

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Energi listrik merupakan kebutuhan vital dalam kehidupan modern yang terus meningkat seiring kemajuan teknologi dan pertumbuhan ekonomi nasional. Berdasarkan data Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM), realisasi konsumsi listrik per kapita di Indonesia pada tahun 2025 telah melonjak tajam mencapai 1.584 kWh per kapita dari tahun sebelumnya yang sebesar 1.411 kWh. Meskipun kapasitas terpasang pembangkit listrik nasional terus ditingkatkan, pemerataan akses listrik di wilayah terpencil, pulau luar, maupun untuk kebutuhan usaha mikro (UMKM) masih menghadapi kendala geografis.

Namun, ketergantungan pada genset bensin konvensional memicu masalah baru terkait efisiensi energi dan tingginya biaya operasional. Selain itu, terdapat rugi-rugi energi (*energy losses*) yang signifikan akibat *fluktuasi* beban konvensional. Saat beban listrik yang disuplai berubah mendadak, generator akan menuntut torsi yang lebih besar, sehingga putaran poros mesin akan mengalami penurunan kecepatan secara drastis. Kondisi ini memaksa sistem karburator menyuplai bensin lebih banyak demi mempertahankan kecepatan putaran (RPM) generator agar tegangan tidak drop. Fenomena fluktuasi putaran yang tidak stabil inilah yang menyebabkan konsumsi bahan bakar menjadi sangat boros.

Untuk mengatasi masalah efisiensi dan stabilitas tersebut, pemanfaatan *flywheel* roda gaya sebagai media penyimpanan energi mekanik berbasis mekanika rotasi dapat diterapkan. Secara saintifik, *flywheel* bekerja memanfaatkan prinsip kelembaman mempertahankan kondisi geraknya. kemudian akan dilepaskan kembali ke sistem transmisi poros saat mesin mengalami penurunan kecepatan akibat lonjakan beban generator. Melalui mekanisme kontinuitas penyaluran energi ini, *flywheel* bertindak sebagai peredam fluktuasi

mekanis menghaluskan putaran poros generator tanpa memaksa motor penggerak bekerja ekstra keras menyuplai bahan bakar saat terjadi beban kejut.

Meskipun potensi teoritis roda gaya sangat masif, implementasi riil pada pembangkit portabel masih menemui kendala akurasi desain. Penelitian terdahulu oleh Razali dan Stephan (2018) dalam jurnalnya yang berjudul "*Rancang Bangun Mesin Pembangkit Listrik Tanpa BBM Berkapasitas 3000Watt dengan Memanfaatkan Putaran Flywheel*" mencoba mengimplementasikan roda gaya seberat 60 kg untuk menstabilkan generator. Namun, hasil pengujian performa menunjukkan bahwa kecepatan rotasi dari generator tetap tidak stabil sehingga tegangan yang dihasilkan tidak konsisten. Hal ini terjadi karena penggeraknya menggunakan motor listrik yang karakteristik torsiya berbeda dengan motor bakar bensin. Akibatnya, hubungan empiris antara variasi massa roda gaya terhadap optimalisasi konsumsi bahan bakar dinamis belum terjawab.

Kelemahan dan batasan dari penelitian terdahulu inilah yang menjadi celah penelitian dalam tugas akhir ini. Penelitian ini penting dilakukan untuk menyempurnakan sistem transmisi mekanis roda gaya dengan berfokus pada penggerak utama berupa motor bensin. Dengan melakukan pengujian variasi massa *flywheel*, penelitian ini dirancang untuk menemukan titik keseimbangan massa optimal yang mampu menghasilkan luaran tegangan 210-240 Volt secara stabil sekaligus meminimalkan beban kerja motor bensin.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, maka permasalahan dalam penilitian ini dapat dirumuskan sebagai berikut:

1. Bagaimana Memodifikasi pembangkit listrik berbasis *flywheel* degan variasi massa *Flywheel*?
2. Bagaimana pengaruh variasi Massa *Flywheel* terhadap kosumsi bahan bakar?
3. Bagaimana pengaruh variasi massa *flywheel* terhadap daya keluaran dan kesetabilan generator?

1.3 Batasan Masalah

Agar Masalah tidak mengandung pengertian yang luas, maka penulis membatasi penulisan ini:

1. Penelitian difokuskan pada sistem pembangkitan skala kecil (Daya Rendah) untuk kebutuhan rumah tangga, bengkel kecil, atau daerah terpencil.
2. Pengujian beban pada sistem generator bersifat konstan (tetap) dengan menggunakan beban resistif sebesar 750 Watt.
3. Sistem tidak mencakup teknologi penyimpanan energi listrik seperti baterai atau *Inverter*.
4. Komponen pembangkit listrik menggunakan generator listrik (alternator) AC 1 fasa dengan kapasitas daya keluaran maksimum sebesar 3.000 Watt (3 kW).
5. Pengujian performa mekanis dan penyimpanan energi kinetik dibatasi hanya pada 3 Tiga variasi massa (*flywheel*), yaitu 13 kg, 15,34 kg, dan 34 kg.
6. Bahan bakar yang digunakan selama pengujian konsumsi dibatasi hanya menggunakan bensin jenis Pertalite, tidak mencakup jenis bahan bakar minyak (BBM) lainnya.

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang akan dicapai dalam membuat Tugas Akhir ini ialah sebagai berikut:

1. Memodifikasi dan menguji sistem pembangkit listrik berbasis *flywheel* yang digerakkan motor bensin dengan *output* tegangan 210-240 Volt stabil.
2. Menentukan pengaruh variasi Massa *Flywheel* terhadap konsumsi bahan bakar motor bensin.
3. Menentukan hubungan variasi Massa *Flywheel* terhadap daya keluaran dan kestabilan tegangan generator.

1.5 Manfaat Penelitian

Beberapa manfaat yang dihasilkan dari penelitian yang dilaksanakan antara lain:

1. Menambah wawasan dan pengetahuan teknis dalam pemanfaatan energi kinetik melalui teknologi *flywheel*.
2. Menjadi referensi akademik dan sumber belajar bagi mahasiswa teknik dalam memahami integrasi sistem mekanik
3. Mendorong pengembangan sistem pembangkit portabel yang dapat digunakan saat kondisi darurat atau bencana.