

IMPLEMENTASI APLIKASI SURFACE ROUGHNESS TESTER ATAU ALAT UKUR KEKASARAN PERMUKAAN JALAN MENGUNAKAN C# DAN ARDUINO

Agung Rachmat Raharja¹, Riyanto Setiyono², Ifani Hariyanti³

¹Program Studi Teknik Informatika, Universitas Bandung

²Program Studi Teknik Elektro, Langlang Buana

³Program Studi Sistem Informasi, Universitas ARS

E-mail:

¹agungmat@bandunguniversity.ac.id,

²Riyanto.setiyono@unla.ac.id,

³Ifani@ars.ac.id

ABSTRAK

Jalan merupakan salah satu akses untuk saling menghubungkan satu daerah dengan daerah lain, kerusakan pada jalan disebabkan oleh beban muatan pada jalan terlalu berlebihan, hal ini mengakibatkan kurang baiknya jalan untuk menghubungkan satu daerah dengan daerah lainnya. Alat uji kekasaran jalan pada umumnya memang menggunakan perangkat keras yang biasanya digunakan, namun untuk pencatatan hasilnya masih menggunakan manual dan tidak bisa disimpan dalam jangka waktu lama.

Dengan adanya aplikasi ini kekasaran jalan pada suatu daerah dapat dilakukan kapan saja dan dimana saja, selain itu aplikasi ini menggunakan komputer yang terhubung dengan perangkat keras dan ini memudahkan untuk penyimpanan data dan mengeluarkan data pada sebelumnya. Dengan menggunakan GPS dapat memudahkan untuk mengetahui di daerah mana saja yang terdapat jalan yang rusak.

Kata kunci : Kekasaran Permukaan, Permukaan Jalan, C#, Arduino

1. PENDAHULUAN

Jalan raya merupakan jalan utama yang menghubungkan suatu wilayah dengan wilayah lainnya. Jalan raya yang baik mempunyai aspal dan dapat dilalui dalam dua arah berlawanan. Di Indonesia sendiri, pembangunan jalan raya tidak lepas dari pengaruh kolonial Belanda. Jalan raya juga dimaksudkan untuk merangsang perekonomian dengan mengangkut barang-barang komersial dari satu tempat ke tempat lain. Hal ini menjadi bagian penting dari pemerintah untuk selalu melakukan perbaikan jalan ketika rusak.

Menurut [1] jalan merupakan sarana umum untuk menunjang transportasi dan digunakan sehari-hari dalam kehidupan manusia. Pentingnya penggunaan jalan mengakibatkan sering terjadinya distorsi atau kerusakan. Kerusakan jalan biasa disebabkan oleh drainase yang tidak berjalan, kelebihan beban tonase yang berjalan, mutu aspal yang kurang baik, kondisi tanah yang kurang baik dan tidak dilakukannya perawatan jalan dengan berkala.

Kecepatan penanganan diperlukan karena seringkali upaya perbaikan kerusakan dapat mengganggu lalu lintas disekitar dalam waktu yang lama. Selain itu untuk mengetahui jenis kerusakan jalan dan teknik perbaikan yang akan digunakan, instansi terkait harus

melakukan koordinasi terlebih dahulu sehingga seringkali upaya penanganan pemeliharaan jaringan jalan nasional membutuhkan waktu yang cukup lama [2].

Untuk mengatasi permasalahan pada kerusakan jalan tersebut, maka pada penelitian ini dibuatlah sebuah *software* dan *hardware* yang dapat mengetahui bagaimana kekasaran atau kerusakan pada jalan.

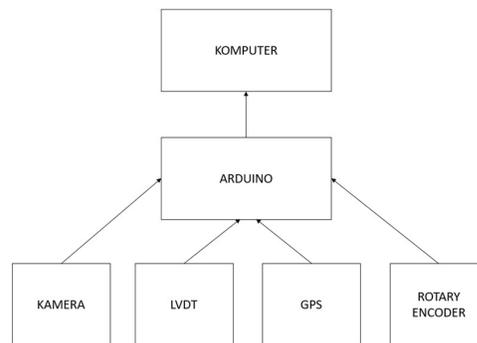
2. METODE PENELITIAN

Perancangan dan pembuatan alat diklasifikasikan menjadi dua tahap yaitu tahap pertama perancangan dan pembuatan perangkat keras dan tahap kedua perancangan dan pembuatan perangkat lunak. Perancangan dan pembuatan perangkat keras meliputi diagram blok rangkaian dan perancangan rangkaian alat, sedangkan perancangan dan pembuatan perangkat lunak meliputi diagram alir utama sistem.

2.1 Perancangan dan Pembuatan Perangkat Keras (*Hardware*)

2.1.1. Diagram Blok Sistem

Diagram blok sistem merupakan diagram alir utama sistem yang menggambarkan skema atau susunan dari perancangan dan pembuatan alat secara keseluruhan. Adapun diagram blok sistem alat ini adalah sebagai berikut pada Gambar 1.



Gambar 1. Blok Diagram

2.1.2 Arduino

Arduino dikatakan sebagai sebuah platform dari physical computing yang bersifat open source. Pertama-tama perlu dipahami bahwa kata “platform” disini adalah sebuah pilihan kata yang tepat. Arduino tidak hanya sekedar sebuah alat pengembangan, tetapi ia adalah kombinasi dari hardware, bahasa pemrograman dan Integrated Development Environment (IDE) yang canggih [3]. Penggunaan arduino adalah untuk memproses, mengolah data memproses dan menampilkan pada komputer.



Gambar 2. Arduino

2.1.3. Kamera

Kamera adalah sebuah alat yang memiliki fungsi utama untuk mengambil foto. Saat ini perkembangan teknologi kamera sudah sangat pesat, dengan fungsi yang semakin beragam tidak terbatas untuk mengambil sebuah foto saja [4]. Kamera digunakan untuk mengambil foto dengan video, penggunaan foto adalah untuk gambar pada tempat yang akan di lakukan uji coba, sedangkan video digunakan untuk mengambil merekam tempat yang akan di lakukan uji coba.



Gambar 3. Kamera

2.1.4. Rotary Encoder

Rotary encoder adalah *divais* elektromekanik yang dapat memonitor gerakan dan posisi. *Rotary encoder* umumnya menggunakan sensor optik untuk menghasilkan serial pulsa yang dapat diartikan menjadi gerakan, posisi, dan arah [5]. Menurut [6] Rotary encoder adalah perangkat elektromekanik yang dapat mengubah posisi angular menjadi output sinyal *digital* atau *analog*. Pada umumnya *rotary encoder* menggunakan sensor optik untuk menghasilkan serial pulsa yang dapat dibaca sebagai posisi, gerakan, dan arah Output dari *rotary encoder* adalah frekuensi dari dua buah gelombang yang dinamakan gelombang A dan gelombang B, dan satu buah gelombang referensi yang dinamakan Z. Penggunaan *Rotary Encoder* adalah untuk memonitor gerakan yang akan di pasang pada kendaraan



Gambar 4. Rotary Encoder

2.1.5. LVDT (Linear Variable Differential Transformer)

Sensor LVDT adalah sensor linear yang berfungsi sebagai transducer elektromagnetik yang bisa mengkonversi gerak lurus pada suatu material menjadi sinyal listrik. Sensor LVDT juga berfungsi untuk mengukur gerakan kecil mulai dari beberapa inci sampai seperjuta inci. Pada dasarnya, sensor LVDT terdiri dari dua buah kumparan sekunder, satu kumparan primer, dan inti bahan feromagnetik. [7]. LVDT ini nantinya akan dipasang pada suspensi kendaraan, sehingga bisa mengetahui kekasaran pada jalan yang akan di lalui oleh kendaraan.



Gambar 5. LVDT

2.1.6. GPS (*Global Positioning System*)

GPS (*Global Positioning System*) adalah sebuah alat atau sistem yang dapat memberikan sebuah informasi mengenai tata letak atau keberadaan seseorang yang ada di permukaan bumi [8], selain itu menurut [9] *Global Position System* (GPS) adalah sistem navigasi yang dapat memberikan informasi dari suatu alat yang berhubungan dengannya dari satelit. Alat yang berhubungan tersebut dinamakan GPS *receiver*. Informasi yang diperoleh antara lain berupa posisi lintang (*latitude*) dan posisi bujur (*longitude*). Penggunaan GPS adalah untuk mengetahui dimana posisi yang akan dilakukan untuk melakukan uji kekasaran pada tanah.

2.2. Perangkat Lunak

Dalam pembuatan sistem *surface roughness* menggunakan metode agile. Menurut [10] metode Agile adalah metodologi pengembangan perangkat lunak yang didasarkan pada prinsip-prinsip yang sama atau pengembangan sistem jangka pendek yang memerlukan adaptasi cepat dari pengembang terhadap perubahan dalam bentuk apapun. Langkah-langkah yang digunakan dalam metode agile yaitu perencanaan, implementasi, pengujian (*test*), dokumentasi, *deployment* dan pemeliharaan.

2.2.1. Perencanaan Sistem

Perencanaan sistem *surface roughness* adalah tahap awal dalam pembuatan sistem yang memerlukan sejumlah proses atau tahapan. Analisis sistem dan spesifikasi kebutuhan sistem adalah tahap-tahap tersebut. Pada tahap analisis sistem ini, layanan *surface roughness* yang dapat disesuaikan dengan kebutuhan pelanggan akan dirancang. Ini akan mencakup *surface roughness* dengan grafik dan *data logger*.

2.2.2. Implementasi

Setelah menyelesaikan analisis sistem dan menentukan kebutuhan perangkat lunak, langkah selanjutnya adalah menerapkan *deployment* dan *provisioning* sistem. Ini termasuk menyiapkan menu utama dan mengkonfigurasi perangkat keras dan perangkat lunak yang diperlukan untuk memasukkan komunikasi antara perangkat lunak dan perangkat keras ke dalam data. Sebelum memulai proses *deployment* dan konfigurasi sistem, diperlukan persiapan komputer. Sebelum memulai proses *deployment* dan konfigurasi sistem, diperlukan persiapan komputer *Microsoft Visual Studio*. Setelah itu, instalasi C# dan pemasangan perangkat keras.

2.2.3. Pengujian

Pengujian ini dilakukan pada perangkat lunak, apakah perangkat lunak dapat terhubung ke dalam perangkat keras dan perangkat lunak dapat memerintahkan apa yang ada di tampilan dengan kepada perangkat keras. Pada tahap pengujian ini semuanya dilakukan dengan detail, mulai dari kamera, *rotary encoder*, LVDT, serta GPS. Pada perangkat lunak akan pengujian akan dilakukan pada grafik dan *data logger*.

2.2.4. Tahap Dokumentasi

Pendokumentasian perangkat dilakukan dengan mengumpulkan dan mencatat setiap langkah dalam membangun sistem *surface roughness*. Hasil pengumpulan ini disusun dalam sebuah modul yang menjelaskan proses pembuatan dan penggunaan sistem.

2.2.5. Tahap Pemeliharaan

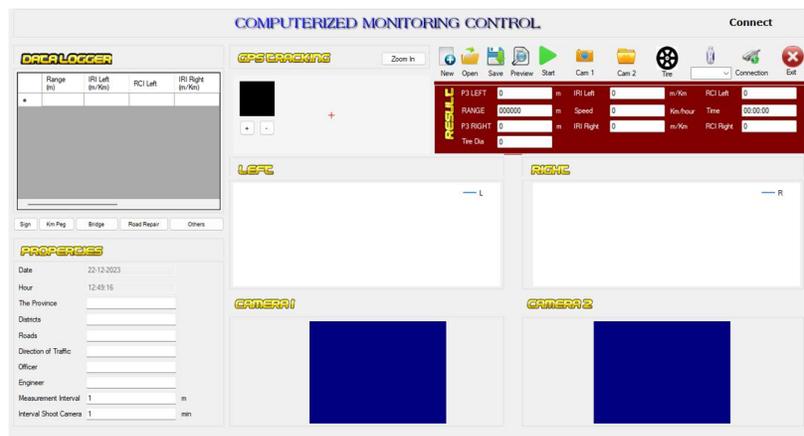
Tujuan dari tahap pemeliharaan adalah untuk memastikan bahwa sistem dan peralatan dalam kondisi terbaik. Mungkin saja, saat dijalankan, masih ada kesalahan kecil yang tidak ditemukan sebelumnya, atau fitur yang lain ditambahkan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Desain Sistem Perangkat Lunak

Setelah tahap analisis selesai, perangkat keras dan perangkat lunak yang diperlukan dibuat. Tahap berikutnya adalah desain sistem untuk membatasi fungsi dan peran sistem *surface roughness*. Desain tampilan sistem dan desain perangkat keras diperlukan untuk menjelaskan fungsi dan peran sistem.

3.2. Tampilan Antar Muka Perangkat Lunak



Gambar 6. Tampilan antar muka

Pada Gambar 6 dapat dilihat bahwa aplikasi ini mempunyai dua kamera yang akan di pasang pada bagian kanan dan pada bagian kiri kendaraan, fungsi untuk kamera adalah untuk mengambil gambar dan mengambil video, gambar atau video tersebut akan di simpan kedalam komputer. selain itu terdapat sebuah *left* dan *right*, dimana kedua hal tersebut adalah indikator dari IRI (*international roughness indicator*) dan di pasang pada suspensi kendaraan pada bagian kanan dan kiri dan di pasang LVDT, sehingga dapat mengetahui kekasaran pada jalan yang akan dilalui.

3.3. Perangkat Keras

Pada Gambar 7 dijelaskan bahwa implementasi perangkat keras menggunakan arduino yang sudah dirangkai dengan komponen yang lain dan sudah di *packaging* ke dalam sebuah *box* sehingga pengguna dapat menggunakan perangkat tersebut dengan mudah.



Gambar 7. Perangkat Keras

3.4. Output

3.4.1. Data Logger

Data logger adalah pencatatan dari awal tes hingga akhir tes yang dilakukan oleh aplikasi yang dijalankan. hasil dari data logger berupa aplikasi Excel.

| Range (m) | IRI Left (m/Km) | RCI Left | IRI Right (m/Km) | RCI Right | Remark | P3 Left (m) | P3 Right (m) | Remark IRI Left | Remark RCI Left | Remark IRI Right | Remark RCI Right |
|-----------|-----------------|----------|------------------|-----------|--------|-------------|--------------|-----------------|-----------------|------------------|------------------|
| 15 | 0.533 | 9.77 | 0.533 | 9.77 | | 0.008 | -0.008 | Good | Very flat | Good | Very flat |
| 30 | 0.94 | 9.546 | 0.94 | 9.546 | | 0.0202 | -0.0202 | Good | Very flat | Good | Very flat |
| 45 | 1.371 | 9.29 | 1.371 | 9.29 | | 0.0335 | -0.0335 | Good | Very flat | Good | Very flat |
| 60 | 1.237 | 9.371 | 1.237 | 9.371 | | 0.0125 | -0.0125 | Good | Very flat | Good | Very flat |
| 75 | 0.989 | 9.518 | 0.989 | 9.518 | | 0 | 0 | Good | Very flat | Good | Very flat |
| 90 | 0.932 | 9.551 | 0.932 | 9.551 | | -0.0097 | 0.0097 | Good | Very flat | Good | Very flat |
| 105 | 0.981 | 9.522 | 0.981 | 9.522 | | -0.0191 | 0.0191 | Good | Very flat | Good | Very flat |
| 120 | 1.158 | 9.418 | 1.158 | 9.418 | | -0.0359 | 0.0359 | Good | Very flat | Good | Very flat |
| 135 | 1.182 | 9.404 | 1.182 | 9.404 | | -0.0207 | 0.0207 | Good | Very flat | Good | Very flat |
| 150 | 1.099 | 9.453 | 1.099 | 9.453 | | -0.0053 | 0.0053 | Good | Very flat | Good | Very flat |
| 165 | 1.048 | 9.483 | 1.048 | 9.483 | | 0.008 | -0.008 | Good | Very flat | Good | Very flat |
| 180 | 1.073 | 9.469 | 1.073 | 9.469 | | 0.0202 | -0.0202 | Good | Very flat | Good | Very flat |
| 195 | 1.162 | 9.416 | 1.162 | 9.416 | | 0.0335 | -0.0335 | Good | Very flat | Good | Very flat |
| 210 | 1.139 | 9.43 | 1.139 | 9.43 | | 0.0125 | -0.0125 | Good | Very flat | Good | Very flat |
| 225 | 1.063 | 9.475 | 1.063 | 9.475 | | 0 | 0 | Good | Very flat | Good | Very flat |
| 240 | 1.037 | 9.49 | 1.037 | 9.49 | | -0.0097 | 0.0097 | Good | Very flat | Good | Very flat |
| 255 | 1.051 | 9.482 | 1.051 | 9.482 | | -0.0191 | 0.0191 | Good | Very flat | Good | Very flat |
| 270 | 1.125 | 9.438 | 1.125 | 9.438 | | -0.0359 | 0.0359 | Good | Very flat | Good | Very flat |
| 285 | 1.139 | 9.43 | 1.139 | 9.43 | | -0.0207 | 0.0207 | Good | Very flat | Good | Very flat |
| 300 | 1.099 | 9.453 | 1.099 | 9.453 | | -0.0053 | 0.0053 | Good | Very flat | Good | Very flat |
| 315 | 1.072 | 9.469 | 1.072 | 9.469 | | 0.008 | -0.008 | Good | Very flat | Good | Very flat |
| 330 | 1.085 | 9.462 | 1.085 | 9.462 | | 0.0202 | -0.0202 | Good | Very flat | Good | Very flat |
| 345 | 1.135 | 9.432 | 1.135 | 9.432 | | 0.0335 | -0.0335 | Good | Very flat | Good | Very flat |
| 360 | 1.122 | 9.44 | 1.122 | 9.44 | | 0.0125 | -0.0125 | Good | Very flat | Good | Very flat |
| 375 | 1.077 | 9.466 | 1.077 | 9.466 | | 0 | 0 | Good | Very flat | Good | Very flat |
| 390 | 1.061 | 9.476 | 1.061 | 9.476 | | -0.0097 | 0.0097 | Good | Very flat | Good | Very flat |
| 405 | 1.069 | 9.471 | 1.069 | 9.471 | | -0.0191 | 0.0191 | Good | Very flat | Good | Very flat |
| 420 | 1.116 | 9.443 | 1.116 | 9.443 | | -0.0359 | 0.0359 | Good | Very flat | Good | Very flat |
| 435 | 1.125 | 9.438 | 1.125 | 9.438 | | -0.0207 | 0.0207 | Good | Very flat | Good | Very flat |
| 450 | 1.099 | 9.453 | 1.099 | 9.453 | | -0.0053 | 0.0053 | Good | Very flat | Good | Very flat |
| 465 | 1.081 | 9.464 | 1.081 | 9.464 | | 0.008 | -0.008 | Good | Very flat | Good | Very flat |
| 480 | 1.089 | 9.459 | 1.089 | 9.459 | | 0.0202 | -0.0202 | Good | Very flat | Good | Very flat |
| 495 | 1.124 | 9.439 | 1.124 | 9.439 | | 0.0335 | -0.0335 | Good | Very flat | Good | Very flat |

Gambar 8. Tampilan Data Logger

Penjelasan pada Gambar 8 adalah tampilan hasil dari *data logger* yang sudah berjalan dari awal uji sampai dengan akhir uji.

3.4.2. Excel

Aplikasi ini ketika menekan tombol simpan akan menyimpan file Excel, hasil ini dapat dilihat dan dibuka dan dilaporkan kepada pihak terkait.



Gambar 9. Tampilan Excel

Penjelasan pada Gambar 9 adalah tampilan hasil dari tampilan excel yang sudah berjalan dari awal uji sampai dengan akhir uji. Terdapat hasil berupa uji graph pada bagian kanan dan hasil uji graph bagian kiri.

3.4.3. Gambar

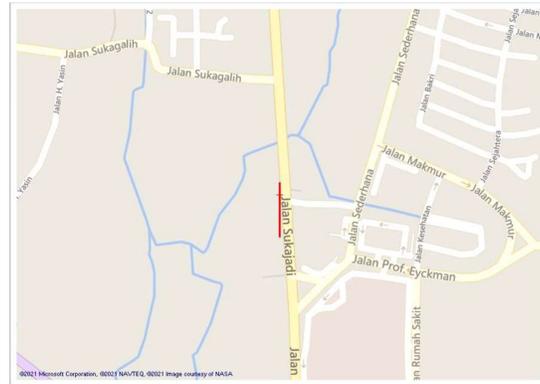
Pada aplikasi ini terdapat hasil gambar yang disimpan setiap dua detik sekali ataupun lewat pengaturan yang akan digunakan dalam pengambilan gambar. Gambar ini akan disimpan ke dalam komputer bersama folder yang lain.

3.4.4. Video

Selain gambar aplikasi ini dapat merekan video pada saat uji akan dilakukan pada jalan yang akan dilakukan uji coba *surface roughness*. Video ini akan berjalan ketika pengguna menjalankan tombol start dan ketika tombol start ditekan, maka video akan berjalan sampai dengan pengguna menekan tombol selesai.

3.4.5. GPS

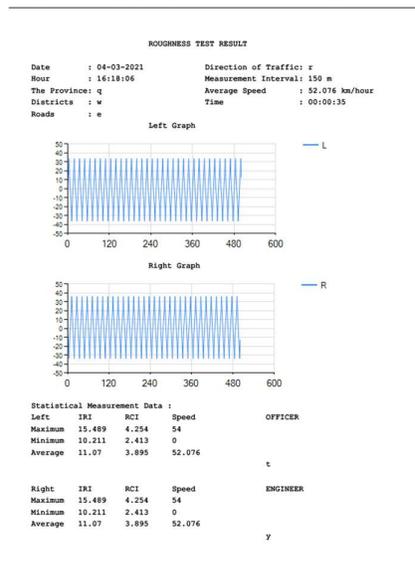
Pada Gambar 10 di jelaskan bahwa hasil dari menjalankan aplikasi ini salah satunya adalah menghasilkan output GPS, dimana fungsinya adalah dapat melihat darimana uji coba dilakukan dan sampai berakhirnya uji coba ini dilakukan.



Gambar 10. Tampilan Hasil GPS

3.4.6. PDF

Output terakhir yang dihasilkan ada file pdf dari awal pengujian sampai dengan akhir pengujian.



Gambar 11. Tampilan PDF

Pada Gambar 11 dijelaskan bahwa hasil dari aplikasi dapat berupa pdf yang merupakan hasil dari awal uji sampai dengan akhir uji.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pemaparan pada bagian sebelumnya, maka dapat disimpulkan bahwa adanya aplikasi ini memudahkan penghitungan kekasaran pada jalan yang akan dilakukan uji. Selain itu hasil yang didapatkan adalah berupa gambar dan video yang dilakukan uji coba. Untuk perhitungan, hasil dari aplikasi yang di jalankan adalah berupa file PDF atau file Excel, sehingga dapat dilihat dan disampaikan kepada pihak yang lebih berwenang dan hasil dari perhitungan kekasaran jalan ini dapat dijadikan referensi apakah jalan pada daerah tersebut kasar atau tidak. Hasil dari informasi tersebut menjadi masukan bagi pemerintah daerah atau pusat untuk mengetahui apakah jalan yang dilakukan uji tersebut baik atau jelek pada kekasaran permukaan jalan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] L. Drajana dan M. Rivai, “Sistem Pendeteksi Tingkat Kekasaran Permukaan Jalan Menggunakan LIDAR dan Arduino Due,” *J. Tek. ITS*, vol. 8, no. 1, hal. 8–11, 2019, doi: 10.12962/j23373539.v8i1.42463.
- [2] A. Wahyudi Oktavia Gama, D. Ayu Putu Adhiya Garini Putri, dan G. Humaswara Prathama, “Sistem Pakar Untuk Mendeteksi Jenis Kerusakan Jalan: Studi Kasus pada Perkerasan Lentur Expert System for Road Damage Detection: Case Study on Flexible Pavement,” *Agustus*, vol. 21, no. 3, hal. 554–564, 2022.
- [3] D. Feri, “Pengenalan Arduino. E-Book,” *Tokobuku.com*, hal. 1–24, 2011.
- [4] Nurhayat Komala Sari ; Yulius Palumpun, “SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN PEMILIHAN KAMERA MENGGUNAKAN METODE SIMPLE MULTI ATTRIBUTE RATING TECHNIQUE (SMART) BERBASIS WEB (Studi Kasus: Toko Hunting Jayapura),” *J. Teknol. Inf.*, vol. 9, no. 1, hal. 1–10, 2021.
- [5] M. Yusuf dan L. Hartawan, “Penerapan Sistem Kontrol Berbasis Arduino Pada Manual Gate Valve ½ Inchi,” vol. X, no. X, hal. 1–9, 2022.
- [6] M. I. S. Anwar, M. A. Murti, dan H. Mukhtar, “Perancangan Sistem Pendeteksi Tanah Longsor Menggunakan Sensor Rotary Encoder Berbasis Iot,” *eProceedings ...*, vol. 7, no. 1, hal. 170–177, 2020, [Daring]. Tersedia pada: <https://openlibrarypublications.telkomuniversity.ac.id/index.php/engineering/article/view/11768%0Ahttps://openlibrarypublications.telkomuniversity.ac.id/index.php/engineering/article/download/11768/11633>.
- [7] Mahardika yoga darmawan, “Perancangan Alat Ukur Pergeseran Tanah Skala Laboratorium,” *Electrician*, vol. 15, no. 2, hal. 83–88, 2021, doi: 10.23960/elc.v15n2.2168.
- [8] H. N. Syaddad, “Perancangan Sistem Keamanan Sepeda Motor Menggunakan Gps Tracker Berbasis Mikrokontroler Pada Kendaraan Bermotor,” *Media J. Inform.*, vol. 11, no. 2, hal. 26, 2020, doi: 10.35194/mji.v11i2.1035.
- [9] I. G. M. N. Desnanjaya, I. M. A. Nugraha, dan S. Hadi, “Sistem Pendeteksi Keberadaan Nelayan Menggunakan GPS Berbasis Arduino,” *J. Sumberd. Akuatik Indopasifik*, vol. 5, no. 2, hal. 157–168, 2021, [Daring]. Tersedia pada: <https://ejournalfpikunipa.ac.id/index.php/JSAI/article/view/143>.
- [10] M. A. Muslim dan N. A. Retno, “Implementasi Cloud Computing Menggunakan Metode Pengembangan Sistem Agile,” *Sci. J. Informatics*, vol. 1, no. 1, hal. 29–37, 2015, doi: 10.15294/sji.v1i1.3639.