

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Energi listrik merupakan kebutuhan fundamental dalam kehidupan modern, dengan peran krusial dalam menggerakkan berbagai peralatan rumah tangga dan industri. Salah satu perangkat yang paling umum digunakan, terutama di negara beriklim tropis seperti Indonesia adalah kipas angin. Mayoritas kipas angin yang beredar di pasaran dirancang untuk beroperasi pada sumber listrik *alternating current* (AC) dengan tegangan standar 220 Volt dan frekuensi 50 Hz yang merupakan standar jaringan listrik nasional. Namun, ketergantungan terhadap suplai listrik dari jaringan utama (grid) menimbulkan kerentanan terhadap gangguan pasokan, seperti pemadaman bergilir, bencana alam, atau ketiadaan akses listrik di daerah terpencil.

Di sisi lain, teknologi penyimpanan energi berbasis baterai, khususnya baterai 12 Volt Direct Current (VDC), telah berkembang pesat dan menjadi tulang punggung sistem catu daya mandiri (off-grid) dan darurat (back-up)(Setiawan & Puriyanto, 2020, p. 112). Baterai jenis ini banyak diaplikasikan pada sistem panel surya, kendaraan, dan unit penyimpanan portabel. Agar dapat mengoperasikan perangkat AC seperti kipas angin dari sumber DC baterai, diperlukan perangkat konversi daya yang disebut inverter. Inverter bertugas mengubah arus searah (DC) dari baterai menjadi arus bolak-balik (AC) yang menyerupai suplai dari jaringan listrik(Perdamenta & Lestari, 2017).

Secara teknologi, inverter tersedia dalam dua kategori utama berdasarkan bentuk gelombang keluaran (output waveform) yaitu gelombang sinus murni (pure sine wave) dan gelombang sinus termodifikasi (modified sine wave)(Saputra, 2020). Inverter gelombang sinus murni menghasilkan gelombang keluaran yang halus dan identik dengan listrik dari jaringan PLN. Karakteristik ini secara teoritis menjamin kompatibilitas yang tinggi dan operasi yang optimal untuk seluruh jenis beban AC, termasuk yang memiliki komponen motor dan elektronik sensitif seperti kipas angin. Kipas angin dengan motor induksi atau motor kapasitor dirancang untuk

bekerja pada bentuk gelombang sinus yang murni untuk mencapai efisiensi, torsi, dan masa pakai yang maksimal.(Irwangsa et al., 2020)

Namun, dalam praktiknya, konversi daya melalui inverter melibatkan proses yang tidak 100% efisien. Terjadi rugi daya (power losses) pada tahapan switching, transformasi, dan regulasi dalam inverter itu sendiri. Selain itu, karakteristik elektrik kipas angin seperti daya start-up (arus starting) yang tinggi, beban induktif, dan variasi kecepatan dapat berinteraksi secara berbeda dengan suplai dari inverter dibandingkan dengan suplai dari jaringan listrik yang ideal(Lubis et al., 2022, p. 103) . Aspek-aspek performa kritis kipas angin 220 VAC ketika dicatu oleh sistem baterai 12 VDC melalui inverter gelombang sinus murni seperti konsumsi daya aktual, efisiensi sistem (dari baterai hingga kipas), lama waktu operasional dari satu kali pengisian baterai, stabilitas putaran, serta dampak termal dan akustik selama operasi memerlukan investigasi eksperimental yang sistematis. Studi - studi terdahulu banyak berfokus pada analisis performa inverter secara terpisah atau aplikasi inverter untuk beban resistif seperti lampu Adiansah, R. (2018). Adanya kesenjangan pengetahuan ini menimbulkan pertanyaan penelitian yang mendesak, yaitu bagaimana performa operasional kipas angin 220 VAC ketika menggunakan catu daya dari baterai 12 VDC yang dikonversi melalui inverter gelombang sinus murni, jika dibandingkan dengan performanya ketika tersambung langsung ke jaringan listrik 220 VAC standar.

Berdasarkan identifikasi kesenjangan pengetahuan tersebut, penelitian eksperimental ini dirancang untuk menguji dan menganalisis kinerja sistem secara empiris dan sistematis. Penelitian ini akan mengukur parameter-parameter kunci seperti tegangan, arus, daya input-output, efisiensi konversi, dan durasi operasi. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan data teknis yang akurat dan dapat diverifikasi bagi pengguna rumahan, teknisi, dan pengembang sistem energi terbarukan dalam merancang dan mengoptimalkan sistem catu daya darurat atau off-grid untuk aplikasi pendinginan. Lebih lanjut, temuan penelitian dapat menjadi referensi akademik dalam bidang konversi energi dan manajemen daya, khususnya terkait interaksi antara beban motor induktif dan sistem inverter berbasis baterai.

1.2 Rumusan masalah

1. Bagaimana kinerja kipas angin 220 VAC saat disuplai oleh baterai 12 VDC melalui inverter gelombang sinus?
2. Bagaimana efisiensi daya sistem baterai-inverter terhadap kinerja kipas angin?
3. Apakah terdapat perbedaan signifikan dalam kinerja kipas angin ketika dioperasikan menggunakan inverter gelombang sinus dibandingkan dengan menggunakan sumber listrik AC konvensional (PLN) sebagai baseline?

1.3 Tujuan penelitian

1. Menganalisis kinerja kipas angin 220 VAC yang dioperasikan dengan catu daya baterai 12 VDC dan inverter gelombang sinus.
2. Mengukur efisiensi sistem konversi daya dari baterai ke beban kipas angin.
3. Mengevaluasi stabilitas tegangan dan arus selama pengoperasian.

1.4 Batasan masalah

- Penelitian hanya menggunakan satu jenis kipas angin 220 VAC dengan daya tertentu.
- Inverter yang digunakan adalah inverter gelombang sinus murni (pure sine wave).
- Sumber daya DC yang digunakan adalah satu unit baterai kering (sealed lead-acid) 12 VDC dengan kapasitas tertentu.
- Inverter yang diuji adalah satu jenis inverter gelombang sinus murni (*pure sine wave*) dengan rating daya tertentu yang lebih besar dari daya kipas angin.
- Beban yang digunakan adalah satu unit kipas angin rumah tangga dengan motor AC single-phase, berdaya maksimal tertentu, dan memiliki beberapa pengaturan kecepatan.
- Parameter yang diukur dan dianalisis terbatas pada:
 - Parameter listrik: Tegangan dan arus pada sisi input baterai, output inverter, dan input kipas angin.
 - Parameter kinerja kipas: Kecepatan putaran yang dihasilkan.
 - Parameter fisik: Suhu permukaan motor kipas

- Perbandingan dilakukan terhadap kinerja kipas angin yang sama ketika disuplai langsung oleh sumber listrik AC 220V/50Hz dari jaringan PLN (sebagai kondisi referensi).