turut boleh disediakan dalam bentuk yang sama. Pembahagi ini tidak mempunyai struktur fizikal yang mampu menghalang kenderaan mengguna ruang pembahagi jalan tersebut. Ruang ini mempunyai kebaikan dan keburukan tersendiri. Ia boleh menjadi ruang menunggu bagi kenderaan yang berhenti sementara menunggu ruang untuk membelok ke kanan.

### 4) Pembahagi Jalan Berparit (*Swale Drain*)

Pembahagi jalan jenis berparit ini sesuai disediakan bagi laluan bertaraf lebuh raya (rural freeways, expressways dan arterials) yang terdapat di kawasan luar bandar. Jenis ini berbentuk seperti parit dan turut berfungsi sebagai sistem saliran. Pembahagi jenis ini mesti mempunyai dimensi (kelebaran dan kecerunan) tertentu agar tidak memberi impak tinggi kepada kenderaan yang terbabas sehingga boleh menyebabkan kematian atau kecederaan parah. Ini memerlukan kawasan yang agak lebar bagi menyediakan pembahagi jalan mendapan yang bersesuaian.

Secara umumnya, pemasangan bebendul atau pembahagi jalan tertakluk kepada faktor-faktor berikut [3]:

#### 1) Bilangan Lorong

Ini adalah kriteria utama dalam penentuan penyediaan pembahagi jalan yang mana laluan yang mempunyai jumlah 4 lorong atau lebih boleh dipertimbangkan tetapi mestilah turut memenuhi salah satu daripada kriteria-kriteria seterusnya. Bilangan lorong yang banyak ini kebiasaannya turut akan meningkatkan kelajuan kenderaan yang melalui jalan berkenaan.

#### 2) Bilangan Akses Yang Banyak

Hal ini, turut meningkatkan konflik antara kenderaan apabila kenderaan keluar masuk ke akses- akses berkenaan. Dengan menyediakan pembahagi jalan fizikal, pergerakan kenderaan

akan dapat dikawal secara tersusun serta bilangan konflik juga dapat dikurangkan.

### 3) Kadar Kemalangan

Ini adalah petunjuk kepada risiko bahaya yang dihadapi oleh pemandu. Kadar kemalangan yang tinggi dan kekerapan berlakunya jenis pelanggaran adalah maklumat penting yang perlu dikaji oleh pihak penguasa jalan. Pelanggaran sisi dan sudut tepat menunjukkan kemalangan yang melibatkan kenderaan yang ingin membelok. Kawalan akses perlu dilaksanakan menerusi pemasangan pembahagi jalan fizikal.

### 4) Isipadu Trafik

Bilangan kenderaan yang menggunakan jalan berkenaan juga boleh menjadi kriteria dalam mempertimbangkan jenis pembahagi jalan yang sesuai digunakan. Bilangan kenderaan yang tinggi perlu kepada kelancaran trafik bagi mengelakkan berlakunya kesesakan dan kelengahan.

### 5) Had laju Kenderaan

Faktor kelajuan kenderaan juga boleh menentukan jenis pembahagi jalan yang sesuai untuk sesuatu jalan. Ini perlu dikaitkan dengan kawasan yang mana keperluan pembahagi jalan perlu dinilai. Jalan yang melalui pekan-pekan kecil dan kawasan penempatan penduduk yang tinggi memerlukan kawalan had laju. Bagi mengawal halaju kenderaan agar menjurus kepada had laju tempatan yang ditetapkan, pembahagi jalan yang bersesuaian perlu disediakan. Pembahagi jalan boleh memberi kesan pengurangan halaju jika digabungkan dengan kaedah redaan trafik tertentu. Jenis pembahagi jalan yang sesuai bergantung kepada banyak faktor yang lain selain daripada yang di atas. Secara ringkasnya, jadual 1 menunjukkan kriteria pemilihan dalam menentukan jenis pembahagi jalan yang sesuai digunakan.

Jabatan Kerja Raya (JKR) telah menghasilkan '*Night Median Reflector*' yang bertujuan mengurangkan kemalangan jalan raya dan kini giat dipasang di jalan raya. *Night Median Reflector* merupakan sejenis produk pantulan cahaya yang dipasang pada pembahagi kiri, kanan dan penghadang jalan raya atau bebendul jalan bagi melancarkan perjalanan pengguna pada waktu malam. Produk ini dipasang di setiap jalan raya yang mempunyai risiko kemalangan tinggi. *Night Median Reflector* ini merupakan alat terkini yang digunakan di jalan raya untuk menerangi pembahagi jalan dengan menggunakan kaedah pantulan cahaya kenderaan [3].

## III. Metodologi Kajian

Komponen-komponen yang digunakan dalam

penghasilan *Solar LED Warning Device* ini terdiri daripada berikut:

- i) Panel solar
- ii) Lampu *LED*
- iii) *Solar charger*
- iv) *LDR module*
- v) *Arduino nano*
- vi) Bateri 12v 1.2ah
- vii) *Alligator clip*
- viii) *Pita reflector*
- ix) *3D printing*

*Lux meter* adalah alat yang digunakan untuk mengukur besarnya cahaya di suatu tempat. Untuk mengetahui besarnya cahaya ini maka diperlukan sebuah *sensor* yang cukup peka dan linear terhadap cahaya. Semakin jauh jarak antara sumber cahaya ke *sensor* maka akan semakin kecil nilai yang ditunjukkan *Lux meter*. Ini membuktikan bahawa semakin jauh jaraknya maka cahaya akan semakin berkurang.

*Lux meter* digunakan untuk mengukur tingkat iluminasi. Hampir semua *Lux meter* terdiri dari rangka, sebuah sensor dengan sel foto, dan *layer* panel. Sensor diletakkan pada sumber cahaya. Cahaya akan menyinari sel foto sebagai tenaga yang diteruskan oleh sel foto menjadi arus elektrik. Makin banyak cahaya yang diserap oleh sel, arus yang dihasilkan lebih besar. *Sensor* yang digunakan pada alat ini adalah *foto diode*. *Sensor* ini termasuk ke dalam jenis sensor cahaya atau optik. Sensor cahaya atau optik adalah *sensor* yang mengesan perubahan cahaya dari sumber cahaya, pantulan cahaya ataupun bias cahaya yang mengenai suatu tempat tertentu. Kemudian dari hasil pengukuran yang dilakukan akan ditampilkan pada layar panel [4].

Berikut adalah metodologi pengambilan data ujian:

- i) Meletakkan alat *Solar LED Warning Device* di atas bebendul jalan.
- ii) Menghadapkan *sensor Lux Meter* ke arah cahaya *Solar LED Warning* untuk mendapatkan bacaan.
- iii) Mengambil bacaan data yang terpapar di skrin *Lux Meter* dan merekod di dalam jadual.

#### IV. Keputusan dan Perbincangan

Bagi analisa data yang telah dijalankan, ujian tahap kecerahan pencahayaan dijalankan dengan mengambil kira tahap keselamatan serta pencahayaan alat keselamatan yang sedia ada iaitu *Night Median Reflector* dengan *Solar LED Warning Device* di jalan Taman Kenari, Kulim, Kedah.

Bagi pengambilan data, *Lux meter* digunakan untuk mengutip data mengikut pada waktu dan jarak yang

telah ditetapkan. Panel solar digunakan untuk memberi impak minima kepada alam sekitar. Sebelum projek ini dijalankan, satu temubual bersama pihak Jabatan Kerja Raya (JKR) telah dilakukan untuk mendapatkan kebenaran memasang di tempat kajian dan mendapatkan pandangan terhadap projek ini.

Terdapat tiga jarak yang telah diambil untuk menguji tahap kecerahan kedua-dua alat tersebut iaitu sejauh 5 meter, 10 meter dan 15 meter. Bagi waktu yang dijalankan pula, terdapat tiga waktu yang diambil kira iaitu pada jam 8.00 pm, 10.00 pm dan 12.00 am. Antara sebab-sebab waktu dan jarak tersebut yang diambil kira adalah untuk menguji perbezaan bacaan pada *Lux meter* mengikut tahap kepekatan malam dan tahap kecerahan cahaya mengikut kejauhan jarak yang ditetapkan [5].

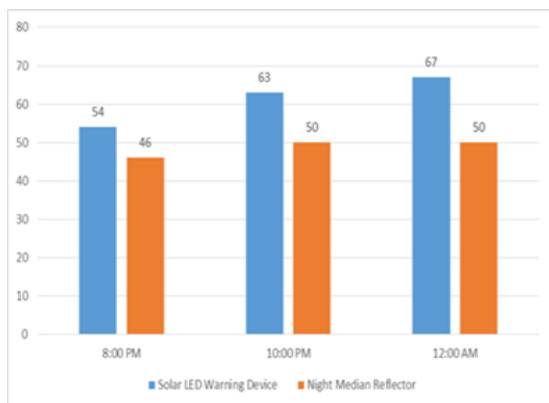
Jadual 1: Data bagi *Solar LED Warning Device*

Jarak (M)	Masa	Bil. bacaan	Bacaan <i>Lux Meter</i>	Purata
5.0 m	8 pm	1	52	54 lx
		2	57	
		3	53	
	10 pm	1	61	63 lx
		2	66	
		3	63	
	12 pm	1	64	67 lx
		2	69	
		3	67	
10.0 m	8 pm	1	28	27 lx
		2	27	
		3	27	
	10 pm	1	31	31 lx
		2	33	
		3	30	
	12 pm	1	32	32 lx
		2	33	
		3	31	
15.0 m	8 pm	1	16	15 lx
		2	15	
		3	13	
	10 pm	1	21	21 lx
		2	22	
		3	19	
	12 pm	1	23	22 lx
		2	22	
		3	22	

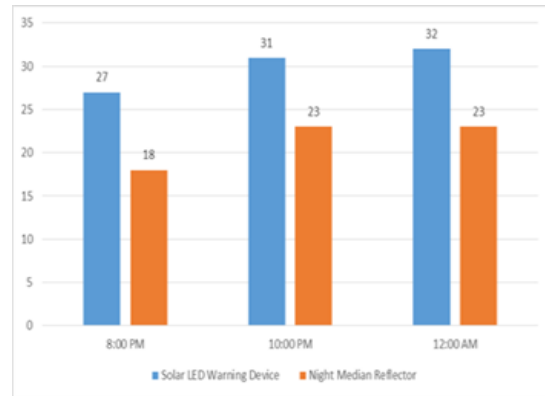
Jadual 2: Data bagi Night Median Reflector

Jarak (M)	Masa	Bil. bacaan	Bacaan Lux Meter	Purata
5.0 m	8 pm	1	46	46 lx
		2	45	
		3	47	
	10 pm	1	51	50 lx
		2	49	
		3	50	
	12 pm	1	50	50 lx
		2	51	
		3	50	
10.0 m	8 pm	1	19	18 lx
		2	17	
		3	18	
	10 pm	1	23	23 lx
		2	24	
		3	22	
	12 pm	1	24	23 lx
		2	22	
		3	23	
15.0 m	8 pm	1	9	7 lx
		2	6	
		3	7	
	10 pm	1	9	9 lx
		2	8	
		3	9	
	12 pm	1	7	8 lx
		2	8	
		3	8	

Carta dibawah menunjukkan perbezaan antara Solar LED Warning Device dengan Night Median Reflector yang di ambil pada jarak 5 meter. Bacaan pada jam 8.00 pm menunjukkan Solar LED Warning Device lebih tinggi dengan nilai 54 lx. Bacaan pada jam 10.00 p.m telah menunjukkan Solar LED Warning Device melebihi bacaan Night Median Reflector iaitu 63 lx. Pada jam 12.00 a.m juga bacaan yang tertinggi ialah Solar LED Warning Device dengan bernilai 67 lx. Kesimpulannya, Solar LED Warning Device ini memberikan cahaya yang lebih tinggi pada jarak 5 meter.

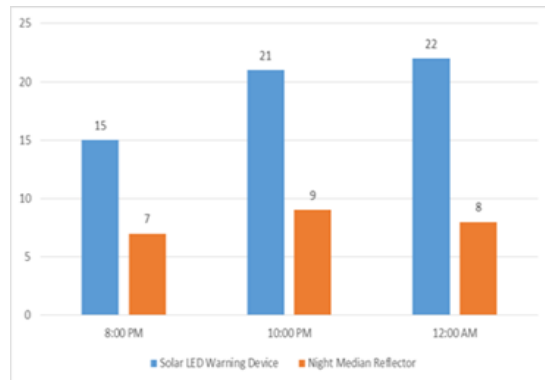


Rajah 1: Perbezaan pada jarak 5 meter



Rajah 2: Perbezaan pada jarak 10 meter

Data yang telah di ambil dalam Rajah 2 di atas menunjukkan bacaan pada pukul 8.00 p.m yang tertinggi adalah Solar LED Warning Device yang bernilai 27 lx. Bacaan pada pukul 10.00 p.m dan 12.00 a.m bagi Solar LED Warning Device adalah 31 lx dan 32 lx. Bagi Night Median Reflector pula, bacaan pada pukul 10.00 p.m dan 12.00 a.m pula adalah sama iaitu 23 lx. Hal menunjukkan Solar LED Warning Device lebih memberikan cahaya yang lebih terang dan jelas pada jarak 10 meter.



Rajah 3: Perbezaan pada jarak 15 meter

Rajah 3 menunjukkan Night Median Reflector mendapat nilai yang rendah pada pukul 8.00 p.m iaitu hanya 7 lx berbanding dengan Solar LED Warning Device iaitu 15 lx. Pada pukul 10.00 p.m dan 12.00 a.m pula, Night Median Reflector mendapat nilai sebanyak 9 lx dan 8 lx. Hal ini berlaku mungkin kerana jarak yang di ambil terlalu jauh kerana Night Median Reflector memerlukan cahaya untuk di pantulkan. Pada jarak 15 meter, ia agak sukar untuk mendapatkan pantulan kerana jarak yang agak jauh. Kesimpulannya, Solar LED Warning Device ini lebih menunjukkan nilai yang tinggi pada setiap jarak dan waktu.

Melalui hasil data dan ujian yang telah di ambil di jalan Taman Kenari, Kulim berhadapan Petron dan Petronas, terdapat banyak perbezaan bacaan data

dari segi waktu dan jarak yang telah ditetapkan. Keseluruhan bacaan data telah di ambil dengan menggunakan alat *Lux Meter*. Alat *Lux Meter* ini adalah untuk mendapatkan perbezaan bacaan data bagi alat *Solar LED Warning Device* dan *Night Median Reflector*. Keputusan data yang telah di ambil menunjukkan bahawa *Solar LED Warning Device* jauh lebih memberikan kesan positif kepada pengguna jalan raya. Ini terbukti melalui data yang diperolehi dan ditunjukkan dalam graf. Data bagi *Solar LED Warning Device* menggunakan alat *Lux meter* menunjukkan bahawa nilai bacaan tahap kecerahan pada setiap waktu dan jarak yang tertentu lebih tinggi berbanding *Night Median Reflector*. Hal ini disebabkan *Night Median Reflector*, memerlukan pantulan cahaya untuk mendapatkan nilai bacaan pada *Lux meter*.

Objekif pertama iaitu “menghasilkan *Solar LED Warning Device*” telah tercapai. Walaupun hanya prototaip bagi projek sebenar, alat ini berjaya dihasilkan dalam tempoh 5 minggu mengikut kriteria yang telah ditetapkan menggunakan komponen-komponen elektronik seperti yang telah dinyatakan sebelum ini.

Penghasilan alat ini juga memerlukan kepakaran daripada pihak lain untuk memprogramkan alat-alat elektronik di dalamnya. Alat ini merupakan hasil kolaborasi dengan pihak FBX Enterprise untuk diprogramkan mengikut spesifikasi yang telah ditetapkan.

Objektif kedua iaitu “menguji keberkesanan alat *Solar LED Warning Device* dengan membandingkan dengan alat yang sedia ada (*Night Median Reflector*)” juga telah tercapai dengan jayanya. Keberkesanan dan perbandingan kedua-dua alat diuji dengan melakukan ujian kecerahan cahaya dengan menggunakan alat *Lux Meter*. Sebelum ujian ini dijalankan, kebenaran daripada pihak JKR (Jabatan Kerja Raya) telah di perolehi terlebih dahulu bagi memastikan semua syarat, panduan dan tatacara keselamatan dipatuhi.

Walaubagaimanapun, terdapat sedikit kelemahan yang didapati terhadap *Solar LED Warning Device*. Antaranya adalah, alat ini mempunyai risiko kehilangan ataupun kecurian yang sangat tinggi. Ini kerana alat ini mempunyai ciri keselamatan yang rendah memandangkan ia tidak boleh ditanam secara kekal seperti *Night Median Reflector* di dalam bebendul jalan. Alat ini hanya ditebuk pada bebendul jalan dan menggunakan skru untuk menguncinya. Risiko kecurian sangatlah tinggi kerana alat ini mudah di ambil oleh pihak yang tidak bertanggungjawab disebabkan komponen solar panel dalam alat ini mempunyai nilai yang tinggi. Antara cadangan penambahbaikan adalah dengan

menambah satu tapak yang baru di bawah *Solar LED Warning Device* yang boleh ditanam di dalam bebendul jalan secara kekal.

Kelemahan yang seterusnya adalah, kos penghasilan dan penyelenggaraan untuk alat ini adalah tinggi kerana menggunakan bahan yang mahal dan kos penyelenggaraan yang tinggi sekiranya alat ini rosak. Hal ini kerana, alat ini menggunakan bahan-bahan yang canggih serta mesra alam iaitu panel solar. Walaupun begitu, kos penghasilan alat ini mungkin boleh dikurangkan sekiranya dihasilkan dalam skala yang besar.

Rangka luar *Solar LED Warning Device* juga hanya menggunakan bahan plastik *3D printing*. Hal ini boleh menyebabkan komponen elektronik di dalam alat ini boleh dimasuki air sekiranya berlaku banjir dan hujan lebat di kawasan tersebut. Namun begitu, masalah ini boleh diatasi dengan menggantikan bahan *3D printing* ini menggunakan *stainless steel* ataupun besi tahan karat. *Stainless steel* juga tahan terhadap cuaca panas, kuat dan padat serta dapat mengelakkan air daripada memasuki bahagian dalam alat ini.

## V. Kesimpulan

Kesimpulannya, perabot jalan raya merupakan komponen terpenting bagi memberikan amaran kepada pengguna jalan raya. Walaupun komponen ini lengkap di jalan raya tetapi masih banyak kemalangan yang berlaku. Oleh yang demikian, pihak yang berkenaan perlulah menambahbaik sistem amaran jalan raya, sebagai contoh mencipta sistem amaran yang lebih canggih dan efektif di dalam semua keadaan.

Selain daripada menghasilkan sistem amaran yang canggih dan efektif, perabot jalan ini perlulah dilengkapi dengan cahaya, contohnya menambahkan lampu LED pada perabot jalan raya bagi menjelaskan lagi penglihatan kepada pengguna jalan raya khususnya pada waktu malam.

Akhir sekali, penambahbaikan sistem amaran jalan raya ini dapat dicapai dengan adanya sokongan dan kerjasama daripada pihak yang berkenaan, seperti JKR, PLUS, dan lain-lain. Oleh itu, pihak yang berkenaan perlulah memainkan peranan yang lebih signifikan bagi meningkatkan keselamatan kepada pengguna jalan raya sama ada dengan penambahbaikan sistem jalan raya atau perabot jalan raya.

**RUJUKAN**

- [1] Ir. Ahmad Redza Bin Ghulam Rasool, “Pengurusan Keselamatan Jalan oleh JKT, ISBN: 947-524-5472-55-0, 2016
- [2] Norzaliha binti Jusoh, “Drivers Attitude Towards Road Safety”, Universiti Teknologi Malaysia, 2013.
- [3] Jabatan Kerja Raya Malaysia, “Manual Fasiliti Keselamatan Jalan”, ISBN: 548-357-1417-15-1, 2014
- [4] Muhamad Syukri Abdul Khalid et. all, “The Effects of Retroreflective Conspicuity Tape on Motorcycle Detection Distance among Car Drivers”, *International Journal of Road Safety* 1(1) 2020: 20-25, MIROS.
- [5] Mohd Amirudin Mohamad Radzi et. all, “Assessing Retro-Reflective Markers (RRMs) Usage on Heavy Goods Vehicles”, *MIROS Book of Abstracts*, ISBN: 978-967-2078-05-0, 2017