

Prototipe Alat Ukur Ketinggian Coil Block Pada Kereta Kerja Kereta Cepat Indonesia China

Brainvendra Widi Dionova^{1*}, Hendhi Charinta Septayana², Harry Prihantono³, Hamzah⁴,
Ariep Jaenul⁵, Legenda Prameswono Pratama⁶, Mohammed N. Abdulrazaq⁷

^{1,2,3,4,5,6}Department of Electrical Engineering, Jakarta Global University, Depok, Indonesia

⁷Department of Mechanical Engineering, College of Engineering, Gulf University, Sanad, Kingdom of Bahrain

*brainvendra@jgu.ac.id

Pembuatan desain prototipe alat ukur ketinggian Coil Block Track Circuit Reader pada Kereta Kerja KCIC dilakukan secara konvensional dengan mengukur secara manual dari permukaan rel menggunakan mistar. Pencapaian yang didapat tidak maksimal karena coil blok track circuit reader berada di underfloor sehingga menyulitkan dalam pengukuran. Hal ini memungkinkan kurangnya tingkat keselamatan, kepraktisan pencatatan dan akurasi hasil pengukuran. Tujuan dari penelitian ini adalah membuat prototipe alat ukur ketinggian track circuit reader untuk meningkatkan akurasi dan keselamatan petugas. Metode yang dilakukan ini berdasarkan perancangan dan pembuatan alat. Hasil pengukuran penyimpangan Prototipe Alat ukur ketinggian Coil Block Track Circuit Reader yang dilakukan oleh 4 orang adalah 0.0067 %, sedangkan hasil penyimpangan metode manual adalah 1.132 %. Berdasarkan data tersebut, terdapat penurunan hasil penyimpangan dengan kemampuan akurasi alat dua angka di belakang koma dilengkapi display dan hasil pencatatan otomatis terekam pada excel. Sehingga tercapainya keakuratan pengukuran Coil Track Circuit Reader sesuai dengan standar, memudahkan perekaman data pengukuran serta meningkatkan keselamatan pekerja.

Kata Kunci— Coil block track circuit, Alat Ukur Ketinggian, Prototipe

DOI: 10.22441/jte.2025.v16i3.010

I. PENDAHULUAN

Kereta api kecepatan tinggi adalah inovasi teknologi yang memperbarui perkeretaapian tradisional beroperasi dengan waktu tempuh Jakarta-Bandung berkurang dari 3 jam menjadi 40 menit, sementara Jakarta-Karawang atau Padalarang-Jakarta hanya 15 menit. Kereta ini mempermudah mobilitas masyarakat dan mengurangi kemacetan antara kedua kota. Kereta api kecepatan tinggi adalah sistem kompleks dengan enam subsistem utama, termasuk pemeliharaan aset tetap, operasi kereta, kontrol, daya listrik, pengaturan lalu lintas, dan layanan penumpang. Pemeliharaan aset mencakup jalur, jembatan, terowongan, sinyal, telekomunikasi, dan listrik. Perawatan sinyal CTCS terbagi dalam tiga level [1]–[3].

Siganalling Maintenance Level 2 pada kereta kerja KCIC 400AF. Alat pengukur ketinggian Coil Blok Track Circuit Reader masih dilakukan secara konvensional dengan mengukur secara manual dari permukaan rel menggunakan mistar besi dengan waktu pelaksanaan pekerjaan yang tidak menentu tergantung akan ketersediaan sarana yang sedang tidak digunakan operasi dengan keadaan seperti tersebut maka sangat dimungkinkan kondisi pencapaian yang kurang serta letak

sensor yang berada di underfloor dimana posisi coil blok track circuit reader berada pada posisi bawah sarana kereta yang menyulitkan dilakukan pengukuran sehingga faktor keselamatan menjadi kurang aman saat melakukan pengukuran. Hal ini memungkinkan kurangnya tingkat keselamatan, kepraktisan pencatatan hasil dan akurasi hasil pengukuran. Oleh karena itu, peneliti bertujuan membuat desain alat ukur ketinggian Coil Block Track Circuit Reader pada Kereta Kerja KCIC dengan sistem pengoperasian yang gampang dioperasikan serta hasil yang lebih akurat dan dilengkapi dengan display hasil pengukuran sehingga dapat meningkatkan hasil akurasi dan keselamatan serta pengelolaan data yang lebih baik [4], [5].

Berdasarkan permasalahan tersebut, maka penelitian ini berfokus untuk melakukan pengukuran ketinggian Coil block Track Circuit Reader pada Kereta Kerja KCIC menggunakan sensor ultrasonic. Diharapkan dengan pembuatan alat ini dapat memudahkan perawatan level 1 dan perawatan level 2 Centralize Traffic Control System on-board sehingga meminimisir gangguan yang akan disebabkan oleh Coil block Track Circuit Reader dan menunjang keselamatan perjalanan kereta cepat.

II. PENELITIAN TERKAIT

Penelitian T. Arifanto, dkk (2021) mengenai Penggunaan RFID (Radio Frequency Identification) CT-1809 Untuk Prototype Pendeteksi Sarana Berbasis Arduino menyebutkan Pendeteksian sarana menggunakan RFID mampu berjalan dengan baik pada jarak 250 cm, untuk pengiriman data menggunakan nRF24L01 terdapat range delay memiliki range delay dari 1,64 detik sampai 3,25 detik. Untuk pengujian kecepatan deteksi tag dengan hasil pengujian kecepatan uji 10-30 km/jam setelah dilakukan percobaan 10 kali percobaan, hasil yang didapat tag dapat terdeteksi dengan baik pada kecepatan 10-20 km/jam, terdapat error pada kecepatan 25-30 km/jam dikarenakan terdapat noise berupa manusia yang Untuk pengujian pendeteksian tag secara horizontal dan vertikal diketahui bahwa setelah dilakukan percobaan 30 kali terhadap jarak vertikal 50-200 cm dan jarak horizontal 10-200 cm [6].

Penelitian Prabawa (2018) mengenai Otomasi Alat, Ukuran dan Pencatat Otomatis Tinggi dan Berat Berbasis Arduino Uno menyebutkan Penelitian ini membuat alat atau sistem yang mampu mendeteksi berat badan balita tinggi badan balita dan juga mencatat hasil dari berat badan dan tinggi badan tersebut. Maka dibuatlah "Otomasi Alat, Ukuran dan Pencatat Otomatis Tinggi dan Berat Berbasis Arduino Uno untuk mempermudah

proses pengukuran berat badan, tinggi dan mencatat hasil dari pengukuran. Tujuan dari tugas akhir ini adalah untuk membuat sebuah alat yang pada umumnya proses mengukur tinggi badan masih secara manual dan mengukur berat badan secara manual. meskipun timbangan sudah ada yang menggunakan timbangan digital tetapi belum ada yang tetapi belum ada yang bisa mencatat secara otomatis hasil proses pengukuran dari tinggi badan dan berat badan balita [7].

Penelitian Amdani (2019) Rancang bangun alat ukur tinggi gelombang air laut dengan Arduino Uno ATmega 328 dan wave tank ini berfungsi sebagai alat digital sederhana berbasis mikrokontroler yang dapat mengukur tinggi gelombang laut secara realtime dengan sistem penyimpanan data offline dan data pengukuran dapat digunakan sebagai dasar dalam perencanaan pembangunan pelabuhan, jetty, keramba jaring apung pantai, bangunan apung, aktifitas nelayan dan pelayaran. Secara keseluruhan alat ukur tinggi gelombang telah dapat beroperasi dengan baik dan menyimpan data secara offline, data yang terbaca tidak stabil dipengaruhi oleh permukaan air yang bergerak atau gelombang selalu berbeda pada setiap percobaan [8].

Penelitian J. Sardi, dkk (2018) alat atau sistem yang mampu mendeteksi berat badan balita, tinggi badan balita dan juga mencatat hasil dari berat badan dan tinggi badan tersebut. Maka dibuatlah Otomasi Alat Ukuran dan Pencatat Otomatis Tinggi dan Berat Berbasis Arduino Uno untuk mempermudah proses pengukuran berat badan, tinggi dan mencatat hasil dari pengukuran. Tujuan dari tugas akhir ini adalah untuk membuat sebuah alat yang pada umumnya proses mengukur tinggi badan masih secara manual dan mengukur berat badan secara manual. meskipun timbangan sudah ada yang menggunakan timbangan digital tapi belum ada yang tetapi belum ada yang bisa mencatat secara otomatis hasil proses pengukuran dari tinggi badan dan berat badan balita [7].

Penelitian Swati Sharma (2014) meneliti ketebalan gingiva atau biotipe serta membandingkan berbagai teknik pengukurannya. Studi ini melibatkan 30 peserta yang sehat secara sistemik dan bukan perokok. Pengukuran gingiva dilakukan pada area insisivus lateral rahang atas dan bawah di dua lokasi: (a) titik apikal dari alur gingiva bebas, dan (b) titik koronal dari perbatasan mukogingiva. Ketebalan gingiva yang diperoleh berkisar antara 0,56–1,02 mm. Akurasi pengukuran dengan kaliper vernier digital sebanding dengan pengukuran menggunakan ultrasonografi [9].

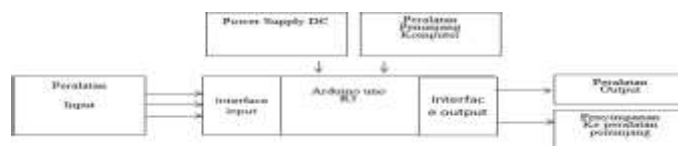
Penelitian Alexandru Petru Ion (2024) meneliti karakteristik mekanis dan pengaruh ketepatan pengukuran ketebalan spesimen terhadap perilaku biomekanis, terutama pada jaringan manusia yang memiliki variabilitas tinggi. Penelitian ini membandingkan akurasi dua alat ukur rutin, yaitu kaliper vernier digital dan pengukur ketebalan digital, dalam mengukur ketebalan spesimen vena secara berulang. Pengukur ketebalan digital Mitutoyo 547-500S dan Multicomp PRO caliper menunjukkan akurasi superior tanpa perbedaan hasil dalam tiga pengukuran berturut-turut, terlepas dari pengalaman pemeriksa. Penentuan ketebalan spesimen vena yang akurat sangat penting untuk perhitungan biomekanis jaringan [10].

Penelitian Zdzislaw Lewandowski (2022) membandingkan dua metode pengukuran ketebalan lipatan kulit yang umum

digunakan, yaitu mesin ultrasound BodyMetrix BX2000 dan kaliper GPM klasik. Studi ini melibatkan 58 wanita berusia 19–24 tahun dengan berat badan normatif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengukuran menggunakan pemindai ultrasound dan kaliper antropometri standar dapat bervariasi. Perbedaan ini mengindikasikan bahwa dalam menghitung persentase lemak tubuh berdasarkan ketebalan jaringan adiposa, alat ukur (rumus, algoritma) yang dikembangkan khusus untuk metode estimasi tertentu harus digunakan [11].

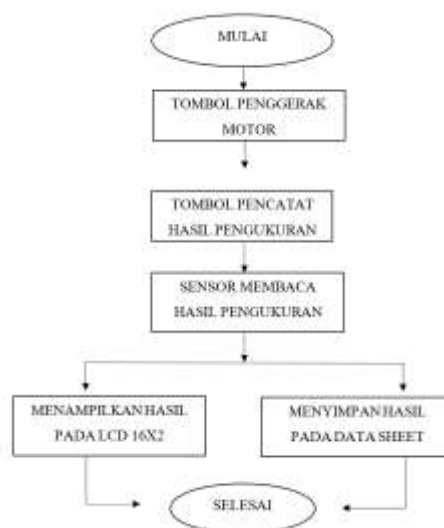
III. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian yang dilakukan ini berdasarkan pengamatan dengan melihat perawatan level 2 pada kereta kerja kemudian perancangan dan pembuatan alat yang meliputi desain sistem, perancangan sistem dan pembuatan perangkat keras dan pembuatan perangkat lunak. Pada perancangan dan pembuatan perangkat keras mengacu pada blok diagram sistem seperti yang digunakan pada Gambar 1. Sistem ini bekerja sesuai dengan blok diagram diatas dimana menggunakan arduino uno sebagai pengolah data dari input melalui interface input antara lain adalah 3 tombol, jangka sorong digital dan akan dikeluarkan pada interface output berupa tampilan LCD 16x2, motor servo dc 12 v 360 derajat dan data hasil pengukuran berupa excel, dengan catu daya sebesar 12v dengan perangkat pengolah utama berupa arduino uno yang tersambung ke personal komputer menggunakan kabel untuk menampilkan hasil pengukuran di excel.



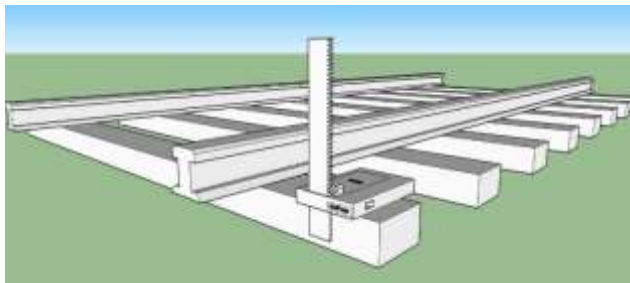
Gambar 1. Blok Diagram Sistem

Flowchart sistem monitoring diperlukan supaya progres pengerjaan hasil akhir dapat mudah di baca. Berikut Flowchart sistem monitoring dapat di lihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Flowchart Sistem

Gambar 3 menampilkan desain alat ukur yang dipasang di bagian samping bawah rel KCIC, memungkinkan pengukuran langsung terhadap objek dengan presisi tinggi. Penempatan ini dirancang untuk meminimalkan gangguan eksternal dan memastikan stabilitas selama proses pengukuran. Selain itu, posisi alat ukur memungkinkan operator untuk dengan mudah mengakses dan membaca hasil pengukuran tanpa memerlukan peralatan tambahan atau penyesuaian yang rumit. Desain ini juga mempertimbangkan faktor keamanan dan efisiensi, sehingga pengukuran dapat dilakukan dengan cepat dan akurat tanpa menghambat lalu lintas kereta.

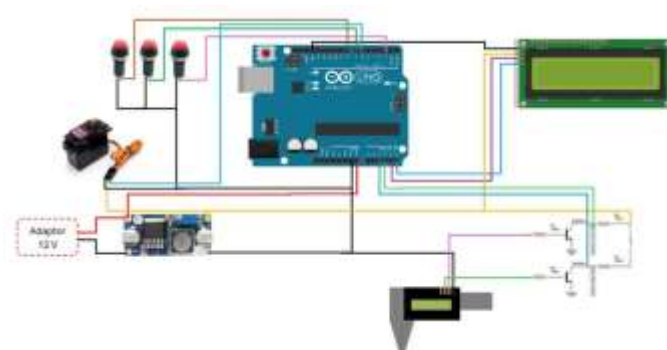


Gambar 3. Desain Alat Ukur

Gambar 4 menunjukkan skema lengkap alat pengukur ketinggian coil blok track circuit reader. Alat ini dirancang untuk memastikan pengukuran yang akurat dan efisien dengan menggunakan jangka sorong digital sebagai sensor utama. Data keluaran dari jangka sorong digital diolah dan dijadikan input pada Arduino, dengan bantuan resistor 10K dan transistor 2N3094 agar dapat dibaca dengan baik oleh mikrokontroler.

Untuk mendukung pergerakan alat, servo DC 360 derajat digunakan sebagai aktuator utama yang memungkinkan alat ukur mendekati atau menjauhi objek yang sedang diukur secara otomatis. Hasil pengukuran kemudian ditampilkan pada LCD 16x2 sebagai antarmuka pengguna, yang menampilkan nilai pengukuran dalam satuan milimeter secara real-time.

Selain itu, alat ini dilengkapi dengan tombol input data yang memungkinkan pengguna untuk mengirim hasil pengukuran ke Excel melalui koneksi kabel ke komputer. Tombol naik dan turun juga disertakan untuk mengontrol pergerakan servo DC secara manual, memberikan fleksibilitas dalam pengoperasian alat. Dengan desain ini, alat pengukur tidak hanya memastikan akurasi tinggi, tetapi juga memberikan kemudahan penggunaan bagi operator dalam melakukan pengukuran ketinggian coil blok track circuit dengan lebih cepat dan efisien.



Gambar 4. Rangkaian Alat Ukur Ketinggian

Pembuatan alat dimulai dengan merancang program dan skema wiring yang teliti untuk memastikan alat berfungsi sesuai rencana. Tahap pertama adalah pengukuran bahan dan pemeriksaan komponen untuk memastikan kualitasnya. Selanjutnya, komponen seperti Arduino, jangka sorong digital, servo DC, LCD, transistor, dan resistor dirakit sesuai skema wiring. Pemasangan tombol input data dan tombol naik-turun juga penting, untuk mengirim hasil ke komputer dan mengontrol pergerakan servo. Selama proses, pengujian berkala dilakukan untuk memastikan semua komponen berfungsi dengan baik. Dengan mengikuti langkah-langkah ini, alat diharapkan dapat menghasilkan pengukuran yang akurat dan efisien.



(a)



(b)

Gambar 5. (a) Prototipe Alat ukur ketinggian (b) Kotak control prototipe alat ukur ketinggian



(a)



(b)

Gambar 6. (a) Dokumentasi Pengujian Alat (b) Dokumentasi Pengujian Alat

IV. HASIL DAN ANALISA

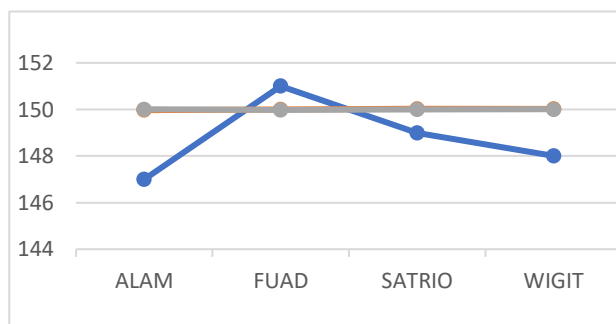
Table 1. Hasil Pengukuran menggunakan prototipe alat ukur ketinggian *coil track circuit reader*

Personil	Pengukuran 1	Pengukuran 2	Standart	Penyimpangan
Qu Ren Jie	149.97 mm	150.01 mm	150 mm	0.006 %
Fuad	150.00 mm	149.98 mm	150 mm	0.006 %
Satrio	150.03 mm	150.00 mm	150 mm	0.015 %
Wigit	150.02 mm	150.01 mm	150 mm	0.0001 %

Table 2. Hasil Pengukuran menggunakan penggaris besi

Pekerja	Hasil Pengukuran	Standart	Penyimpangan
Qu Ren Jie	147 mm	150 mm	2 %
Fuad	151 mm	150 mm	0.6 %
Satrio	149 mm	150 mm	0.6 %
Wigit	148 mm	150 mm	1.33 %

Pengukuran ketinggian Track Circuit Reader dengan penggaris besi dan alat ukur ketinggian pada sarana kereta kerja SR 3 22 08 Turn out Tamping Vehicle CDC-16 CRCCE 22229 dilakukan oleh 4 orang berbeda, hasil dari pembacaan pengukuran adalah sebagai grafik berikut :



Gambar 7. Grafik Perbandingan Pengukuran

a. Pengukuran menggunakan Prototipe Alat Ukur *Track Circuit Reader*

Diperoleh Tingkat perbedaan pengukuran menggunakan prototipe alat ukur ketinggian sebanyak 8 kali yang dilakukan oleh 4 orang adalah 0.05 mm dan rata rata penyimpangan diperoleh $(0.006 + 0.006 + 0.015 + 0.0001) / 4 = 0.0067 \%$.

b. Pengukuran menggunakan penggaris besi

Diperoleh Tingkat perbedaan pengukuran manual sebanyak 4 kali yang dilakukan oleh 4 orang yang berbeda adalah 4 mm dan rata rata kesalahan diperoleh $\frac{2+0.6+0.6+1.33}{4} = 1.132 \%$

c. Kuisioner Pendukung

Dilakukan pengambilan kuisioner dengan format kuisioner terlampir di lampiran kepada karyawan PT Kereta Cepat Indonesia China Departemen *Fix Asset Unit Centrallize Traffic Control System On-Board* dengan data hasil kuisioner pada tingkat kesulitan pengukuran manual sebanyak 83,3 % responden menyatakan sulit sedangkan sebanyak 75% responden menyatakan pengoprasian prototipe alat ukur menyatakan mudah. Pada tingkat resiko saat melakukan pengukuran manual sebanyak 83,3 % responden menyatakan aman dalam resiko pengukuran menggunakan prototipe alat ukur , dan sebanyak 91,6 % responden menyatakan pencatatan hasil pengukuran manual tidak praktis , sedangkan sebanyak 91,6 % responden menyatakan pencatatan prototipe alat ukur ketinggian praktis, dengan demikian prototipe alat ukur ketinggian *track coil circuit reader* mempermudah pengukuran, meningkatkan keselamatan dan pencatatan hasil pengukuran.

Yth, Bapak / Ibu

Dalam rangka memenuhi Tugas Akhir tentang Prototipe Alat Ukur ketinggian Track Circuit Reader kereta kerja , Sehubungan dengan itu saya membutuhkan data melalui kuisioner ini , kami meminta bapak / ibu mengisi kuisioner dibawah ini sesuai apa yang dialami , data yang terkumpul terjamin keamanannya dan tidak akan digunakan selain untuk kepentingan penelitian . Atas kerjasamanya saya ucapkan terimakasih.

Harap silang pilihan yang anda pilih

Nama :

- Berapa lama anda bekerja di KCIC ?
 - ☐ 3 – 6 bulan
 - ☐ 6 bulan – 1 tahun
 - ☐ 1 tahun – 2 tahun
 - ☐ 2 tahun – 5 tahun
 - ☐ Lebih dari 5 tahun
- Bagaimana tingkat kesulitan dalam pengukuran ketinggian Track Circuit Reader ?
 - ☐ Sangat mudah
 - ☐ Sedang
 - ☐ Sangat Sulit
 - ☐ Mudah
 - ☐ Sulit
- Bagaimana resiko keselamatan saat melakukan pengukuran Track Circuit Reader ?
 - ☐ Sangat Aman
 - ☐ Beresiko sedang
 - ☐ Sangat Beresiko
 - ☐ Aman
 - ☐ Beresiko
- Bagaimana pencatatan hasil pengukuran Track Circuit Reader ?
 - ☐ Tidak praktis
 - ☐ Praktis
 - ☐ Biasa
- Bagaimana pengoprasian prototipe alat ukur ketinggian Track Circuit Reader ?
 - ☐ Mudah
 - ☐ Sulit
 - ☐ Biasa
- Bagaimana resiko keselamatan saat menggunakan prototipe alat ukur ketinggian Track Circuit Reader ?
 - ☐ Sangat Aman
 - ☐ Beresiko sedang
 - ☐ Sangat Beresiko
 - ☐ Aman
 - ☐ Beresiko
- Bagaimana hasil data pengukuran Track Circuit Reader yang otomatis tercatat ke data base ?
 - ☐ Tidak Praktis
 - ☐ Praktis
 - ☐ biasa

Gambar 8. Survey Kepuasan Pengguna

V. KESIMPULAN

Untuk mendapatkan efisiensi kerja, ketepatan pengukuran hingga tingkat kesalahan sebesar 0.0067 % dan meningkatkan keselamatan dalam proses pengukuran perlu dikembangkan teknologi alat ukur digital guna meningkatkan efisiensi, ketepatan dan keselamatan. Alat ukur ketinggian Coil Track Circuit Reader dapat mengukur dengan lebih akurat

ditunjukkan dengan data tingkat kesalahan dengan metode manual sebesar 1.132 % menjadi 0.0067 % dengan menggunakan alat ukur ketinggian, perekaman data hasil pengukuran tercatat serta penggunaan yang relative lebih aman dari pada pengukuran manual , dengan demikian tercapainya ketinggian Coil Track Circuit Reader sesuai dengan standar tentu akan mengurangi gangguan yang akan timbul akibat ketinggian Coil Track Circuit Reader yang tidak sesuai standar serta memudahkan perekaman data pengukuran serta meningkatkan keselamatan pekerja.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Universitas Global Jakarta dan PT Kereta Cepat Indonesia China Departemen Fix Asset Unit On-Board atas dukungannya dan kesempatan untuk dapat melakukan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] D. Maryani and Z. Abidin, "Jakarta-Bandung High-Speed Train Infrastructure Development Incollaborative Governance," *J. Ilm. Adm. Pemerintah. Drh.*, vol. 14, no. 1, pp. 162–179, 2021.
- [2] W. Riyanta, "Precautions For Jakarta-Bandung High-Speed Rail Infrastructure Project Cooperation: Construction At Night And In Storm," *JUTEKS J. Tek. Sipil*, vol. 8, no. 1, p. 39, 2023, doi: 10.32511/juteks.v8i1.967.
- [3] B. P. P. Nasional, "A Decade Journey," 2024.
- [4] KCIC, *Peraturan Nomor 9 Direksi PT Kereta Cepat Indonesia China*. 2023.
- [5] KCIC, *Peraturan Nomor 13 Direksi PT Kereta Cepat Indonesia China*. 2023.
- [6] T. Arifianto, D. B. Setyawan, and S. Sunaryo, "Penggunaan RFID (Radio Frequency Identification) CT-1809 Untuk Prototype Pendeteksi Sarana Berbasis Arduino Uno," *J. Telecommun. Electron. Control Eng.*, vol. 3, no. 2, pp. 71–80, 2021, doi: 10.20895/jtece.v3i2.328.
- [7] A. A. D. Prabawa, "Otomasi Alat Ukur dan Pencatat Otomatis Tinggi dan Berat Bayi Berbasis Arduino Uno," 2018, [Online]. Available: <http://sir.stikom.edu/id/eprint/2960/>
- [8] A. Amdani, "Rancang Bangun Alat Ukur Tinggi Gelombang Air Laut Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno," *Systematics*, vol. 1, no. 2, p. 130, 2019, doi: 10.35706/sys.v1i2.2982.
- [9] S. Sharma, S. L. Thakur, S. K. Joshi, and S. S. Kulkarni, "Measurement of gingival thickness using digital vernier caliper and ultrasonographic method: a comparative study," *J. Investig. Clin. Dent.*, vol. 5, no. 2, pp. 138–143, 2014, doi: 10.1111/jicd.12026.
- [10] A. P. Ion *et al.*, "Superior Measurement Accuracy of Digital Thickness Gauge Versus Digital Vernier Caliper in Determining Venous Tissue Thickness," *Cureus*, vol. 16, no. 9, 2024, doi: 10.7759/cureus.68442.
- [11] Z. Lewandowski, E. Dychała, A. Pisula-Lewandowska, and D. P. Danel, "Comparison of Skinfold Thickness Measured by Caliper and Ultrasound Scanner in Normative Weight Women," *Int. J. Environ. Res. Public Health*, vol. 19, no. 23, 2022, doi: 10.3390/ijerph192316230.