



EKSERGI Jurnal Teknik Energi Vol.17 No.2 Mei 2021; 76-85

OPTIMALISASI PEMANFAATAN SHM (SOLAR HOME SYSTEM) SEBAGAI PEMBANGKIT ENERGI LISTRIK RAMAH LINGKUNGAN

Sunardi^{1*}, Ahmad Hamim Su'udy², Anang Cundoko³, Dedik Tri Istiantara¹

¹ Politeknik Perkeretaapian Indonesia Madiun, Jl Tirta Raya, Nambangan Lor, Mangu Harjo, Jiwan, Madiun, 63129

²Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Semarang, Jl. Prof. Sudarto, Tembalang, Tembalang, Semarang, 50275

³Politeknik Transportasi Darat Bali. Batubulan Kangin, Sukawati, Gianyar, Bali 80582.

*E-mail: sunardi@ppi.ac.id

Abstrak

Energi listrik menjadikan sebuah kebutuhan yang paling mendasar dan vital bagi kehidupan masyarakat. Tidak adanya energi listrik sangat mengganggu aktifitas kehidupan manusia. Hingga saat ini masyarakat masih tergantung terhadap ketersediaan listrik PLN (perusahaan listrik negara) sehingga harus membayar harga listrik yang terus mengalami kenaikan. Selain itu, jaringan energi listrik masih belum terjangkau di daerah pedalaman, hal ini menjadi permasalahan yang sangat besar. Tujuan dari penelitian ini adalah mengembangkan teknologi pembangkit listrik solar home system yang ramah lingkungan, mudah dan efisien. Solar home system dirancang menggunakan akumulator 12V/40AH, beban lampu 100W dan panel surya 20V/5A. Pengembangan SHM selanjutnya dilakukan pengukuran, perhitungan teknis, perhitungan ekonomis dan analisis permasalahan. Hasil dari penelitian dapat diketahui rekomendasi *Solar home system* sebagai eksplorasi energi yang terbarukan, bersih, ramah lingkungan, investasi jangka panjang, praktis, dan cocok untuk daerah tropis seperti Indonesia.

Kata Kunci: Pembangkit Listrik, *Solar home system*, Ramah lingkungan

PENDAHULUAN

Pertumbuhan permintaan listrik setiap tahun tidak dapat diimbangi oleh pertumbuhan penyediaan tenaga listrik sehingga menyebabkan krisis listrik. Kondisi sistem kelistrikan nasional akhir Februari 2010 menunjukkan, 15 sistem kelistrikan mengalami status defisit (Sumbagut, Nias, Tj. Pinang, Bangka, Pontianak, Sampit, Barito, Bontang, Poso, Sulsel, Kendari, Ternate, Ambon, Lombok dan Jayapura). Dalam status siaga 8 sistem

(Sumbagselteng, Belitung, Batam, Singkawang, Mahakam, Gorontalo, Minahasa dan Palu) dan sistem kelistrikan dalam status normal 2 sistem yaitu, Jamali dan Kupang.

Sementara itu berbagai solusi yang ditawarkan masih bersifat parsial dan jangka pendek. Pemenuhan energi listrik masih mengandalkan energi fosil yang bersifat terbatas dan tidak terbarukan. Hal ini terlihat dari rencana pembangunan pembangkit listrik 10 GWh dengan mengandalkan batubara sebagai pengganti bahan bakar minyak. Kita mengetahui sumber energi fosil baik migas maupun batubara adalah bahan utama penyebab terjadinya pencemaran udara dan emisi gas rumah kaca. Sedangkan potensi energi alternatif terbarukan yang cukup melimpah dinegeri ini belum dimanfaatkan dengan baik. Energi alternatif tidak menjadi prioritas utama dalam rangka mengatasi krisis listrik.

Energi terbarukan dari sumber alam seperti cahaya matahari, angin, hujan, arus pasang surut dan panas bumi yang terbaru atau secara alami dapat muncul kembali setelah dipergunakan. Sumber energi terbarukan memiliki keunggulan bisa diproduksi dalam waktu lebih pendek dibanding sumber energi tak terbarukan. Energi alternatif bisa menyelamatkan bumi dari pemanasan global, sedangkan penggunaan sumber energi fosil ditengarai sebagai penyebab perubahan iklim dunia. Potensi energi terbarukan di Indonesia yang dapat dikembangkan diantaranya energi panas bumi, sinar matahari, dan bioenergi.

Salah satu potensi energi alternatif yang perlu mendapat prioritas adalah sinar matahari, bila dimanfaatkan secara maksimal bisa digunakan sebagai energi alternatif pengganti bahan bakar fosil. Menurut data KESDM (Kementrian Energi Sumber Daya Mineral), potensi tenaga surya tiap meter persegi mencapai 4,8 KWH. Meskipun potensi sinar matahari melimpah, biaya pengembangan teknologinya cukup tinggi. *Solar home system* menggunakan cahaya matahari sebagai sumber energi dan digunakan pada konsumsi rumah tangga. *Solar home system* juga disebut Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS). PLTS merupakan pembangkit listrik dengan memanfaatkan tenaga surya yang dirubah menjadi energi listrik. Dalam kajian ekonomi penggunaan listrik yang memanfaatkan energi alternatif mempunyai beberapa keuntungan dan kelemahan dibanding dengan listrik dari perusahaan listrik. Dengan berbagai latar belakang tersebut

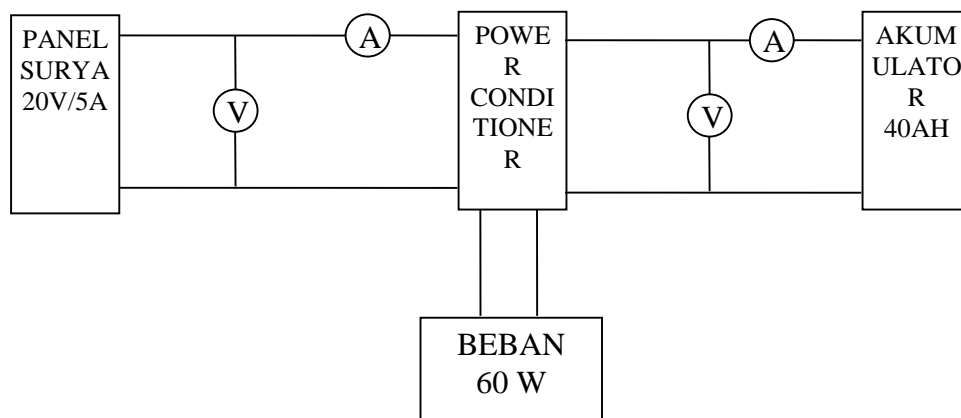
maka penelitian ini bertujuan untuk mengetahui rancangan SHM, kalkulasi konsumsi serta analisis ekonomi pada penggunaan energi listrik yang dihasilkan.

METODE PENELITIAN

Jenis penelitian yang digunakan adalah *Grounded Theory*, mengembangkan teori dari fenomena sosial berdasarkan data lapangan. Data dan informasi melahirkan pemahaman, pertanyaan, dan hipotesis yang memandu peneliti untuk memusatkan perhatian isu krisis energi dalam menggali sumber energi alternatif. Pengumpulan data dan informasi diperoleh dengan melakukan penelusuran pustaka, pencarian data melalui internet dan sumber-sumber lain berupa buku, jurnal ilmiah, laporan penelitian, majalah, artikel internet maupun media elektronik serta pengujian pada skala laboratorium. Data dan informasi diolah dengan menggunakan metode analisis deskriptif berdasarkan langkah-langkah pada studi kualitatif *grounded theory*, yaitu (1) Mengorganisir data laboratorium sesuai ranah (*domain*) pustakanya. (2) Membaca keseluruhan informasi dan memberi identitas (*code*) ranahnya. (3) Membentuk kategori informasi rangkaian proses riset beserta data-data pendukung (*open coding*) untuk memetakan indikator-indikator berkaitan. (4) *Axial coding*, mengidentifikasi temuan-temuan kejadian baru, menyelidiki kondisi-kondisi setiap penyebab kejadian dan menggambarkan peristiwanya. (5) *Selective coding*, mengidentifikasi rangkaian proses praktikum uji laboratorium dan mengintegrasikan kategori di dalam model *axial coding*.

Rangkaian Kerja SHM

Peneliti menggunakan rangkaian kerja dalam melaksanakan praktek laboratorium. Rangkaian kerja merupakan miniatur untuk desain rumah tinggal yang terpasang PLTS mandiri, kelebihan daya dari panel surya akan terbuang karena pemutusan *conditioner* dan kekurangan daya akibat pemakaian beban akan ditanggung sepenuhnya oleh sistem. Gambar rangkaian kerja pengujian daya panel surya ditunjukkan pada Gambar 1. Rangkaian pengujian menggunakan akumulator 12V/40AH, beban lampu 100W dan panel surya 20V/5A.



Gambar 1. Rangkaian kerja pengujian sistem PLTS

Pengukuran dilakukan pada saat sistem PLTS dalam kondisi pengisian daya (*active charging*). Pengukuran tegangan dan arus dilakukan pada akumulator dan pada panel surya. Pencatatan tegangan dan arus yaitu pada titik ukur di akumulator yang sudah tersambung beban, sedangkan tegangan dan arus pada panel surya hanya sebagai pembanding saja. Pengukuran panel surya dilakukan pada pukul 06.00 pagi hingga 06.00 sore untuk siang hari dan pada pukul 06.00 sore hingga 06.00 pagi untuk malam hari. Penghitungan daya (P) dilakukan dengan cara mengalikan tegangan (V) dan arus (I) pada hasil ukur, karena daya yang ingin diketahui daya kebutuhan sistem sebenarnya. Sedangkan hasil penghitungan rata daya akan digunakan untuk menghitung analisis kebutuhan daya dan peluang penggunaan dari sisi ekonomis.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengukuran

Dari pengukuran data pada Tabel 1. mengindikasikan bahwa daya rata-rata pada saat pengisian di siang hari adalah 45,66 Watt. Sedangkan pada malam hari sistem pengisian tidak bekerja karena arus terlalu kecil. Arus terlalu kecil akibat kurangnya intensitas cahaya yang dapat dikonversi menjadi sumber listrik. Hal ini ditandai dengan kecilnya arus pengisian (saat lampu beban dimatikan), sehingga praktis jika lampu dinyalakan bukan arus pengisian tetapi arus beban.

Tabel 1. Pengukuran Tegangan dan Arus dan Perhitungan Daya Panel Surya (*active charging*), Akumulator 40Ah, Lampu 100W

No	Jam	Siang	Cerah		Malam	Cerah	
		Tegangan (V)*	Arus (A)*	Daya (W)**	Tegangan (V)*	Arus (A)*	Daya (W)**
1.	06.00	18,65	0,15	2.80	17,51	0,120	2.10
2.	07.00	18,71	1,04	19.46	17,08	0,082	1.40
3.	08.00	18,80	2,50	47.00	17,07	0,081	1.38
4.	09.00	18,83	3,00	56.49	17,05	0,077	1.31
5.	10.00	18,86	4,60	86.76	17,06	0,032	0.55
6.	11.00	19,25	5,30	102.03	17,03	0,030	0.51
7.	12.00	18,78	4,50	84.51	17,04	0,015	0.26
8.	01.00	18,81	4,12	77.50	17,02	0,012	0.20
9.	02.00	18,78	2,84	53.34	17,01	0,011	0.19
10.	03.00	18,74	2,25	42.17	17,00	0,006	0.10
11.	04.00	18,69	0,65	12.15	17,02	0,005	0.09
12.	05.00	18,35	0,40	7.34	17,05	0,008	0.14
13.	06.00	17,51	0,12	2.10	18,65	0,150	2.80

* Hasil pengukuran; **Hasil perhitungan

Perhitungan Teknis

Daya yang dihasilkan oleh panel surya maksimum diukur dengan besaran Wattpeak (Wp), yang konversinya terhadap Watthour (Wh) tergantung intensitas cahaya matahari yang mengenai permukaan panel. Selanjutnya daya yang dikeluarkan oleh panel surya adalah daya panel dikalikan lama penyinaran. Misalnya panel surya berkapasitas 50Wp disinari matahari dengan intensitas maksimum selama 8 jam maka daya yang dihasilkan adalah 50 kali 8Wh atau 400Wh. Daya ini dapat digunakan untuk menyalakan 4 buah lampu 25Watt selama 4 jam atau sebuah televisi hitam putih 40 Watt selama 10 jam. Di Indonesia, daya (Wh) yang dihasilkan perhari biasanya sekitar 3-5 kali daya panel maksimum (Wp), 3 kali untuk cuaca mendung, dan 5 kali untuk kondisi panas terik [7]. Misalnya untuk panel surya berdaya maksimum 50Wp, daya yang dihasilkan pada cuaca mendung perhari adalah 3 kali 50Wp atau 150Wp, dan pada cuaca cerah adalah 5 kali 50Wp atau 250Wp. Panel-panel surya dapat disusun secara seri atau paralel. Rangkaian paralel digunakan pada panel-panel dengan tegangan output yang sama untuk memperoleh arus keluaran yang lebih besar. Tegangan yang lebih tinggi diperoleh dengan

merangkai panel-panel dengan arus keluaran yang sama secara seri. Misalnya untuk memperoleh keluaran sebesar 12Volt dan arus 12A, kita dapat merangkai 4 buah panel masing-masing dengan keluaran 12Volt dan 3A secara paralel. Sementara kalau keempat panel tersebut dirangkai secara seri akan diperoleh keluaran tegangan sebesar 48 Volt dan arus 3A.

Perhitungan Ekonomis

Solar Homes Sistem membutuhkan komponen *accumulator*, panel surya, *power conditioner (inverter)*, lampu SSL, dan instalasi kabel (*wiring*). Secara ekonomis penggunaan listrik tenaga surya tidak gratis. Biaya terbesar terletak pada pengadaan peralatan untuk membeli listrik. Ilustrasi hitungan secara terperinci yaitu harga energi per-KWh dari panel surya dengan pembanding PLN. Sebuah panel surya berkapasitas 50Wp lengkap dengan battere penyimpan, *controller inverter*, 3 titik lampu dan satu titik *stop contact* dijual Rp.1.250.000,-. Panel ini didesain untuk beroperasi selama 20 tahun. Baterai panel diganti setiap 5 tahun. Daya yang dihasilkan panel tersebut 150-250Wh/hari. Bila panel tersebut digunakan dalam kondisi normal selama 20 tahun maka daya total yang dihasilkan adalah 20 tahun dikalikan 365 hari/tahun dikalikan antara 150-250KWh, yaitu antara 1.095.000Wh (1.095KWh) sampai 1.825.000Wh (1.825KWh). Investasi yang dikeluarkan per KWh listrik yang dihasilkan adalah antara Rp.685,- sampai Rp.1.142,-. Dengan memasukkan faktor-faktor tersebut harga per KWh energi surya mencapai Rp.1.800,-. Bandingkan harga listrik PLN lebih murah untuk skala rumah tangga 450Watt sebesar Rp.125,- per KWh karena disubsidi pemerintah. Jalan lain untuk menekan biaya listrik adalah migrasi dari sistem penerangan lampu *incandescent* (pijar) atau *fluorescent* (tabung neon) ke sistem penerangan lampu SSL. Level cahaya (Lument) lampu SSL 15Watt setara dengan lampu neon 40Watt. Efisiensi lampu pijar dari energi yang masuk 98% diemisikan dalam bentuk panas.

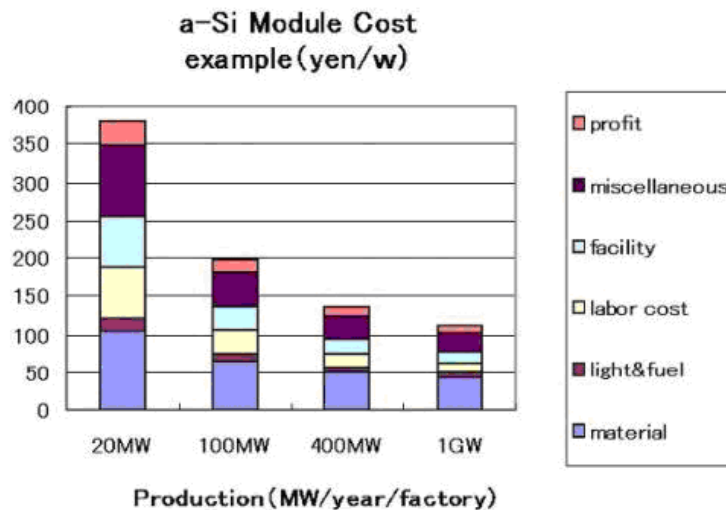
Ilustrasi kasus sebuah pabrik sepatu yang membutuhkan sistem penerangan 24 jam akan mengganti 1000 buah lampu TL 40Watt dengan lampu jenis SSL pada line produksinya. Perbandingan konsumsi listrik :

- Untuk Lampu TL = $1000 \times 40\text{watt} \times 24 \times 365 = 350.400\text{KWH/tahun} = \text{Rp.}280.320.000$ (jika tarif listrik industri Rp.800/KWH)
- Untuk Lampu SSL = $1000 \times 15 \text{ watt} \times 24 \times 365 = 131.400\text{KWH/tahun} = \text{Rp.}105.120.000$ (jika tarif listrik Industri = Rp.800/KWH).
- Selisih biaya per tahun = Rp.175.200.000,-
- Biaya penggantian lampu SSL = $1000 \times \text{Rp.} 550.000 = \text{Rp.} 550.000.000,-$

Dari hitungan diatas maka biaya sebesar Rp.550.000.000,- akan BEP (*break event point*) oleh efisiensi dalam waktu kurang lebih 3.14 tahun = $\text{Rp.}550.000.000 / 175.200.000$. Kalau asumsi umur lampu SSL adalah 8 tahun, maka selama pemakaian lampu SSL 8 tahun, akan didapat efisiensi murni sebesar = Rp.851.400.000,- dibanding penggunaan jenis TL. Efisiensi akan bertambah kalau kita juga menghitung bahwa untuk masa 8 tahun lampu TL membutuhkan penggantian sedikitnya 2 x 1000 unit.

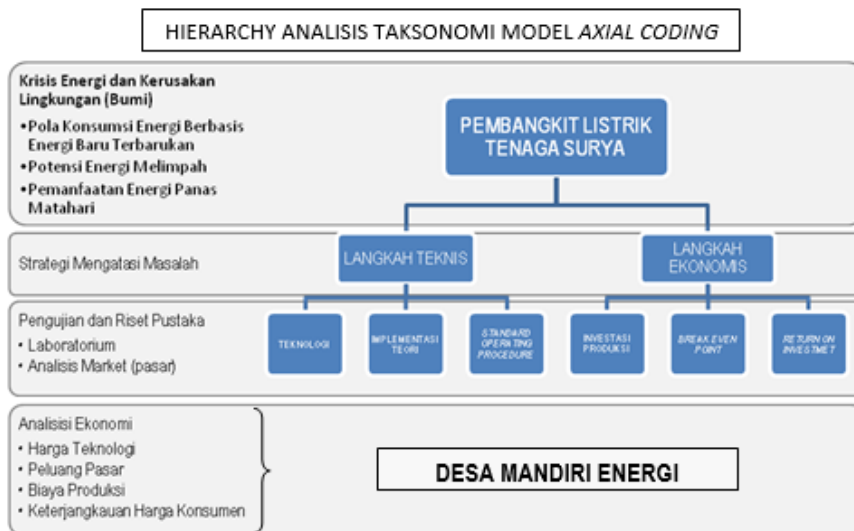
Analisis Permasalahan

Tarif PLN kita masih sangat murah, ini terbukti dari analisis ROI , pembangunan PLTS belum fisible jika dibanding dengan harga listrik PLN karena TDL masih disubsidi. Tetapi berbicara dampak global penggunaan energi alternatif tenaga surya dibanding energi fosil, PLTS adalah langkah aman untuk menyelamatkan lingkungan dari pemanasan global. Untuk daerah terpencil PLTS masih efektif dan efisien.



Gambar 2. Biaya produksi PLTS (sumber : PVTEC)

Misal, rata-rata lampu SSL tidak memerlukan penggantian selama 20 tahun dan digunakan diseluruh dunia, total energi listrik untuk penerangan dapat berkurang hingga 50%. Analisis masalah pada riset ini dapat ditunjukkan pada Gambar 13, bahwa PLTS memberikan kontribusi ketahanan nasional dalam mengatasi krisis energi. pemanfaatan sumber energi baru yang terbarukan dilakukan dengan menggali energi-energi alternatif dalam rangka menyelamatkan bumi. Penggantian pola konsumsi energi berbahan dasar fosil menjadi pemanfaatan sumber energi baru terbarukan dengan konversi energi panas matahari menjadi energi listrik untuk keperluan penerangan dalam skala rumah tangga. Hal ini mendukung program desa mandiri energi dalam menciptakan lingkungan bersih dan penyelamatan lingkungan dari ancaman pemansan global.



Gambar 3. Analisis Energi

Berdasar pada catatan kondisi menunjukkan harga produk Mocaf secara ekonomis lebih murah daripada Terigu meskipun belum ada kebijakan penetapan harga. Bahan baku Mocaf mudah dibudidayakan, pengolahan tidak memerlukan teknologi tinggi, ongkos produksi lebih rendah. Hal ini membuat produk makanan apapun berbasis Mocaf akan lebih menguntungkan. Lebih jauh lagi dampak terhadap ekonomi makro Indonesia sangat mempengaruhi devisa.

SIMPULAN

Beberapa simpulan yang dapat diambil dalam penulisan dan penyusunan penelitian ini antara lain:

- a. PLTS bekerja dengan sistem mandiri untuk mencukupi kebutuhan energi rumah tangga, kelebihan daya tidak bisa termanfaatkan dan kekurangan daya akibat cuaca tertanggung oleh sistem itu sendiri. PLTS dapat terintegrasi dengan jaringan PLN dimana saat kelebihan daya dapat dijual ke pengguna lain dan saat kekurangan daya karena faktor cuaca (malam) dapat membeli dari perusahaan penyedia. Sistem PLTS mandiri perlu menyediakan *bateray* untuk menyimpan kelebihan energi dan kemudian menggukannya pada saat panel surya tidak tersinari matahari.
- b. Keuntungan PLTS *Solar home system* merupakan eksplorasi energi yang terbaru, bersih, ramah lingkungan, investasi jangka panjang, praktis, dan cocok untuk daerah tropis seperti Indonesia. Sedangkan kelemahannya investasi awal yang mahal.
- c. Peluang PLTS didaerah yang sudah dilayani PLN masih belum efektif. Untuk daerah terpencil PLTS masih efektif dan efisien. Rekomendasi lebih kepada industri untuk menggunakan minimal perangkat hemat energi seperti lampu LED. Untuk produksi listrik secara masal merupakan investasi yang sangat baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Anya P. Damastuti. (1997). "*Pembangkit Listrik Tenaga Surya*", Wacana, No. 7 / Maret - April 1997, www.elsppat.or.id/download/file/w8_a6.pdf. Diakses pada tanggal 6 Oktober 2012.
- Akhwan Akhwan, Bambang Gunari, Sunardi Sunardi, Willy Artha Wirawan (2020). *Rancang Bangun Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (Pltmh) Politeknik Perkeretaapian Indonesia Madiun*. EKSERGI Jurnal Teknik Energi Vol.17 No.1 Januari 2021; 15-24.
- Berry Nahdian Forqan. (2010). '*Optimalisasi Program CSR Menuju Masyarakat Mandiri Energi*', Hotel Aston Primera-Pasteur Bandung, www.walhi.or.id/.../133-csr-dan-green-energy. Diakses pada tanggal 5 Oktober 2012.

Optimalisasi Pemanfaatan SHM.....Sunardi,dkk

<http://www.zulkieflimansyah.com/in/saatnya-mengembangkan-energi-alternatif.html>,
Jumat. Diakses pada tanggal 5 Oktober 2012.

S. Sunardi, W.A. Wirawan, A. Aghastya. (2018). *Estimation Of Geothermal Potential As A Power Supply (Reactivation Planning Of The Madiun Slahung Ponorogo Railroad*. Jurnal Perkeretaapian Indonesia (Indonesian Railway Journal) Vol. 2, No.2, 2018. Hal. 104-106.

S. Sunardi, Teguh Arifianto, Anindira Listy Hartisa, Arief Darmawan, Willy Artha Wirawan (2020). *Perancangan Sistem Peringatan Longsor dan Deteksi Pergeseran Tanah Menggunakan Metode Telemetry*. Jurnal Penelitian Transportasi Darat, Volume 22, Nomor 2, 123-130 DOI: <https://doi.org/10.25104/jptd.v22i2.1618>.

W.A. Wirawan, A. Aghastya, A. L. Lailya. (2019). *Modeling Of Atmega 2560 Microcontroller-Based Train Passenger Counter*. Jurnal Perkeretaapian Indonesia. Vol. 3, No. 1, 2019. Hal 55-61.

W.A. Wirawan, H.B. Wahjono, & F. Rozaq. (2020). *Desain Prototype Teknologi Automatic Surface Treatment Untuk Meningkatkan Ketahanan Jalan Rel Kereta Api*. Jurnal Perkeretaapian Indonesia, Vol. 4, No. 1, 2020. Hal. 75-79.

W.A. Wirawan, Tumiran Anang Cundoko, Hari Boedi Wahjono, Fadli Rozaq. *Rancang Bangun Teknologi Automatic Surface Treatment Untuk Meningkatkan Ketahanan Jalan Rel Kereta Api*. Jurnal Perkeretaapian Indonesia (Indonesian Railway Journal), Vol. 5, No. 1, 2021. Hal. 1-9. DOI: <https://doi.org/10.37367/jpi.v5i1.129>.