

Alat Pengukur Ketinggian Air Pada Landasan Pacu Pesawat dengan Metode Image Processing

Ivan Finiel Hotmartua Bagariang^{1*}, Hendrick², Ifni Joi³

¹²³ Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Padang, Jl. Limau Manih Padang, 25164, Indonesia

*Corresponding Author : finielb2@gmail.com

Abstrak— Kecelakaan di transportasi udara disebabkan oleh beberapa factor, salah satunya disebabkan oleh hujan lebat atau curah hujan yang terlalu tinggi. Tingginya curah hujan mengakibatkan landasan pacu menjadi licin dan basah. Jika tetap dilakukan pendaratan seperti kondisi yang disebutkan sebelumnya, maka ini akan mengakibatkan *hydroplaning* pada pesawat. *Hydroplaning* merupakan peristiwa tergelincirnya pesawat diakibatkan oleh genangan air dilandasan pacu. Tinggi genangan air maksimal yang diizinkan untuk tetap melakukan pendaratan adalah 3 mm. Untuk mencegah terjadinya *hydroplaning*, saat ini dilakukan pengukuran secara konvensional dengan mengukur langsung ketinggian air saat hujan oleh petugas bandara. Petugas bandara memiliki resiko besar untuk tersambar petir saat melakukan pengukuran ini. Hal ini disebabkan belum ada suatu alat ukur secara *realtime* untuk memantau tinggi air di landasan pacu. Berdasarkan masalah yang ditemui diatas, maka penulis mengajukan alat yang berfungsi untuk mengukur ketinggian air secara presisi. Untuk mendapatkan pengukuran yang presisi, maka ketinggian air di ukur menggunakan 2 jenis sensor yaitu sensor optik dan kamera. Sensor optik dirancang khusus mekaniknya sesuai dengan kebutuhan yang terdiri dari satuan milimeter. Penggunaan kamera difungsikan untuk membaca pelampung internal yang akan berubah jaraknya terhadap kamera saat terdapat air didalam mekanik alat. Alat didukung oleh miniPC raspberry Pi 3 sebagai kendali utama alat. Selain itu alat dilengkapi dengan komunikasi wireless sehingga dapat dimonitoring dimana saja selama terkoneksi ke jaringan internet. Untuk memonitor dan mengendalikan alat dapat dilakukan dengan menggunakan software VNC Viewer. Hasil pengukuran menggunakan sensor optical liquid water level didapatkan kesalahan relatif 0% disetiap pengukuran, yaitu saat 1 mm, 2 mm dan 3 mm. Untuk pengukuran menggunakan metode image processing memiliki rata-rata kesalahan relatif 2,3% saat ketinggian 1 mm, 6,9% saat ketinggian 2 mm, 3,3% saat ketinggian 3 mm, 0,9% saat ketinggian 4 mm dan 0,24% saat ketinggian 5 mm

Kata kunci: Raspberry Pi 3 B+, Image processing, Optical Liquid Sensor, VNC.

Abstract— An aircraft accident are caused by several factors, one of which is weather. Heavy rainfall causes the runway to become slippery and wet. This will cause hydroplaning events on the plane. Hydroplaning is the event of a plane slipping due to puddles of water. The maximum height of puddles on the runway is 3 mm. To prevent accidents due to hydroplaning, a measuring instrument is needed that can monitor the water level in millimeters and has a long size range and is calibrated on the runway. This water level gauge is made using a Raspberry Pi 3 B+ microcontroller. The stages in making this tool include hardware design and software design. Measurements were made through the image processing method with a Raspberry Pi camera and an optical liquid water sensor. The results of the measurements are displayed on the monitor screen with the VNC Viewer software. The measurement results using an optical liquid water level sensor are accurate with a relative error of 0% in each measurement, namely at 1 mm, 2 mm and 3 mm. Measurements using the image processing method have an average relative error of 2.3% at a height of 1 mm, 6.9% at a height of 2 mm, 3.3% at a height of 3 mm, 0.9% at a height of 4 mm and 0.24% when the height is 5 mm.

Keywords: Raspberry Pi 3 B+, Image processing, Optical Liquid Sensor, VNC.

© 2022 Elektron Jurnal Ilmiah

I. PENDAHULUAN

Dalam dunia penerbangan, banyak terjadi peristiwa kecelakaan pesawat dimana beberapa penyebabnya adalah faktor cuaca, kegagalan sistem komponen, kerusakan mesin, sabotase dan human error. Dalam kondisi cuaca dengan curah hujan yang tinggi dapat berakibat pada landasan pacu (*runway*) yang menjadi licin dan basah. Hal ini berpotensi tinggi menjadi salah satu penyebab terjadinya kecelakaan pesawat pada saat mendarat. Landasan pacu pesawat yang tergenang air pada saat hari hujan menyebabkan peristiwa *hydroplaning*. *Hydroplaning* merupakan kondisi dimana saat pesawat melakukan pendaratan maupun

lepas landas, roda pesawat terbang mengambang di permukaan air yang mengakibatkan sistem pengereman pesawat mengalami masalah dan tidak berfungsi dengan baik [1]. Dalam kasus ini mengakibatkan pesawat tergelincir dan menjadi tidak terkendali sehingga keluar dari landasan pacu.

Data Komite Nasional Keselamatan Transportasi (KNKT) tahun 2016 menyatakan penyebab kecelakaan pesawat terbanyak adalah *hydroplaning* dengan persentase 40,09% dari 212 kecelakaan [2]. Dari banyaknya kasus akibat *hydroplaning*, maka dibutuhkan sebuah alat ukur yang mampu memberi informasi secara langsung kepada petugas bandara

Received 08 November 2021; Revised 11 Februari 2022; Accepted 13 Februari 2022

mengenai kondisi ketinggian genangan air pada landasan pacu.

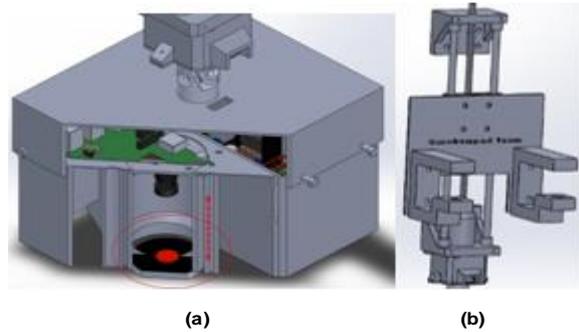
Sesuai aturan dari Direktorat Bandara, Ditjen Perhubungan Udara NO. KP 212 tahun 2017, syarat dan ketentuan runway bisa melayani pendaratan dan penerbangan pesawat adalah genangan air dipermukaan landasan maksimum 3 mm [3][4]. Saat ini untuk melakukan memonitoring ketinggian air pada landasan pacu, para petugas bandara masih menggunakan cara konvensional dalam mengukur ketinggian genangan air dengan alat ukur mistar. Petugas bandara yang berwenang akan terjun langsung untuk memonitoring ketinggian air pada landasan pacu pada saat kondisi turun hujan. Tentu cara pengukuran ini kurang akurat dan efektif, serta tidak aman untuk petugas bandara karena sangat beresiko terkena sambaran petir.

Berdasarkan beberapa masalah yang ditemui diatas, maka penulis mengajukan untuk membuat sebuah alat yang mampu untuk mengukur ketinggian air di landasan pacu. Alat ukur yang diciptakan memiliki beberapa kelebihan seperti; bersifat portable, memiliki tingkat keakurasian yang tinggi, dan mudah untuk digunakan. Alat pengukur ketinggian air merupakan perangkat yang lebih portabel, memiliki akurasi yang tinggi serta lebih mudah untuk digunakan. Untuk memudahkan pengukuran dilapangan saat terjadi hujan lebat, alat dipasangkan disisi kiri atau kanan mobil operasional bandara, bagian footstep. Dengan menggunakan sensor pengukur ketinggian air yang dipasangkan pada mobil petugas bandara, maka secara langsung dapat mengukur ketinggian air dari dalam mobil. Selain itu, alat ini akan terkoneksi ke jaringan internet yang ada disekitarnya, sehingga dapat dimonitoring dari mana saja untuk melakukan pengukuran. Dengan penggunaan dual metode yang digunakan, pengukuran ketinggian air dapat dibandingkan untuk memastikan tidak terjadi kesalahan pengukuran ketinggian air.

II. METODE

A. Perancangan Mekanik

Tahap perancangan mekanik terdiri dari dua bagian yaitu perancangan box sensor dan box kontrol alat. Box pada alat dicetak menggunakan 3D printer. Gambar 1 merupakan box sensor secara keseluruhan yang sudah dipasangkan dengan modul sensor *optical liquid water level*, Raspberry pi dan kamera Raspberry pi [5][6]. Box sensor juga berfungsi sebagai tempat peletakan objek berwarna merah untuk mendeteksi ketinggian air



Gambar 1. Box Sensor

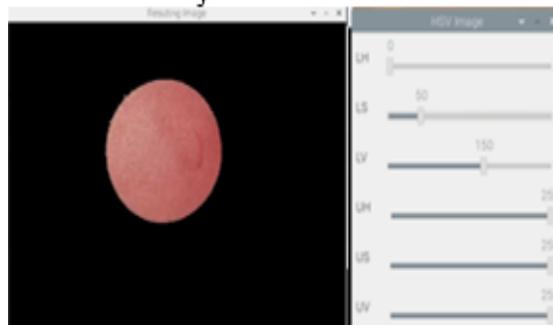
Berdasarkan Gambar 1(a), objek berwarna merah merupakan pelampung yang memiliki prinsip kerja yaitu saat sensor masuk kedalam air, maka air akan mengangkat pelampung keatas sehingga ketinggian dari pelampung akan dibaca oleh kamera raspberry pi. Objek berwarna merah memiliki ukuran diameter 2,5 cm. Gambar 1(b) merupakan kontrol box pada alat pengukuran ketinggian air. Fungsi dari box ini adalah untuk menaikkan dan menurunkan alat pengukur ketinggian air. Box kontrol alat dipasang pada *footstep* kendaraan petugas bandara yang dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Pemasangan Alat pada footstep

B. Pendeteksian Objek Berwarna Merah

Pendeteksian objek berwarna merah secara real-time menggunakan Bahasa pemrograman python. *Library* yang digunakan untuk pemrosesan gambar menggunakan OpenCV dan Numpy [7][8]. Parameter yang dibutuhkan untuk mendeteksi objek berwarna merah didapatkan dari konversi nilai warna RGB ke HSV. Gambar 3 merupakan nilai threshold dari warna HSV yang digunakan untuk mendeteksi objek hanya berwarna merah saja.



Gambar 3. Threshold HSV

Nilai threshold dari HSV terdiri dari Hue, Saturation dan Value. Nilai HSV berfungsi untuk mendapatkan nilai biner dari warna objek. Untuk mendapatkan nilai HSV yang baik, diperlukan pencahayaan pada objek secara konstan yang berfungsi agar nilai HSV tidak berubah saat intensitas cahaya berubah. Semakin kontras perbedaan warna pada objek dengan background maka akan menghasilkan nilai HSV yang baik.

C. Kalibrasi

Pada proses kalibrasi dilakukan pengambilan data untuk nilai area kontur. Pengambilan data area kontur dilakukan pada ketinggian air 1 mm sampai dengan 5 mm. Untuk mendapatkan nilai dari ketinggian air digunakan metode perhitungan polinomial regresi [11] dengan persamaan rumus sebagai berikut :

$$y = a + bx + cx^2$$

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Pengukuran Ketinggian Air Dengan Metode Image Processing Dan Optical Liquid Water Level

Saat Program dari deteksi area kontur dijalankan, maka area kontur pada objek akan dilingkari dengan warna hijau yang diperlihatkan pada gambar 4 :



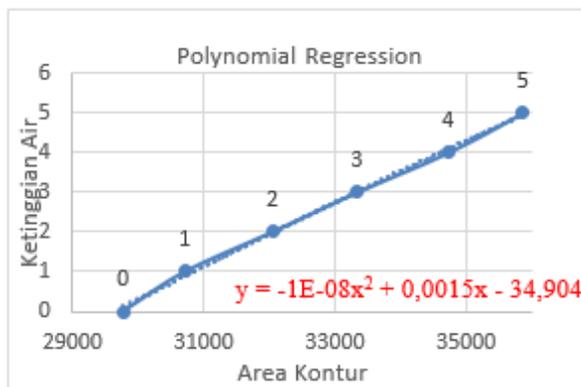
Gambar 4. Area Kontur

Tabel 1 merupakan nilai rata-rata dari data area kontur. Pada masing-masing ketinggian air dilakukan 10 kali percobaan pada setiap ketinggian air. Dari data tersebut didapatkan hasil besaran pixel dari masing-masing area kontur. Dari keseluruhan data area kontur maka diperoleh rumus sebagai berikut :

| Nilai Kontur |
|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Ketinggian 0 mm | Ketinggian 1 mm | Ketinggian 2 mm | Ketinggian 3 mm | Ketinggian 4 mm | Ketinggian 5 mm |
| 29765.9 | 30707.8 | 32039.3 | 33332.4 | 34722.1 | 35858.9 |

Dari keseluruhan data area kontur maka diperoleh rumus sebagai berikut

$$y = -1E-08x^2 + 0,0015x - 34,904$$



Pengujian selanjutnya dilakukan dengan menggunakan metode polinomial regresi [12]. Pengujian ini juga dilakukan untuk mendapatkan keakuratan pengukuran ketinggian air [13]. Untuk membandingkan hasil pengukuran ketinggian air, maka dilakukan pengukuran secara manual dengan alat ukur mistar. Tabel 2 menunjukkan hasil pengukuran dengan alat ukur mistar, optical liquid water level dan metode image processing. Dari tabel 2 dapat dicari nilai kesalahan relatif dari pengukuran dengan rumus sebagai berikut :

KesalahanRelatif

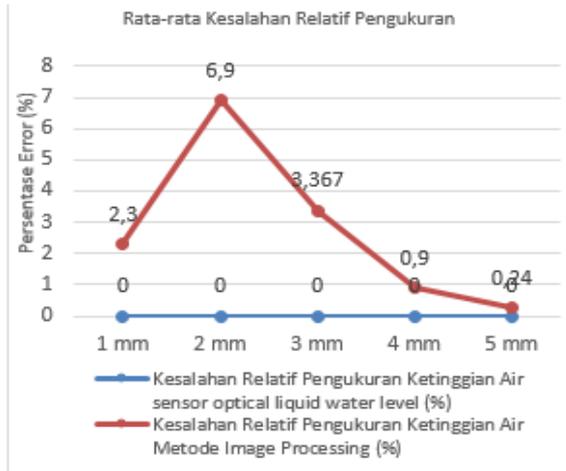
$$= \frac{\text{Pengukuran Metode Image Processing} - \text{Pengukuran Manual}}{\text{Pengukuran Manual}} \times 100\%$$

KesalahanRelatif

$$= \frac{\text{Pengukuran Metode Image Processing} - \text{Pengukuran Manual}}{\text{Pengukuran Manual}} \times 100\%$$

Tabel 2. Kesalahan relative

Ketinggian air	Kesalahan Relatif Pengukuran Ketinggian Air sensor optical liquid water level (%)	Kesalahan Relatif Pengukuran Ketinggian Air Metode Image Processing (%)
1 mm	0	2,3
2 mm	0	6,9
3 mm	0	3,367
4 mm	-	0,9
5 mm	-	0,24



Gambar 5. Grafik 1 Kesalahan Relatif pengukuran

Berdasarkan Gambar 5 dari hasil pengukuran menggunakan sensor optical liquid water level dengan kesalahan relatif 0% disetiap pengukuran, yaitu saat 1 mm, 2 mm dan 3 mm. Pengukuran pada ketinggian 4 mm dan 5 mm tidak mendapatkan hasil karena sensor yang di pakai hanya 3 buah sensor saja. Hasil pengukuran menggunakan metode image processing memiliki rata-rata kesalahan relatif 2,3% saat ketinggian 1 mm, 6,9% saat ketinggian 2 mm, 3,3% saat ketinggian 3 mm, 0,9% saat ketinggian 4 mm dan 0,24% saat ketinggian 5 mm.

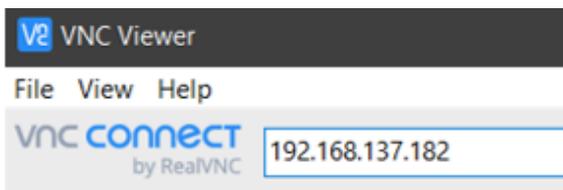
B. Tampilan Pengukuran Air Pada Android dan Laptop dengan Software VNC

Tampilan hasil dan kontrol dari pengukuran ketinggian air akan ditampilkan pada layar laptop atau android melalui software VNC dengan sistem mirroring layar desktop pada raspberry pi. Langkah pertama yang dilakukan adalah menghidupkan alat yang nantinya akan secara otomatis terkoneksi dengan hotspot dari laptop maupun android. Lalu akan tampil alamat IP Address dari Raspberry Pi seperti pada gambar 6.

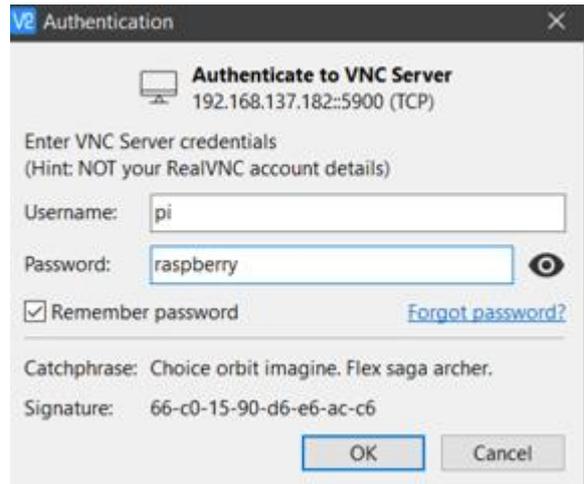
Devices connected: 1 of 8		
Device name	IP address	Physical address (MAC)
raspberrypi	192.168.137.182	b8:27:eb:d8:38:f6

Gambar 6. Alamat IP Address

Selanjutnya IP Address tersebut akan digunakan untuk konektivitas antara Raspberry Pi dengan client yang ditampilkan pada gambar 7. lalu akan muncul tampilan untuk username dan password yang dapat diisi sesuai dengan gambar 8.

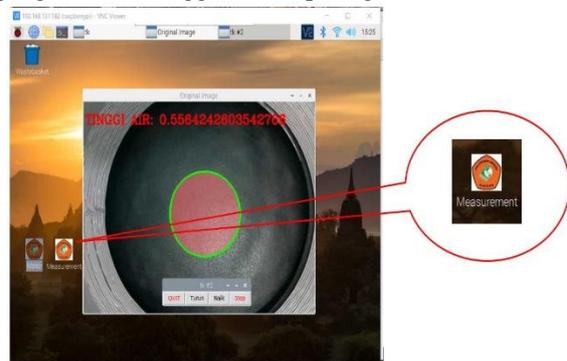


Gambar 7. Alamat IP Pada VNC



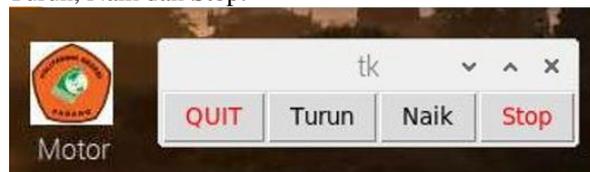
Gambar 8. Username dan Password

Untuk menjalankan program pengukuran ketinggian air langkah yang harus dilakukan adalah klik shortcut Measurement, setelah itu akan muncul jendela pengukuran ketinggian air seperti gambar 9.



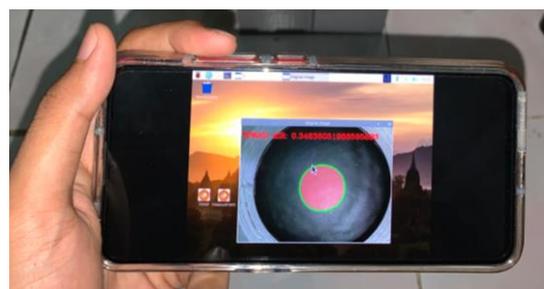
Gambar 9. Tampilan Pengukuran Air

Untuk menjalankan kontrol motor langkah yang dapat dilakukan adalah klik pada shortcut Motor, setelah itu akan muncul jendela pengendali seperti pada gambar 10 yang terdiri dari 4 buah tombol yaitu Quit, Turun, Naik dan Stop.



Gambar 11. Tampilan Kontrol Pada Motor

Berikut merupakan hasil tampilan pengukuran ketinggian air melalui perang android yang ditampilkan pada gambar 12.



Gambar 12.1 Tampilan Pengukuran Air Melalui Android

Gambar 13 merupakan salah satu sampel dari hasil pengukuran ketinggian air dengan menggunakan dua metode pengukuran yaitu image processing dan optical liquid water level.



Gambar 13. sampel dari hasil pengukuran ketinggian air dengan menggunakan dua metode pengukuran yaitu image processing dan optical liquid water level.

IV. KESIMPULAN

Setelah melakukan beberapa pengujian dan analisa pada alat secara langsung, dapat diambil kesimpulan yaitu pengukuran maksimal ketinggian air menggunakan sensor optical liquid water level adalah 3 mm sedangkan pengukuran maksimal menggunakan kamera raspberry dengan metode image processing adalah 5 mm. Hasil pengukuran menggunakan sensor optical liquid water level akurat dengan kesalahan relatif 0% disetiap pengukuran, yaitu saat 1 mm, 2 mm dan 3 mm. Hasil pengukuran menggunakan metode image processing memiliki rata-rata kesalahan relatif pada ketinggian 1 mm – 5 mm yaitu 2,3%, 6,9%, 3,3%, 0,9%, dan 0,24%

REFERENSI

- [1] M. H. Effendy and P. Elfa, "SISTEM MONITOR DETEKSI KETINGGIAN GENANGAN AIR PADA LANDASAN PACU (RUNWAY) PESAWAT TERBANG," pp. 547–554, 2019.
- [2] E. Poerwanto and U. Maudzoh, "Analisis Kecelakaan Penerbangan Di Indonesia Untuk Peningkatan Keselamatan Penerbangan," *Angkasa J. Ilm. Bid. Teknol.*, vol. 8, no. 2, p. 9, 2017, doi: 10.28989/angkasa.v8i2.115.
- [3] D. Jenderal and P. Udara, "Mengingat Undang-undang Nomor 1 Tahun 2009 tentang Penerbangan (Lembaran Negara Republik Indonesia Pembangunan dan Pelestarian Lingkungan Hidup Bandar Udara (Lembaran Negara Republik Indonesia Keputusafile:///D:/Tugas/Semester 8/Tugas Akhir/Laporan Tuga," 2017.
- [4] 2017 Kementrian Perhubungan, "Kementerian Perhubungan Direktorat Jenderal Perhubungan Darat," no. 8, pp. 1–38, 2017.
- [5] R. B. Pratama, "Penerapan Metode Eigenface Pada Sistem Parkir," *J. DISPROTEK*, vol. 9, pp. 86–96, 2018.
- [6] M. Si, *Pe Ko mro mp gr ute am r an .*
- [7] B. Tryatmojo and R. I. S. Maryati, "Akurasi Sistem Face Recognition OpenCV Menggunakan Raspberry Pi Dengan Metode Haar Cascade," *J. Ilm. Inform.*, vol. 7, no. 2, pp. 92–98, 2019.
- [8] R. Friadi and J. Junadhi, "Sistem Kontrol Intensitas Cahaya, Suhu dan Kelembaban Udara Pada Greenhouse Berbasis Raspberry Pi," *J. Technopreneursh. Inf. Syst.*, vol. 2, no. 1, pp. 30–37, 2019, doi: 10.36085/jtis.v2i1.217.
- [9] A. Kurniawan and yanolanda S. H, "Rancang Bangun Prototype Kursi Roda Menggunakan Arduino R3 Berbasis Android," *GATOTKACA J. (Teknik Sipil, Inform. Mesin dan Arsitektur)*, vol. 1, no. 2, pp. 41–47, 2020, doi: 10.37638/gatotkaca.v1i2.86.
- [10] A. P. Abiyasa, I. W. Sukadana, I. W. Utama, and I. W. Sugarayasa, "Datalogger Portabel Online Untuk Remote Monitoring Menggunakan Arduino Mikrokontroler," *Semin. Nas. Tek. Elektro*, pp. 5–10, 2017.
- [11] M. Saleh and M. Haryanti, "Rancang Bangun Sistem Keamanan Rumah Menggunakan Relay," *J. Teknol. Elektro, Univ. Buana*, vol. 8, no. 2, pp. 87–94, 2017, [Online]. Available: <https://media.neliti.com/media/publications/141935-ID-perancangan-simulasi-sistem-pemantauan-p.pdf>.
- [12] N. Uyun, F.R., Jaya, L.O.M.G. dan Ransi, "Penerapan Metode Regresi Polinomial Orde N Pada Pengembangan Aplikasi Inventory (Studi Kasus PT. Landipo Niaga Raya)," *SemanTIK*, vol. 5, no. 1, pp. 175–184, 2019, doi: 10.5281/zenodo.3255112.
- [13] Y. Alif Kurnia Utama, "Penggunaan Neuro Fuzzy Pada Sistem Monitoring Ketinggian Air Sungai," *J. Inform. Kaputama(JIK)*, vol. 5, no. 1, 2021.