

## Marka Jalan Berpendar dalam Gelap: Inovasi Preservasi Jalan Berkelanjutan

Tisara Sita <sup>1)</sup>, Dian Rusmanawati <sup>2)</sup>

E-Mail : tisasasita@pu.go.id <sup>1)</sup>; dianrusma@pu.go.id <sup>2)</sup>

<sup>1,2)</sup> PPK 1.6 Provinsi Jawa Tengah, Satuan Kerja Pelaksanaan Jalan Nasional Wilayah I Provinsi Jawa Tengah, BBPJN Jawa Tengah-DI Yogyakarta, Direktorat Jenderal Bina Marga  
Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat  
Jl. Murbei Barat I, Sumurboto, Banyumanik, Semarang, Indonesia

Koresponden naskah : [tisasasita@pu.go.id](mailto:tisasasita@pu.go.id)

### ABSTRACT

Road markings are signs that are on the road surface that function to direct traffic flow and limit areas of traffic interest. Even though road markings are reflective, these road markings are still considered ineffective because several road locations in Indonesia are still experiencing a shortage of public street lighting. Therefore, innovation is needed for road marking materials, namely glowing lines, with glow-in-the dark road marking materials. Glowing lines are an innovation by adding a special substance to road markings so that the markings will light up or glow in the dark when the light intensity decreases as at night. The application of the glow-in-the-dark road marking innovation was carried out on the Bts. Kab. Batang-Bts. Kab. Kendal KM SMG 62+900, Batang Regency, Central Java Province. The experiment was carried out utilizing phosphor, liquid thinner, and clear paint in a 2:3:5 ratio. The results showed that the brightest glow in the dark markings were visible between 18.00 and 19.00. The application of these glowing lines is expected to improve the security or safety of road users, particularly in areas with limited access to street lighting, so that with glow in the dark road markings, the frequency of road user accidents can be reduced. Glow in the dark marks are futuristic and safer, and they are an option for locations that do not yet have access to energy for street lighting. The economic benefits of this road improvement are consistent with the energy savings achieved by eliminating street lights.

*Keywords* – road markings, glow in the dark, glowing lines

### ABSTRAK

Marka jalan adalah suatu tanda yang berada di permukaan jalan yang berfungsi untuk mengarahkan arus lalu lintas dan membatasi daerah kepentingan lalu lintas. Pembuatan marka jalan saat ini sudah menggunakan campuran bahan lokal yaitu rosin ester sebagai binder pengganti resin hidrokarbon. Meskipun bersifat reflektif, marka jalan tersebut masih dinilai kurang efektif karena beberapa lokasi jalan di Indonesia masih mengalami kekurangan lampu PJU (Penerangan Jalan Umum). Oleh karena itu, diperlukan inovasi terhadap material marka jalan, yaitu *glowing lines*. *Glowing lines* adalah inovasi dengan menambahkan zat khusus pada marka jalan sehingga marka akan bersifat menyala atau berpendar (*glow in the dark*) ketika intensitas cahaya berkurang sebagaimana pada saat malam hari. Pengaplikasian inovasi marka jalan *glow in the dark* dilakukan pada ruas jalan Bts. Kab. Batang-Bts. Kab. Kendal KM SMG 62+900, Kabupaten Batang, Provinsi Jawa Tengah. Percobaan dilakukan dengan menggunakan bahan-bahan berupa fosfor, cairan *thinner*, dan cat bening dengan perbandingan sebesar 2:3:5. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pendaran marka *glow in the dark* dapat maksimal terlihat pada pukul 18.00 WIB sampai dengan 19.00 WIB. Penerapan *glowing lines* ini diharapkan dapat meningkatkan keamanan atau keselamatan pengguna jalan terlebih jika wilayah tersebut memiliki akses lampu penerangan jalan yang kurang, sehingga dengan adanya marka jalan *glow in the dark*, diharapkan angka kecelakaan pengguna jalan dapat menurun. Penerapan marka *glow in the dark* bersifat futuristik dan lebih aman, serta menjadi alternatif terhadap daerah yang belum memiliki akses listrik untuk lampu PJU. Keuntungan ekonomi yang didapatkan dari inovasi jalan tersebut sejalan dengan penghematan energi yang menghilangkan lampu penerangan jalan).

*Kata Kunci* – marka jalan, berpendar dalam gelap, glowing lines

### 1. PENDAHULUAN

Penyelenggaraan jalan nasional di Indonesia tidak terlepas dari preservasi jalan serta perlengkapan jalan. Perlengkapan jalan yang disediakan sepanjang ruas

jalan erat kaitannya dengan manajemen lalu lintas jalan tersebut. Adapun perlengkapan jalan sebagai bagian dari infrastruktur jalan harus bisa memenuhi kriteria aspek manajemen lalu lintas yaitu aman, berkeselamatan, cepat, lancar, ekonomis, dan nyaman.

Dalam hal ini, keberadaan marka dan rambu jalan menjadi penting untuk memastikan hak-hak pengguna jalan terkait keselamatan dan kelancaran berkendara.

Kecelakaan lalu lintas dapat disebabkan oleh 3 (tiga) faktor utama, yaitu faktor manusia, faktor kendaraan, dan faktor infrastruktur jalan. Meskipun faktor manusia mendominasi terjadinya kecelakaan, faktor infrastruktur jalan yang buruk juga turut menyumbang angka kecelakaan di Indonesia. Hal ini disebabkan oleh jalan yang rusak, tergenang, bentuk geometri yang tidak aman, dan penerangan jalan yang kurang, serta kondisi marka dan rambu jalan yang buruk atau bahkan tidak ada. Maka dari itu, perlu dilakukan peningkatan infrastruktur jalan, salah satunya dengan melakukan pemeliharaan terhadap marka jalan.

Menurut Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 34 Tahun 2014 (Kementerian Perhubungan, 2014) tentang Marka Jalan, definisi marka jalan adalah suatu tanda yang berada di permukaan jalan atau di atas permukaan jalan yang meliputi peralatan atau tanda yang membentuk garis membujur, melintang, garis serong, serta lambang yang berfungsi untuk mengarahkan arus lalu lintas dan membatasi daerah kepentingan lalu lintas. Berdasarkan Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 67 Tahun 2018 tentang Perubahan atas Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 34 Tahun 2014 tentang Marka Jalan (Kementerian Perhubungan, 2018), warna marka jalan dibedakan menurut status jalan. Jalan nasional memiliki marka jalan berwarna kuning dan putih, sedangkan untuk selain jalan nasional marka jalan berwarna putih.

Seiring berjalannya waktu, marka jalan akan semakin pudar bahkan tidak terlihat oleh mata pengendara jalan. Oleh karena itu, perlu dilakukan pemeliharaan marka jalan dengan memenuhi aspek keamanan dan keselamatan bagi pengguna jalan. Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 34 Tahun 2014 juga mengatur bahan yang digunakan dalam pembuatan marka jalan, yaitu material *thermoplastic* yang terbuat dari bahan material resin sintesis dan manik-manik kaca campuran yang bertujuan untuk penggunaan jangka panjang dengan sifat reflektif khusus. Namun, sejak tahun 2020 pembuatan marka jalan sudah menggunakan campuran bahan lokal yaitu rosin ester sebagai binder pengganti resin hidrokarbon yang juga merupakan salah satu upaya dalam mengatasi ketergantungan impor resin dan peningkatan Nilai TKDN (Tingkat Komponen Dalam Negeri). Meskipun bersifat reflektif, marka jalan tersebut masih dinilai kurang efektif karena beberapa lokasi jalan di Indonesia masih mengalami kekurangan lampu PJU (Penerangan Jalan Umum). Oleh karena itu, diperlukan inovasi terhadap material marka jalan, yaitu *glowing lines*. *Glowing lines* adalah

inovasi dengan menambahkan zat khusus pada marka jalan sehingga marka akan bersifat menyala atau berpendar (*glow in the dark*) ketika intensitas cahaya berkurang sebagaimana pada saat malam hari.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### A. Jenis Bahan Marka Jalan di Indonesia

Bahan marka jalan sebagaimana disebutkan dalam Laporan Akhir Marka (Pusat Penelitian dan Pengembangan Jalan dan Jembatan Kementerian PUPR, 2016) terdiri dari beberapa jenis yang pemilihan penggunaannya disesuaikan dengan tujuan, lokasi, jenis permukaan, serta lalu lintas. Faktor-faktor yang perlu dipertimbangkan dalam memilih bahan marka jalan, antara lain:

- a. biaya awal yang rendah;
- b. visibilitas yang baik saat siang maupun malam, jalan kering maupun basah;
- c. standar skid resistance yang tercapai;
- d. pelaksanaan dengan gangguan lalu lintas minimal;
- e. waktu pengeringan yang cepat; dan
- f. tingkat keausan yang rendah.

Adapun jenis bahan marka jalan yang paling umum digunakan di Indonesia, antara lain *thermoplastic*, *cold plastic*, *thermoplastic pre-formed*, berbasis cat minyak, berbasis cat air, dan perekat. Termoplastik sebagai bahan dasar marka jalan yang paling sering dijumpai di jalan perkotaan memiliki sifat lunak apabila dipanaskan dan mengeras apabila didinginkan dengan proses yang dapat diulang. Mengandung resin hidrokarbon dan manik-manik kaca, unsur kimia inti berupa hidrokarbon dan ester rosin dengan senyawa panas dapat kering tidak lebih dari 60 detik sehingga unggul untuk diterapkan di lalu lintas yang sudah beroperasi (*open traffic*). Kelebihan unsur manik-manik kaca terlihat pada termoplastik warna putih dengan tambahan kinerja reflektif untuk umur layan yang relatif panjang. Bahan termoplastik disediakan dalam bentuk bubuk maupun lembaran balok (*pre-formed*) dengan bentuk tertentu dengan proses aplikasi didukung alat khusus untuk pelebaran, pelesteran (*screed*), maupun penyemprotan. Tabel 1 menunjukkan pertimbangan dalam pemilihan termoplastik sebagai bahan marka jalan. Marka termoplastik juga dapat berupa *pre-formed* dengan sifat yang serupa, namun dengan perbedaan bahan yang sudah dibentuk menjadi simbol-simbol atau garis tertentu dalam bentuk garis pita (*duct tape*). Hal ini memudahkan pelaksanaan di lapangan karena produk *pre-formed* dengan berbagai desain multi-warna dapat diaplikasikan ke permukaan jalan hanya dengan menggunakan obor api gas untuk pencairan sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 1. Sudut-sudut sempit dengan bentuk yang dituntut presisi dapat dijangkau dengan marka termoplastik *pre-formed* ini.

Variasi bahan marka jalan yang tidak memerlukan pencampuran sebagaimana termoplastik adalah *cold plastic*, yang terdiri dari komponen bahan terpisah yaitu plastik dan pelarut *Benzoaat Peroxind* (BPO). Jenis bahan ini juga dapat digunakan untuk

memperbarui marka termoplastik sesuai dengan sifat yang kompatibel dengan cat dan termoplastik ditambah hasil kepadatan yang tinggi. Pada pelaksanaan marka jalan di lapangan, bahan yang terpilih harus memenuhi persyaratan sebagaimana diatur dalam standar yang berlaku. Jenis bahan dan

metode tertentu seringkali mengalami cacat umum dengan kemungkinan dampak akhir yang dapat dimitigasi sebelumnya. Cacat umum pada unsur marka jalan dapat ditinjau pada Tabel 2.



**Gambar 1.** Pemasangan marka termoplastik *pre-formed* (Metalbac & Farbe, 2020)

**Tabel 1.** Pertimbangan pemilihan jenis bahan marka jalan termoplastik (Pusat Penelitian dan Pengembangan Jalan dan Jembatan Kementerian PUPR, 2016)

Aspek	Kelebihan	Kekurangan
Jenis perkerasan dan kondisi lingkungan	Cocok pada perkerasan aspal ( <i>flexible</i> ) dan beton ( <i>rigid</i> ) maupun <i>paving block</i> (dengan perlakuan khusus) terkait kebutuhan air hujan untuk mempertahankan penampilan kinerja baik	Tidak cocok untuk permukaan dalam ruangan, lantai pabrik, di atas tanah, dan tempat parkir bertingkat, jika digunakan dalam ruangan berpenutup cenderung menjadi kusam
Sifat dari unsur kimia	Kinerja kekuatan dan umur layan relatif panjang, tidak mengalami perubahan warna sehingga tidak perlu <i>respray</i>	Sifat adhesif kurang antara termoplastik dengan permukaan apabila dilaksanakan dalam bentuk melukis
Metode pelaksanaan	Dapat membentuk tambahan fitur keamanan dengan efek <i>delineasi</i> , akustik, maupun <i>penggemuruh</i>	Alat pelebur sulit menjangkau sudut-sudut dengan ruangan terbatas atau marka simbol

**Tabel 2.** Cacat umum unsur marka jalan (Pusat Penelitian dan Pengembangan Jalan dan Jembatan Kementerian PUPR, 2016)

Jenis Bahan/Aplikasi	Cacat Umum	Kemungkinan Hasil Akhir
Bahan termoplastik	Titik lunak terlalu rendah	a. Butiran manik-manik kaca lebih cepat lepas b. Panas matahari membuat warna kusam dan tingkat reflektor berkurang
Manik-manik kaca ( <i>glass beads</i> )	Kebulatan butiran tidak memadai, indeks bias rendah	Mengurangi reflektifitas marka
Pemanasan kurang atau sudah membeku	Manik-manik kaca tidak melekat secara optimal saat ditabur	Mengurangi reflektifitas marka

### B. Penerapan Marka Glow in The Dark di Belanda

Pada tahun 2014, Belanda mulai melakukan uji coba marka *glow in the dark* di jalan N329 *Oss Highway* sepanjang 500 meter. Marka *glow in the dark* ini mendukung program *Smart Highway*, yaitu sebuah inovasi yang dilakukan di negara Belanda untuk membangun jalan yang interaktif dan berkelanjutan. Pemerintah dapat memangkas biaya penerangan jalan dengan menggunakan marka *glow in the dark*. Selain memiliki sifat *glow in the dark*, jalan tersebut juga dapat memberikan informasi terhadap kondisi cuaca pada area tersebut. Menurut Dubé (2014), jalan tersebut tidak memerlukan cahaya atau penerangan jalan, tetapi dengan menangkap energi cahaya pada siang hari, jalan dapat menyimpan dan mengeluarkan cahayanya sendiri selama 8 (delapan) jam.

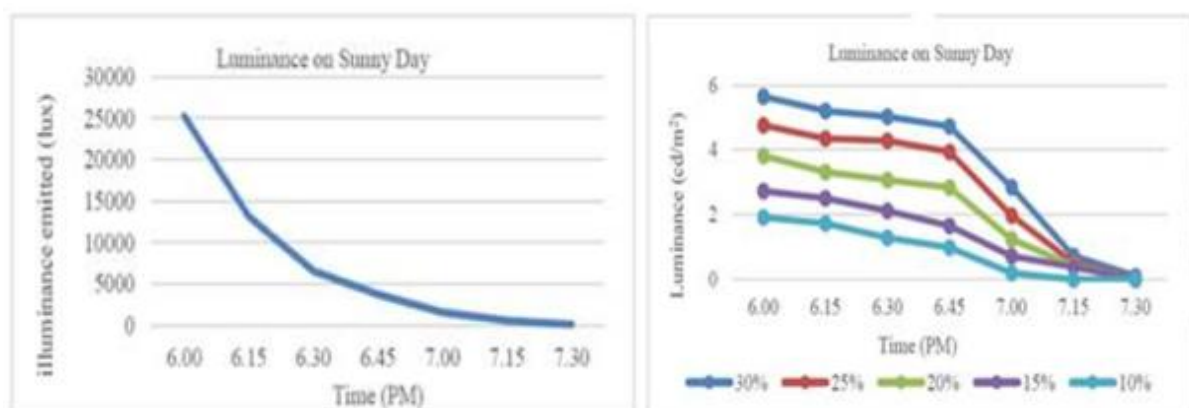
Penelitian tersebut dapat menjadi inisiatif untuk penghematan energi dan biaya. Dengan inovasi tersebut, jalan tidak lagi membutuhkan lampu penerangan, bersifat futuristik dan lebih aman, serta menjadi alternatif terhadap daerah yang belum memiliki akses listrik. Keuntungan ekonomi yang didapatkan dari inovasi jalan tersebut sejalan dengan penghematan energi yang menghilangkan lampu penerangan jalan. Pada tahun 2011, ketika lampu penerangan jalan di Inggris dimatikan dalam waktu semalam untuk mengurangi emisi karbon, tercatat penghematan sebesar 668.000 USD. Oleh karena itu, dapat disimpulkan penerapan marka *glow in the dark* terdapat potensi penghematan biaya, namun pelaksanaan konstruksi dan pemeliharaan perlu dikaji lebih lanjut (Oad, Kumar and Kajewski, 2016).

### C. Penerapan Marka Glow in The Dark di Malaysia

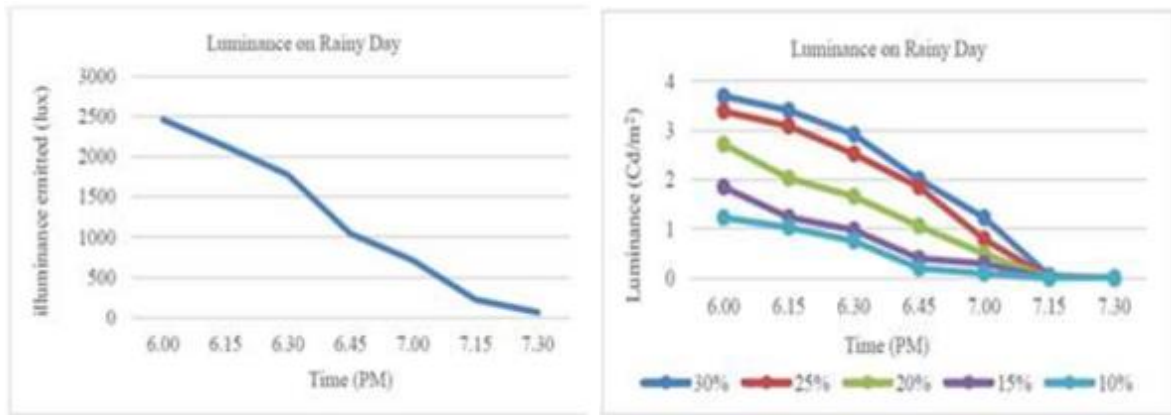
Penelitian marka *glow in the dark* di Malaysia dilakukan oleh Ismail dan Nazri (2019) di jalan

Universiti Tenaga Nasional (UNITEN). Ismail dan Nazri membandingkan hasil iluminasi yang dihasilkan pada hari cerah dan hari hujan sebagaimana dapat dilihat pada Gambar 2 dan Gambar 3. Pengamatan dilakukan mulai pukul 18.00 sampai dengan 19.30 waktu Malaysia. Marka *glow in the dark* memiliki efek maksimum pada jangka waktu yang terbatas. Intensitas cahaya di siang hari yang fluktuatif menghasilkan marka *glow in the dark* yang berbeda. Pada hari yang cerah, intensitas pijar marka kehilangan luminansinya dalam waktu 30 menit pertama setelah hari gelap, sedangkan pada hari hujan, intensitas pijar marka berlangsung sekitar 15 menit setelah pukul 19.00. Dapat diamati bahwa peluruhan luminansi lebih cepat terjadi pada hari hujan. Selain itu, marka *glow in the dark* akan mencapai luminansi maksimum saat disinari dengan intensitas *lux* (satuan cahaya) yang lebih tinggi. Namun, pada akhir malam pencahayaannya hampir sama, meskipun ada perbedaan intensitas cahaya.

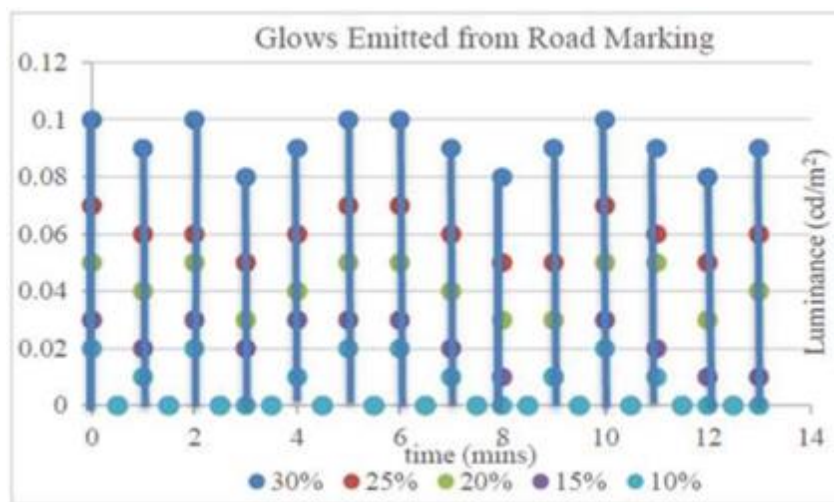
Pancaran cahaya dari material *glow in the dark* saat ini tidak cukup setelah 30 menit kegelapan. Pengisian daya tambahan melalui lampu mobil dapat mengatasi kekurangan pancaran cahaya. Pencahayaan menunjukkan peningkatan intensitas yang tajam setiap mobil lewat karena pendaran lampu mobil. Intensitas turun kembali saat tidak ada mobil yang lewat sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 4. Peningkatan intensitas secara keseluruhan ini terbatas dan harus dicatat bahwa pada simulasi ini kepadatan mobil pada malam hari cukup meningkat, sehingga dapat disimpulkan bahwa pengisian tambahan dengan cahaya dari lampu mobil yang lewat masih dapat dimungkinkan, namun tidak cukup mengatasi intensitas pijaran rendah pada tahap akhir malam. Hal ini dikarenakan pencahayaan yang rendah di jalan raya oleh lampu mobil.



Gambar 2. Luminansi pada hari cerah (Ismail dan Nazri, 2019)



**Gambar 3.** Luminansi pada hari hujan (Ismail dan Nazri, 2019)



**Gambar 4.** Cahaya yang dipancarkan dari marka jalan (Ismail dan Nazri, 2019)

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaplikasian inovasi marka jalan *glow in the dark* dilakukan pada ruas jalan Bts. Kab. Batang-Bts. Kab. Kendal KM SMG 62+900, Kabupaten Batang, Provinsi Jawa Tengah pada Desember 2022. Ruas ini merupakan ruas jalan pada Satuan Kerja Pelaksanaan Jalan Nasional Wilayah I Provinsi Jawa Tengah, Balai Besar Pelaksanaan Jalan Nasional Jawa Tengah-DI Yogyakarta. Pada ruas jalan ini terdapat beberapa lokasi yang masih belum terdapat lampu Penerangan Jalan Umum (PJU). Percobaan dilakukan dengan menggunakan bahan-bahan berupa fosfor, cairan *thinner*, dan cat bening dengan perbandingan sebesar 2:3:5, dengan rincian sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 3.

Bahan-bahan tersebut kemudian dimasukkan ke dalam wadah dan diaduk pelan sehingga tidak muncul gelembung udara. Proses pencampuran larutan dapat dilihat pada Gambar 5. Larutan tersebut kemudian diaplikasikan ke permukaan marka jalan eksisting dengan menggunakan alat bantu berupa kuas dan *roller cat*, sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 6. Volume larutan tersebut dapat digunakan untuk melapisi marka jalan sepanjang 50 meter dengan lebar marka 12 cm. Lapisan ini berwarna bening dan tidak

merubah warna marka jalan. Namun pada saat gelap, lapisan ini dapat berpendar.

Lapisan *glow in the dark* pada marka menyerap energi cahaya pada siang hari kemudian dapat memancarkan cahaya di malam hari, sehingga meningkatkan keamanan atau keselamatan pengguna jalan di malam hari dengan kondisi penerangan dari infrastruktur jalan maupun armada kendaraan yang terbatas. Penggunaan marka *glow in the dark* ini juga sangat berguna bagi para pengguna jalan khususnya pada lokasi jalan yang tidak terdapat penerangan jalan umum sesuai dengan pernyataan Dubé (2014). Penerapan penggunaan cairan *glow in the dark* dan hasil pengaplikasian dapat dilihat pada Gambar 7.

Pendaran marka *glow in the dark* dapat maksimal terlihat pada pukul 18.00 WIB sampai dengan 19.00 WIB. Hal ini juga sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Ismail dan Nazri (2019) yang menyebutkan bahwa marka *glow in the dark* berpendar pada pukul 18.00 sampai dengan 19.30 waktu Malaysia.

**Tabel 3.** Bahan marka *glow in the dark*

No	Uraian	Satuan	Volume
1	Bubuk Fosfor	Gram	300
2	Cairan Tinner	Liter	450
3	Cat Bening	Liter	750



**Gambar 5.** Proses pencampuran larutan marka *glow in the dark*



**Gambar 6.** Pengaplikasian lapisan marka *glow in the dark*



**Gambar 7.** Hasil pengaplikasian larutan *glow in the dark*

#### 4. KESIMPULAN DAN SARAN

Dampak pengaplikasian larutan *glow in the dark* dapat membuat marka jalan lebih terlihat oleh pengguna jalan pada malam hari. Penerapan *glowing lines* ini diharapkan dapat meningkatkan keamanan atau keselamatan pengguna jalan terlebih jika wilayah tersebut memiliki akses lampu penerangan jalan yang kurang, sehingga dengan adanya marka jalan yang *glow in the dark*, diharapkan angka kecelakaan pengguna jalan dapat menurun. Penerapan marka *glow in the dark* bersifat futuristik dan lebih aman, serta menjadi alternatif terhadap daerah yang belum memiliki akses listrik untuk lampu PJU. Keuntungan ekonomi yang didapatkan dari inovasi jalan tersebut

sejalan dengan penghematan energi yang menghilangkan lampu penerangan jalan.

Saran jika dilakukan penelitian ke depan adalah perhitungan komposisi campuran yang lebih komprehensif sehingga komposisi perbandingan campuran dapat lebih efektif. Selain itu, campuran bahan *glow in the dark* dapat dicampurkan pada saat pengaplikasian marka baru dengan menggunakan alat penghampar marka sehingga lebih efisien).

#### 5. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada rekan-rekan PPK 1.6 Provinsi Jawa Tengah, Satuan Kerja Pelaksanaan Jalan Nasional Wilayah I Provinsi Jawa Tengah, Balai Besar Pelaksanaan Jalan Nasional

Jawa Tengah-DI Yogyakarta, Direktorat Jenderal Bina Marga, atas dukungannya dalam uji coba penerapan penelitian ini.

#### 6. DAFTAR PUSTAKA

- Dubé, D.-E. (2014). *Netherlands test-drives world's first glow-in-the-dark highway*. Available at: <http://globalnews.ca/news/1272844/glow-in-the-dark-highway-of-the-future/>.
- Ismail, N., Nazri, S.N. (2019). Performance of the *Glow in the dark* Thermoplastic Road Marking. 10(11), pp. 235–242.
- Kementerian Perhubungan (2014). *Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor PM 34 Tahun 2014 tentang Marka Jalan*.
- Kementerian Perhubungan (2018). Peraturan Menteri Perhubungan No. 67 Tahun 2018 Perubahan Atas PM Perhubungan No. 34 Tahun 2014 Tentang Marka Jalan, *Berita Negara Republik Indonesia Tahun 2018 Nomor 908*.
- Metalbac & Farbe. (2020) *Preform TCG - Preformed thermoplastic for horizontal road markings, Metalbac & Farbe - the paint factory*.
- Oad, P.K., Kumar, A., Kajewski, S. (2016). Innovative technologies in road sector, in *8th International Conference on Maintenance and Rehabilitation of Pavements, MAIREPAV 2016*, pp. 765–773. Available at: <https://doi.org/10.3850/978-981-11-0449-7-136-cd>.
- Pusat Penelitian dan Pengembangan Jalan dan Jembatan Kementerian PUPR (2016) *Laporan Akhir Marka Jalan, Laporan Akhir*.