

Prototype of a Smart Oil Level Detection System on ARF with Automatic Warning Using an Arduino-Based Buzzer and LCD [Prototype Smart Oil Level Detector pada ARF dengan Fitur Peringatan Otomatis Menggunakan Buzzer dan LCD Berbasis Arduino]

Feri Sandria¹⁾

¹⁾Program Studi Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

*Email : Ahfah@umsida.ac.id

Abstract. *Manual monitoring of oil levels in the Air Regulator Filter (ARF) can delay the detection of critical conditions. Prototype of a Smart Oil Level Detection System on ARF with Automatic Warning Using an Arduino-Based Buzzer and LCD. System utilizes an Arduino microcontroller integrated with an oil level sensor, LCD display and buzzer as an audible warning indicator. The system activates the buzzer and displays the oil status on the LCD when the oil level falls below a predetermined threshold. The prototype is intended to simplify monitoring, enhance user awareness of critical conditions and minimize the risk of ARF damage caused by delayed response. Testing result show that the system operates reliably and provides accurate warnings based on detected oil levels, making it a practical and applicable Arduino-based oil monitor solution.*

Keywords - Smart Oil Level Detector, Arduino, Automatic Warning System, Buzzer, LCD, ARF

Abstrak. *Pemantauan level oli pada ARF yang masih dilakukan secara manual berpotensi menimbulkan keterlambatan deteksi kondisi kritis. Inovasi ini berupa suatu **prototype Smart Oil Level Detector pada ARF** yang berfungsi untuk mendeteksi dan memantau ketinggian oli secara otomatis. Sistem dirancang menggunakan **mikrokontroler Arduino** sebagai pusat pengendali yang terhubung dengan sensor level oli, **LCD sebagai media penampil informasi**, serta **buzzer sebagai indikator peringatan suara**. Ketika ketinggian oli terdeteksi berada di bawah batas yang telah ditentukan, sistem secara otomatis mengaktifkan buzzer dan menampilkan informasi kondisi oli pada LCD. Prototipe ini bertujuan untuk mempermudah proses pemantauan ketinggian oli, meningkatkan kewaspadaan pengguna terhadap kondisi kritis, serta meminimalkan risiko kerusakan pada ARF akibat keterlambatan penanganan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu bekerja secara stabil dan memberikan peringatan sesuai dengan kondisi ketinggian oli yang terdeteksi, sehingga dapat digunakan sebagai solusi pemantauan oli berbasis Arduino yang aplikatif dan praktis.*

Kata Kunci – smart oil level detector, Arduino, peringatan otomatis, buzzer, LCD, ARF

I. PENDAHULUAN

Dalam sistem pneumatic industry, ARF (Air Regulator Filter) adalah komponen penting yang berfungsi menjaga kualitas udara tekan yang digunakan dalam proses kerja. ARF berperan menyaring partikel debu dan uap air, mengatur tekanan udara, dan menambahkan pelumasan untuk memastikan kinerja sistem pneumatik tetap optimal serta berumur panjang [1]. Kualitas pelumasan sangat mempengaruhi keandalan komponen pneumatik, sebab kekurangan oli dapat menyebabkan peningkatan gesekan, keausan dini, serta kerusakan sistem [2].

Pada praktiknya, pemantauan level oli pada ARF masih banyak dilakukan secara manual dengan inspeksi visual berkala. Metode ini memiliki keterbatasan, antara lain ketergantungan pada operator, potensi keterlambatan deteksi, serta risiko terlewatnya kondisi level oli yang berada di bawah ambang aman [3]. Seiring berkembangnya teknologi otomasi dan sistem tertanam, metode pemantauan manual mulai digantikan oleh sistem pemantauan otomatis berbasis mikrokontroler yang mampu bekerja secara kontinu dan real-time [4].

Arduino ialah salah satu platform mikrokontroler yang banyak digunakan dalam pengembangan sistem monitoring karena pemrograman yang mudah, konsumsi daya relatif rendah, serta dukungan integrasi dengan berbagai sensor dan perangkat keluaran [5]. Arduino juga mendukung konektivitas nirkabel sehingga memungkinkan implementasi sistem Internet of Things (IoT) untuk pemantauan jarak jauh [6]. Penerapan Arduino dalam sistem pemantauan level cairan memungkinkan pendeteksian kondisi secara real-time dan penyampaian informasi melalui indikator visual seperti LCD maupun indikator audio seperti buzzer [7].

Akurasi dan keandalan sistem pemantauan sangat dipengaruhi oleh jenis sensor yang digunakan. Sensor kapasitif merupakan salah satu sensor yang umum diaplikasikan dalam pendeteksian level cairan karena mampu mendeteksi fluida tanpa kontak langsung, sehingga lebih aman dan tahan terhadap kontaminasi [8]. Sensor ini bekerja berdasarkan perubahan nilai kapasitansi akibat perbedaan konstanta dielektrik media, serta dikenal memiliki sensitivitas tinggi dan kestabilan yang baik pada lingkungan industri [9].

Implementasi sensor kapasitif yang terintegrasi dengan mikrokontroler telah banyak digunakan untuk mendeteksi dan memantau perubahan ketinggian cairan secara otomatis. Penerapan teknologi mikrokontroler dalam sistem monitoring telah terbukti meningkatkan ketepatan pengukuran serta efektivitas pengawasan level cairan [10]. Pada pengembangan selanjutnya, platform Arduino digunakan untuk membangun sistem pendeteksi level air yang mampu memberikan notifikasi otomatis ketika kondisi berada di bawah nilai ambang yang ditentukan [11]. Penelitian serupa juga dilakukan pada pemantauan cairan industri menggunakan sensor kapasitif [12] dan ultrasonik dengan hasil yang cukup andal [13].

Selain sistem pemantauan lokal, pengembangan sistem monitoring berbasis IoT juga telah banyak dilakukan. Penelitian [14] menunjukkan bahwa sistem pemantauan level cairan berbasis IoT mampu menyediakan data secara daring dengan tingkat keandalan dan keamanan yang memadai. Integrasi bersama platform cloud [15] dan aplikasi mobile memungkinkan operator memantau kondisi sistem secara responsive dan fleksibel [16]. Pendekatan ini dinilai efektif guna meningkatkan efisiensi operasional dan mendukung pengambilan keputusan berbasis data [17].

Meskipun berbagai penelitian telah membahas sistem pemantauan level cairan, sebagian besar masih berfokus pada pemantauan air atau cairan umum, serta belum secara spesifik diterapkan pada pemantauan level oli pelumas pada ARF. Selain itu, beberapa sistem yang dikembangkan cenderung berorientasi pada pemantauan jarak jauh berbasis IoT dengan kompleksitas sistem yang relatif tinggi [18], sehingga kurang aplikatif untuk kebutuhan industri skala kecil dan menengah [19]. Integrasi sistem peringatan lokal yang sederhana, seperti buzzer dan LCD, pada ARF juga masih jarang dibahas secara khusus dalam literatur [20].

Berdasarkan analisis tersebut, dapat diidentifikasi adanya **celah penelitian (research gap)** berupa kebutuhan akan sistem pemantauan level oli pada ARF yang bersifat sederhana, real-time, mudah diimplementasikan, dan mampu memberikan peringatan langsung kepada operator tanpa ketergantungan pada jaringan internet. **Kebaruan ilmiah** dari penelitian ini terletak pada penerapan sistem deteksi level oli khusus pada ARF berbasis Arduino dengan integrasi sensor kapasitif serta fitur peringatan otomatis menggunakan buzzer [21] dan LCD sebagai solusi praktis dan aplikatif bagi sistem pneumatik industri [22].

Penelitian ini juga sejalan dengan upaya penerapan teknologi pintar dalam industri manufaktur [23] untuk meningkatkan efisiensi perawatan, keselamatan kerja, dan keandalan system [24], sebagaimana ditekankan dalam konsep industri 4.0 [25].

Berlandaskan gap penelitian tersebut, pengembangan **Smart Oil Level Detector berbasis Arduino dan sensor kapasitif pada Air Regulator Filter** memuat nilai kebaruan ilmiah, khususnya dalam penerapan langsung pada sistem pneumatik industri dengan kombinasi pemantauan real-time dan indikator peringatan lokal.

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan merealisasikan sistem Smart Oil Level Detector berbasis Arduino dan sensor kapasitif yang mampu memantau level oli pada Air Regulator Filter secara real-time serta memberikan peringatan visual melalui LCD dan peringatan audio melalui buzzer ketika level oli berada di bawah batas minimum guna mendukung pemeliharaan system pneumatic yang lebih efektif dan efisien.

II. METODE

Metode yang digunakan **R&D (Research and Development)** untuk merancang, membangun, dan menguji sistem deteksi level oli pada tabung ARF secara otomatis menggunakan Arduino UNO, sensor kapasitif, serta sistem peringatan berupa LCD dan buzzer .

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Hasil Perancangan Sistem

Arduino UNO menjadi pengendali utama yang mengolah data dari sensor kapasitif pada Prototype Smart Oil Level Detector pada ARF (Air Regulator Filter). Sensor tersebut mendeteksi perubahan level oli secara kontinu. LCD 16x2 menampilkan hasil pengukuran guna memberikan informasi kondisi oli kepada pengguna, sedangkan buzzer menjadi alarm otomatis saat level oli berada di bawah ambang minimum.

Secara keseluruhan, sistem terdiri dari beberapa bagian utama yaitu:

1. **Unit input** : Sensor kapasitif level oli
2. **Unit proses** : Arduino UNO
3. **Unit output** : LCD dan buzzer
4. **Catu daya** : Adaptor DC 12V yang diturunkan sesuai kebutuhan Arduino

Integrasi seluruh komponen dilakukan melalui pemrograman Arduino IDE sehingga sistem mampu membaca perubahan nilai kapasitansi yang dihasilkan sensor saat terjadi perubahan ketinggian oli di dalam tabung ARF.

a. Hasil Pengujian Sensor Level Oli

Pengujian dilakukan dengan mensimulasikan beberapa kondisi ketinggian oli pada tabung ARF, yaitu kondisi **penuhi, sedang, dan minimum**.

Hasil pengujian sensor level oli:

1. Ketinggian oli masih berada pada level normal dan mikrokontroler mengklasifikasikannya sebagai kondisi **aman** ketika pembacaan kapasitansi tinggi oleh sensor.
2. Saat oli turun pada level **sedang**, sistem masih dalam kondisi aman namun mulai mendekati ambang batas minimum.
3. Saat oli berada di bawah **batas minimum**, nilai kapasitansi menurun dan terdeteksi sebagai kondisi **RENDAH/KRITIS**.

Resiko pencemaran dapat dihindari serta kinerja respons system tetap optimal karena karakteristik non intrusif pada sensor kapasitif memungkinkan deteksi level dilakukan tanpa interaksi langsung dengan oli.

b. Hasil Pengujian Sistem Peringatan Otomatis

Pengujian sistem peringatan dilakukan untuk mengetahui respon buzzer terhadap kondisi oli.

Hasil pengujian system peringatan otomatis:

Pada pengujian ini sistem tidak mengaktifkan buzzer selama level oli berada pada kondisi normal maupun saat mendekati ambang minimum. Aktivasi alarm terjadi ketika nilai pembacaan sensor menunjukkan level berada pada batas minimum atau kritis. Respons sistem terhadap kondisi tersebut berlangsung secara *real time* karena proses pengolahan data dilakukan langsung oleh mikrokontroler tanpa keterlambatan akibat transmisi atau pemrosesan eksternal.

Hal ini menunjukkan sistem peringatan otomatis mampu meningkatkan kewaspadaan operator terhadap kondisi pelumasan ARF.

c. Tampilan Monitoring pada LCD

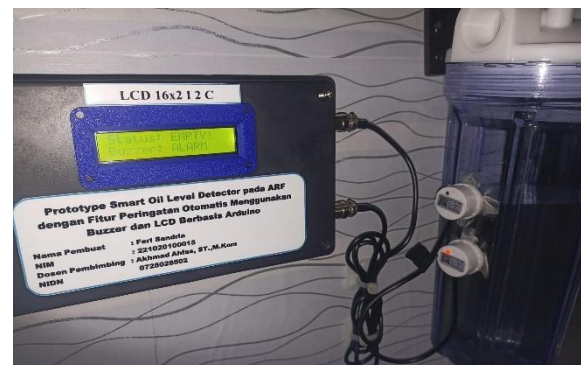
LCD 16x2 menampilkan informasi kondisi oli secara langsung. Tampilan yang dihasilkan antara lain:

1. "LEVEL OLI : AMAN"
2. "LEVEL OLI : RENDAH"
3. "ISI OLI SEGERA"

Informasi visual ini mempermudah operator dalam melakukan pengecekan tanpa harus membuka tabung ARF atau melakukan inspeksi manual.



Gambar 1. Status full alarm off



Gambar 2. Status empty buzzer alarm

d. Keandalan dan Stabilitas Sistem

Berdasarkan pengujian berulang, sistem menunjukkan kinerja yang stabil dengan karakteristik:

1. Pembacaan sensor konsisten pada level yang sama
2. Tidak terjadi error pembacaan signifikan
3. LCD dan buzzer merespon sesuai logika program
4. Sistem bekerja kontinu selama pengujian

Keandalan ini dipengaruhi oleh:

1. Sensitivitas sensor kapasitif terhadap fluida oli
2. Pemrograman threshold yang tepat
3. Catu daya yang stabil

e. Pembahasan Ilmiah

Hasil penelitian menunjukkan bahwa integrasi mikrokontroler Arduino dengan sensor kapasitif efektif digunakan untuk pemantauan level oli secara otomatis.

Perubahan konstanta dielektrik pada medium yang mengelilingi sensor dimanfaatkan sebagai deteksi level. Nilai kapasitansi yang dihasilkan dipengaruhi oleh variasi ketinggian oli dan perubahan tersebut selanjutnya diolah oleh Arduino dalam bentuk sinyal listrik.

Fenomena ini menjadi bukti bahwa:

1. Nilai pembacaan meningkat saat oli penuh
2. Nilai menurun saat oli berkurang
3. Sistem berhasil menentukan ambang batas kritis

Sistem ini memiliki beberapa keunggulan dibandingkan dengan metode manual, yaitu:

1. Monitoring *real-time*
2. Meminimalkan *human error*
3. Peringatan otomatis
4. Respon lebih cepat terhadap kondisi kritis

Seiring dengan penelitian monitoring cairan berbasis mikrokontroler terdahulu, penggunaan sistem otomatis terbukti mampu meningkatkan efisiensi pengawasan dan keselamatan peralatan.

f. Keunggulan dan Keterbatasan Sistem**Keunggulan:**

1. Deteksi non-kontak lebih aman untuk oli
2. Sistem ekonomis dan sederhana
3. Pengembangan ke IoT lebih mudah
4. Respon peringatan sangat cepat

Keterbatasan:

1. Kalibrasi sensor wajib presisi
2. Dipengaruhi oleh ketebalan dinding tabung
3. Monitoring jarak jauh belum terintegrasi

VII. SIMPULAN

Hasil dari penelitian yang telah dilakukan, Prototype Smart Oil Level Detector pada ARF (Air Regulator Filter) berbasis mikrokontroler Arduino berhasil dirancang dan direalisasikan dengan baik. Sistem ini mampu memantau level oli secara efektif dan memberikan peringatan otomatis melalui buzzer serta tampilan LCD saat level oli berada di bawah batas yang telah ditentukan. Hasil pengujian membuktikan bahwa alat bekerja sesuai dengan fungsinya dalam mendeteksi perubahan level oli serta memberikan informasi secara real-time, sehingga sangat membantu operator dalam melakukan pemeliharaan lebih cepat dan tepat. Dengan demikian, prototipe yang dikembangkan berpotensi untuk meningkatkan efisiensi, keandalan, dan keselamatan sistem pneumatik, serta layak untuk dikembangkan lebih lanjut sebagai solusi pemantauan level oli pada lingkungan industri.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada **Universitas Muhammadiyah Sidoarjo (UMSIDA)**, khususnya **Program Studi Teknik Elektro**, atas dukungan fasilitas dan lingkungan akademik yang mendukung terlaksananya perancangan dan pengembangan invensi ini. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada **dosen pembimbing** yang telah memberikan arahan, masukan, dan bimbingan selama proses pengembangan, serta kepada **dua dosen penguji**

atas saran dan evaluasi yang bersifat konstruktif. Dukungan dari seluruh pihak tersebut berperan penting dalam penyempurnaan prototype *Smart Oil Level Detector* pada ARF dengan fitur peringatan otomatis berbasis Arduino, sehingga invensi ini dapat direalisasikan dan didaftarkan sebagai karya kekayaan intelektual.

REFERENSI

- [1] S. Majumdar, *Pneumatic Systems: Principles and Maintenance*. McGraw-Hill, 2018.
- [2] A. Esposito, *Fluid Power with Applications*. Pearson Education, 2019.
- [3] R. K. Rajput, "Maintenance issues in pneumatic systems," *International Journal of Mechanical Engineering*, vol. 7, no. 2, pp. 45–52, 2020.
- [4] J. Fraden, *Handbook of Modern Sensors*. Springer, 2016.
- [5] M. Banzi and M. Shiloh, *Getting Started with Arduino*. O'Reilly Media, 2022.
- [6] A.- Al-Mamun, N. Ahmed, U. Ahamed, S. A. M. M. Rahman, B. Ahmad, and K. Sundaraj, "Use of Wireless Sensor and Microcontroller to Develop Water-level Monitoring System." [Online]. Available: www.indjst.org
- [7] S. K. Dash, A. Mohapatra, and S. Pattnaik, "Microcontroller based water level monitoring system," *International Journal of Engineering Research & Technology*, 2020.
- [8] M. A. Al-Shareeda, A. Mohammed Ali, M. Adel Hammoud, Z. Haider Muhammad Kazem, and M. Aqeel Hussein, "Secure IoT-Based Real-Time Water Level Monitoring System Using ESP32 for Critical Infrastructure," *Journal of Cyber Security and Risk Auditing*, vol. 2025, no. 2, pp. 44–52, Apr. 2025, doi: 10.63180/jcsra.thestap.2025.2.4.
- [9] L. D. Xu, W. He, and S. Li, "Internet of Things in industries: A survey," *IEEE Trans. Industr. Inform.*, 2019.
- [10] P. R. Singh and D. K. Yadav, "Design and development of liquid level monitoring system using microcontroller," *International Journal of Advanced Research in Electrical Engineering*, 2018.
- [11] A. K. Gupta and R. Kumar, "Arduino based automatic water level controller with alarm system," *International Journal of Science and Research*, 2019.
- [12] S. R. Patil and P. S. Kulkarni, "Capacitive sensor based liquid level detection system," *International Journal of Electronics Engineering*, 2020.
- [13] N. A. Ahmad, "Comparative study of ultrasonic and capacitive sensors for liquid level measurement," *J. Phys. Conf. Ser.*, 2020.
- [14] A. Al-Fuqaha, "Internet of Things: A survey on enabling technologies, protocols, and applications," *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, 2019.
- [15] R. Buyya, S. Marusic, and S. N. Srirama, "Industry 4.0 and cloud computing integration," *IEEE Cloud Computing*, vol. 7, no. 4, pp. 32–39, 2020.
- [16] J. Gubbi, "Internet of Things (IoT): A vision, architectural elements, and future directions," *Future Generation Computer Systems*, 2018.
- [17] K. Schwab, *The Fourth Industrial Revolution*. World Economic Forum, 2017.
- [18] M. S. Islam, M. M. Rahman, and M. M. Hasan, "Low-cost IoT based water level monitoring system," *Int. J. Comput. Appl.*, vol. 182, no. 44, pp. 15–21, 2019.
- [19] I. Hanafi, F. Hunaini, and D. Siswanto, "Monitoring And Control System Of Industrial Electric Motors Using The Internet Of Things Sistem Monitoring Dan Kontrol Motor Listrik Industri Menggunakan Internet Of Things (Iot)," *Journal of Electrical and Electronic Engineering-UMSIDA*, vol. 7, no. 1, 2023.
- [20] H. Nugroho and B. Santoso, "Perancangan sistem monitoring level cairan berbasis Arduino," *Jurnal Teknik Elektro*, vol. 11, no. 2, pp. 85–92, 2021.
- [21] S. Yadav and A. Sharma, "Design of smart oil level monitoring system using embedded system," *Int. J. Embed. Syst.*, vol. 5, no. 1, pp. 44–50, 2021.
- [22] R. P. Sari, A. Pratama, and T. Wibowo, "Implementasi sensor kapasitif untuk monitoring level fluida industri," *Jurnal Teknologi dan Sistem Komputer*, vol. 9, no. 3, pp. 201–208, 2021.
- [23] L. Monostori, "Cyber-physical production systems: Roots, expectations and R&D challenges," *Procedia CIRP*, vol. 17, pp. 9–13, 2019.
- [24] S. Wang, J. Wan, D. Li, and C. Zhang, "Implementing smart factory of Industry 4.0: An outlook," *Industrial Management & Data Systems*, vol. 116, no. 1, pp. 1–16, 2020.
- [25] M. Hermann, T. Pentek, and B. Otto, "Design principles for Industrie 4.0 scenarios," *Proceedings of the Hawaii International Conference on System Sciences*, pp. 3928–3937, 2019.

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.