



Implementasi Inovasi Pemanfaatan Paralon sebagai Reflektor Jalan dalam Upaya Mewujudkan Lingkungan Berkendara yang Lebih Aman di Desa Soborejo

Muhammad Nanda Jakaria^{1✉}, Wantoro², Subuh Seno Aji³, Dwi Krisdanarti⁴, Yuli Susana⁵, Ismi Kurnia Rahmadani⁶, Urfani Syamuria Situmorang⁷, Desi Serliani⁸, Laeli Nur Khasanah⁹, Siti Wulanti Uswaha¹⁰, Cristine T Purba¹¹, Hizkia Natanael Richardo¹²

¹⁻¹²Universitas Negeri Semarang

Email Koresponden : muhnandaja@students.unnes.ac.id

Abstract..

The innovation of using PVC pipes as road reflectors in the UNNES GIAT 13 community service program in Soborejo Village was designed to improve nighttime visibility in low-light rural traffic areas, especially at high-risk segments between Krajan and Mangli hamlets. The reflectors were constructed by reinforcing PVC pipes with a cement, sand and gravel mixture and applying bright paint and reflective stickers to enhance light retroreflection. Implementation results indicate that the reflectors provide strong structural stability, effective visibility, and function as a low-cost passive safety device suitable for rural conditions. These findings demonstrate that locally available materials and simple engineering techniques can offer a practical, replicable solution for improving passive road safety infrastructure.

Keywords: Road Reflector, PVC Pipe, Driving Visibility, Passive Infrastructure, Community Service Program.

Abstrak.

Inovasi pemanfaatan paralon sebagai reflektor jalan dalam program KKN UNNES GIAT 13 di Desa Soborejo dikembangkan untuk meningkatkan visibilitas berkendara pada area minim penerangan, khususnya di titik rawan antara Dusun Krajan dan Dusun Mangli. Reflektor dirancang menggunakan paralon yang diperkuat dengan campuran semen, pasir, dan kerikil, kemudian dipadukan dengan cat berwarna kontras serta stiker reflektif untuk memaksimalkan pantulan cahaya. Hasil implementasi menunjukkan bahwa struktur reflektor memiliki stabilitas baik, daya pantul efektif, dan mampu berfungsi sebagai penanda jalan berbiaya rendah yang adaptif terhadap kondisi pedesaan. Temuan ini menegaskan bahwa penggunaan material lokal dan teknik rekayasa sederhana dapat menjadi alternatif solusi keselamatan pasif yang aplikatif serta mudah direplikasi pada lingkungan serupa.

Kata Kunci: Reflektor Jalan, Paralon, Keselamatan Berkendara, Infrastruktur Pasif, KKN UNNES.

PENDAHULUAN

Penggunaan reflektor jalan merupakan bagian penting dari upaya meningkatkan kualitas lingkungan berkendara, khususnya pada ruang lalu lintas yang memiliki keterbatasan visibilitas malam hari dan minim penanda tepi jalan. Dalam konteks implementasi inovasi, pemanfaatan paralon sebagai media reflektor menawarkan

alternatif material yang mudah diperoleh, memiliki durabilitas baik, serta memungkinkan modifikasi struktural yang sederhana. Mahasiswa KKN Program UNNES GIAT 13 mengembangkan gagasan tersebut dengan merancang reflektor berbahan paralon yang diperkuat melalui pengisian campuran semen, pasir, dan kerikil pada bagian dalam paralon serta pengecoran pada bagian yang ditanam. Inovasi ini menjadi contoh konkret bagaimana intervensi berbasis material lokal dapat diterapkan untuk meningkatkan kenyamanan dan keterarahan visual bagi pengguna jalan pada malam hari.

Kajian infrastruktur transportasi menunjukkan bahwa kualitas elemen tepi jalan, termasuk penanda pasif seperti reflektor, memiliki pengaruh signifikan terhadap persepsi orientasi pengemudi dan stabilitas alur kendaraan. Penelitian infrastruktur lalu lintas mengidentifikasi bahwa fasilitas penunjang visual memainkan peran dalam mengatur perilaku berkendara dan memperjelas batas ruang lalu lintas, terutama pada kondisi rendah cahaya (Fitriani et al., 2025). Menguatkan temuan tersebut, Ehsani (2023) menjelaskan bahwa peningkatan kualitas penanda visual berkontribusi pada optimalisasi lingkungan berkendara yang lebih kondusif dan terstruktur.

Namun demikian, masih terdapat ruang penelitian yang cukup luas terkait pengembangan bahan alternatif untuk fasilitas reflektif yang terjangkau, kuat, dan mudah diaplikasikan di berbagai kondisi fisik. Sebagaimana dipetakan dalam peta riset keselamatan dan infrastruktur transportasi, sebagian besar penelitian terdahulu berfokus pada teknologi berbasis perangkat aktif atau material industri standar, sementara eksplorasi material non-konvensional dan desain sederhana belum memperoleh perhatian setara (Goel, 2024). Di sisi lain, pembahasan mengenai infrastruktur pasif juga semakin berkembang dalam diskusi lingkungan binaan, khususnya yang menyoroti pentingnya intervensi fisik yang memperkuat kualitas pengalaman pengguna tanpa investasi teknologi tinggi (McCullogh, 2023).

Urgensi penelitian ini tidak terletak pada aspek risiko kecelakaan, melainkan pada kebutuhan menghadirkan solusi penanda jalan yang berkelanjutan, mudah direplikasi, dan adaptif terhadap konteks lokasi. Studi yang menelaah strategi peningkatan kualitas ruang lalu lintas menggarisbawahi pentingnya keberadaan elemen tepi jalan yang tahan lama, ekonomis, serta memiliki dampak visual konsisten dalam mendukung navigasi pengguna (Ai, Zhang, & Ye, 2024). Prinsip ini sejalan dengan pendekatan sistem keselamatan yang menekankan optimasi desain fisik sebagai bagian dari penguatan lingkungan transportasi secara holistik (Stigson, 2022). Dengan demikian, inovasi berbasis paralon sebagai reflektor dapat dipandang sebagai strategi praktis yang berada dalam kerangka pengembangan fasilitas pendukung keselamatan pasif yang menitikberatkan pada efektivitas visual.

Lebih jauh lagi, studi global mengenai lingkungan transportasi menunjukkan bahwa ruang lalu lintas yang memiliki penanda visual yang baik tidak hanya meningkatkan kenyamanan berkendara, tetapi juga mendukung efisiensi mobilitas dan persepsi orientasi pengguna. Peralta-Santos et al. (2022) menekankan relevansi elemen fisik seperti penanda jalan dalam konteks perbaikan kualitas ruang transportasi, di mana intervensi sederhana sekalipun dapat memberikan kontribusi penting terhadap pengalaman pengguna jalan.

Berdasarkan latar belakang tersebut, tujuan penelitian ini adalah menganalisis implementasi inovasi reflektor berbahan paralon yang dikembangkan oleh mahasiswa KKN Program UNNES GIAT 13, mencakup aspek desain, penguatan struktur melalui pengisian material konstruksi, serta efektivitas visualnya sebagai penanda jalan. Selain itu, penelitian ini bertujuan memberikan kontribusi konseptual terhadap literatur tentang inovasi infrastruktur pasif berbasis material alternatif, serta menawarkan model penerapan yang dapat direplikasi pada berbagai kondisi lingkungan berkendara.

METODE PELAKSANAAN

Metode pelaksanaan kegiatan inovatif pemanfaatan paralon sebagai reflektor jalan di Desa Soborejo menggunakan pendekatan praktis berbasis teknik rekayasa sederhana dan partisipatif, meskipun pelaksana utamanya adalah mahasiswa KKN tanpa keterlibatan langsung masyarakat umum. Pertama-tama, dilakukan analisis kondisi awal melalui observasi lapangan dan diskusi bersama kepala desa serta perangkat desa. Dalam tahap ini, tim mahasiswa mengidentifikasi titik-titik rawan kecelakaan, terutama pada perbatasan antara Dusun Krajan dan Dusun Mangli yang memiliki struktur jalan naik turun serta tikungan tajam, dan juga minimnya penerangan sama sekali. Keputusan untuk menempatkan tiang reflektor paralon di lokasi tersebut diperoleh setelah melalui perizinan desa dan diskusi teknis dengan perangkat desa.

Setelah memperoleh izin, tim mahasiswa kemudian merancang reflektor menggunakan bahan paralon PVC yang diisi dengan campuran pasir dan semen agar stabil dan tidak mudah bergeser, sebagaimana tercermin dalam praktik pembuatan reflektor low-cost yang diadopsi oleh sejumlah program pengabdian mahasiswa sebelumnya. Pendekatan ini relevan dengan prinsip desain infrastruktur keselamatan jalan sederhana namun efektif (Goel et al., 2024). Selanjutnya, paralon tersebut dilapisi dengan stiker reflektif yang dipilih secara strategis untuk memaksimalkan pantulan cahaya lampu kendaraan pada malam hari, mengikuti filosofi markah jalan berpendar sebagai panduan visual tanpa tergantung pada penerangan publik penuh (Mufhidin et al., 2024).

Proses pembuatan dan pemasangan paralon dilakukan sepenuhnya oleh mahasiswa KKN berjumlah sebelas orang, tanpa bantuan langsung dari masyarakat ataupun perangkat desa teknis dalam pembangunan fisik. Pelaksanaan fisik meliputi pemotongan dan persiapan paralon, pengecatan atau pelapisan stiker reflektif, pengecoran campuran dalam paralon, serta pemancangan tiang pada titik-titik terpilih. Metode ini menitikberatkan pada kepraktisan dan penggunaan sumber daya lokal sederhana, sejalan dengan prinsip infrastruktur aman namun rendah biaya.

Dalam langkah implementasi, mahasiswa membagi tim kerja internal berdasarkan tugas: sebagian bertanggung jawab atas fabrikasi paralon, sebagian lagi melakukan pemasangan di lapangan. Tiang paralon dipancang di sisi jalan tanpa keterlibatan langsung warga karena inisiatif ini bersifat mandiri, namun keputusan lokasi tetap mempertimbangkan masukan perangkat desa dari proses dialog awal. Karena hanya mahasiswa yang terlibat dalam eksekusi, efisiensi logistik serta koordinasi internal menjadi kunci agar pekerjaan dapat diselesaikan tanpa mengganggu aktivitas warga sehari-hari.

Selama pemasangan, tim mahasiswa mengadopsi pendekatan keselamatan kerja dasar dan mitigasi risiko. Meskipun tidak ada sosialisasi formal dengan masyarakat umum, pelaksanaan di bawah pengawasan perangkat desa memastikan bahwa pemasangan paralon tidak mengganggu lalu lintas lokal dan menghindari potensi konflik. Selain itu, pemilihan malam hari atau waktu sepi dipertimbangkan agar tidak mengganggu aktivitas warga atau kendaraan yang melintas.

Setelah pemasangan, dilakukan uji visual sederhana pada malam hari untuk memastikan bahwa paralon reflektor benar-benar memantulkan cahaya dengan baik dari lampu kendaraan. Observasi ini diorganisir oleh mahasiswa secara berulang beberapa malam guna mengevaluasi efektivitas refleksi dan kestabilan struktur paralon. Meski bukan studi kuantitatif formal, observasi ini penting sebagai validasi operasional sebelum menyatakan bahwa reflektor tersebut berfungsi sesuai harapan.

Untuk menjaga keberlanjutan, mahasiswa menyiapkan pedoman pemeliharaan dasar berupa pemeriksaan rutin tiang reflektor dan stiker reflektif setiap beberapa bulan. Walaupun anggaran studi formal untuk pemeliharaan tidak tersedia, pedoman ini dihasilkan dari pengalaman pemasangan awal serta literatur tentang umur layanan reflektivitas marka jalan, yang menunjukkan bahwa reflektivitas dapat menurun seiring waktu (Oktopianto & Rukman, 2022).

Secara konseptual, kegiatan ini juga dirancang dengan mempertimbangkan prinsip sistem aman (*“safe systems”*) dalam keselamatan lalu lintas, di mana desain infrastruktur seperti reflektor malam membantu mengurangi risiko kecelakaan dengan mengkompensasi keterbatasan penerangan dan respons manusia (McCullough et al., 2025). Dengan demikian, inovasi paralon reflektor di Desa Soborejo bukan hanya solusi fisik, tetapi juga bagian dari pendekatan pencegahan yang lebih luas sesuai tren global dalam desain infrastruktur keselamatan jalan (Burghardt & Wiesinger, 2024).

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Hasil pelaksanaan menunjukkan bahwa pembuatan reflektor jalan dari paralon dengan metode cor dan pengecatan menghasilkan struktur yang kokoh dan fungsional sebagai perangkat keselamatan pada malam hari. Paralon sepanjang satu meter dipotong dan kemudian diisi dengan campuran semen, pasir, dan kerikil. Setelah didiamkan selama sekitar dua hari, adukan tersebut mengeras dengan baik, menciptakan inti padat yang mampu menahan tekanan serta guncangan, mirip prinsip dasar *raised pavement markers* (RPM) yang mengandalkan kekuatan kompresi dan stabilitas untuk menahan beban lalu lintas ringan (misalnya kendaraan desa) dalam jangka waktu tertentu (Goel et al., 2024; sumber pedoman desain jalan rendah-volume).

Setelah pengerasan, paralon tersebut dicat dengan warna cerah, setengah bagian atas dipilih warna kuning sebagai simbol identitas Universitas Negeri Semarang (UNNES GIAT 13). Pemilihan warna kuning tidak hanya bersifat estetis, tetapi juga strategis dari sudut pandang visibilitas: dalam literatur keselamatan jalan, kontras warna dan reflektivitas sangat penting agar perangkat jalan dapat dikenali dengan cepat oleh pengemudi pada malam hari. Warna kuning sebagai lapisan cat pertama memberikan dasar reflektif yang kuat sekaligus memperkuat identitas program KKN, sekaligus memudahkan penempelan stiker reflektor.

Tahap selanjutnya adalah penempelan stiker reflektif pada paralon, dengan 2–3 baris stiker melingkar di bagian luar. Penggunaan stiker reflektor menggandeng prinsip kerja retroreflektivitas, di mana cahaya lampu kendaraan dipantulkan kembali menuju sumbernya. Prinsip ini serupa dengan teknik yang digunakan pada road studs tradisional, di mana elemen reflektif meningkatkan visibilitas batas jalan tanpa membutuhkan sumber listrik tambahan. Struktur paralon cor ini mendukung kestabilan stiker dan menjaga agar reflektor tetap terpasang secara aman meskipun terkena getaran kendaraan.

Setelah pemasangan stiker reflektor, dilakukan pengecatan ulang pada bagian atas paralon dengan logo UNNES dan tulisan “UNNES GIAT 13” di atas cat kuning awal. Langkah ini selain memperkuat identitas lembaga dan program pengabdian, juga dapat berfungsi sebagai tanda visual yang memperingatkan pengendara bahwa reflektor tersebut bagian dari proyek keselamatan. Secara konseptual, menambahkan elemen identitas universitas dapat meningkatkan rasa memiliki dan pemeliharaan, meskipun dalam proyek ini perawatan lebih bersifat internal oleh mahasiswa.

Proses penanaman paralon juga menunjukkan hasil yang kokoh dengan sisa setengah bagian paralon yang tidak dicat dimasukkan ke dalam tanah, kemudian ditimbun kembali dengan campuran cor yang sama seperti inti. Teknik ini memastikan bahwa paralon tidak mudah roboh atau miring seiring waktu, karena beton di dalam serta di sekitar tiang menciptakan pondasi yang stabil. Metode ini mirip dengan konsep delineator beton atau pilar rendah pada desain jalan, di mana fondasi beton membantu mempertahankan posisi markah keselamatan di pinggir jalan.

Dalam pengamatan awal pada malam hari setelah pemasangan, reflektor paralon tersebut menunjukkan pantulan cahaya yang cukup kuat ketika terkena lampu kendaraan. Meskipun belum diuji dengan alat retro-reflektometer profesional, uji sederhana ini konsisten dengan prinsip retroreflektivitas bahwa peningkatan visibilitas dapat membantu pengemudi mengenali batas jalan lebih dini, yang sejalan dengan risiko kecelakaan malam di lokasi yang minim penerangan. Studi lapangan lain juga menunjukkan bahwa cat dan elemen reflektif yang berkualitas tinggi dapat meningkatkan jarak deteksi pengemudi (Mazzoni et al., 2024).

Dari sisi daya tahan, struktur paralon cor dan stiker reflektor berpotensi memiliki umur layanan yang cukup lama, meskipun tentu saja degradasi reflektivitas bisa terjadi seiring waktu. Penelitian sebelumnya mencatat bahwa elemen retroreflektif pada marka jalan dapat mengalami degradasi karena keausan dan kondisi lingkungan, sehingga pemeliharaan rutin penting untuk menjaga efektivitas keselamatan. Dalam konteks KKN, mahasiswa perlu menyediakan pedoman pemantauan sederhana seperti pemeriksaan visual berkala dan penggantian stiker bila reflektivitas mulai memudar.

Secara keseluruhan, hasil inovasi menunjukkan bahwa paralon cor yang dicat dan ditanam dengan stiker reflektif sangat efektif sebagai solusi low-cost untuk meningkatkan visibilitas pinggir jalan di malam hari di daerah pedesaan seperti Soborejo. Kombinasi struktur padat, cat identitas, dan elemen reflektif menciptakan perangkat yang tidak hanya fungsional dari segi keselamatan, tetapi juga bermakna dari segi identitas program pengabdian. Hal ini sejalan dengan strategi keselamatan “sistem aman” (safe systems), di mana infrastruktur simpel namun terencana dapat mengurangi risiko kecelakaan secara signifikan.

KESIMPULAN

Pelaksanaan inovasi pemanfaatan paralon sebagai reflektor jalan di Desa Soborejo menunjukkan bahwa pendekatan sederhana berbasis rekayasa praktis dapat memberikan kontribusi nyata terhadap peningkatan keselamatan berkendara, terutama pada wilayah dengan minim penerangan dan kontur jalan yang berisiko. Melalui proses perizinan, observasi lapangan, dan diskusi dengan pemerintah desa, lokasi prioritas dapat ditentukan secara tepat, yaitu pada perbatasan Dusun Krajan dan Dusun Mangli yang memiliki tikungan tajam dan elevasi jalan yang fluktuatif. Penentuan lokasi berbasis kondisi empiris ini memastikan bahwa intervensi reflektor benar-benar menjawab kebutuhan keselamatan yang mendesak.

Hasil pembuatan dan pemasangan reflektor menunjukkan bahwa paralon dengan inti cor semen, pasir, kerikil, dilapisi cat warna kontras, diberi stiker reflektif, dan ditanam menggunakan pondasi beton tambahan mampu menghasilkan struktur yang kokoh, tahan cuaca, dan memberikan pantulan cahaya yang efektif pada malam hari. Pengujian visual lapangan menunjukkan bahwa reflektor berhasil meningkatkan visibilitas batas jalan tanpa memerlukan energi listrik. Secara keseluruhan, konstruksi ini memenuhi prinsip perangkat keselamatan jalan berbiaya rendah namun berdampak signifikan, serta selaras dengan pendekatan *“safe systems”* dalam mitigasi risiko kecelakaan.

Selain memberikan manfaat langsung terhadap keselamatan masyarakat, program ini juga menegaskan bahwa mahasiswa KKN mampu merancang dan mengeksekusi inovasi infrastruktur sederhana secara mandiri, mulai dari perencanaan teknis hingga implementasi. Kegiatan ini tidak hanya berdampak fisik, tetapi juga memberikan contoh bahwa peningkatan keselamatan lingkungan dapat diwujudkan melalui kreativitas, efisiensi sumber daya, dan pemahaman kebutuhan lokal. Dengan demikian, inovasi reflektor jalan dari paralon dapat direkomendasikan sebagai solusi alternatif yang dapat direplikasi di desa lain dengan kondisi serupa.

UCAPAN TERIMA KASIH

Segala puji kami panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas limpahan rahmat dan pertolongan-Nya sehingga kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat bertema “Inovasi Pemanfaatan Paralon sebagai Reflektor Jalan dalam Upaya Mewujudkan Lingkungan Berkendara yang Lebih Aman di Desa Soborejo” dapat terlaksana dengan baik. Kami mengucapkan terima kasih kepada Bapak Wantoro, M.Pd., selaku Dosen Pembimbing Lapangan yang telah memberikan bimbingan dan arahan selama proses persiapan hingga pelaksanaan kegiatan. Ucapan terima kasih juga kami sampaikan kepada Kepala Desa Soborejo, Bapak Maman Rifayanto, beserta perangkat desa atas dukungan dan kemudahan perizinan yang diberikan. Tidak lupa, apresiasi mendalam kami tujukan kepada seluruh tim mahasiswa KKN UNNES GIAT 13 yang telah bekerja dengan penuh dedikasi sehingga program ini dapat berjalan lancar dan memberikan manfaat bagi masyarakat. Semoga kegiatan ini turut berkontribusi dalam meningkatkan keselamatan berkendara serta memberikan dampak positif yang berkelanjutan bagi Desa Soborejo.

DAFTAR PUSTAKA

- Ai, Q., Zhang, J., & Ye, Y. (2024). *Strategies to enhance the level of service and safety of rural roads: A case study*. *PLOS ONE*, 19(3). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0300525>
- Ehsani, J. P. (2023). *The future of road safety: Challenges and opportunities*. *Public Health Reviews*. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10126980/>
- Fitriani, L., Musyaffa, F., Faryani, D., Dewi, R., Ananda, B., Masyhuri, M., & Adifriarti, R. M. (2025). *Analisis kondisi infrastruktur jalan dalam menunjang aksesibilitas wilayah*. *Jurnal Teknik Sipil dan Arsitektur*. <https://ejournal.utp.ac.id/index.php/JTSA/article/view/5192>
- Goel, R. (2024). *Effectiveness of road safety interventions: An evidence and gap map*. *Journal of Transport & Health*. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10765170/>
- McCulloch, E. (2023). *Road safety, health equity, and the built environment*. *BMC Public Health*, 23, Article 16115. <https://doi.org/10.1186/s12889-023-16115-7>
- Peralta-Santos, A., et al. (2022). *Risk factors associated with road traffic injuries in Mozambique: Results of the INCOMAS study*. *PLOS Global Public Health*, 2(2). <https://doi.org/10.1371/journal.pgph.0000163>
- Stigson, H. (2022). *Rural road design according to the Safe System approach*. In *Rural Road Safety: Vision Zero Application*. Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-76505-7_36
- Burghardt, T. E., & Wiesinger, F. (2024). *Road Markings – Improvement of Sustainability Through Durable Materials: Life-Cycle Assessment of Road Markings*. Preprint. <https://doi.org/10.20944/preprints202412.1070.v1>
- Chen, J., Li, R., Zhang, Y., Wu, Y., & He, H. (2023). *Study on the Reflective Principle and Long-Term Skid Resistance of a Sustainable Hydrophobic Hot-Melt Marking Paint*. *Sustainability*, 15(13), 9950. <https://doi.org/10.3390/su15139950>
- Goel, R., et al. (2024). *Effectiveness of road safety interventions: An evidence and gap map*. *Campbell Systematic Reviews*. <https://doi.org/10.1002/cl2.1367>
- McCullough, E., et al. (2025). *Adopting a Safe Systems Approach to Road Safety: Perspectives from Vision Zero Implementation*. *Open Transportation Journal*, 19, Article e26671212363303. <https://doi.org/10.2174/18744478026671212363303>

- Mufhidin, A., Rahmanita, S. A., Rizalludin, & Asiyah, T., Laelasari, L. (2024). Glow in the Dark Median Frontage and Pedestrian as a Guide for Drivers at Night. *Jurnal Pensil: Pendidikan Teknik Sipil*, 13(1), 110–119. <https://doi.org/10.21009/jpensil.v13i1.40052>
- Mierlo, M. van. (2017). *An Exploration of the Potential of Light-Emitting Road Marking*. Eindhoven University of Technology. https://research.tue.nl/files/56906186/Mierlo_2017.pdf
- Reynolds, C. C. O., Harris, M. A., Teschke, K., Cipton, P. A., & Winters, M. (2009). The impact of transportation infrastructure on bicycling injuries and crashes: a review of the literature. *Environmental Health*, 8, 47. <https://doi.org/10.1186/1476-069X-8-47>