



RANCANG BANGUN SISTEM DIAGNOSA KERUSAKAN *AIR HANDLING UNIT* BERBASIS KECERDASAN BUATAN DI PT JAKARTA LAND

SKRIPSI

**Skripsi diajukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik**



Disusun oleh:

ALA IMANI NUGROHO UTOMO

182227063

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK DAN ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS GLOBAL JAKARTA**

2025

PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa berdasarkan hasil penelusuran berbagai karya ilmiah, gagasan, dan masalah ilmiah yang diteliti dan diulas di dalam naskah Skripsi ini adalah asli dari pemikiran saya. Tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu Perguruan Tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata di dalam naskah Skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur jiplakan, saya bersedia Skripsi dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (UU No. 20 Tahun 2003, pasal 25 ayat 2 dan pasal 70).

Depok, Agustus 2025
Mahasiswa,



Ala Imani Nugroho Utomo
NIM. 182227063

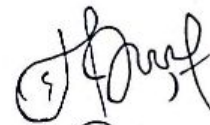
HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING

Skripsi ini diajukan oleh :
Nama : Ala Imani Nugroho Utomo
NIM : 182227063
Program Studi : Teknik Elektro
Judul Skripsi : Rancang Bangun Sistem Diagnosa Kerusakan *Air Handling Unit* Berbasis Kecerdasan Buatan di PT Jakarta Land

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Global Jakarta.

DEWAN PEMBIMBING

Pembimbing 1 : Sinka Wilyanti, S.T., M.T.



Pembimbing 2 : Arisa Olivia Putri, S.ST., M.IT.



Mengetahui,

Ketua Program Studi : Brainvendra Widi Dionova, S.ST., M.Sc.Eng. ()

Ditetapkan di : Depok

Tanggal : Agustus 2025

HALAMAN PENGESAHAN DEWAN PENGUJI

Skripsi ini diajukan oleh :
Nama : Ala Imani Nugroho Utomo
NIM : 182227063
Program Studi : Teknik Elektro
Judul Skripsi : Rancang Bangun Sistem Diagnosa Kerusakan *Air Handling Unit* Berbasis Kecerdasan Buatan di PT Jakarta Land

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Global Jakarta.

DEWAN PENGUJI

Penguji 1 : Legenda Prameswono Pratama, S.ST., M.Sc.Eng. ()

Penguji 2 : Devan Junesco Vresdian, S.ST., M.Sc.Eng. ()

Penguji 3 : Brainvendra Widi Dionova, S.ST., M.Sc.Eng. ()

Ditetapkan di : Depok

Tanggal : Agustus 2025

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya, saya dapat menyelesaikan Skripsi ini. Penulisan Skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik Jurusan Teknik Elektro pada Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer. Saya menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan Skripsi ini, sangatlah sulit bagi saya untuk menyelesaikan Skripsi ini. Oleh karena itu, saya mengucapkan terima kasih kepada:

- (1) Rektor beserta Jajarannya, yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk menempuh pendidikan,
- (2) Sinka Wilyanti, S.T., M.T. dan Arisa Olivia Putri, S.ST., M.IT., selaku dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan saya dalam penyusunan Skripsi ini;
- (3) Orang tua dan keluarga saya yang telah memberikan bantuan dukungan material dan moral;
- (4) Teman-teman Teknik Elektro JGU yang telah banyak membantu saya dalam menyelesaikan Skripsi ini. Akhir kata, saya berharap Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga Skripsi ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan.

Depok, Agustus 2025
Penulis

PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI AKADEMIS

Sebagai sivitas akademika Universitas Global Jakarta, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Ala Imani Nugroho Utomo
NPM : 182227063
Program Studi : Teknik Elektro
Jenis Karya Ilmiah : Skripsi

demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Global Jakarta **Hak Bebas Royalti Non-eksklusif** (*None-exclusive Royalty Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul:

Rancang Bangun Sistem Diagnosa Kerusakan Air Handling Unit Berbasis Kecerdasan Buatan di PT Jakarta Land

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti/Non-eksklusif ini Universitas Global Jakarta berhak menyimpan, mengalih-media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan mempublikasikan Skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Depok, Agustus 2025

Yang menyatakan



Ala Imani Nugroho Utomo

NIM. 182227063

ABSTRAK

Kerusakan pada sistem *Air Handling Unit* (AHU) sering kali sulit dideteksi secara dini, terutama oleh teknisi yang belum berpengalaman. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengevaluasi sistem pakar berbasis kecerdasan buatan guna membantu proses diagnosa kerusakan pada AHU. Metode yang digunakan adalah pendekatan *rule-based expert system* dengan teknik inferensi *forward chaining*, yang memungkinkan sistem menarik kesimpulan berdasarkan kombinasi gejala yang diinput oleh pengguna. Proses pengembangan dimulai dengan akuisisi pengetahuan melalui konsultasi dengan teknisi berpengalaman, yang kemudian disusun menjadi basis pengetahuan dalam bentuk 9 gejala umum, 10 aturan diagnosa, dan 10 solusi perbaikan. Sistem diimplementasikan dalam bentuk aplikasi *mobile* berbasis Android untuk memudahkan teknisi melakukan diagnosa secara langsung di lapangan. Hasil pengujian terhadap sepuluh kasus nyata menunjukkan bahwa sistem mampu memberikan diagnosa yang akurat dan sesuai dengan hasil analisis teknisi ahli. Dengan tingkat akurasi mencapai 100%, sistem ini terbukti dapat berfungsi sebagai alat bantu pengambilan keputusan dalam proses perawatan dan perbaikan AHU. Sistem ini juga memiliki potensi untuk dikembangkan lebih lanjut dengan integrasi sensor dan perluasan cakupan gejala.

Kata kunci: sistem pakar, *forward chaining*, AHU, diagnosa kerusakan, kecerdasan buatan.

ABSTRACT

Damage to the Air Handling Unit (AHU) system is often difficult to detect early, especially by less experienced technicians. This study aims to design and evaluate an artificial intelligence-based expert system to assist in diagnosing faults in AHU. The method used is a rule-based expert system with forward chaining inference, allowing the system to conclude based on a combination of user-selected symptoms. The development process began with knowledge acquisition through consultations with experienced AHU technicians, which was compiled into a knowledge base consisting of 9 common symptoms, 10 diagnostic rules, and 10 corrective recommendations. The system was implemented as an Android-based mobile application to facilitate direct field use by technicians. Testing with ten real-world cases demonstrated that the system produced accurate diagnoses consistent with expert technician analysis. With an accuracy rate of 100%, the system has proven effective as a decision-support tool in AHU maintenance and repair processes. Furthermore, it holds potential for future development through sensor integration and broader symptom coverage.

Keywords : *expert system, forward chaining, AHU, fault diagnosis, artificial intelligence.*

DAFTAR ISI

PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI.....	Error! Bookmark not defined.
HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN DEWAN PENGUJI.....	iii
KATA PENGANTAR.....	Error! Bookmark not defined.
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI AKADEMIS.....	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	13
1.1 Latar Belakang	13
1.2 Rumusan Masalah	14
1.3 Tujuan Penelitian	15
1.4 Manfaat Penelitian	15
1.5 Batasan Masalah.....	15
BAB II KAJIAN PUSTAKA	16
2.1 Landasan Teori.....	16
2.1.1 Air Handling Unit (AHU)	16
2.1.2 Kecerdasan Buatan.....	18
2.1.3 Kecerdasan Buatan untuk Teknik Pendingin dan Tata Udara	21
2.2 Tinjauan Penelitian yang Berkaitan	23
BAB III METODE PENELITIAN	26
3.1 Diagram Alir Penelitian	26
3.2 Lokasi & Obyek Penelitian	27
3.3 Identifikasi Masalah	27
3.4 Studi Literatur dan Akuisisi Pengetahuan Pakar.....	27
3.5 Perancangan Basis Pengetahuan	29
3.5.1 Domain Masalah (Fakta/Gejala)	30
3.5.2 Rule Base (Aturan IF-THEN)	30
3.5.3 Domain Solusi.....	31
3.6 Implementasi Sistem Pakar	31
3.6.1 Pengembangan Sistem Pakar Metode Forward Chaining.....	31
3.7 Desain Antarmuka Aplikasi Android.....	33
3.8 Validasi Sistem	33
3.9 Metodologi Penelitian	34

BAB IV PEMBAHASAN.....	36
4.1 Implementasi Sistem Diagnosa Kerusakan AHU	36
4.1.1 Domain Masalah (Gejala)	36
4.1.2 Basis Pengetahuan (Rule Base).....	36
4.1.3 Domain Solusi (Rekomendasi Perbaikan)	36
4.1.4 Tampilan Antarmuka Aplikasi Mobile	37
4.1.5 Evaluasi dan Validasi Sistem oleh Pakar	39
4.1.6. Use Case Diagram	40
4.2 Pembahasan Hasil Implementasi.....	41
4.3 Survei Kepuasan Pengguna.....	42
BAB V PENUTUP.....	44
5.1 Kesimpulan	44
5.2 Saran.....	44
DAFTAR PUSTAKA	45
LAMPIRAN.....	48

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Demam teknologi di era digital membawa tantangan baru, terutama dalam pemeliharaan dan manajemen fasilitas bangunan (West et al., 2014). Salah satu komponen krusial dalam sistem HVAC (*Heating, Ventilation, and Air Conditioning*) adalah *Air Handling Unit* (AHU), yang berperan dalam pengelolaan sirkulasi dan kondisi udara dalam suatu bangunan (Sugarman, 2024). Meskipun menjadi bagian fundamental dari sistem HVAC, AHU rentan terhadap kerusakan dan kegagalan yang dapat merugikan efisiensi operasional dan kenyamanan penghuni. Beberapa penelitian terkait melaporkan adanya masalah pada sistem ini, seperti penelitian oleh Madhikermi et al. (2019), penelitian ini berfokus pada deteksi kegagalan *heat recycler* pada sistem AHU, permasalahan *heat recycler* yang seringkali dalam kondisi tidak menentu dan unik, sehingga sulit dideteksi keagalannya sehingga untuk mengatasi kegagalan *heat recovery* secara efisien, akurat, dan cepat menggunakan teknik *Artificial Intelligence* (AI) seperti *Support Vector Machine* (SVM) dan *Neural Network* (NN), namun penelitian ini memuat informasi mengenai kekurangan spesifik dari spesifikasi sistem cerdasnya yang digunakan untuk menyelesaikan permasalahan kegagalan *heat recycler* pada sistem AHU. Penelitian lain oleh Meas et al. (2022) menggunakan teknik *explainable artificial intelligence* (XAI) untuk mengatasi persoalan kerusakan-kerusakan pada sistem AHU secara umum, namun sistem ini diperuntukkan untuk *high computation*, sehingga tidak cocok diterapkan pada spesifikasi perangkat yang rendah.

Sementara itu, pentingnya peran AHU dalam sistem HVAC membuat pemantauan dan diagnosis kerusakan menjadi esensial (Du & Er, 2004). Keterlambatan dalam mendeteksi dan menangani kerusakan dapat mengakibatkan biaya perbaikan yang tinggi dan penurunan efisiensi operasional. Saat ini, masih kurangnya pendekatan proaktif dan otomatis dalam diagnosis kerusakan AHU (Lee et al., 2024). Oleh karena itu, pengembangan sistem yang mampu melakukan

diagnosis secara cepat, akurat, dan otomatis akan membawa dampak positif dalam menjaga kinerja sistem HVAC secara keseluruhan (Liao et al., 2021).

Penerapan kecerdasan buatan (*Artificial Intelligence* - AI) memberikan solusi potensial dalam meningkatkan efektivitas pemeliharaan sistem HVAC. Teknik-teknik AI seperti *machine learning* (ML) dapat digunakan untuk menganalisis pola-pola kerusakan yang kompleks dan memberikan prediksi yang lebih tepat (Balasubramaniam, 2021; Madhikermi et al., 2019). Integrasi kecerdasan buatan dalam sistem diagnosa AHU diharapkan dapat mengurangi waktu respons terhadap kerusakan, meningkatkan efisiensi energi, dan mengoptimalkan biaya pemeliharaan jangka panjang (Madhikermi et al., 2019).

Meskipun terdapat upaya berkelanjutan dalam diagnosis kerusakan AHU menggunakan kecerdasan buatan, seperti yang ditunjukkan oleh penelitian (Madhikermi et al., 2019) dalam deteksi *heat recycler* dan (Meas et al., 2022) dengan pendekatan XAI, masih terdapat celah dalam pengembangan sistem yang komprehensif dan mudah diimplementasikan, terutama dengan fokus pada akurasi diagnostik yang tinggi di berbagai kondisi operasional. Kekurangan pada beberapa metode yang ada, seperti keterbatasan aturan diagnostik (Balasubramaniam, 2021) pada kondisi tertentu, menyoroti kebutuhan akan pendekatan yang lebih robust dan generalis.

Oleh karena itu, didorong oleh kebutuhan mendesak akan solusi diagnosis AHU yang lebih proaktif dan efektif, penelitian ini secara spesifik bertujuan untuk mengisi gap tersebut. Diharapkan, hasil dari penelitian ini tidak hanya akan memperkaya literatur ilmiah di bidang pemeliharaan sistem HVAC, khususnya AHU, tetapi juga memberikan kontribusi praktis yang signifikan dalam memajukan praktik pemeliharaan fasilitas bangunan, memungkinkan penanganan kerusakan AHU secara lebih andal, efisien, dan prediktif.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah untuk penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana implementasi sistem diagnosa kerusakan AHU berbasis kecerdasan buatan?
2. Bagaimana hasil implementasi dan evaluasi tingkat akurasi sistem diagnosa kerusakan AHU berbasis kecerdasan buatan?

3. Bagaimana hasil survei kepuasan pengguna sistem?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Untuk mengetahui proses implementasi sistem diagnosa kerusakan AHU berbasis kecerdasan buatan.
2. Untuk mengetahui hasil implementasi dan mengevaluasi tingkat akurasi sistem diagnosa kerusakan AHU berbasis kecerdasan buatan.

1.4 Manfaat Penelitian

Dengan adanya tujuan dari penelitian tersebut, maka manfaat yang diperoleh dari penelitian ini yaitu :

1. Produk sistem diagnosa cerdas untuk keperluan perawatan dan perbaikan sistem AHU.
2. Dapat membantu proses perawatan dan perbaikan sistem AHU.
3. Berkontribusi dalam kemajuan sains dan teknologi.
4. Temuan baru dalam bidang teknik elektro (arus lemah) dan komputer.

1.5 Batasan Masalah

Dalam penyusunan skripsi ini, tentu saja terdapat batasan masalah yang harus sesuai dengan kemampuan, situasi, kondisi, biaya, dan waktu yang ada atau tersedia agar masalah itu dapat tepat pada sasaran, maka penulis membatasi ruang lingkupnya, yang nantinya diharapkan hasilnya sesuai dengan apa yang diinginkan. Dalam hal ini penulis membatasi masalah yang akan dibahas sebagai berikut :

1. Data bersumber dari tim teknisi bagian perawatan dan perbaikan sistem AHU di PT Jakarta Land.
2. Penguatan kinerja sistem dilakukan dengan validasi tim teknisi bagian perawatan dan perbaikan sistem AHU di salah satu perusahaan yang berpengalaman.
3. Sistem dirancang sebagai alat bantu proses pekerjaan bidang perawatan dan perbaikan sistem AHU.

dapat mengeksplorasi integrasi metode lain seperti *fuzzy logic* atau *machine learning* untuk menangani gejala yang ambigu atau memiliki nilai ketidakpastian.

DAFTAR PUSTAKA

- Agus, F., Wulandari, H. E., & Astuti, I. F. (2018). Expert System with Certainty Factor for Early Diagnosis of Red Chili Peppers Diseases. *Journal of Applied Intelligent System*, 2(2), 52–66. <https://doi.org/10.33633/jais.v2i2.1455>
- Al Hakim, R. R., Hidayah, H. A., Pangestu, A., Nugraha, D., Faizah, S., & Putri, E. R. C. (2022). Sistem Pakar Forward-Chaining Dengan Certainty Factor Dalam Pemanfaatan Tumbuhan Obat, Studi Kasus: Etnobotani Di Kabupaten Banyumas, Jawa Tengah. *E-Prosiding Seminar Nasional Inovasi Teknologi Pertanian Berkelanjutan (INOPTAN)*, 1(1), 106–113.
- Al Hakim, R. R., Rusdi, E., & Setiawan, M. A. (2020). Android Based Expert System Application for Diagnose COVID-19 Disease: Cases Study of Banyumas Regency. *Journal of Intelligent Computing & Health Informatics*, 1(2), 1–13. <https://doi.org/10.26714/jichi.v1i2.5958>
- Al Hakim, R. R., Setyowisnu, G. E., & Pangestu, A. (2022). An Expert System Dataset for Checking the Potential for Administering a Covid-19 Vaccine in Indonesia: Forward- Chaining Inference Machine Approach. *Journal of Global Engineering Research & Science (J-GERS)*, 1(1), 1–4. <https://doi.org/10.56904/jgers.v1i1.3>
- Al-Hakim, R. R., Satria, M. H., Pangestu, A., Hidayah, H. A., Setyowisnu, G. E., Prihantini, P., Arief, Y. Z., Setiawan, A. D., & Putri, E. R. C. (2022). Sistem Pakar untuk Diagnosis Penyakit Tiroid dengan Gejala Psikologis Beserta Pengobatan Etnobotaninya. *Jurnal Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer (JTIK)*, 9(7), 1771–1778. <https://doi.org/10.25126/jtiik.2022976763>
- Balasubramaniam, V. (2021). Fault Detection and Diagnosis in Air Handling Units with a Novel Integrated Decision Tree Algorithm. *Journal of Trends in Computer Science and Smart Technology*, 03(01), 49–58. <https://doi.org/10.36548/jtcsst.2021.1.005>

- Budak, E., Korkmaz, M., Doğan, A., & Ceylan, İ. (2023). EXPERIMENTAL ANALYSIS OF PID-CONTROLLED HEAT RECOVERY AIR HANDLING UNIT BY MACHINE LEARNING METHODS. *Heat Transfer Research*, 54(18), 37–52. <https://doi.org/10.1615/HEATTRANSRES.2023048500>
- Du, J., & Er, M. J. (2004). An artificial intelligence approach towards fault diagnosis of an air-handling unit. *2004 5th Asian Control Conference (IEEE Cat. No.04EX904)*.
- Gunjan, V. K., Zurada, J. M., Raman, B., & Gangadharan, G. R. (2020). Modern Approaches in Machine Learning and Cognitive Science: A Walkthrough: Latest Trends in AI. In *Studies in Computational Intelligence* (Vol. 885). <https://doi.org/10.1007/978-3-030-38445-6>
- Hariadha, E., Nugraha, D., Al Hakim, R. R., Pangestu, A., Yusro, M., & Satria, M. H. (2022). Using Certainty Factor for Symptoms Diagnosis of Thyroid Disorders. *2022 International Conference on ICT for Smart Society (ICISS)*, 01–05. <https://doi.org/10.1109/ICISS55894.2022.9915219>
- Harmanto, S. (1994). *Pengantar Sistem Pakar*. Universitas Gunadarma.
- Harmanto, S. (2022). *Pengantar Kecerdasan Artifisial* (2nd ed.). Penerbit Gunadarma.
- Lee, D., Jeong, J., & Chae, Y. T. (2024). Application of Deep Reinforcement Learning for Proportional–Integral–Derivative Controller Tuning on Air Handling Unit System in Existing Commercial Building. *Buildings*, 14(1), 66. <https://doi.org/10.3390/BUILDINGS14010066>
- Liao, H., Cai, W., Cheng, F., Dubey, S., & Rajesh, P. B. (2021). An online data-driven fault diagnosis method for air handling units by rule and convolutional neural networks. *Sensors*, 21(13), 4358. <https://doi.org/10.3390/S21134358>
- Madhikermi, M., Malhi, A. K., & Främling, K. (2019). Explainable artificial intelligence based heat recycler fault detection in air handling unit. *Lecture Notes in Computer Science*, 11763, 110–125. https://doi.org/10.1007/978-3-030-30391-4_7/COVER

- Meas, M., Machlev, R., Kose, A., Tepljakov, A., Loo, L., Levron, Y., Petlenkov, E., & Belikov, J. (2022). Explainability and Transparency of Classifiers for Air-Handling Unit Faults Using Explainable Artificial Intelligence (XAI). *Sensors*, 22(17), 6338. <https://doi.org/10.3390/S22176338>
- Rich, E., & Knight, K. (1991). *Artificial Intelligence* (2nd ed.). McGraw-Hill Education.
- Safira, L., Irawan, B., & Setiningsih, C. (2019). Implementation of the Certainty Factor Method for Early Detection of Cirrhosis Based on Android. *Journal of Physics: Conference Series*, 1201(1), 12053. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1201/1/012053>
- Sugarman, S. C. (2024). *HVAC Fundamentals: System Design, Operation, Selection, and Optimization* (4th ed.). River Publishers.
- Sukthankar, N., Walekar, A., & Agonafer, D. (2019). Supply Air Temperature Prediction in an Air-Handling Unit Using Artificial Neural Network. *ASME International Mechanical Engineering Congress and Exposition, Proceedings (IMECE)*, 8B-2018. <https://doi.org/10.1115/IMECE2018-88507>
- Suyanto. (2014). *Artificial Intelligence: Searching, Reasoning, Planning, dan Learning*. Informatika.
- West, S. R., Ward, J. K., & Wall, J. (2014). Trial results from a model predictive control and optimisation system for commercial building HVAC. *Energy and Buildings*, 72, 271–279. <https://doi.org/10.1016/J.ENBUILD.2013.12.037>
- Yanuar, A. S., Wahyuni, E. G., & Wiyanti, D. T. (2018). Certainty Factor Method for Neurological Disease Diagnosis Based on Symptoms. *ICCSET*, 851–856. <https://doi.org/10.4108/cai.24-10-2018.2280500>
- Zhu, J., Yang, Q., Lu, J., Zheng, B., & Yan, C. (2014). An adaptive artificial neural network-based supply air temperature controller for air handling unit. *Transactions of the Institute of Measurement and Control*, 37(9), 1118–1126. <https://doi.org/10.1177/0142331214557171>