

**PERANCANGAN PROTOTIPE *DISTANCE MEASURING EQUIPMENT*
(DME) TERINTEGRASI DENGAN *INSTRUMENT LANDING SYSTEM*
(ILS) BERBASIS ARDUINO SEBAGAI PEMBELAJARAN DI PT.
DIRGANTARA INDONESIA**

SKRIPSI

Diajukan untuk Memenuhi Sebagai Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Elektro



Disusun Oleh:

Christoforus Axel Rangga Wibawa

E.5051.2104205

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS PENDIDIKAN TEKNIK DAN INDUSTRI
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA
BANDUNG**

2025

HALAMAN HAK CIPTA

**PERANCANGAN PROTOTIPE *DISTANCE MEASURING EQUIPMENT*
(DME) TERINTEGRASI DENGAN *INSTRUMENT LANDING SYSTEM*
(ILS) BERBASIS ARDUINO SEBAGAI PEMBELAJARAN DI PT.
DIRGANTARA INDONESIA**

Oleh:

Christoforus Axel Rangga Wibawa

Sebuah Sebuah skripsi yang diajukan untuk memenuhi salah satu syarat
memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi S-1 Teknik Elektro
Fakultas Pendidikan Teknik dan Industri

© Christoforus Axel Rangga Wibawa

Universitas Pendidikan Indonesia

Agustus 2025

© Hak Cipta dilindungi Undang - Undang.

Skripsi ini tidak boleh diperbanyak seluruhnya atau sebagian,
dengan dicetak ulang, di *fotocopy*, atau cara lain tanpa izin dari penulis

LEMBAR PENGESAHAN

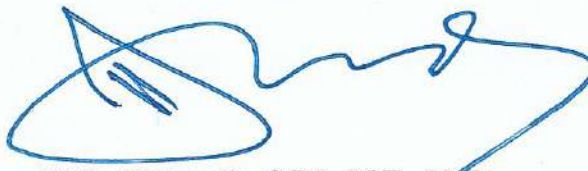
CHRISTOFORUS AXEL RANGGA WIBAWA

2104205

**PERANCANGAN PROTOTIPE *DISTANCE MEASURING EQUIPMENT*
(DME) TERINTEGRASI DENGAN *INSTRUMENT LANDING SYSTEM*
(ILS) BERBASIS ARDUINO SEBAGAI PEMBELAJARAN DI PT.
DIRGANTARA INDONESIA**

Disetujui dan disahkan oleh pembimbing:

Pembimbing



Didin Wahyudin, S.Pd., M.T., Ph.D.
NIP. 197608272009121001

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Elektro



Didin Wahyudin, S.Pd., M.T., Ph.D.
NIP. 197608272009121001

ABSTRAK

Navigasi udara penting karena pesawat tidak mengikuti jalur tetap seperti kendaraan darat. Sistem seperti DME dan ILS membantu pilot mendarat aman meski cuaca buruk. DME berfungsi mengukur jarak pesawat ke stasiun darat, sedangkan ILS memberi panduan arah dan sudut pendaratan. Penelitian ini merancang prototipe *Distance Measuring Equipment* terintegrasi *Instrument Landing System* berbasis Arduino sebagai media belajar interaktif di PT Dirgantara Indonesia. Metode yang digunakan adalah *Research and Development* (R&D) dengan pendekatan kuantitatif, mengacu pada model Borg & Gall yang dimodifikasi sesuai keterbatasan. Tahapannya meliputi studi pendahuluan, perancangan, pembuatan, uji coba, dan analisis hasil. Prototipe DME-ILS diuji dengan melibatkan pengguna menggunakan instrumen skala Likert dan analisis statistik SPSS. *Groundstation* dan *Airborne* memanfaatkan Arduino Uno serta modul NRF24L01 untuk pengiriman dan tampilan data navigasi seperti DME, *Glide Slope*, dan *Localizer*. Hasil analisis menunjukkan peningkatan signifikan pada aspek kemudahan penggunaan, kinerja teknis, dan pengalaman belajar. Uji Wilcoxon menghasilkan signifikansi 0,001 yang membuktikan efektivitas prototipe dalam pembelajaran navigasi udara. Temuan ini menunjukkan prototipe tidak hanya layak secara teknis, tetapi juga efektif meningkatkan pemahaman pengguna terhadap sistem navigasi udara.

Keywords: *Distance Measuring Equipment* (DME), *Instrument Landing System* (ILS), Prototipe navigasi udara, Pembelajaran interaktif

ABSTRACT

Air navigation is important because aircraft do not follow fixed routes like land vehicles. Systems such as DME and ILS help pilots land safely even in bad weather. DME measures the distance between the aircraft and the ground station, while ILS provides guidance on the direction and angle of landing. This study designed an integrated Distance Measuring Equipment (DME) and Instrument Landing System (ILS) prototype based on Arduino as an interactive learning tool at PT Dirgantara Indonesia. The method used was Research and Development (R&D) with a quantitative approach, based on the modified Borg & Gall model to accommodate limitations. The stages included preliminary studies, design, development, testing, and analysis of results. The DME-ILS prototype was tested by involving users using a Likert scale instrument and SPSS statistical analysis. The Groundstation and Airborne utilise Arduino Uno and NRF24L01 modules for the transmission and display of navigation data such as DME, Glide Slope, and Localizer. The analysis results showed significant improvements in terms of ease of use, technical performance, and learning experience. The Wilcoxon test yielded a significance level of 0.001, proving the effectiveness of the prototype in air navigation learning. These findings indicate that the prototype is not only technically feasible but also effective in enhancing users' understanding of air navigation systems.

Keywords: *Distance Measuring Equipment (DME), Instrument Landing System (ILS), Air navigation prototype, Interactive learning*

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
ABSTRAK	vi
<i>ABSTRACT</i>	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Penelitian	1
1.2 Rumusan Masalah Penelitian	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Struktur Penulisan Skripsi.....	3
BAB II KAJIAN PUSTAKA	5
2.1 Navigasi Udara.....	5
2.2 <i>Distance Measuring Equipment (DME)</i>	6
2.3.1 Frekuensi Yang Digunakan	7
2.3.2 Cara Kerja <i>Distance Measuring Equipment (DME)</i>	7
2.3 <i>Instrument Landing System (ILS)</i>	10
2.4.1 Localizer.....	12
2.4.2 Marker Beacon.....	13
2.4.3 Glide Slope	15
2.4.4 Komponen ILS	16
2.4 RF Communication	16
2.5 Prototipe	17
2.6 Media Pembelajaran.....	18
2.7 Penelitian yang Relevan	18
BAB III METODE PENELITIAN.....	21
3.1 Desain Penelitian.....	21

3.2	Prosedur Penelitian.....	22
3.2.1	Studi Pendahuluan.....	22
3.2.2	Desain Produk	23
3.2.3	Pengembangan Prototipe.....	27
3.2.4	Uji Coba	28
3.2.5	Analisis Hasil	28
3.3	Teknik Pengumpulan Data	28
3.5.1	Angket.....	28
3.4	Analisis Data	29
3.6.1	Analisis Data Deskriptif.....	29
3.6.2	Uji Normalitas	30
3.6.3	Wilcoxon test.....	30
BAB IV TEMUAN DAN PEMBAHASAN		32
4.1	Temuan.....	32
4.1.1	Pengujian Perangkat <i>Groundstation</i>	32
4.1.2	Pengujian Perangkat <i>Aribone</i>	34
4.1.3	Pengujian Integrasi DME dan ILS	35
4.1.4	Cara kerja DME Integrasi ILS	36
4.1.5	Hasil Uji Coba.....	37
4.2	Pembahasan.....	41
4.2.1	Perancangan Prototipe <i>Ground Station</i>	42
4.2.2	Perancangan Prototipe <i>Airbone</i>	42
4.2.3	Prototipe Sebagai Pembelajaran.....	43
BAB 5 KESIMPULAN DAN REKOMENDASI		46
5.1	Simpulan	46
5.2	Rekomendasi	46
DAFTAR PUSTAKA		48
LAMPIRAN.....		52

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Perangkat Distance Measuring – 40000.....	6
Gambar 2. 2 Frekuensi yang bisa digunakan	7
Gambar 2. 3 Lokasi DME Pada Navigation Display	8
Gambar 2. 4 Cara Kerja DME.....	9
Gambar 2. 5 Visualisasi Instrument Landing System	10
Gambar 2. 6 Visualisasi Localizer	13
Gambar 2. 7 Outer Marker	14
Gambar 2. 8 Middle Marker	14
Gambar 2. 9 Inner Marker.....	15
Gambar 2. 10 Display Glide Slope	15
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian.....	22
Gambar 3. 2 Diagram Blok Prototipe DME Terintegrasi ILS.....	24
Gambar 3. 3 Desain <i>Groundstation</i>	25
Gambar 3. 4 Flowchart <i>Groundstation</i>	25
Gambar 3. 5 Desain Sensor <i>Groundstation</i>	26
Gambar 3. 6 Desain <i>Airbone</i>	26
Gambar 3. 7 Flow Chart <i>Airbone</i>	27
Gambar 4. 1 Prototipe <i>Groundstation</i>	32
Gambar 4. 2 Grafik Integrasi DME - ILS	35
Gambar 4. 3 Visualisasi <i>Outer Marker</i>	36
Gambar 4. 4 Visualisasi <i>Middle Marker</i>	36
Gambar 4. 5 Visualisasi <i>Localizer</i> (posisi kanan)	37
Gambar 4. 6 Visualisasi <i>Localizer</i> (posisi kiri)	37
Gambar 4. 7 Visualisasi <i>Glide Slope</i> (posisi atas).....	37
Gambar 4. 8 Visualisasi <i>Glide Slope</i> (posisi bawah)	37

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Pembobotan Skala Likert	29
Tabel 4. 1 Pengujian Sensor Ultrasonik	33
Tabel 4. 2 Pengujian Sensor Infrared	33
Tabel 4. 3 Pengujian Jarak Perangkat Groundstation dengan Airbone	34
Tabel 4. 4 Inetgrasi DME - ILS	35
Tabel 4. 5 Analisa Data Deskriptif	38
Tabel 4. 6 Test Normality Shapiro-Wilk.....	39
Tabel 4. 7 Wilcoxon Rank Test	40
Tabel 4. 8 Wilcoxon Signed Rank Test	41

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Surat Tugas Dosen Pembimbing	52
Lampiran 2 Surat Izin Penelitian.....	53
Lampiran 3 Dokumentasi Pengerjaan dan Penelitian	54

DAFTAR PUSTAKA

- Abd-Elaty, E., Zekry, A., El-Agoz, S., & Helaly, A. M. (2021). Nested code division multiple access for distance measuring equipment interference mitigation in L-band digital aeronautical communication system. *International Journal of Communication Systems*, 34(9), e4804.
- Abdillah, T. I., Utomo, W., & Sudrajat, S. (2023, November). RANCANGAN PROTOTIPE VISUALISASI FUNGSI MARKER BEACON BERBASIS ARDUINO SEBAGAI MEDIA PEMBELAJARAN DI POLTEKBANG SURABAYA. In *Prosiding SNITP (Seminar Nasional Inovasi Teknologi Penerbangan)* (Vol. 7, No. 1).
- Agustin, P., & Permatasari, R. I. (2020). PENGARUH PENDIDIKAN DAN KOMPENSASI TERHADAP KINERJA DIVISI NEW PRODUCT DEVELOPMENT (NPD) PADA PT. MAYORA INDAH Tbk. *Jurnal Ilmiah M-Progress*, 10(2).
- Borg, W.R. & Gall, M.D. (1983). *Educational Research: An Introduction*. (Fourth ed.). New York & London: Longman Inc.
- Butsianto, S., & Arifin, E. N. (2020). Pengembangan Sistem Informasi Penjualan Berbasis Web Menggunakan Metode Prototyping Pada Toko Bay Sticker. *Teknik Informatika. Universitas Pelita Bangsa*, 10, 88.
- Endro, I. (2021). Instrument Distance Measuring Equipment (DME) sebagai media pembelajaran e-learning di Politeknik Penerbangan Surabaya berbasis website application. In *Prosiding SNITP (Seminar Nasional Inovasi Teknologi Penerbangan)* (Vol. 5).
- Gultepe, I. (2023). A review on weather impact on aviation operations: Visibility, wind, precipitation, icing. *Journal of Airline Operations and Aviation Management*, 2(1), 1-44.
- Handayani, Y. S., & Kurniawan, A. (2020). Rancang Bangun Prototipe Pengendali Pintu Air Berbasis SMS (Short Message Service) Untuk Pengairan Sawah

- Menggunakan Arduino. JURNAL AMPLIFIER : JURNAL ILMIAH BIDANG TEKNIK ELEKTRO DAN KOMPUTER, 10(2), 34–41.
- Hendra, O., & Purnomo, S. (2020). Penyimpangan Parameter Glide Slope Pada Periodisasi Kalibrasi Instrument Landing System di Balai Besar Kalibrasi Fasilitas Penerbangan. *Langit Biru: Jurnal Ilmiah Aviasi*, 13(01), 213-222.
- Hutasoit, N. A., & Akbar, M. C. (2022). Penggantian Rotating Beacon di Bandar Udara Internasional Adi Soemarmo Solo. *Jurnal Penelitian*, 7(3), 216-223.
- Jamaludin, D. A., & Henderi, H. (2024). Development of Android Application-Based E-Learning Learning Media Using the Borg and Gall Method. *JINAV: Journal of Information and Visualization*, 5(1), 171-180.
- Kiran, B., Raghu, N., Maniunatha, K. N., & Girish, P. (2021, November). Design of IoT based Instrument Landing System. In 2021 International Conference on Disruptive Technologies for Multi-Disciplinary Research and Applications (CENTCON) (Vol. 1, pp. 207-212). IEEE.
- Kumar, P., Sharma, S. K., Singla, S., Gupta, V., & Sharma, A. (2024). A review on mmWave based energy efficient RoF system for next generation mobile communication and broadband systems. *Journal of Optical Communications*, 45(2), 303-318.
- Lo, S., Chen, Y. H., Enge, P., Pelgrum, W., Li, K., Weida, G., & Soelter, A. (2020). Flight test of a pseudo-ranging signal compatible with existing distance measuring equipment (DME) ground stations. *Navigation*, 67(3), 567-582.
- Muchtar, H., & Hakiki, R. S. (2020). Monitoring Suhu Kelembaban dan Polusi Udara Berbasis Raspberry Pi 3 dengan Menggunakan Transmisi Radio Frekuensi. *RESISTOR (Elektronika Kendali Telekomunikasi Tenaga Listrik Komputer)*, 3(2), 61-70.
- Nadira, N. A. K., Arif, M. A. S., Nurul, N. H., & Fadly, H. F. (2023). ANALISA KERUSAKAN TRANSMITTER 2 PADA LOCALIZER 05 MERK THALES TYPE 421 DI PERUM LPPNPI CABANG MEDAN. *Journal of Engineering and Transportation*, 1(2).

- Purwaningtyas, D. A. (2024). Pengenalan Peralatan Ground Based Navigation dan Global Navigation Satellite System Untuk Personel Bandar Udara di Indonesia. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 5(01), 29-38.
- Rachmanto, A. D., & Iswanto, I. (2020). Simulator Pesawat Melewati VHF Omnidirectional Radio Range (VOR). *JTK: JURNAL TEKNOLOGI KEDIRGANTARAAN*, 5(1), 35-47.
- Rahim, B. (2023). Media pendidikan. PT. RajaGrafindo Persada-Rajawali Pers.
- Rahmadani, E. T., Wahyudi, J., & Rumbagio, R. (2023). ANALISA PANCARAN SINYAL TX 1 PERALATAN T-DME MERK SELEX 1118A YANG TIDAK TERDETEKSI OLEH PESAWAT SAAT PROSES KALIBRASI: ANALISA PANCARAN SINYAL TX 1 PERALATAN T-DME MERK SELEX 1118A YANG TIDAK TERDETEKSI OLEH PESAWAT SAAT PROSES KALIBRASI. *Darmabakti: Jurnal Inovasi Pengabdian dalam Penerbangan*, 4(1), 32-39.
- Rohmaini, L., Netriwati, N., Komarudin, K., Nendra, F., & Qiftiyah, M. (2020). Pengembangan modul pembelajaran matematika berbasis etnomatematika berbantuan winggeom berdasarkan langkah borg and gall. *Teorema: Teori Dan Riset Matematika*, 5(2), 176-186.
- Sabur, F., Bahrawi, A., & Rahardjo, M. A. (2020). Analisis Pengaruh Instrument Landing System (ILS) untuk Peningkatan Pelayanan Keselamatan di Bandar Udara Haluleo Kendari. *AIRMAN: Jurnal Teknik dan Keselamatan Transportasi*, 3(1), 78-87.
- Sahputra, A., Sitopu, M. W., Hasibuan, E. S., & Sirait, D. N. M. (2021). Implementasi monitoring parameter localizer berbasis internet of things. *JURTEKSI (Jurnal Teknologi dan Sistem Informasi)*, 7(3), 317-322.
- Sari, N. W., & Yulianti, B. (2021). Analisa Fungsi T-DME Sebagai Pengganti Fungsi Outer Marker Runway 07 L Bandara Soekarno Hatta. *Jurnal Teknologi Industri*, 7.

- Satria, E. D. S. S. N., & Purwaningtyas, D. A. (2024). ANALISIS PENURUNAN JANGKAUAN PANCARAN T-DME (TERMINAL-DISTANCE MEASURING EQUIPMENT) MERK NEC NNG-1796A DI BANDARA INTERNASIONAL MINANGKABAU. *Teknika STTKD: Jurnal Teknik, Elektronik, Engine*, 10(1), 90-97.
- SDF Aviation. (n.d.). Marker Beacon. <https://www.sdf-aviation.com/Marker-Beacon>
- Stefanie, A., & Hidayat, R. (2022). Analisis Peran dan Fungsi Dvor (Doppler Very High Frequency Omni-Directional Range) Sebagai Alat Bantu Navigasi yang Memberikan Informasi Azimuth ke Pesawat. *JE-Unisla*, 7(1), 5-8.
- Subedi, S., & Pyun, J. Y. (2020). A survey of smartphone-based indoor positioning system using RF-based wireless technologies. *Sensors*, 20(24), 7230.
- Susanto, P. C., Sakti, R. F. J., & Widiyanto, P. (2020). Alat Bantu Pendaratan Visual Di Airport Untuk Mendukung Keselamatan Pesawat. *Aviasi: Jurnal Ilmiah Kedirgantaraan*, 17(1), 35-44.
- Tooley, M., & Wyatt, D. (2024). *Aircraft communications and navigation systems*. Routledge.
- Tristianoro, R., Umar, U., & Alyah, R. (2024). Simulation Model Design of VHF Omni-Directional Range (VOR) Based on Microcontroller. *Jurnal Teknologi Elekterika*, 21(1), 1-8.
- Zahirah, A. A., Sindiawati, M. P., Mufidah, Z., & Giwangsa, S. F. (2024). PROGRAM KAMPUS MENGAJAR 7: EFEKTIFKAH TERHADAP KEMAMPUAN NUMERASI SISWA DI SDN KERTASARI?. *Pendas: Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar*, 9(04), 244-255.
- Zulkipli, Z., Zulfachmi, Z., & Rahmad, A. (2024, September). Alasan Peneliti Menggunakan Analisis Statistik Wilcoxon (Non Parametrik). In *Prosiding Seminar Nasional Ilmu Sosial dan Teknologi (SNISTEK)* (Vol. 6, pp. 119-125).