



PERHITUNGAN LAJU KOROSI PADA CASING TURBOCHARGER PLTD SILAE MENGGUNAKAN METODE LOST WEIGHT

Andrianto Laksmono^{1*}, Nurmala Shanti Dera², Mohamad Rifal³

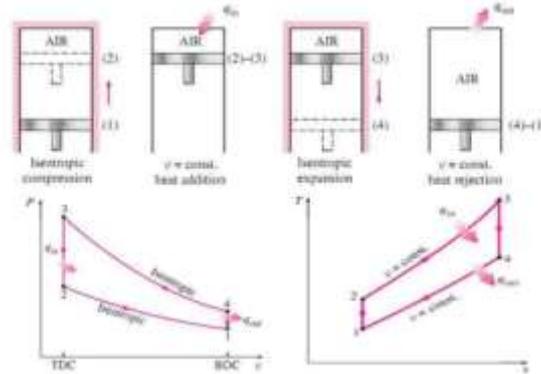
^{1,2,3}Universitas Gorontalo

Email : andrilaksmono06@gmail.com*

Abstrak	Info Artikel
<p><i>Turbocharger merupakan salah satu peralatan penting untuk meningkatkan kinerja dari sebuah mesin Diesel yang memiliki beberapa komponen utama salah satunya adalah casing yang terbuat dari besi cor yang rentan mengalami korosi dikarenakan media pendinginnya menggunakan air. Oleh karena itu laju korosi pada Casing Turbocharger perlu dilakukan perhitungan untuk mengurangi dampak kerusakan pada Turbocharger sehingga menjaga performa dari mesin Diesel tersebut. Penelitian ini membahas terkait laju korosi pada besi cor dengan variasi kualitas air sumur PLTD Silae dan lama perendaman. Metode penelitian yang digunakan adalah perhitungan laju korosi dengan metode kehilangan berat (Lost Weight Method). Data hasil pengujian diperoleh laju korosi untuk 5 (lima) spesimen dengan lama waktu perendaman 7 (tujuh) hari rata – rata 1,20215 mmpy, waktu perendaman 14 (empat belas) hari rata – rata 0,93918 mmpy, waktu perendaman 21 (dua puluh satu) hari rata – rata 1,27729 mmpy. Kesimpulannya kehilangan berat logam dengan media air sumur PLTD Silae masuk dalam kategori "Poor" perlu dipastikan kualitas air pendingin yang akan digunakan pada Turbocharger agar memperlambat terjadinya korosi pada Casing Turbocharger.</i></p>	<p>Diajukan : 26-4-2024 Diterima : 18-6-2024 Diterbitkan : 5-7-2024</p> <p>Kata kunci: Korosi, Loss Weight Method, Casing Turbocharger</p> <p>Keywords: Corrosion, Weight Loss Method, Turbocharger Casing</p>
<p>Abstract</p> <p><i>A turbocharger is an important piece of equipment that improves the performance of a diesel engine. It has several main components, one of which is a casing made of cast iron, which is susceptible to corrosion because the cooling medium uses air. Therefore, the corrosion rate on the turbocharger casing needs to be calculated to reduce the impact of damage to the turbocharger and maintain the diesel engine's performance. This research discusses the corrosion rate of cast iron with variations in the water quality of the Silae PLTD well and the length of soaking. The research method used is calculating the corrosion rate using the Lost Weight Method. The test result data obtained a corrosion rate for 5 (five) specimens with a soaking time of 7 (seven) days averaging 1.20215 mmpy, a soaking time of 14 (fourteen) days an average of 0.93918 mmpy, a soaking time of 21 (two twenty-one) day average 1.27729 mmpy. In conclusion, the loss of metal weight using PLTD Silae well water is in the "Poor" category. It is necessary to ensure the quality of the air conditioning used on the Turbocharger to slow down the occurrence of corrosion on the Turbocharger Casing.</i></p>	
<p>Cara mensitasi artikel: Laksmono, A., Dera, N.S., & Rifal, M. (2024). Perhitungan Laju Korosi Pada Casing Turbocharger PLTD Silae Menggunakan Metode Lost Weight. <i>IJET: Indonesian Journal of Techniques and Education Techniques</i>, 2(1), 8–16. https://jurnal.academiacenter.org/index.php/IJET</p>	

PENDAHULUAN

Mesin Sulzer 12 ZAV adalah mesin diesel dengan daya mampu 7,8 MegaWatt dengan jumlah silinder sebanyak 12. Cara kerja mesin diesel dapat dilihat pada siklus Otto, Siklus Otto adalah deskripsi tentang apa yang terjadi pada massa gas karena mengalami perubahan tekanan, suhu, volume, penambahan panas, dan penghilangan panas. Massa gas yang mengalami perubahan tersebut disebut sistem. Dalam hal ini, sistem didefinisikan sebagai fluida (gas) di dalam silinder.



Gambar 1.1 Siklus Otto

Dari gambar diatas dapat dilihat bahwa mesin diesel yang menggunakan siklus otto memerlukan volume udara yang banyak untuk meningkatkan kualitas gas yang dihasilkan. Semakin banyak volume udara yang bisa dimampatkan dalam ruang bakar maka akan semakin naik kinerja dari mesin diesel itu sendiri. Salah satu cara untuk menaikkan volume udara dari mesin diesel adalah dengan menambahkan turbocharger. Turbocharger adalah kompresor sentrifugal yang mendapat daya dari turbin dimana sumber tenaganya berasal dari asap gas buang kendaraan. Biasanya digunakan di mesin pembakaran dalam untuk meningkatkan tenaga yang keluar dan efisiensi mesin dengan meningkatkan tekanan udara yang memasuki mesin.

Turbocharger pada Pembangkit Listrik Tenaga Diesel merupakan salah satu peralatan yang sangat berpengaruh terhadap kinerja dari mesin tersebut, pada mesin Sulzer 12 ZAV ini menggunakan Turbocharger tipe VTR 434 dengan bahan dasar Carbon Steel. Turbocharger ini menggunakan media air untuk pendinginan dalam sistem turbocharger itu sendiri. Dengan menggunakan media air terdapat potensi terjadinya korosi. Korosi yang biasa terjadi pada turbocharger adalah pada sisi casing, dikarenakan air pendingin berfungsi untuk mendinginkan udara masuk yang sudah dimanfaatkan sebelum masuk ke intercooler dan silinder.

Korosi adalah penurunan kualitas dari suatu material akibat terjadinya reaksi kimia antara logam dengan lingkungan sekitarnya. Proses korosi dapat terjadi pada semua material logam. Korosi terjadi secara perlahan menyebabkan suatu material mempunyai keterbatasan umur pemakaian, dimana material yang diperkirakan bisa digunakan untuk pemakaian dalam jangka waktu yang lama ternyata mempunyai umur/ masa manfaat yang lebih singkat dari umur pemakaian rata-ratanya. Korosi merupakan salah satu masalah yang merugikan, hal ini dapat terlihat dari efek yang dapat ditimbulkannya sehingga perlu mendapat perhatian khusus karena korosi merupakan proses alamiah maka prosesnya tak dapat dicegah, yang dapat kita lakukan adalah dengan

mengendalikan dan mengurangi laju korosi sehingga produk tersebut efisien sesuai yang telah direncanakan. Korosi sangat lazim atau biasa terjadi pada besi. Besi merupakan logam yang mudah terkorosi. Karat besi ($Fe_2O_3 \cdot nH_2O$) merupakan zat yang dihasilkan pada peristiwa korosi, yaitu berupa zat padat berwarna coklat kemerahan yang bersifat rapuh serta berpori, dimana logam mengalami oksidasi, sedangkan oksigen (udara) mengalami reduksi. (Tampubolon et al., 2020).

Korosi tidak dapat di cegah keberadaannya, tetapi adanya korosi atau keberadaannya dapat dikendalikan sehingga terjadinya korosi pada casing turbocharger dapat ditunda. (Rachman, 2016). Dengan terjadinya korosi pada casing turbocharger mengakibatkan penurunan kinerja dari turbocharger itu sendiri, jika dibiarkan dalam waktu lama maka akan berakibat sampai penurunan performa dari mesin diesel. Oleh karena itu perlu dilakukan upaya untuk menanggulangi masalah korosi. Salah satu upaya yang dapat dilakukan adalah pengendalian korosi berupa perbaikan sifat bahan yang dapat dilakukan dengan cara memadukan logam dengan logam lain yang memiliki sifat yang lebih baik (Orlenasari dan Marsudi, 2015). Salah satu contohnya dengan melapisi baja karbon dengan lapisan coating sehingga dapat melapisi permukaan casing turbocharger yang bersentuhan langsung dengan air pendingin.

METODE

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen, metode eksperimen merupakan metode penelitian yang bertujuan untuk melakukan sebuah percobaan untuk mengetahui hubungan sebab akibat yang tercipta dalam sebuah variabel dan dibandingkan dengan variabel lain.

Eksperimen yang dilakukan pada penelitian ini adalah percobaan dengan metode kehilangan berat. Langkah pertama adalah menentukan spesimen yang terdiri dari besi cor. Kemudian sediakan wadah perendaman dan diisi dengan air sumur. Air sumur yang dipilih adalah air sumur di ULPLTD Silae. Percobaan dilakukan dengan merendam spesimen kedalam air sumur setelah dilakukan proses carburizing. Waktu untuk merendam spesimen divariasikan dengan waktu 7 hari, 14 hari, dan 21 hari.

Setelah percobaan dilakukan kemudian dilakukan pengumpulan data percobaan. Adapun data-data yang dikumpulkan adalah ketebalan, lebar dan berat awal dan berat akhir setiap spesimen yang direndam.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penghitungan Laju Korosi 7, 14 dan 21 hari

Hasil penelitian untuk besi cor yang telah diuji menggunakan air sumur selama 7 hari, 14 hari, dan 21 hari perendaman dapat dilihat pada table 4.1, 4.2 dan 4.3 dibawah ini, dimana tabel tersebut menyajikan data massa awal dari besi cor sebelum dilakukan perendaman, massa akhir dari besi cor setelah dilakukan perendaman, massa hilang yang di ambil dari perhitungan massa awal dikurang dengan massa akhir, serta dan data laju korosi.

Tabel 1 Hasil penghitungan laju korosi dengan lama perendaman 7 hari

Kode Spesimen	Berat Awal (gram)	Berat Akhir (gram)	Massa hilang	laju korosi
01	39	38,6	0,4	0,49691
02	38	37,8	0,2	0,24845
03	39,2	38,8	0,4	0,49691
04	38	37,8	0,2	0,24845
05	38,8	38,4	0,4	0,49691

Tabel 2 Hasil penghitungan laju korosi dengan lama perendaman 14 Hari

Kode Spesimen	Berat Awal (gram)	Berat Akhir (gram)	Massa hilang	laju korosi
01	39	38,4	0,6	1,49073
02	38	37,6	0,4	0,99382
03	39,2	38,7	0,5	1,24228
04	38	37,6	0,4	0,99382
05	38,8	38,2	0,6	1,49073

Tabel 3 Hasil penghitungan laju korosi dengan lama perendaman 21 hari

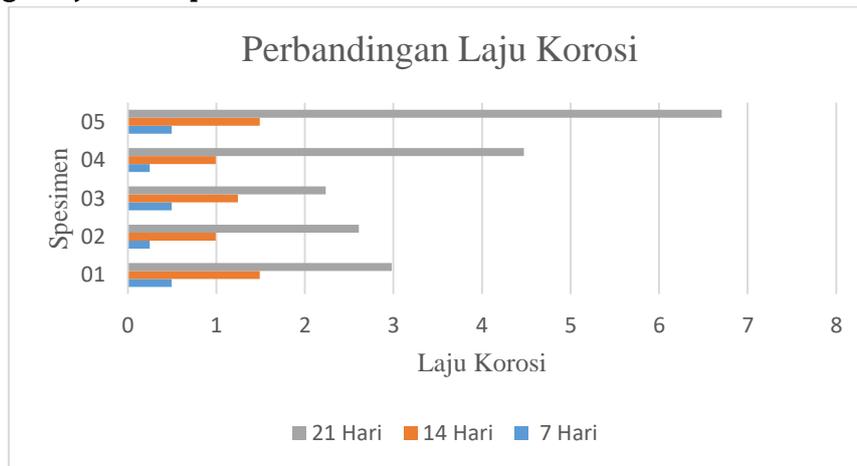
Kode Spesimen	Berat Awal (gram)	Berat Akhir (gram)	Massa hilang	laju korosi
01	39	38,2	0,8	2,98147
02	38	37,3	0,7	2,60879
03	39,2	38,6	0,6	2,23610
04	38	36,8	1,2	4,47221
05	38,8	37	1,8	6,70831

Dari data pada tabel diatas terlihat bahwa ada lima spesimen yang diuji untuk mengevaluasi laju korosi. Setiap spesimen memiliki berat awal dan berat akhir yang dicatat setelah periode waktu tertentu dan dari data di atas dapat kita lihat Fenomena yang terjadi adalah korosi pada spesimen logam tersebut. Ketika logam terpapar lingkungan yang korosif, seperti air atau udara lembab, reaksi kimia terjadi antara logam dan lingkungan, menyebabkan pengikisan atau penurunan massa logam. Massa hilang dari spesimen menunjukkan jumlah material yang terkorosi selama periode pengujian. Laju korosi adalah ukuran dari tingkat pengikisan logam per unit waktu, terlihat bahwa laju korosi bervariasi antara spesimen, tetapi massa hilangnya serupa pada waktu perendaman spesimen selama 7 hari dan 14 hari untuk perendaman selama 21 hari spesimen menunjukkan laju korosi yang lebih tinggi daripada yang lain. Ini menunjukkan bahwa spesimen memiliki reaktivitas yang serupa terhadap lingkungan korosif, namun luas permukaan atau waktu paparan mungkin berbeda, menyebabkan perbedaan dalam laju korosi. Perbedaan ini dapat dipengaruhi oleh faktor-faktor seperti komposisi kimia spesimen, air yang digunakan untuk perendaman dan kondisi lingkungan, atau metode pengujian yang digunakan.

Tabel 4. Rata-rata laju korosi

Lama Perendaman	7 hari	14 hari	21 hari
Laju korosi	0,39753	1,24228	3,80138

Perbandingan laju korosi perendaman 7, 14 dan 21 hari



Gambar 2 Grafik perbandingan laju korosi

Pada grafik di atas dapat dilihat bahwa terdapat perbedaan signifikan dalam laju korosi antara setiap spesimen uji pada berbagai periode perendaman. Berikut adalah analisis perbandingan laju korosi pada setiap spesimen uji dengan perbedaan lama perendaman selama 7, 14, dan 21 hari pada air sumur:

1. Spesimen 01:

- Pada perendaman 7 hari: Laju korosi sebesar 0,49691 mmpy.
- Pada perendaman 14 hari: Laju korosi meningkat menjadi 1,49073 mmpy.
- Pada perendaman 21 hari: Laju korosi meningkat drastis menjadi 2,98147 mmpy.
- Terjadi peningkatan yang signifikan dalam laju korosi seiring dengan peningkatan waktu perendaman, menunjukkan bahwa eksposur atau paparan yang lebih lama terhadap lingkungan korosif menyebabkan pengikisan logam yang lebih besar.

2. Spesimen 02:

- Pada perendaman 7 hari: Laju korosi sebesar 0,24845 mmpy.
- Pada perendaman 14 hari: Laju korosi meningkat menjadi 0,99382 mmpy.
- Pada perendaman 21 hari: Laju korosi meningkat menjadi 2,60879 mmpy.
- Seperti halnya Spesimen 01, terjadi peningkatan laju korosi dengan peningkatan waktu perendaman.

3. Spesimen 03:

- Pada perendaman 7 hari: Laju korosi sebesar 0,49691 mmpy.
- Pada perendaman 14 hari: Laju korosi meningkat menjadi 1,24228 mmpy.
- Pada perendaman 21 hari: Laju korosi meningkat menjadi 2,23610 mmpy.
- Spesimen ini menunjukkan tren peningkatan laju korosi yang serupa dengan Spesimen 01 dan 02.

4. Spesimen 04:

- Pada perendaman 7 hari: Laju korosi sebesar 0,24845 mmpy.
- Pada perendaman 14 hari: Laju korosi meningkat menjadi 0,99382 mmpy.
- Pada perendaman 21 hari: Laju korosi meningkat drastis menjadi 4,47221 mmpy.
- Spesimen ini menunjukkan peningkatan laju korosi yang sangat signifikan pada perendaman 21 hari, menunjukkan sensitivitas yang tinggi terhadap lingkungan korosif.

5. Spesimen 05:

- Pada perendaman 7 dan 14 hari: Laju korosi sama dengan Spesimen 01, yaitu 0,49691 mmpy dan 1,49073 mmpy, berturut-turut.
- Pada perendaman 21 hari: Laju korosi meningkat menjadi 6,70831 mmpy.
- Spesimen ini menunjukkan peningkatan laju korosi yang sangat signifikan pada perendaman 21 hari, melebihi yang terlihat pada spesimen lainnya.

Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa peningkatan waktu perendaman dalam lingkungan air sumur menyebabkan peningkatan signifikan dalam laju korosi pada semua spesimen uji, dengan beberapa spesimen menunjukkan peningkatan yang lebih drastis dibandingkan dengan yang lainnya. Hal ini menunjukkan pentingnya pemantauan dan pengendalian korosi dalam lingkungan yang mengandung air sumur untuk memastikan integritas dan keandalan material logam yang digunakan.

Pada penelitian terdahulu yang dilakukan oleh (Ali Akbar, 2019) mengenai “Potensi Metabolit Sekunder Buah Jambu Biji (*Psidium Guajava*) sebagai Inhibitor Korosi Ramah Lingkungan pada Besi” dengan media air sumur dan air laut dari hasil penelitiannya bisa kita lihat laju korosi yang paling cepat terjadi pada konsentrasi 0% yaitu sebesar 0,000379 g/cm² hari pada media air sumur, Bertambahnya konsentrasi ekstrak buah jambu biji dalam sampel air sumur dan laut, memperkecil nilai laju korosi sebagai fungsi dari penambahan berat paku. Penggunaan 3% ekstrak buah jambu biji mengakibatkan penambahan berat paku yang mula-mula 5,513 menjadi 5,673g pada media air sumur dan 5,216g menjadi 5,506g. Dari hasil penelitian dilakukan Andri (2019) bisa disimpulkan bahwa spesimen yang di rendam tanpa campuran inhibitor pada media air sumur memang cepat terkena korosi, Ini sesuai dengan hasil yang telah didapat dari penelitian dan yang ditunjukkan pada grafik perbandingan laju korosi diatas.



Gambar 3. Grafik perbandingan rata-rata laju korosi

Grafik diatas adalah grafik mengenai hasil perubahan nilai rata-rata laju korosi pada lama perendaman spesimen yang bervariasi antara 7 hari, 14 hari, dan 21 hari. Nilai rata-rata laju korosi yang diukur dalam milimeter per tahun (mmpy).

1. Perendaman selama 7 Hari:

- Nilai rata-rata laju korosi: 0,39753 mmpy.

2. Perendaman selama 14 Hari:

- Nilai rata-rata laju korosi: 1,24228 mmpy.
- Perbedaan dari perendaman 7 hari ke 14 hari: $1,24228 - 0,39753 = 0,84475$ mmpy.

- Ini menunjukkan bahwa kecepatan laju korosi meningkat sebesar 0,84475 mmpy pada perendaman 14 hari dibandingkan dengan perendaman 7 hari.

3. Perendaman selama 21 Hari:

- Nilai rata-rata laju korosi: 3,80138 mmpy.
- Perbedaan dari perendaman 14 hari ke 21 hari: $3,80138 - 1,24228 = 2,5591$ mmpy.
- Perbedaan dari perendaman 7 hari ke 21 hari: $3,80138 - 0,39753 = 3,40385$ mmpy.
- Ini menunjukkan bahwa laju korosi meningkat sebesar 2,5591 mmpy dari perendaman 14 hari ke 21 hari, dan meningkat sebesar 3,40385 mmpy dari perendaman 7 hari ke 21 hari.

Dari pembahasan di atas, kita bisa melihat bahwa semakin lama spesimen direndam, laju korosi cenderung meningkat secara signifikan. Ini menunjukkan bahwa lingkungan perendaman dapat memengaruhi laju korosi suatu material, dan perpanjangan waktu perendaman dapat mengakibatkan peningkatan laju korosi yang signifikan. Hal ini penting untuk dipertimbangkan dalam evaluasi keandalan material dalam kondisi penggunaan yang berkelanjutan.

Struktur makro pada spesimen uji



Gambar 4. Foto Optik dari setiap spesimen uji

Dari gambar diatas bisa kita lihat bahwa spesimen uji mengalami perubahan struktur pada permukaan baja karbon dan pembentukan pori-pori di seluruh area yang terkena korosi. Permukaan baja yang semula mulus dapat menjadi tidak rata dan berpori, dengan lapisan korosi yang merata menutupi seluruh permukaan. Bisa disimpulkan bahwa spesimen uji yang direndam menggunakan media air sumur telah mengalami korosi merata (*Uniform corrosion*) itu bisa dilihat dari gambar diatas yang memiliki karakteristik yang sama dengan korosi merata, ini terjadi karena perendaman menggunakan air sumur selama 7, 14 dan 21 hari. Air sumur mungkin mengandung berbagai zat korosif seperti oksigen terlarut, ion-ion klorida, atau senyawa-senyawa kimia lainnya yang dapat menyebabkan korosi pada spesimen.

Korosi merata menyebabkan Efek pada Material Korosi merata dapat menyebabkan penipisan material secara seragam di seluruh permukaan baja karbon. Ini dapat mengurangi ketebalan material, mengurangi kekuatan strukturalnya, dan bahkan mengakibatkan kegagalan komponen.

Dari penelitian yang dilakukan oleh (Alghifari et al., 2021) mengenai Korosi Struktur Conveyor C pada Tambang Batubara PT XYZ di Kabupaten Bungo, Provinsi Jambi dengan Metodologi yang digunakan dalam penelitian ini yaitu pengukuran pengurangan ketebalan struktur *conveyor*. Jenis material yang digunakan pada struktur *conveyor* adalah baja ASTM A36 yang memiliki kandungan karbon kurang dari 0,25% serta kandungan besi maksimal 99,42%. Berdasarkan kandungan karbon yang dimiliki struktur *conveyor* ini, maka termasuk jenis baja karbon rendah. Pengukuran ketebalan struktur *conveyor* dilakukan dengan menggunakan alat *Smart Sensor Ultrasonic Thickness Gauge TT 130* yang bertujuan untuk mengetahui tebal aktual struktur *conveyor*. Pengukuran tersebut dimaksudkan untuk mengetahui pengurangan ketebalan yang terjadi pada struktur *conveyor* akibat adanya korosi, dengan cara membandingkan tebal nominal dengan tebal aktual.

Dari penelitian tersebut dan berdasarkan data yang telah diolah dan dihitung pada struktur *conveyor*, diketahui jenis korosi yang terjadi adalah korosi merata (*uniform corrosion*). Hal ini ditandai dengan adanya pengurangan ketebalan struktur *conveyor* yang terjadi hampir secara merata pada seluruh *test point* sebesar 1,34-2,39 mm. Korosi merata diakibatkan oleh adanya pengaruh lingkungan eksternal pada struktur *conveyor*, yaitu temperatur, curah hujan, kelembaban, serta pengotor batubara.

KESIMPULAN

Setelah dilakukan perancangan, pengujian dan analisa maka dapat ditarik beberapa kesimpulan tentang perancangan mobil remote control bluetooth dengan arduino uno berbasis android yang penulis buat :

- a) Setelah meninjau hasilnya, kesimpulan yang diperoleh yaitu bahwa mobil remot control tersebut telah berhasil diproduksi dan dapat berkomunikasi melalui aplikasi yang berada di Android agar bekerja baik dalam jangkauan sinyal Bluetooth.
- b) Mikrokontroler dapat berkomunikasi dengan perangkat Android melalui komunikasi serial Bluetooth HC - 05.
- c) Hanya satu perangkat saja yang dapat terhubung dengan Bluetooth, tidak lebih beberapa perangkat sekaligus dalam waktu bersamaan.
- d) Kelemahan dari mobil remot control ini adalah terbatasnya jarak jangkauan sinyal Bluetooth.

DAFTAR RUJUKAN

- Krisnawati & Yuni (2018). *Prototipe Alat Pendeteksi Getaran Gempa Menggunakan SMS Gateway*. (Vocational (Diploma) thesis, University of Muhammadiyah Malang, 2018) Diakses dari <http://eprints.umm.ac.id/id/eprint/38639> pada tanggal 15 Juni 2022.
- Maidikta, A. "Rancang Bangun Prototype Mobil Remote Control Menggunakan Smartphone Android Berbasis Arduino". *Skripsi Universitas Pembangunan Panca Budi : Fakultas Sains dan Teknologi, 2019*. Diakses dari

<https://jurnal.pancabudi.ac.id/index.php/fastek/article/view/1543> pada tanggal 17 Juli 2022.

- Setiawan, D. (2016). Rancang Bangun Robot Mobil Kontrol Sederhana menggunakan Arduino Berbasis Android System. *Jurnal Sains, Teknologi, dan Industri*, 14(1), 101-107.
- Susanto & Eko (2019). *Pengembangan Prototype Robot Forklift dengan Kendali Android Smartphone Sebagai Media Pembelajaran Ekstrakurikuler Robotika di SMA Negeri 1 Yogyakarta*. (Core, Universitas Negeri Yogyakarta, 2019) Diakses dari <https://core.ac.uk/works/25472837> pada tanggal 15 Juni 2022.
- Waf, A. Z., Isnianto, H. N. (2015). *Kendali Motor Remote Control Menggunakan Android*. (Universitas Gadjah Mada, 2015) Diakses dari <http://etd.repository.ugm.ac.id/penelitian/detail/87041>
- Widiyanto, A., Nuryanto (2016). Rancang Bangun Mobil Remote Control Android dengan Arduino. *Citec Journal*, 3(1), 50-61.
- Yusika, A., Rofiq, A., Ramadhani, A. (2019). Perancangan Mobile Remote Control Menggunakan Kontrol Bluetooth Arduino. *Jurnal Nasional Terindeks Sebatik*, 23(2), 541-546.