

Development Of A Real-Time Dvor Modulation Signal Monitoring System Using Arduino Uno And Python-Based Gui

[Pengembangan Sistem Monitoring Sinyal Modulasi DVOR Secara Real-Time Menggunakan Arduino Uno dan GUI Berbasis Python]

Gesti Putri Aulia¹⁾, Shazana Dhiya Ayuni²⁾

¹⁾Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

²⁾Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

*Email Penulis Korespondensi: shazana@umsida.ac.id

Abstract. *This study develops a real-time monitoring system for DVOR MARU 220 modulation signals using an Arduino Uno and a Python-based graphical user interface (GUI). The system is designed to acquire and visualize modulation signals at 30 Hz, 720 Hz, and 1020 Hz as a practical alternative for routine signal monitoring without relying entirely on external laboratory instruments. Signal data are acquired through the Arduino Uno and transmitted to a Python GUI using PyQt5, where waveforms and adjustable signal parameters can be displayed. Testing is conducted by comparing the displayed waveforms and measured frequencies with oscilloscope observations. The results show that the system can display the three target frequencies in real time with generally consistent frequency and amplitude characteristics. Differences in waveform detail remain because of Arduino sampling and GUI rendering limitations. The developed system therefore provides a low-cost and practical monitoring approach for preliminary DVOR modulation signal identification and maintenance activities.*

Keywords - DVOR; real-time monitoring; Arduino Uno; PyQt5; signal modulation

Abstrak. *Penelitian ini mengembangkan sistem monitoring sinyal modulasi DVOR MARU 220 secara real-time menggunakan Arduino Uno dan antarmuka grafis berbasis Python. Sistem dirancang untuk memperoleh dan menampilkan sinyal modulasi pada frekuensi 30 Hz, 720 Hz, dan 1020 Hz sebagai alternatif praktis untuk pemantauan sinyal rutin tanpa sepenuhnya bergantung pada peralatan laboratorium eksternal. Akuisisi data dilakukan menggunakan Arduino Uno dan dikirimkan ke antarmuka Python berbasis PyQt5 untuk menampilkan bentuk gelombang serta parameter sinyal yang dapat disesuaikan. Pengujian dilakukan dengan membandingkan tampilan bentuk gelombang dan hasil pengukuran frekuensi dengan pengamatan menggunakan osiloskop. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu menampilkan ketiga frekuensi target secara real-time dengan karakteristik frekuensi dan amplitudo yang secara umum konsisten. Perbedaan detail bentuk gelombang masih ditemukan akibat keterbatasan sampling Arduino dan proses rendering GUI. Sistem yang dikembangkan dapat digunakan sebagai sarana monitoring berbiaya rendah dan praktis untuk identifikasi awal sinyal modulasi DVOR serta mendukung kegiatan pemeliharaan.*

Kata Kunci - Arduino Uno; monitoring real-time; PyQt5; sinyal modulasi; DVOR

I. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi navigasi udara menuntut tersedianya sistem pemantauan yang efisien, andal, dan mampu membantu teknisi menjaga kualitas peralatan navigasi. Salah satu sistem navigasi yang digunakan adalah Doppler Very High Frequency Omnidirectional Range (DVOR), yang menghasilkan informasi arah bagi pesawat melalui karakteristik sinyal radio. Kualitas dan kestabilan sinyal modulasi menjadi bagian penting karena perubahan karakteristik sinyal dapat memengaruhi proses identifikasi dan pemantauan kinerja sistem.

Penelitian terdahulu yang menjadi dasar pengembangan ini menunjukkan bahwa pemantauan sinyal DVOR dapat dilakukan dengan perangkat berbasis mikrokontroler yang terhubung dengan perangkat lunak visualisasi. Pada penelitian tersebut, Arduino Uno digunakan untuk memperoleh sinyal modulasi dari modul Modulation Signal Generator (MSG) DVOR MARU 220, sedangkan PyQt5 digunakan untuk menampilkan bentuk gelombang secara real-time. Pengujian dilakukan pada frekuensi 30 Hz, 720 Hz, dan 1020 Hz. Hasil pengujian menunjukkan bahwa tampilan PyQt5 mampu memperlihatkan pola sinyal yang sesuai secara umum dengan pengukuran osiloskop, walaupun detail bentuk gelombang masih dipengaruhi keterbatasan sampling dan rendering.

Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini diarahkan pada pengembangan sistem monitoring yang mengintegrasikan akuisisi data Arduino dan GUI Python secara real-time. Sistem diharapkan dapat membantu pemantauan sinyal secara lebih praktis serta memberikan informasi awal mengenai karakteristik sinyal sebelum dilakukan pemeriksaan menggunakan instrumen dengan resolusi lebih tinggi. Tujuan penelitian ini adalah mengembangkan sistem monitoring sinyal modulasi DVOR secara real-time menggunakan Arduino Uno dan GUI berbasis Python serta mengevaluasi kemampuan sistem dalam menampilkan sinyal pada frekuensi 30 Hz, 720 Hz, dan 1020 Hz.

II. METODE

A. Rancangan sistem

Sistem dikembangkan dengan mengintegrasikan sumber sinyal modul MSG DVOR MARU 220, Arduino Uno, dan komputer yang menjalankan GUI berbasis Python. Arduino Uno digunakan sebagai perangkat akuisisi data, sedangkan GUI digunakan untuk menerima data serial dan menampilkan bentuk gelombang. Rancangan menggunakan tiga masukan analog untuk membaca sinyal pada kanal yang berkaitan dengan frekuensi pengujian.

Pembangkitan dan simulasi sinyal menggunakan bentuk gelombang sinusoidal dengan persamaan $y(t) = A \sin(2\pi ft + \phi)$, dengan A sebagai amplitudo, f sebagai frekuensi, t sebagai waktu, dan ϕ sebagai fase. Parameter sinyal pada GUI dapat diatur untuk mendukung proses pengujian dan visualisasi.

B. Akuisisi dan visualisasi data

Data sinyal diperoleh melalui Arduino Uno kemudian dikirimkan melalui komunikasi serial ke aplikasi Python. Aplikasi menggunakan PyQt5 sebagai antarmuka pengguna dan Matplotlib untuk menampilkan bentuk gelombang. Sistem dirancang agar pengguna dapat mengamati perubahan parameter sinyal secara langsung pada tampilan komputer.

C. Pengujian sistem

Pengujian dilakukan pada tiga frekuensi modulasi, yaitu 30 Hz, 720 Hz, dan 1020 Hz. Hasil tampilan GUI dibandingkan dengan pengamatan menggunakan osiloskop sebagai alat pembanding. Parameter yang diamati meliputi frekuensi sinyal, karakteristik bentuk gelombang, amplitudo, dan kemampuan sistem menampilkan sinyal secara real-time.



Gambar 1. Gambar Design System

A. Hasil monitoring sinyal

Hasil pengujian menunjukkan bahwa GUI berbasis PyQt5 yang terhubung dengan Arduino Uno mampu menampilkan sinyal pada tiga frekuensi target. Pada 30 Hz, bentuk gelombang tampak lebih renggang karena periode sinyal lebih panjang. Pada 720 Hz, bentuk gelombang menjadi lebih rapat, sedangkan pada 1020 Hz jumlah siklus yang ditampilkan semakin banyak dalam rentang waktu yang sama. Perubahan kepadatan bentuk gelombang tersebut sesuai dengan peningkatan frekuensi sinyal.

Berdasarkan data pengujian penelitian sumber, frekuensi osiloskop tercatat 30,0 Hz, 720,0 Hz, dan 1019,0 Hz, sedangkan pembacaan GUI PyQt5 masing-masing sebesar 30,1 Hz, 718,5 Hz, dan 1021,0 Hz. Perbedaan tersebut menunjukkan bahwa sistem dapat mengikuti frekuensi target, meskipun masih terdapat deviasi pembacaan pada beberapa kondisi.

Tabel 1. Hasil perbandingan frekuensi sinyal

Frekuensi Teori	Osiloskop (Hz)	GUI PyQt5 (Hz)	Deviasi (Hz)	Keterangan
30 Hz	30,0	30,1	+0,1	Stabil; bentuk gelombang jelas
720 Hz	720,0	718,5	-1,5	Stabil; bentuk gelombang konsisten
1020 Hz	1019,0	1021,0	+2,0	Terdeteksi sebagai sinyal IDENT

Jika penulis lebih dari satu, semua nama penulis dituliskan dengan dipisahkan oleh koma (,). Jika nama penulis terdiri dari dua kata, kata pertama penulis (*first name*) sebaiknya tidak disingkat. Jika nama penulis hanya terdiri dari satu kata, nama sebenarnya dituliskan dalam satu kata. Namun, di versi online (HTML) nama penulis yang hanya satu kata perlu dituliskan dalam dua kata yang berisi nama yang sama (berulang) untuk keperluan indeksasi dan metadata.

Jika penulis mempunyai lebih dari satu afiliasi, afiliasi tersebut dituliskan secara berurutan. Tanda *superscript* berupa nomor yang diikuti tanda tutup kurung, misalnya ¹⁾, diberikan di belakang nama penulis (lihat contoh). Jika semua penulis berasal dari satu afiliasi, tanda ini tidak perlu diberikan.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

B. Pembahasan

Perbandingan menunjukkan bahwa GUI mampu merepresentasikan pola sinyal secara real-time, tetapi kualitas detail waveform belum menyamai osiloskop. Osiloskop memiliki kemampuan sampling dan resolusi tampilan yang lebih tinggi sehingga bentuk gelombang terlihat lebih tajam dan rinci. Sementara itu, Arduino Uno memiliki keterbatasan kemampuan sampling dan proses pengiriman data yang berdampak pada kepadatan titik data yang diterima GUI. Meskipun demikian, sistem masih mampu menampilkan informasi frekuensi dan pola sinyal yang memadai untuk kebutuhan monitoring awal.

Pengembangan sistem memberikan kelebihan berupa integrasi perangkat akuisisi dan antarmuka visual dalam satu sistem yang relatif sederhana dan berbiaya lebih rendah dibandingkan penggunaan instrumen laboratorium secara penuh. Sistem dapat menjadi alternatif pendukung bagi teknisi dalam mengidentifikasi keberadaan dan karakteristik awal sinyal modulasi DVOR sebelum pemeriksaan lebih lanjut menggunakan instrumen dengan resolusi lebih tinggi.

IV. SIMPULAN

Sistem monitoring sinyal modulasi DVOR secara real-time menggunakan Arduino Uno dan GUI berbasis Python berhasil dikembangkan dengan kemampuan menampilkan sinyal pada frekuensi 30 Hz, 720 Hz, dan 1020 Hz. Hasil perbandingan dengan osiloskop menunjukkan bahwa frekuensi yang ditampilkan GUI secara umum mengikuti nilai pengukuran, dengan deviasi sebesar +0,1 Hz pada 30 Hz, -1,5 Hz pada 720 Hz, dan +2,0 Hz pada 1020 Hz berdasarkan data pengujian penelitian sumber. Keterbatasan utama sistem terdapat pada kemampuan sampling Arduino dan rendering GUI sehingga detail bentuk gelombang belum setajam osiloskop. Namun, sistem tetap berpotensi digunakan sebagai perangkat monitoring awal yang praktis dan berbiaya rendah untuk membantu identifikasi sinyal modulasi DVOR.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada pihak AirNav Maintenance Facility Yogyakarta dan Universitas Muhammadiyah Sidoarjo serta seluruh pihak yang telah membantu pelaksanaan penelitian dan pengembangan sistem monitoring sinyal modulasi DVOR.

REFERENSI

- [1] M. M. Hassan and A. Ali, "Predictive Maintenance Framework for Embedded Monitoring Systems Using Real-Time Data Acquisition," *IEEE Access*, vol. 10, 2022.
- [2] A. S. A. Jamaluddin, A. F. Ayuni, and S. D. Syahririni, "Leak Monitoring in Split Duct Air Conditioner Based on Internet of Things," *Jurnal Teknik Elektro dan Ilmu Komputer*, 2023.
- [3] A. Alqahtani, F. Almutairi, and S. Alharbi, "IoT-Based Monitoring Architecture for Critical Infrastructure Maintenance," *Telecommunication Systems*, vol. 85, 2024.
- [4] G. P. Aulia, "Rancang Alat Pembaca Sinyal Modul Modulation Signal Generator DVOR MARU 220 Menggunakan Arduino Uno," 2025.
- [5] Garcia, M., and J. Ruiz, "Calibration Techniques for Embedded Measurement Systems in Industrial Applications," *Measurement*, vol. 196, 2022.
- [6] R. H. Hariono, B. Aulia, M. N. Moghimi, and R. S. Riaz, "Synthesizer Audio Generator Analysis (SAGA) DVOR MARU 220 Menggunakan Arduino," 2025.

- [7] A. A. Patel and D. Mehta, "Signal Conditioning and Analog Data Acquisition for Embedded Instrumentation Systems," 2023.
- [8] S. Singh, V. Verma, and A. Kapoor, "Python-Based Graphical User Interface for Embedded Data Acquisition Systems," *SoftwareX*, vol. 22, 2023.
- [9] H. R. Raharjo and S. D. Ayuni, "Automatic Cooker Hood Monitoring System Based on Internet of Things," *Journal of Technology and Science*, vol. 3, 2024.
- [10] Warsito, M. Rifqi, and Y. Suprpto, "Simulasi Azimuth VOR Melalui Posisi Side Band Antenna," *Jurnal Teknologi*, 2017.

Conflict of Interest Statement:

The author declares that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.