

TUGAS AKHIR

**ANALISIS KONSUMSI ENERGI LISTRIK PADA SISTEM AC VRV IV DI
HOTEL EASTIN ASHTA RESORT CANGGU**



POLITEKNIK NEGERI BALI

Oleh:

I WAYAN BAYU SAPUTRA WIGUNA

NIM. 2215313067

PROGRAM STUDI DIII TEKNIK LISTRIK

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

POLITEKNIK NEGERI BALI

2025

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Ida Sang Hyang Widhi Wasa atas segala berkat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan proposal tugas akhir yang berjudul **“ANALISIS KONSUMSI ENERGI LISTRIK PADA SISTEM AC VRV IV DI HOTEL EASTIN ASHTA RESORT CANGGU”** dengan tepat waktu.

Proposal ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Pendidikan Diploma III pada Program Studi Teknik Listrik Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Bali. Dalam proses penyusunan proposal tugas akhir ini, penulis memperoleh banyak bimbingan, arahan, serta dukungan dari berbagai pihak, baik secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada pihak-pihak terkait, diantaranya sebagai berikut:

1. Bapak I Nyoman Abdi, S.E., M.eCom. selaku Direktur Politeknik Negeri Bali
2. Bapak Ir. Kadek Amerta Yasa, ST., MT. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Bali
3. Bapak I Made Aryasa Wiryawan, ST.,MT. selaku Ketua Program Studi Teknik Listrik Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Bali
4. Bapak Ir. I Wayan Sudiarta, MT. selaku dosen pembimbing proposal tugas akhir
5. Segenap dosen di Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Bali yang telah memberikan ilmu sebagai bekal penulis menyusun proposal tugas akhir ini.
6. Bapak Nengah Sudiarta selaku Chief Engineering Eastin Ashta Resort Canggu yang telah memberikan informasi dalam penyusunan Proposal Tugas Akhir ini.
7. Seluruh rekan-rekan di Eastin Ashta Resort Canggu khususnya Engineering Departement
8. Orang tua serta segenap keluarga yang telah memberikan motivasi baik secara moril ataupun materil kepada penulis
9. Teman-teman dan semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu-persatu

Penulis menyadari proposal tugas akhir ini masih jauh dari kata sempurna, untuk itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi kesempurnaan proposal tugas akhir ini agar proposal tugas akhir ini bisa bermanfaat bagi para pembaca. Akhir kata penulis mengucapkan terima kasih dan mohon maaf atas kesalahan dalam melakukan penulisan.

Badung, 19 Maret 2025



Penulis

I Wayan Bayu Saputra Wiguna

ANALISIS KONSUMSI ENERGI LISTRIK PADA SISTEM AC VRV IV DI HOTEL EASTIN ASHTA RESORT CANGGU

Oleh : **I Wayan Bayu Saputra Wiguna**

ABSTRAK

Hotel Eastin Ashta Resort Canggu menggunakan AC VRV IV yang berkontribusi besar pada konsumsi energi. Penelitian ini bertujuan membandingkan konsumsi energi aktual dengan data teoritis nameplate serta meninjau faktor penyebab selisih. Metode kuantitatif deskriptif digunakan melalui pengukuran tegangan, arus, dan faktor daya, lalu dihitung konsumsi daya dan energi berdasarkan operasi 9 jam per hari. Hasil menunjukkan daya aktual 51,03 kW dengan energi harian 459,27 kWh, sedangkan teoritis mencapai 138,72 kW atau 1.248,48 kWh. Selisih sekitar 63% dipengaruhi oleh okupansi 80%, beban parsial, dan kondisi musim dingin. Kesimpulannya, AC VRV IV bekerja jauh lebih efisien dari nilai teoritis dan mampu menekan pemborosan energi.

Kata kunci: konsumsi energi, AC VRV IV, efisiensi energi, hotel.

ANALISIS KONSUMSI ENERGI LISTRIK PADA SISTEM AC VRV IV DI HOTEL EASTIN ASHTA RESORT CANGGU

By : **I Wayan Bayu Saputra Wiguna**

ABSTRACT

Eastin Ashta Resort Canggu applies a VRV IV AC system as its main energy load. This study compares actual energy use with theoretical nameplate data and identifies influencing factors. A quantitative descriptive method was applied through measurements of voltage, current, and power factor, with calculations based on 9 hours of daily operation. Results showed actual power of 51,03 kW and daily energy of 459,27 kWh, while theoretical values reached 138,72 kW or 1.248,48 kWh. The 63% gap was affected by 80% occupancy, partial load operation, and winter conditions. It is concluded that the VRV IV system operates more efficiently than theoretical values and effectively reduces energy waste.

Keywords: energy consumption, VRV IV AC, energy efficiency, hotel.

DAFTAR ISI

TUGAS AKHIR.....	i
LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR	ii
LEMBAR PERNYATAAN	iii
FORM PERNYATAAN PLAGIARISME	iv
KATA PENGANTAR	v
ABSTRAK	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
BAB I	I-1
PENDAHULUAN.....	I-1
1.1 Latar Belakang.....	I-1
1.2 Rumusan Masalah.....	I-2
1.3 Batasan Masalah	I-2
1.4 Tujuan Penelitian	I-3
1.5 Manfaat	I-3
1.6 Sistematika Penulisan	I-3
BAB II.....	II-1
TINJAUAN PUSTAKA.....	II-1
2.1 Penelitian Sebelumnya	II-1
2.2 Daya Listrik	II-2
2.2.1 Daya Aktif.....	II-2
2.2.2 Daya Reaktif	II-2
2.2.3 Daya Semu.....	II-3

2.2.4 Arus	II-3
2.2.5 Tegangan.....	II-4
2.2.6 Faktor Daya.....	II-4
2.3 Hukum Hukum Yang Berkaitan Dengan Daya.....	II-4
2.4 Listrik 1 Fasa dan 3 Fasa.....	II-5
2.5 Energi	II-5
2.5.1 Energi Mekanik.....	II-6
2.5.2 Energi Listrik	II-6
2.5.3 Energi Elektromagnetik.....	II-6
2.5.4 Energi Termal.....	II-6
2.5.5 Konsumsi Energi Listrik.....	II-7
2.6 AC (Air Conditioner)	II-7
2.7 Sistem VRV (Variable Refrigerant Volume).....	II-8
2.8 Komponen Utama Sistem AC VRV IV	II-8
2.8.1 Kompresor Inverter.....	II-8
2.8.2 Electronic Expansion Valve (EEV)	II-9
2.8.3 Evaporator.....	II-9
2.8.4 Kondensor.....	10
BAB III	III-1
METODOLOGI PENELITIAN	III-1
3.1 Jenis Penelitian	III-1
3.2 Waktu dan Tempat Penelitian	III-1
3.3 Tahapan Penelitian	III-2
3.4 Teknik Pengambilan Data	III-3
3.5 Pengolahan Data	III-3
3.6 Analisis Data	III-4
3.7 Hasil yang Diharapkan.....	III-5

BAB IV	IV-1
PEMBAHASAN DAN ANALISIS	IV-1
4.1 Gambaran Umum Operasional Sistem AC VRV IV di Hotel Eastin Ashta ResortII Canggu	IV-1
4.2 Hasil Pengukuran Data AC VRV IV	IV-1
4.3 Perhitungan Konsumsi Daya AC VRV IV	IV-3
4.3.1 Perhitungan Konsumsi Daya Aktual AC VRV IV.....	IV-3
4.3.2 Perhitungan Konsumsi Daya Nameplate AC VRV IV	IV-5
4.3.3 Perbandingan Konsumsi Daya Aktual dan Nameplate AC VRV IV	IV-6
4.4 Perhitungan Konsumsi Energi AC VRV IV	IV-7
4.4.1 Perhitungan Konsumsi Energi Aktual AC VRV IV	IV-7
4.4.2 Perhitungan Konsumsi Energi Nameplate AC VRV IV	IV-8
4.4.3 Perbandingan Konsumsi Energi Nameplate AC VRV IV	IV-9
4.5 Analisis Selisih Konsumsi Energi.....	IV-10
BAB V	V-1
KESIMPULAN DAN SARAN	V-1
5.1 Kesimpulan.....	V-1
5.2 Saran.....	V-1
DAFTAR PUSTAKA	3
LAMPIRAN	L-1

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Diagram Siklus Pendinginan pada Sistem AC (Air Conditioner)	II-7
Gambar 2. 2 Kompresor Inverter	II-9
Gambar 2. 3 Electronic Expansion Valve (EEV)	II-9
Gambar 2. 4 Evaporator Ceiling Mounted Duct Type	II-10
Gambar 2. 5 Kondensor pada Sistem AC (Air Conditioner)	II-10
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian	III-2

DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1	Data Nameplate AC VRV IV	IV-1
Tabel 4. 2	Data Pengukuran Tegangan, Arus, dan Faktor Daya	IV-2
Tabel 4. 3	Hasil Perhitungan Konsumsi Daya Aktual AC VRV IV	IV-Error! Bookmark not defined.
Tabel 4. 4	Hasil Perhitungan Konsumsi Nameplate AC VRV IV	IV-5
Tabel 4. 5	Perbandingan Konsumsi Daya Aktual dan Daya Nameplate AC VRV IV	IV-6
Tabel 4. 6	Hasil Perhitungan Konsumsi Energi Aktual AC VRV IV	IV-7
Tabel 4. 7	Hasil Perhitungan Konsumsi Energi Nameplate AC VRV IV	IV-8
Tabel 4. 8	Perbandingan Konsumsi Energi Aktual dan Energi Nameplate AC VRV IV	IV-9

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Dokumentasi Data Nameplate AC VRV IV	L-1
Lampiran 2 Dokumentasi Saat Pengambilan Data.....	L-4
Lampiran 3 Dokumentasi Susunan Unit AC VRV IV di Hotel Eastin Ashta Resort Canggu.....	L-5
Lampiran 4 Hasil Wawancara	L-6

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Manajemen penggunaan energi pada sistem pendingin ruangan (AC) adalah hal yang sangat penting dalam operasional hotel, terutama di daerah beriklim tropis seperti Bali. Hotel Eastin Ashta Resort Canggu, sebagai bisnis yang mengutamakan efisiensi dan kenyamanan, tentu sangat memperhatikan kinerja AC yang mereka gunakan. Salah satu tantangan utamanya adalah membandingkan data penggunaan energi yang tertera pada label nama (nameplate) unit AC yang merupakan nilai teoretis dalam kondisi standar dengan jumlah energi yang benar-benar dipakai selama kegiatan sehari-hari. Perbedaan ini bisa sangat besar karena dipengaruhi oleh berbagai hal, seperti suhu ruangan, suhu lingkungan, seberapa sering AC dipakai, hingga pilihan penggunaan suhu dari tamu.

Hotel Eastin Ashta Resort Canggu merupakan sebuah hotel bintang empat yang terletak di kawasan Canggu, Bali, yang dikenal dengan lingkungan yang tenang, alami, dan dekat dengan pantai. Hotel ini memiliki fasilitas dan pelayanan terbaik untuk memberikan kenyamanan bagi para tamu yang menginap, serta mendukung kegiatan bisnis maupun relaksasi di pulau Dewata. Saat ini, Hotel Eastin Ashta Resort Canggu memiliki luas tanah sekitar 4.830 meter persegi, dengan luas bangunan total sekitar 13.137 meter persegi. Hotel ini memiliki total 120 kamar yang terbagi dalam beberapa kategori.

Sistem AC VRV (Variable Refrigerant Volume) generasi ke-4 adalah teknologi pendingin udara yang dirancang untuk menghemat energi. Berbeda dengan AC biasa (konvensional) yang beroperasi pada kapasitas tetap (hidup/mati), AC VRV 4 bisa mengatur jumlah cairan pendingin (refrigeran) dengan tepat sesuai kebutuhan pendinginan setiap ruangan. Ini bisa dilakukan karena penggunaan kompresor inverter yang dapat bekerja dengan kecepatan bervariasi, serta sistem kontrol terpusat yang memungkinkan setiap unit di dalam ruangan (unit indoor) beroperasi secara mandiri. Fleksibilitas ini tidak hanya meningkatkan kenyamanan penghuni, tetapi juga secara signifikan mengurangi pemborosan energi yang sering terjadi pada sistem AC konvensional.

Keunggulan utama AC VRV 4 dibandingkan AC konvensional adalah efisiensinya yang sangat tinggi, terutama saat beban pendinginan tidak penuh. AC konvensional seringkali boros energi karena unitnya akan terus menyala pada kapasitas penuh atau mati total,

bahkan ketika kebutuhan pendinginan tidak maksimal. Sebaliknya, VRV 4 dapat menyesuaikan daya keluarannya, sehingga hanya memakai energi yang dibutuhkan untuk menjaga suhu yang diinginkan. Selain itu, sistem VRV 4 memungkinkan pembagian zona yang lebih baik, di mana setiap kamar atau area bisa memiliki pengaturan suhu yang berbeda, meningkatkan kenyamanan tamu dan mengurangi masalah perbedaan suhu antar ruangan [1].

Melalui penelitian ini, akan terlihat seberapa besar perbedaan antara penggunaan energi yang tercantum pada label nama dengan data penggunaan sebenarnya. Data nyata dari lapangan akan memberikan gambaran yang tepat mengenai kinerja sistem dalam lingkungan operasional hotel yang berubah-ubah, termasuk dampak dari faktor-faktor luar dan pola penggunaan oleh tamu.

Penggunaan AC VRV 4 di Hotel Eastin Ashta Resort Cangu tidak hanya diharapkan untuk mencapai efisiensi energi yang optimal, tetapi juga untuk meningkatkan kenyamanan tamu. Dengan data penggunaan energi yang akurat, pihak manajemen dapat membuat keputusan yang lebih baik terkait pengelolaan energi, pemeliharaan, dan potensi peningkatan sistem di masa depan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana perbandingan konsumsi energi aktual AC VRV IV selama operasional di Hotel Eastin Ashta Resort Cangu dengan data konsumsi energi teoritis berdasarkan nameplate AC VRV IV.
2. Apa saja faktor-faktor yang mempengaruhi perbedaan konsumsi energi pada AC VRV IV di Hotel Eastin Ashta Resort Cangu.

1.3 Batasan Masalah

Untuk menjaga fokus penelitian dan menghindari pembahasan yang terlalu luas, batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini hanya berfokus pada perbandingan konsumsi energi aktual AC VRV IV di Hotel Eastin Ashta Resort Cangu dengan data konsumsi energi teoritis berdasarkan nameplate AC VRV IV.
2. Penelitian ini hanya membahas faktor-faktor yang mempengaruhi perbedaan konsumsi energi pada AC VRV IV di Hotel Eastin Ashta Resort Cangu.

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari analisis konsumsi energi listrik pada sistem ac vrv iv di hotel eastin ashta resort canggu adalah sebagai berikut:

1. Dapat membandingkan konsumsi energi aktual AC VRV IV selama operasional di Hotel Eastin Ashta Resort Canggu dengan data konsumsi energi teoritis berdasarkan nameplate AC VRV IV.
2. Dapat menentukan faktor-faktor yang mempengaruhi perbedaan konsumsi energi pada AC VRV IV di Hotel Eastin Ashta Resort Canggu.

1.5 Manfaat

1. Manfaat Akademis

Memberikan kontribusi dalam pengembangan ilmu pengetahuan khususnya di bidang manajemen energi dengan menyoroti perbandingan konsumsi energi aktual dan teoritis berdasarkan nameplate AC VRV IV.

2. Manfaat Praktis

Memberikan informasi yang menggambarkan kinerja sistem AC VRV IV secara nyata di lapangan agar mampu menjadi dasar evaluasi manajemen hotel dalam mengoptimalkan efisiensi energi dan meningkatkan strategi perawatan sistem AC VRV IV.

1.6 Sistematika Penulisan

Adapun sistematika penulisan Tugas Akhir ini sebagai berikut :

BAB I : PENDAHULUAN

Berisi tentang latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan Tugas Akhir.

BAB II : LANDASAN TEORI

Berisi teori-teori dasar yang mendukung dan menunjang analisis, meliputi teori tentang pengertian AC, sistem VRV IV, komponen utama, konsumsi energi listrik, dan konsep segitiga daya

BAB III : METODELOGI

Berisi tentang tempat dan waktu penelitian, metode pengumpulan data, jenis data yang digunakan, teknik pengolahan data, serta alur penelitian.

BAB IV : PEMBAHASAN DAN ANALISIS

Berisi hasil pengolahan data dan analisis perbandingan antara konsumsi energi aktual sistem AC VRV IV dengan data teoritis berdasarkan nameplate AC VRV IV.

BAB V : KESIMPULAN DAN SARAN

Berisi kesimpulan dari hasil analisis dan pembahasan, serta saran yang dapat diberikan berdasarkan penelitian yang telah dilakukan.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis yang telah dilakukan mengenai konsumsi daya dan energi listrik pada sistem AC VRV IV di Hotel Eastin Ashta Resort Canggu, maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Konsumsi Energi Aktual dan Nameplate

Konsumsi energi listrik aktual per hari tercatat sebesar 459,27 kWh, jauh lebih kecil dibandingkan dengan konsumsi energi nameplate yang mencapai 1.248,48 kWh per hari. Selisih keduanya adalah 789,21 kWh per hari, atau sekitar 63% lebih rendah.

2. Faktor-Faktor Penyebab Selisih

Perbedaan yang signifikan antara konsumsi energi aktual dan teoritis disebabkan oleh beberapa faktor utama, antara lain:

- a. Operasi beban parsial akibat sistem inverter yang menyesuaikan kapasitas pendinginan.
- b. Pola operasional AC yang rata-rata hanya digunakan selama 9 jam per hari.
- c. Tingkat okupansi hotel sebesar 80% pada saat pengukuran, sehingga tidak semua unit bekerja secara bersamaan.
- d. Efisiensi sistem VRV IV yang mampu menekan konsumsi energi melalui pengaturan distribusi refrigeran sesuai kebutuhan.

Hasil penelitian ini membuktikan bahwa sistem AC VRV IV memiliki keunggulan dalam hal efisiensi energi, karena konsumsi aktual yang jauh lebih hemat dibandingkan kapasitas teoritis, sekaligus menunjukkan adaptabilitas sistem terhadap kondisi nyata di lapangan.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil analisis dan kesimpulan penelitian, maka penulis memberikan beberapa saran untuk pihak pengelola hotel maupun untuk penelitian selanjutnya, yaitu:

1. Optimalisasi perawatan sistem pendingin. Pihak hotel sebaiknya menjadwalkan perawatan rutin, meliputi pembersihan filter udara, pencucian coil, pengecekan tekanan refrigeran. Hal ini bertujuan menjaga performa optimal sistem VRV dan

mengurangi potensi penurunan efisiensi akibat kotoran atau distribusi aliran yang tidak merata.

2. Analisis lanjutan pada aspek ekonomi dan keberlanjutan. Penelitian ke depan dapat memperluas kajian dengan menambahkan analisis biaya energi aktual dibandingkan dengan estimasi teoritis, serta dampak efisiensi energi terhadap pengurangan emisi karbon. Hal ini akan memberikan dasar lebih kuat bagi manajemen hotel dalam menyusun strategi penghematan energi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Rachman, L. Nesti, dan A. Yanto, "Study of the VRF/VRV Air Conditioning System in the Hospital: A Review of Economic and Environmental Aspects," *Jurnal Teknik Mesin*, vol. 12, no. 1, pp. 17–25, Apr. 2022.
- [2] M. A. Rozaq, I. H. B. Sukoco, dan D. Nugroho, "Analisa Pengaruh Setting Suhu Air Conditioner Terhadap Konsumsi Energi Listrik Pada Air Conditioner Kapasitas 5 PK Type PSF 5001," dalam *Prosiding Konferensi Ilmiah Mahasiswa UNISSULA (KIMU) 2 – Klaster Engineering*, Semarang: Universitas Islam Sultan Agung, 18 Oktober 2019.
- [3] W. Nugroho, Analisis Sistem Air Conditioner (AC) VRV IV pada Gedung Admisi Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Skripsi, Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, Yogyakarta, Indonesia, 2017.
- [4] M. Syakir, Analisis Perbedaan Penggunaan Daya Listrik pada Rumah Tangga 4 Ampere Menggunakan Meteran Prabayar dan Pascabayar di Desa Alue Ie Mameh dalam Pemakaian 1 Bulan, Skripsi Sarjana, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh, 2022.
- [5] N. Setiaji, I. Sumpena, dan A. Sugiharto, Analisis konsumsi daya dan distribusi tenaga listrik, Jur. Teknik Elektro, Univ. Dirgantara Mars. Suryadarma, n.d. Diunduh: 24-Aug-2025.
- [6] B. D. Chayo, Analisis perencanaan perbaikan faktor daya sebagai upaya optimasi daya listrik di Gedung Jurusan Teknik Elektro Universitas Malikussaleh, Tugas Akhir Sarjana, Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Malikussaleh, Lhokseumawe, 2024.
- [7] A. Muzakir, Sistem Monitoring Daya Listrik Internet of Things (IoT) Menggunakan Algoritma Fuzzy Logic Sugeno dan Firebase Berbasis Android, Skripsi Sarjana, Jurusan Teknik Informatika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah Jakarta, 2023.
- [8] M. H. Susanta, "Pengukuran Tegangan Dan Arus Listrik Menggunakan Sensor INA 219 Berbasis Arduino Uno," *Scientica: Jurnal Ilmiah Sains dan Teknologi*, vol. 3, no. 1, pp. 326–332, 2024.
- [9] D. A. Putri, T. V. Chelseandara, N. F. Wizayanti, E. D. Yanti, N. P. Rahmadani, F. Y. Nagifea, Sudarti, dan H. K. Baihaqi, "Analisis Hubungan Tegangan Dan Arus Dalam Rangkaian Seri Dan Paralel Berdasarkan Hukum Ohm," *Jurnal Pendidikan*

- Fisika, vol. 7, no. 2, pp. 112–120, 2023. [10] W. Nugroho, Analisis Sistem Air Conditioner (AC) VRV IV pada Gedung Admisi Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Skripsi, Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, Yogyakarta, Indonesia, 2017.
- [10] Rusdiansyah, C. Sarri, dan Toyib, “Analisis perbaikan faktor daya untuk efisiensi pembebanan pada RSUD I.A. Moeis Samarinda,” *Jurnal Ilmiah Manajemen Informatika dan Komputer*, vol. 2, no. 1, pp. 10–18, 2022.
- [11] F. D. Kurniawan, N. A. H. Hidayat, Hanin, S. Mayasari, dan Sudarti, “Analisis pengaruh tegangan dan kuat arus terhadap resistor dengan percobaan rangkaian seri menggunakan Hukum Ohm,” *Jurnal Pendidikan dan Ilmu Pengetahuan*, vol. 1, no. 4, pp. 55–62, Dec. 2023.
- [12] D. F. Wisdawati, S. Fuada, dan L. P. Hasugian, “Analisis rangkaian jembatan Wheatstone dengan pendekatan teoretis dan simulasi,” *Jurnal Kajian Teknik Elektro*, 2023.
- [13] G. L. Zeng and M. Zeng, Kirchhoff’s Voltage Law (KVL), in *Biomedical Signals, Imaging, and Informatics*, Springer, Cham, 2021, pp. 19–26. doi: 10.1007/978-3-030-60515-5_4.
- [14] M. F. S. Rizki, “Analisis Performansi Motor Induksi Satu Fasa Dengan Perbandingan Suplai Daya v/f Konstan Pada Blower Dengan Menggunakan Matlab,” *Jurnal Edukasi Elektro*, vol. 3, no. 2, pp. 79–86, 2019.
- [15] E. Csanyi, “Basic three-phase power measurements explained,” *Electrical Fundamentals*, Mar./Apr. 2017.
- [16] Wikipedia contributors, “Electrical energy,” Wikipedia, 2025.
- [17] R. Rumiati, “Analisis Konsep Fisika Energi Mekanik Pada Permainan Tradisional Egrang Sebagai Bahan Pembelajaran Fisika,” *Jurnal Fisika*, 2021.
- [18] D. J. Nuraini, A. E. P. Ramadhani, R. N. Sari, E. Ernasari, I. K. Mahardika, and S. Handono, “Anatomi Energi dan Daya Listrik untuk Pembelajaran Fisika,” *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, vol. 10, no. 10, pp., 2024.
- [19] J. Franklin, “The nature of electromagnetic energy,” 23 Jul. 2007.
- [20] J. F. H. Saragi, E. P. D. Boangmanalu, A. B. Pratama, F. T. H. Sinaga, A. Qadry, dan W. S. Damanik, “Analisis Energi Pada Alat Desalinasi Tenaga Surya,” *Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur dan Energi*, vol. 6, no. 2, pp. 211–217, Sep. 2023, doi: 10.30596/rmme.v6i2.15169.

- [21] O. F. Alrebei, B. Obeidat, T. Al-Radaideh, L. M. Le Page, S. Hewlett, A. H. Al Assaf, and A. I. Amhamed, "Quantifying CO₂ Emissions and Energy Production from Power Plants to Run HVAC Systems in ASHRAE-Based Buildings," *Energies*, vol. 15, no. 23, p. 8813, Dec. 2022.
- [22] W. Hendro and P. D. D. Kusuma, "Otomatisasi dan Monitoring Air Conditioner (AC) Berbasis Arduino UNO Ruang Seminar Gedung Teknik Penerbangan Baru," *KNOWLEDGE: Jurnal Inovasi Hasil Penelitian dan Pengembangan*, vol. 2, no. 1, pp. 44-55, 2022.
- [23] M. Hafid, "Jarang Diketahui, Ini Peran Penting Katup Ekspansi AC," *Oto.com*, Oct. 17, 2018.
- [24] A. Farid dan R. Hidayat, "ANALISA PEFORMANSI REFRIGENRATOR *DOUBLE SYSTEM*," *Momentum*, vol. 13, no. 2, pp. 11–18, 2017. [2] W. Nugroho, Analisis Sistem Air Conditioner (AC) VRV IV pada Gedung Admisi Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Skripsi, Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, Yogyakarta, Indonesia, 2017.
- [25] Erwan, E. "Teknologi AC VRV/VRF sebagai Solusi Estetika Fasade Kantor BBWS Bengawan Solo." *Prosiding (SIAR) Seminar Ilmiah Arsitektur*. 2024.
- [26] M. Y. Wijaya, B. F. T. K., dan K. Rozi, "Studi Eksperimental AC Split Inverter R32 dan R410A dengan Refrigeran R1270," *Jurnal Teknik Mesin S-1*, vol. 9, no. 1, pp. 149–158, Jan. 2021.
- [27] Sumber: https://www.air-myth.com/daikin-vrv-compressor-jt1gcvdkyr_p67748.html (Diakses: 7 Agustus 2025)
- [28] F. Fauzan and A. Badarudin, "Performansi Sistem AC Split Inverter Menggunakan Alat Ekspansi Pipa Kapiler dan Electronic Expansion Valve (EEV)," in *Prosiding The 13th Industrial Research Workshop and National Seminar (IRWNS)*, vol. 13, no. 1, pp. 57–61, Jul. 2022.
- [29] Sumber : <https://share.google/images/b4sLLgpEWxKCCMqQZ> (Diakses: 7 Agustus 2025)
- [30] A. E. Pratama, Z. Kurniawati, dan R. B. Kartika, "Pengaplikasian Sistem Evaporative Kondensor pada AC Split 2 PK," *Jurnal Ilmiah Aviasi Langit Biru*, vol. 12, no. 2, pp. 148-158, Jun. 2019.
- [31] Sumber : <https://share.google/images/sZag6SjkAGkZ5LnsN> (Diakses: 7 Agustus 2025).

- [32] A. J. Prasetyo, H. Wihangga, M. Ulum, D. Rahmawati, Haryanto, R. Alfita, dan R. V. Nahari, “Analisa Kinerja Pada Sistem Alat Peraga AC Inverter Tipe Wall Split Kapasitas 0,5 PK,” *Jurnal SINAR FE7*, vol. 3, no. 1, pp. 1–8, Apr. 2023.
- [33] Sumber: <https://share.google/images/XSNcKZhHyqlWB5tn1> (Diakses: 7 Agustus 2025)
- [34] R. W. D. Paramita, N. Rizal, dan R. B. Sulistyan, “Metode Penelitian Kuantitatif dalam Manajemen Keuangan,” Universitas Persada Indonesia Y.A.I, 2021.
- [35] S. Sutriyanti dan M. Muspawi, “Jenis-jenis data dalam ilmu pendidikan pendekatan kualitatif dan kuantitatif,” *Jurnal Edu Research*, vol. 5, no. 4, pp. 195–203, Des. 2024.
- [36] F. Khofifah, I. N. Ummah, dan R. M. N. Azizah, *Data dan Sumber Data Penelitian Kuantitatif*, Nganjuk: STAI Miftahul ‘Ula, Apr. 2021.
- [37] S. Romdona, S. S. Junista, dan A. Gunawan, “Teknik Pengumpulan Data: Observasi, Wawancara dan Kuesioner,” *JISOSEPOL: Jurnal Ilmu Sosial Ekonomi dan Politik*, vol. 3, no. 1, pp. 39–47, Dec. 2024.
- [38] R. Rumina, “Teknik Pengumpulan Data dalam Penelitian Pendidikan,” *ILJ: Islamic Learning Journal*, Prodi PAI STIT Al-Urwatul Wutsqo Jombang, 2023.
- [39] I. Irmayana, N. Astaria, dan F. U. Feriawan, “Metode Pengumpulan Data Melalui Studi Dokumen Dalam Penelitian Kualitatif,” [makalah tidak diterbitkan], Fakultas Sejarah Peradaban Islam, Universitas Islam Negeri Sumatera Utara, Medan, 2023.
- [40] M. A. Nur dan M. Saihu, “Pengolahan Data,” *Scientica: Jurnal Ilmiah Sain dan Teknologi*, vol. 2, no. 11, pp. 163–175, 2024.
- [41] Universitas Medan Area, “Mengetahui Pengertian Dari Analisis Data,” UMA, 20 Sep. 2023