

Analisis Efektivitas Penurunan Suhu Dinamo Motor Listrik pada Ruang Tertutup dengan Menggunakan Exhaust Fan

Sutrisno¹, Adang Saepudin², Richard Al Rais Ihsan³

¹²³Program Studi Teknik Mesin, Sekolah Tinggi Teknologi Texmaco, Indonesia
Email: sutrisno@stttxmaco.ac.id

Received 03 September 2026 | Revised 09 September 2026 | Accepted 24 September 2026

ABSTRAK

Pengoperasian motor listrik secara terus-menerus menghasilkan akumulasi panas yang berpotensi merusak isolasi kumparan serta memperpendek umur pakai komponen. Penelitian eksperimental ini bertujuan untuk menganalisis efektivitas pengaplikasian exhaust fan dalam menurunkan suhu dinamo motor listrik pada ruang tertutup. Pengujian dilakukan menggunakan motor induksi satu fasa ADK YL-63B-4 dan exhaust fan Maspion MV-250NEX pada kondisi ruang terbuka serta ruang tertutup bervolume 0,606 m³. Hasil pengujian menunjukkan bahwa pengaplikasian exhaust fan pada ruang terbuka berhasil menurunkan suhu motor dari 55,9°C menjadi 46,6°C (16,64%). Sementara itu, pada ruang tertutup, suhu puncak motor yang mencapai 97,1°C dapat diturunkan secara drastis menjadi 52,3°C (46,14%) hanya dalam kurun waktu satu menit saja. Laju perpindahan panas pun meningkat signifikan mencapai 177,83 W pada area ruang tertutup. Kesimpulannya, penggunaan exhaust fan terbukti sangat efektif menurunkan suhu operasional motor listrik secara optimal, dengan tingkat efektivitas tertinggi berada pada ruang tertutup.

Kata kunci: Exhaust Fan, Motor Listrik, Suhu, Konveksi Paksa, Ventilasi

ABSTRACT

Continuous operation of an electric motor generates heat accumulation that can potentially damage winding insulation and shorten component lifespan. This experimental study aims to analyze the effectiveness of using an exhaust fan to lower the temperature of an electric motor within an enclosed space. Testing was conducted using an ADK YL-63B-4 single-phase induction motor and a Maspion MV-250NEX exhaust fan in both open-air conditions and an enclosed space with a volume of 0.606 m³. The results indicate that using the exhaust fan in an open area successfully reduced the motor temperature from 55.9°C to 46.6°C (a 16.64% reduction). Meanwhile, in the enclosed space, the peak motor temperature—which reached 97.1°C—was drastically reduced to 52.3°C (a 46.14% reduction) in just one minute. The rate of heat transfer also increased significantly, reaching 177.83 W within the enclosed space. In conclusion, the use of an exhaust fan proved highly effective in optimally lowering the electric motor's operating temperature, with the highest level of effectiveness observed in the enclosed space.

Keywords: exhaust fan, electric motor, temperature, forced convection, ventilation

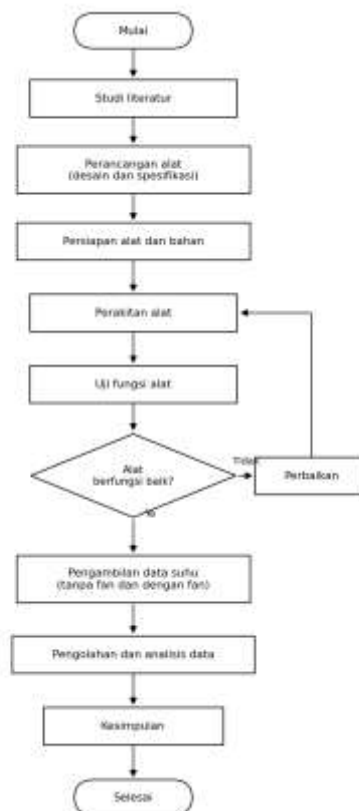
1. PENDAHULUAN

Motor listrik menjadi penggerak utama beragam peralatan di industri maupun rumah tangga. Motor listrik merupakan peralatan dengan konsumsi energi terbesar di dunia industri [1]. Namun setiap motor yang bekerja selalu membangkitkan panas, karena tidak seluruh energi listrik berubah menjadi putaran. Sebagian energi hilang sebagai rugi tembaga, rugi besi, dan rugi mekanis yang seluruhnya menjadi panas [2]. Panas berlebih menjadi penyebab utama kerusakan motor. Kelebihan beban membuat arus naik sehingga gulungan mengalami overheat dan terbakar [3]. Suhu tinggi juga mempercepat kerusakan kumparan [4]. Bukti dari lapangan menunjukkan kerusakan motor akibat arus lebih dan kelebihan panas terjadi lintas sektor, termasuk pada permesinan kapal [5]. Komponen dengan risiko kegagalan tertinggi adalah belitan stator, terminal box, dan bearing [6]. Persoalan bertambah berat ketika motor berada pada ruang tertutup tanpa ventilasi, karena panas terperangkap dan tidak dapat keluar secara alami, sehingga downtime produksi pun tak terhindarkan [7].

Metode pendinginan cair seperti water jacket terbukti menyerap panas, tetapi rumit dan mahal untuk skala bengkel kecil [1]. Pendinginan udara paksa dengan kipas telah berhasil pada generator [8] dan panel listrik [9], serta exhaust fan terbukti memperbaiki kualitas udara ruangan [10]. Namun belum ada yang mengukur langsung penurunan suhu motor listrik akibat exhaust fan. Penelitian ini mengisi kekosongan tersebut dengan merancang sistem pendingin exhaust fan pada motor listrik lalu menganalisis penurunan suhunya secara kuantitatif.

2. METODE

Tahapan penelitian mengikuti diagram alir di bawah ini. Sebelum data diambil, alat lebih dulu melewati pengujian fungsi; apabila kinerjanya belum baik, perbaikan dan perakitan ulang dilakukan sampai alat benar-benar siap dipakai.



Gambar 1. Diagram alir penelitian

Penelitian menggunakan metode eksperimen. Objek uji adalah motor induksi satu fasa ADK YL-63B-4 (0,18 kW, 220 V, 1340 rpm, kelas isolasi F) dan exhaust fan Maspion MV-250NEX (diameter 10 inci, 30 W, debit 860 m³/jam). Suhu diukur dengan termometer digital termokopel tipe K TM-902C pada titik tetap di tengah bodi motor. Studi eksperimen konveksi paksa menunjukkan koefisien perpindahan panas meningkat seiring bertambahnya kecepatan aliran udara [11]. Jarak exhaust fan ke motor ditetapkan 25 cm dengan sumbu fan sejajar sumbu poros motor. Pengujian dilakukan dua tahap: ruang terbuka selama 20 menit dengan pencatatan tiap 5 menit, dan ruang tertutup memakai kardus berdimensi 98×63×98 cm (volume 0,606 m³) dengan sisi belakang fan terbuka sebagai jalur buang udara.

Laju perpindahan panas dihitung dengan hukum pendinginan Newton [12], seperti ditunjukkan pada Persamaan (1).

$$Q = h \times A \times \Delta T \quad (1)$$

Luas permukaan motor didekati sebagai silinder, $A = (\pi DL) + 2(\pi D^2/4) = 0,2049 \text{ m}^2$. Persentase penurunan suhu dihitung dengan Persamaan (2) [13].

$$\% = ((T_1 - T_2) / T_1) \times 100\% \quad (2)$$

Nilai koefisien perpindahan panas konveksi (h) merujuk pada literatur, yaitu $h = 10 \text{ W/m}^2\text{°C}$ untuk konveksi alami udara dan $h = 35 \text{ W/m}^2\text{°C}$ untuk konveksi paksa exhaust fan [13], [14].

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Alat dan Bahan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini dibagi menjadi dua kelompok utama, yaitu alat perkakas untuk fabrikasi/perakitan rangka serta instrumen pengukuran dan pengumpulan data. Pada proses fabrikasi dan perakitan, gergaji besi digunakan untuk memotong profil besi siku sesuai dimensi yang dirancang. Bagian tepi besi bekas pemotongan selanjutnya dihaluskan menggunakan kikir untuk menghilangkan bagian tajam. Pembuatan lubang baut tambahan pada rangka dilakukan menggunakan bor tangan, sedangkan proses perakitan dan pengencangan baut rangka menggunakan set obeng dan kunci pas. Untuk keperluan pengukuran dan pengambilan data eksperimen, meteran digunakan untuk mengukur dimensi motor listrik serta menentukan presisi jarak pemasangan fan. Pengukuran perubahan suhu permukaan motor listrik secara kontinu dan akurat menggunakan termometer digital termokopel tipe K (TM-902C). Sementara itu, durasi waktu operasional pengujian dan penentuan interval waktu pencatatan data diatur menggunakan stopwatch pada ponsel.

Tabel 1. Spesifikasi Alat

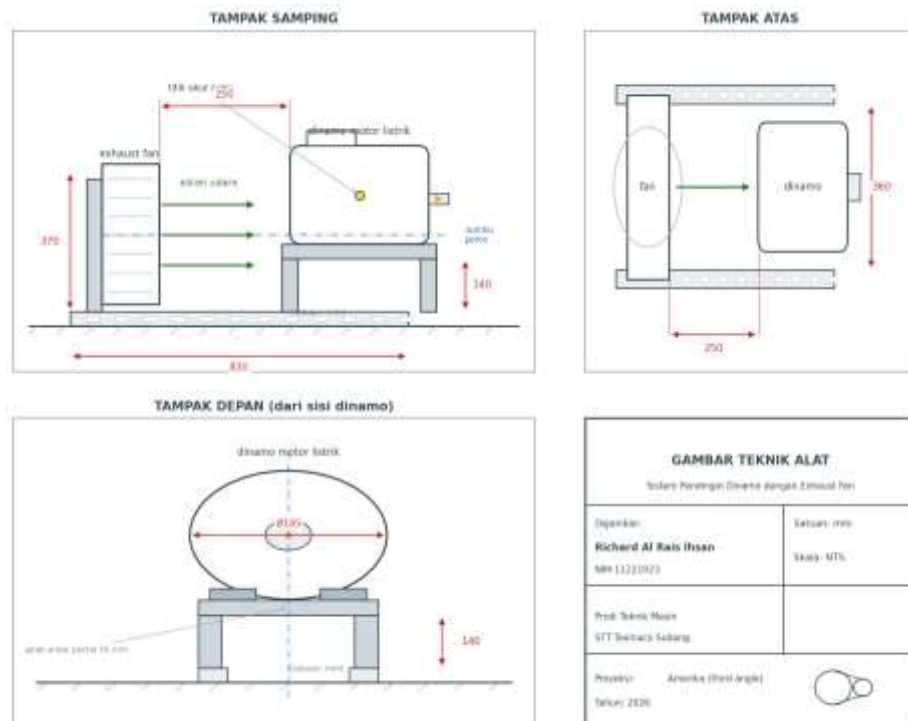
No	Nama Alat	Fungsi
1	Gergaji besi	Memotong besi siku sesuai ukuran
2	Bor tangan	Membuat lubang baut tambahan bila diperlukan
3	Kikir	Menghaluskan sisi besi bekas potongan
4	Termometer digital termokopel tipe K (TM-902C)	Mengukur suhu permukaan motor
5	Meteran	Mengukur dimensi motor dan jarak pemasangan fan

No	Nama Alat	Fungsi
6	Stopwatch (ponsel)	Mengukur durasi operasi dan interval pencatatan
7	Obeng dan kunci pas	Memasang dan mengencangkan baut rangka

Tabel 2. Spesifikasi Bahan

No	Bahan	Spesifikasi
1	Motor listrik satu fasa	1/4 HP (± 180 W), 220 V, 50 Hz, 4 pole, ± 1400 rpm, kelas isolasi F
2	Exhaust fan dinding	Maspion MV-250NEX, diameter 10 inci (25 cm), 220 V, 30 W, debit udara 860 m ³ /jam, 1052 rpm
3	Besi siku lubang	Profil 38 $\times$ 38 mm, tebal 2 mm, panjang 100 cm, untuk rangka dudukan fan
4	Plat siku L	5 $\times$ 5 cm, tebal 2 mm, penguat sudut rangka
5	Kabel listrik + steker + saklar	220 V, panjang 1,8 m, untuk catu daya exhaust fan
6	Baut dan mur	Ukuran kunci 12/13, pengikat rangka dan fan

Wujud rancangan alat dituangkan ke dalam gambar teknik bertiga pandangan, meliputi tampak samping, tampak atas, dan tampak depan. Dimensi-dimensi utama alat ditampilkan dalam satuan milimeter pada gambar tersebut, mencakup jarak exhaust fan ke dinamo, tinggi dudukan dinamo, tinggi fan, serta diameter bodi dinamo.



Gambar 2. Gambar Teknik Alat Pendingin Dinamo Motor Listrik

Alat berhasil dirakit menggunakan rangka besi siku lubang dengan sambungan baut tanpa pengelasan. Motor, exhaust fan, dan termometer tersusun pada satu rangka dengan jarak dan posisi yang tetap, seperti ditunjukkan pada Gambar 1.



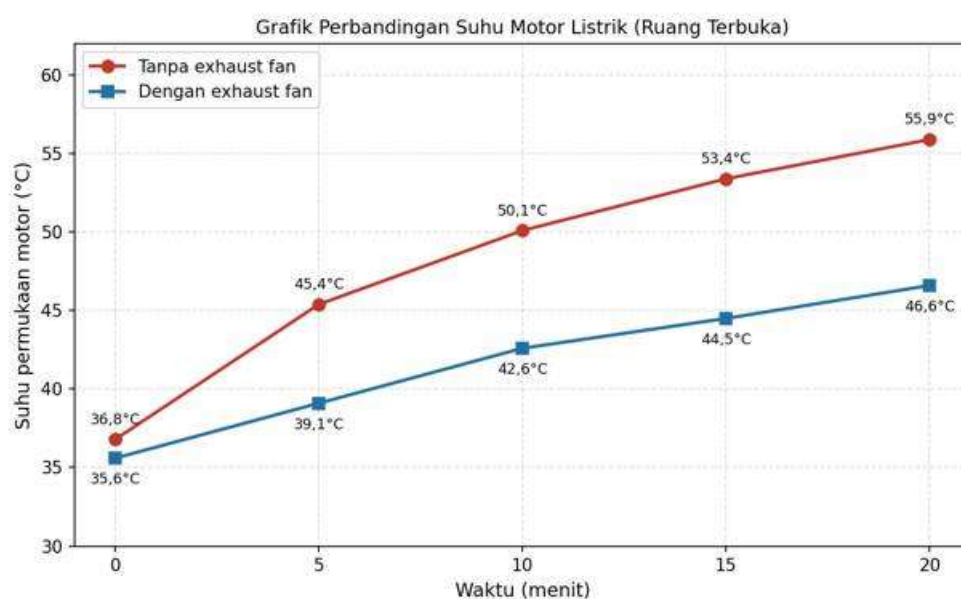
Gambar 3. Alat Pendingin Motor Listrik

3.1 Pengujian Ruang Terbuka

Tanggal 20 Juli 2026, pukul 17.00 sampai 18.00 WIB, menjadi waktu pelaksanaan pengujian ruang terbuka. Pengujian mencakup dua sesi yang masing-masing berlangsung 20 menit: sesi pertama motor bekerja tanpa exhaust fan, sesi kedua motor bekerja dengan exhaust fan. Setiap 5 menit, suhu permukaan motor dibaca pada titik tetap di tengah bodi memakai termokopel TM-902C. Hasil pengujian ruang terbuka disajikan pada Tabel 1.

Tabel 3. Data Suhu Ruang Terbuka (°C)

Waktu (menit)	Suhu Ruang (°C)	Tanpa Fan (°C)	Dengan Fan (°C)	Selisih (°C)	Keterangan
0 (awal)	36,8 / 35,6	36,8	35,6	1,2	Suhu awal (motor belum menyala)
5	—	45,4	39,1	6,3	—
10	—	50,1	42,6	7,5	—
15	—	53,4	44,5	8,9	—
20	—	55,9	46,6	9,3	Suhu akhir pengujian



Gambar 4. Grafik Suhu Ruang Terbuka

Tabel 1 memperlihatkan suhu motor tanpa exhaust fan, suhu motor naik dari 36,8°C menjadi 55,9°C. Dengan exhaust fan, suhu hanya naik dari 35,6°C menjadi 46,6°C. Penurunan suhu akhir mencapai 9,3°C atau 16,64%. Kenaikan suhu ditekan dari 19,1°C menjadi 11,0°C, setara reduksi kenaikan 42,41%.

3.2 Pengujian Ruang Tertutup

Motor dioperasikan tiga jam dalam ruang tertutup tanpa ventilasi hingga suhu mencapai 97,1°C, seperti ditunjukkan pada Gambar 3. Setelah exhaust fan dinyalakan, suhu turun menjadi 52,3°C hanya dalam satu menit, seperti ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 5. Suhu Maksimal 97,1°C

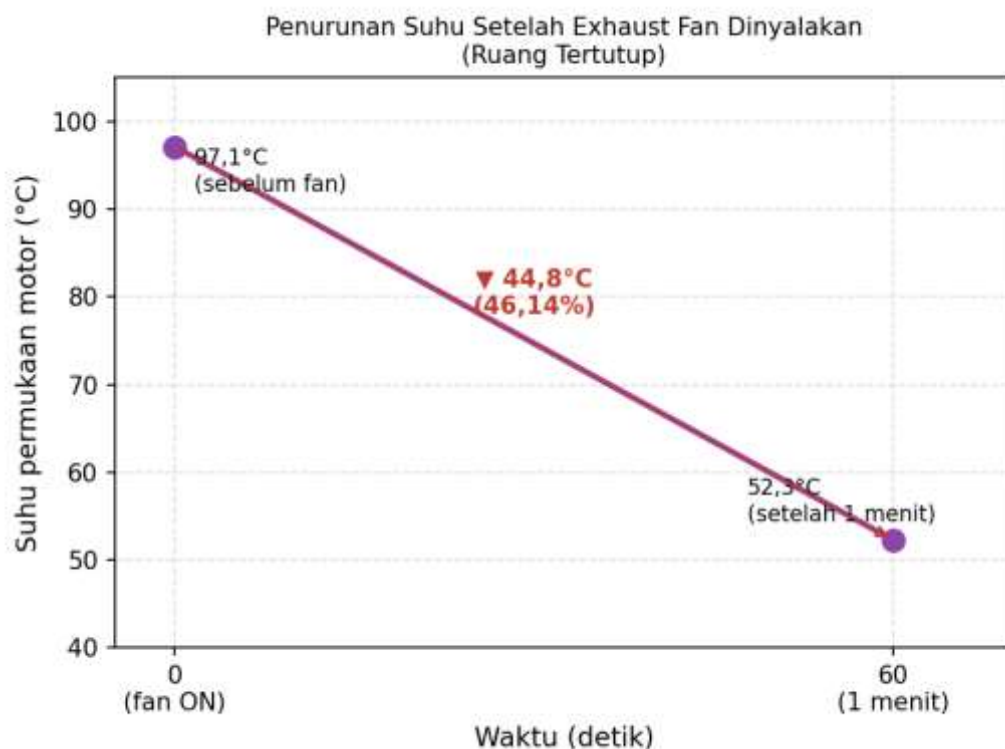


Gambar 6. Suhu Setelah Fan Dinyalakan 52,3°C

Tabel 4. Data Hasil Pengujian Suhu Motor Listrik pada Ruang Tertutup

Kondisi	Suhu Awal (°C)	Suhu Akhir (°C)	Keterangan
Tanpa exhaust fan	27,5	97,1	Motor beroperasi 3 jam dalam ruang tertutup kardus (98×63×98 cm)

Kondisi	Suhu Awal (°C)	Suhu Akhir (°C)	Keterangan
Dengan exhaust fan	97,1	52,3	Exhaust fan dinyalakan; pengukuran setelah 1 menit



Gambar 7. Grafik Penurunan Suhu Motor pada Ruang Tertutup Setelah Exhaust Fan Dinyalakan

Penurunan pada ruang tertutup mencapai 44,8°C atau 46,14%, jauh lebih besar daripada ruang terbuka. Hal ini karena pada ruang tertutup exhaust fan bekerja sesuai fungsi aslinya, yaitu menghisap udara panas dari dalam ruang dan membuangnya keluar. Kondisi ini selaras dengan prinsip degradasi isolasi akibat paparan suhu tinggi yang terus-menerus [16].

3.3 Laju Perpindahan Panas dan Laju Pergantian Udara

Pada ruang terbuka, laju perpindahan panas meningkat dari 39,13 W tanpa fan menjadi 78,88 W dengan fan. Pada ruang tertutup laju perpindahan panas mencapai 177,83 W. Laju pergantian udara exhaust fan sebesar 1.421 kali per jam, jauh melampaui standar ventilasi industri 6–30 kali per jam [15]. Standar tata udara nasional menetapkan laju pergantian udara yang memadai demi menjaga suhu dan kualitas udara tetap aman bagi peralatan [17].

Suhu maksimal 97,1°C masih berada di bawah batas kelas isolasi F sebesar 155°C, sehingga motor tidak rusak. Hasil ini sesuai teori konveksi paksa bahwa aliran udara meningkatkan koefisien perpindahan panas [14], sehingga pembuangan panas dari permukaan motor menjadi lebih cepat.

3.4 Perbandingan Hasil Pengujian Ruang Terbuka dan Tertutup

Tabel 5. Rekapitulasi Perbandingan Hasil Pengujian

Parameter	Ruang Terbuka	Ruang Tertutup	Satuan
Suhu awal / suhu maksimal	55,9	97,1	°C

Parameter	Ruang Terbuka	Ruang Tertutup	Satuan
Suhu akhir dengan fan	46,6	52,3	°C
Penurunan suhu	9,3	44,8	°C
Persentase penurunan	16,64	46,14	%
Durasi pengujian	20 menit	1 menit	—
Laju perpindahan panas (Q)	78,88	177,83	Watt

Jurang yang lebar antara persentase penurunan suhu ruang terbuka (16,64%) dan ruang tertutup (46,14%) terjelaskan lewat dua mekanisme. Mekanisme pertama: panas di ruang tertutup tidak menemukan jalan keluar secara alami sehingga akumulasinya jauh lebih tinggi; begitu exhaust fan menyala, gradien suhu (ΔT) antara motor dan udara pun jauh lebih besar, dan nilai $Q = h \times A \times \Delta T$ ikut membesar. Mekanisme kedua: di ruang tertutup exhaust fan justru menjalankan fungsi aslinya, yakni menyedot udara panas dari dalam ruang lalu membuangnya keluar, sehingga keefektifannya mencapai titik maksimal.

4. KESIMPULAN

Bertolak dari keseluruhan proses perancangan, pembuatan alat, dan pengujian yang telah dijalankan, kesimpulan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Keefektifan exhaust fan Maspion MV-250NEX dalam menurunkan suhu permukaan motor listrik ADK YL-63B-4 terbukti. Sepanjang 20 menit pengujian ruang terbuka, suhu akhir motor dengan exhaust fan tercatat 46,6°C berbanding 55,9°C tanpa exhaust fan, atau turun sebesar 9,3°C (16,64%).
2. Di ruang tertutup, hanya dalam 1 menit sejak dinyalakan, exhaust fan sanggup memangkas suhu motor dari 97,1°C menjadi 52,3°C, setara persentase penurunan 46,14%. Keefektifan yang jauh lebih tinggi pada ruang tertutup bersumber dari bekerjanya exhaust fan sesuai fungsi aslinya, yakni menyedot dan membuang udara panas dari dalam ruang, dengan laju pergantian udara mencapai 1.421 kali per jam.
3. Laju perpindahan panas konveksi paksa exhaust fan pada ruang terbuka mencapai 78,88 W, dua kali lipat dibanding kondisi tanpa fan (39,13 W); pada ruang tertutup nilainya menembus 177,83 W, yang membuktikan kemampuan exhaust fan mengangkut kalor secara sangat efisien.

5. DAFTAR RUJUKAN

- [1] A. Ekayuliana and Irwandi, 'Rancang Bangun Sistem Pendingin Motor Listrik Menggunakan Water Jacket Lilitan Pipa Pipih,' in Prosiding Seminar Nasional NCIET, vol. 1, pp. B59–B66, 2020. [Online]. Available: <https://www.academia.edu/88547749>
- [2] Z. Anthony, Mesin Listrik Arus Bolak Balik, Edisi revisi. Yogyakarta: Penerbit Andi, 2019. [Online]. Available: <https://lib.atim.ac.id/opac/detail-opac?id=913>
- [3] R. A. Kusuma, 'Analisa Penyebab Terbakarnya Motor Induksi Tiga Fasa dengan Menggunakan Simulasi MATLAB,' Jurnal Kajian Teknik Elektro, vol. 7, no. 2, 2022. [Online]. Available: <https://journal.uta45jakarta.ac.id/index.php/JKTE/article/view/6448>

- [4] N. Naibaho, 'Analisis Suhu Motor Listrik 3 Fasa dengan Sensor FT-H50,' Jurnal Elektro, vol. 11, no. 1, pp. 94–105, 2023. [Online]. Available: <https://repository.unkris.ac.id/id/eprint/851/>
- [5] A. Hendrawan, Siswadi, Supari, and R. A. A. Al Khomsi, 'Penyebab Kerusakan Electro Motor Oil Max Pump pada Mesin Induk di KM. Dharma Kartika IX,' Saintara: Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Maritim, vol. 5, no. 2, 2021. <https://doi.org/10.52488/saintara.v5i2.104>
- [6] Nurcahyo et al., 'Mengidentifikasi Kerusakan Motor Listrik 3 Fasa dengan Metode Failure Mode and Effects Analysis,' Jambura Industrial Review (JIREV), 2023. [Online]. Available: <https://ejurnal.ung.ac.id/index.php/JIRev/article/view/24772>
- [7] N. Evalina, J. Susilo, and A. Amiruddin, 'Perancangan Sistem Monitoring Suhu dan Getaran pada Bearing Motor Induksi Berbasis HMI,' RELE (Rekayasa Elektrikal dan Energi): Jurnal Teknik Elektro, vol. 6, no. 2, pp. 135–139, 2024. [Online]. Available: <https://jurnal.umsu.ac.id/index.php/RELE/article/view/17197>
- [8] T. M. Amin, U. Situmeang, and A. Tanjung, 'Analisis Kinerja Cooling Fan terhadap Temperatur Air untuk Meningkatkan Kinerja Generator di PLTG Balai Pungut,' SainETIn: Jurnal Sains, Energi, Teknologi, dan Industri, vol. 7, no. 2, pp. 25–32, 2023. [Online]. Available: <https://journal.unilak.ac.id/index.php/SainETIn/article/view/10767>
- [9] I. D. G. D. Pranata et al., 'Sistem Pendingin Otomatis dan Monitoring Suhu pada Panel Box Recloser Menggunakan Sensor MLX90614 Berbasis ESP8266,' SMATIKA: STIKI Informatika Jurnal, vol. 12, no. 1, pp. 17–26, 2022. [Online]. Available: <https://jurnal.ubhinus.ac.id/index.php/SMATIKA/article/download/667/457>
- [10] R. Irfani, A. A. Rahmanto, and M. E. Gazazanata, 'Rancang Bangun Sistem Exhaust Fan Otomatis Berbasis Sensor DHT11 dan Mikrokontroler ESP32 untuk Peningkatan Kualitas Udara di Smoking Area,' Jurnal Engine: Energi, Manufaktur, dan Material, 2025. [Online]. Available: https://ejournal.up45.ac.id/index.php/Jurnal_ENGINE/article/view/2161
- [11] Derry, Danial, and Lubis, 'Studi Eksperimen Perpindahan Panas Konveksi Paksa pada Pipa Stainless,' Jurnal Teknik Mesin Universitas Tanjungpura, vol. 3, no. 1, pp. 52–55, 2022. [Online]. Available: <https://jurnal.untan.ac.id/index.php/jtm/article/download/51391/75676591511>
- [12] F. M. Dewadi et al., Perpindahan Panas [Ebook]. Bandung: Indie Press, 2023. [Online]. Available: https://www.researchgate.net/publication/370553074_Perpindahan_Panas
- [13] A. Mursadin and R. Subagyo, Perpindahan Panas I (Bahan Ajar HMKK 453) [Ebook]. Banjarbaru: Program Studi Teknik Mesin, Universitas Lambung Mangkurat, 2016. [Online]. Available: https://mesin.ulm.ac.id/assets/dist/bahan/Perpindahan_Panas_1_full.pdf
- [14] F. P. Incropera, D. P. DeWitt, T. L. Bergman, and A. S. Lavine, Fundamentals of Heat and Mass Transfer, 6th ed. Hoboken: John Wiley & Sons, 2007.
- [15] ASHRAE, ASHRAE Handbook: HVAC Applications. Atlanta: American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, 2019.

- [16] M. Wahyudi, 'Evaluasi Degradasi Isolasi Motor Induksi,' JNTETI (Jurnal Nasional Teknik Elektro dan Teknologi Informasi), vol. 8, no. 1, 2019. [Online]. Available: <https://journal.ugm.ac.id/v3/JNTETI/article/download/2621/742>
- [17] Badan Standardisasi Nasional, Tata Cara Perancangan Sistem Ventilasi dan Pengkondisian Udara pada Bangunan Gedung (SNI 03-6572-2001). Jakarta: BSN, 2001.