

# PERANCANGAN ALAT *TRAINING* SISTEM PEMULIHAN ENERGI KINETIK PADA PROSES Pengereman MENJADI ENERGI LISTRIK

Alvin Febrianto<sup>1</sup>, Joni Dewanto<sup>2</sup>

Program Studi Teknik Mesin Universitas Kristen Petra <sup>1,2)</sup>

Jl. Siwalankerto 121-131, Surabaya 60236. Indonesia <sup>1,2)</sup>

Phone: 0062-81231127575<sup>1)</sup>, 0062-31-855 0 888<sup>2)</sup>

E-mail : m24413048@john.petra.ac.id<sup>1)</sup>, jdewanto@peter.petra.ac.id<sup>2)</sup>

## ABSTRAK

*Seiring dengan pertumbuhan ekonomi dan jumlah penduduk, jumlah permintaan energi semakin meningkat. Hal ini menimbulkan masalah energi berupa penggunaan bahan bakar fosil berlebih. Dengan adanya permasalahan tersebut, maka salah satu teknologi yang telah dikembangkan oleh para ahli adalah teknologi KERS (Kinetik Energy Recovery System). Saat ini, perkembangan KERS semakin pesat dan sudah mulai diterapkan. Namun mahasiswa Program Studi Teknik Mesin – Program Otomotif masih belum mengetahui secara mendalam mengenai teknologi KERS. Karena ini perlu dibuat alat training agar mahasiswa dapat mengikuti perkembangannya melalui pembelajaran teoritis maupun praktikum. Setelah dibuat, alat training mampu menghasilkan efisiensi sebesar 7,66%. Praktikum yang dilakukan adalah mengamati Pengaruh Kecepatan Sudut Flywheel pada KERS, Pengaruh Momen Inersia Flywheel pada KERS, dan Pengaruh Beban Kelistrikan Terhadap Pengisian Energi Listrik.*

*Kata kunci: Teknologi KERS, alat training, energi kinetik pengereman*

### 1. Pendahuluan

Seiring dengan pertumbuhan ekonomi dan jumlah penduduk, jumlah permintaan energi juga meningkat. Hal ini mengarah terjadinya pengkonsumsian energi berupa bahan bakar fosil berlebihan. Sedangkan bahan bakar fosil terbatas dan tidak bisa dipulihkan dalam waktu cepat. Dengan adanya permasalahan ini, era krisis energi semakin mendekat. Bagaimanapun, perlu ditemukan solusi energi dalam jangka waktu pendek maupun panjang. Menurut (Lund, 2007), *Sustainable energy* atau energi berkelanjutan melibatkan 3 teknologi utama, yaitu : penghematan kebutuhan energi, peningkatan efisiensi dalam produksi energi, dan penggantian energi fosil dengan energi lainnya.

Sistem pemulihan energi kinetik atau KERS (*kinetic energy recovery system*) merupakan sistem pemulihan energi dengan memanfaatkan energi pengereman. Dengan adanya sistem ini sekitar 60% energi pengereman, yang normalnya hanya menjadi panas terbuang, dapat dipulihkan. Energi yang dimanfaatkan adalah energi kinetik pengereman, jadi ketika melakukan pengereman. Energi kinetik pengereman ditampung di dalam *flywheel*. Tujuan digunakan sistem KERS agar energi yang digunakan saat pengereman tidak hilang sia – sia.

Alat *training* sistem pemulihan energi kinetik pada proses pengereman menjadi energi listrik akan

memodelkan KERS listrik. KERS jenis ini sudah umum dan tidak asing, bahkan telah dikembangkan dan diaplikasikan oleh perusahaan otomotif. Sebagai salah satu cara mahasiswa untuk mengikuti perkembangan teknologi, dengan cara melakukan pembelajaran, teoritis maupun praktikum. Alat *training* ini didesain lebih sederhana daripada sistem KERS yang ada tanpa merubah konsep kerja alat.

Penulis mendapat inspirasi dari alat prototipe KERS yang ada pada Universitas Kristen Petra yaitu prototipe sistem pemulihan energi kinetik pengereman pada kendaraan sebagai bahan studi dan sarana pengembangan teknologi KERS di Program Studi Teknik Mesin – Program Otomotif. Prototipe tersebut mampu menghasilkan efisiensi penyerapan energi kinetik sebesar 27,51 %.

Pada rancangan referensi ini, digunakan 3 buah *flywheel* untuk menganalisa energi kinetik yang tersalurkan. *Flywheel* tersebut dinamai *flywheel A*, *flywheel B*, dan *flywheel C*. Ketiga *flywheel* tersebut memiliki dimensi dan massa yang sama. Tujuan dari prototipe ini adalah menggambarkan KERS atau penyerapan energi kinetik menggunakan 3 *flywheel*. 3 *flywheel* ini akan diputar satu sama lain menggunakan kopling. Ketiga *flywheel* tersebut yang menunjukkan peristiwa penyerapan energi kinetik pada saat deselari dan pelepasan energi kinetik pada saat

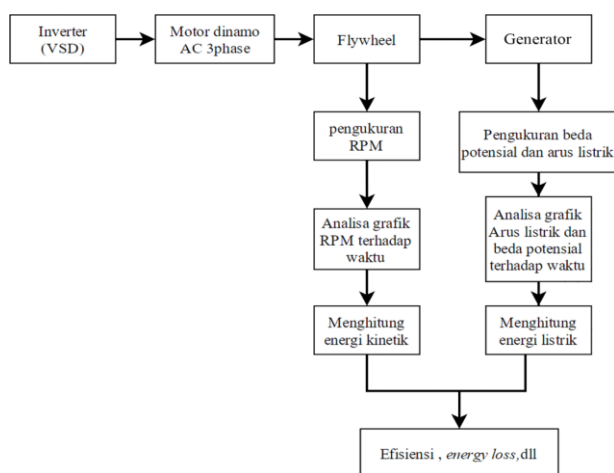
aselerasi.

Tetapi pada referensi ini terdapat beberapa kekurangan. Menurut Yuwana, rpm pengujian yang digunakan tidak dapat optimal karena desain kopling yang berbentuk *jaw* sehingga terjadi hentakan ketika kopling dihubungkan [1]. Selain itu, ada beberapa parameter yang tidak dapat diketahui karena keterbatasan waktu dan biaya, misalnya pengukuran waktu yang relatif singkat sehingga dibutuhkan rangkaian elektronik tertentu untuk mengetahui waktu yang diperlukan.

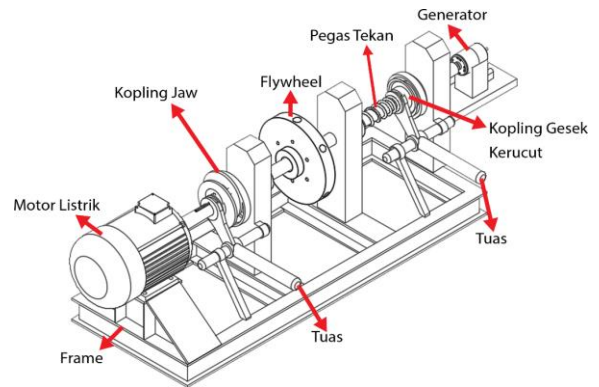
Selain itu penulis juga menggunakan referensi jurnal penelitian mobil listrik Universitas Jember. Dalam penelitian ini dibuat sebuah prototipe yang mana menghasilkan data untuk penelitian. Dalam penelitian mobil listrik tersebut akan diapakai 3 buah jurnal yang akan dipakai, yaitu : Analisis Penyerapan Energi Kinetik pada Berbagai Variasi Kecepatan dan Inersia Flywheel [2], *Power of Regenerative Braking with Kinetic Energy Recovery System* [3], dan Perhitungan Energi Kinetik Pada Sistem Pengereman Regenerative Mobil Listrik [4].

Secara umum, prototipe yang dibangun untuk penelitian terdiri dari komponen: *gear train*, *motor generator*, *CVT (Continuous Variable Timing)*, *flywheel modul*, *MCU (Micro controller unit)*, *AFR (Automatic Voltage Regulator)* dan generator. Pada referensi ini ada beberapa parameter yang diteliti, misalnya durasi pengisian, energi kinetik, energi pengisian, dan daya pengisian.

## 2. Metode Perancangan



Gambar 1. Cara Kerja Alat



Gambar 2. Hasil Perancangan Alat Training

Perancangan akan dimulai dari studi literatur, dimana penulis akan menetapkan apa saja yang akan diteliti dan dianalisa menggunakan alat *training*. Lalu akan dilakukan perancangan mekanisme untuk menjawab kebutuhan praktikum. Setelah alat *training* selesai dibuat, dilakukan pengujian dan setelah itu dilakukan pembuatan modul.

Pada tahap perancangan alat training, cara kerja alat akan akan dibagi menjadi dua segmen, yaitu: Konsep KERS dan konsep generator. Konsep KERS dimulai dari berputarnya *flywheel* oleh motor dinamo dan pelepasan kontak oleh kopling jenis *jaw* sampai dengan kecepatan yang diinginkan. Konsep generator dimulai dari pengkopelan *flywheel* dengan generator oleh *cone clutch*/kopling gesek kerucut sampai menghasilkan listrik. Dari hasil perancangan telah dibuat alat training seperti pada Gambar 2..

Pada alat *training* ini akan didapatkan parameter yang digunakan dalam praktikum, yaitu energi kinetik (Joule), kecepatan sudut (RPM), tegangan listrik (Volt), Arus Listrik (Ampere), dan durasi (s). Hal yang diteliti pada mekanisme adalah energi kinetik yang tersimpan pada *flywheel*, energi listrik terpulihkan, dan juga efisiensi pengisian.

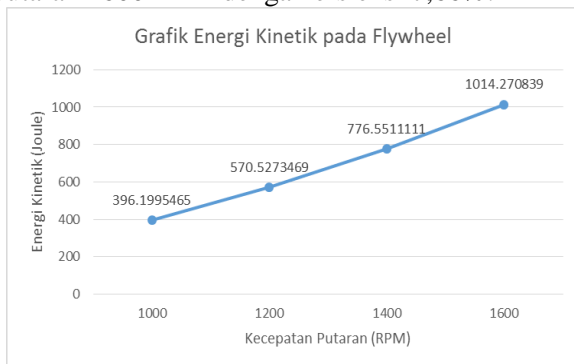
Alat *training* akan digunakan dalam aktivitas praktikum, praktikum tersebut akan mempunyai tujuan yaitu menganalisa :

1. Pengaruh Kecepatan Sudut Flywheel Terhadap Energi Kinetik pada Proses Pengereman Menjadi Energi Listrik,
2. Pengaruh Momen Inersia Flywheel Terhadap Energi Kinetik pada Proses Pengereman Menjadi Energi Listrik, dan
3. Pengaruh Beban Kelistrikan Terhadap Pengisian Energi Listrik pada Proses Pengereman.

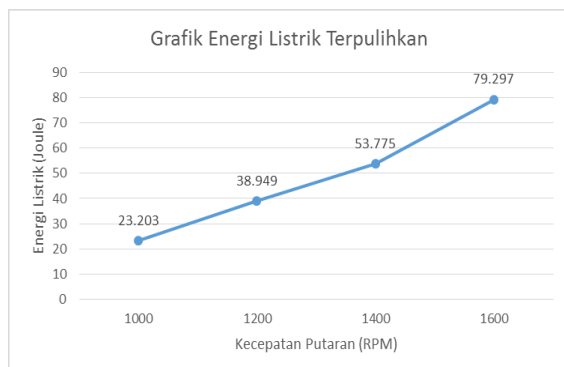
## 3. Hasil dan Pembahasan

Pada percobaan 1, Pengaruh Kecepatan Sudut Flywheel Terhadap Energi Kinetik pada Proses Pengereman Menjadi Energi Listrik dilakukan

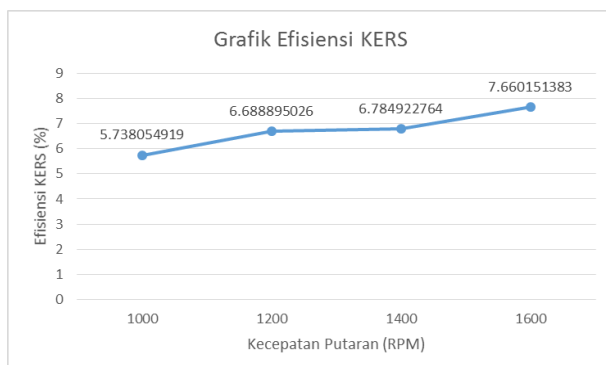
dengan mengatur putaran motor menggunakan VSD (*Variable Speed Drive*). Percobaan dilakukan dengan memakai flywheel dengan momen inersia  $0,0722 \text{ kgm}^2$ . Pada percobaan didapatkan semakin tinggi putaran KERS maka semakin tinggi pula energi kinetik yang dihasilkan. Dengan efisiensi sedemikian rupa, semakin tinggi energi kinetik yang dihasilkan maka semakin tinggi pula energi listrik terpulihkan. Efisiensi KERS juga meningkat seiring meningkatnya kecepatan putaran pada KERS ditunjukkan efisiensi tertinggi terletak pada putaran 1600 RPM dengan efisiensi 7,66%.



**Gambar 3.** Grafik Energi Kinetik pada *Flywheel* Pada Rpm 1000, 1200, 1400, dan 1600.



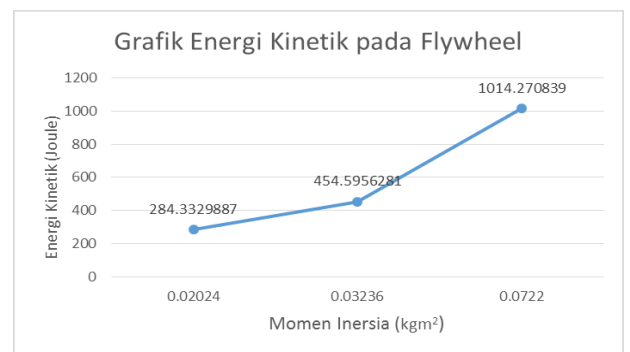
**Gambar 4.** Grafik Pengisian Energi listrik pada *Flywheel* Pada Rpm 1000, 1200, 1400, dan 1600.



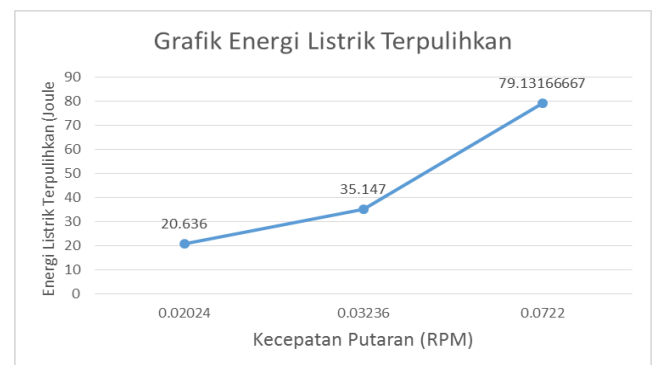
**Gambar 5.** Grafik efisiensi KERS Pada Rpm 1000, 1200, 1400, dan 1600.

Pada percobaan 2, Pengaruh Momen

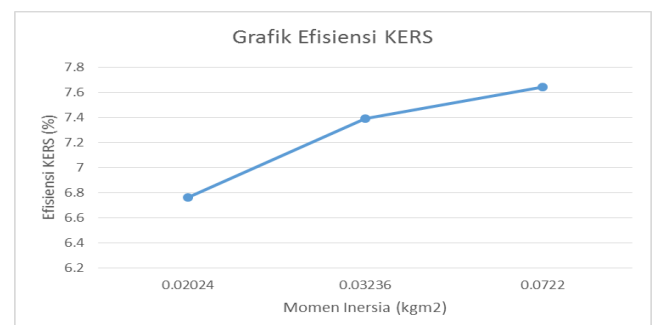
Inersia Flywheel Terhadap Energi Kinetik pada Proses Pengereman Menjadi Energi Listrik, digunakan flywheel dengan 3 variasi momen inersia yaitu: *flywheel* versi 1 dengan momen inersia  $0,02024 \text{ kgm}^2$ ; *flywheel* versi 2 dengan momen inersia  $0,03236 \text{ kgm}^2$ ; dan *flywheel* versi 3 dengan momen inersia  $0,0722 \text{ kgm}^2$ . Dengan kecepatan putaran tetap yaitu pada 1600 rpm, semakin tinggi nilai momen inersia *Flywheel*, maka semakin tinggi pula energi kinetik yang dihasilkan. Semakin tinggi momen inersia *flywheel*, semakin kecil persentase *roll resistance*-nya, sehingga Efisiensi KERS tertinggi terletak pada momen inersia  $0,0722 \text{ kgm}^2$  dengan efisiensi mencapai 7,644%



**Gambar 6.** Grafik Energi Kinetik pada *Flywheel* Menggunakan Momen Inersia  $0,02024 \text{ kgm}^2$ ;  $0,03236 \text{ kgm}^2$ ; dan  $0,0722 \text{ kgm}^2$



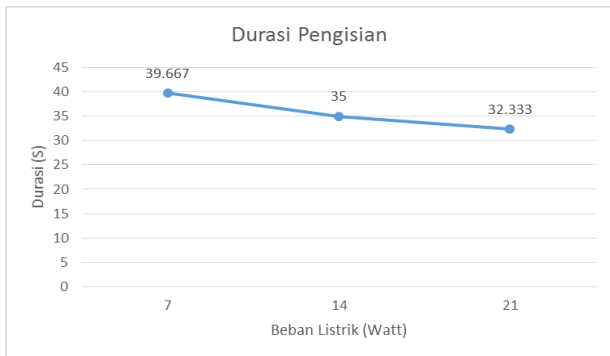
**Gambar 7.** Grafik Pengisian Energi listrik pada Generator Menggunakan Momen Inersia  $0,02024 \text{ kgm}^2$ ;  $0,03236 \text{ kgm}^2$ ; dan  $0,0722 \text{ kgm}^2$



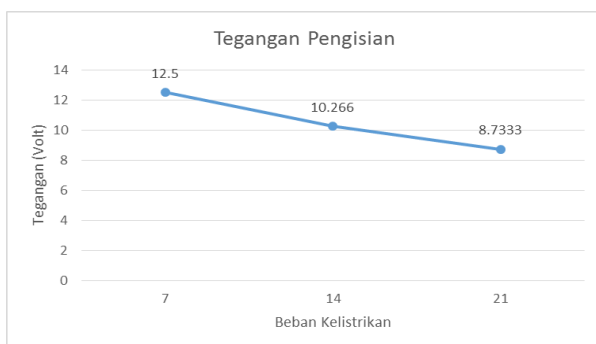
**Gambar 8.** Grafik Efisiensi KERS Menggunakan Momen Inersia  $0,02024 \text{ kgm}^2$ ;  $0,03236 \text{ kgm}^2$ ; dan

0,0722 kgm<sup>2</sup>

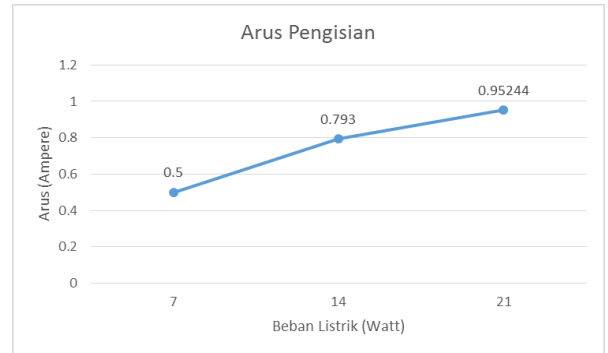
Pada percobaan 3, Pengaruh Beban Kelistrikan Terhadap Pengisian Energi Listrik pada Proses Pengereman, digunakan beban listrik bervariasi pada generator. Beban listrik yang digunakan adalah bohlam lampu belakang motor yang dapat memuat daya listrik hingga 7 watt. Variasi yang dilakukan berupa penambahan lampu pada generator hingga beban listrik mempunyai besaran 7 watt, 14 watt dan 21 watt. Dari pengolahan data yang didapat, dapat disimpulkan bahwa beban listrik tidak terlalu mempengaruhi energi listrik yang dihasilkan generator. Tetapi mempengaruhi durasi, tegangan, dan juga arus pengisian. Semakin tinggi beban listrik, maka semakin pendek durasi pengisian. Semakin tinggi beban listrik juga membuat tegangan pengisian menurun tetapi sebaliknya membuat arus pengisian meningkat.



**Gambar 9.** Grafik Durasi Pengisian Menggunakan Beban Listrik 7 Watt, 14 Watt, dan 21 Watt



**Gambar 10.** Grafik Tegangan Pengisian Menggunakan Beban Listrik 7 Watt, 14 Watt, dan 21 Watt



**Gambar 11.** Grafik Arus Pengisian Menggunakan Beban Listrik 7 Watt, 14 Watt, dan 21 Watt

#### 4. Kesimpulan

Alat *training* sistem pemulihan energi kinetik menjadi energi listrik pada saat pengereman dapat digunakan untuk menganalisa Pengaruh Kecepatan Sudut Flywheel Terhadap Energi Kinetik pada Proses Pengereman Menjadi Energi Listrik, Pengaruh Momen Inersia Flywheel Terhadap Energi Kinetik pada Proses Pengereman Menjadi Energi Listrik, dan Pengaruh Beban Kelistrikan Terhadap Pengisian Energi Listrik pada Proses Pengereman.

Alat *training* ini dapat bekerja dengan efisiensi 7,66% dan dapat digunakan sebagai bahan studi dan sarana praktikum di Program Studi Teknik Mesin – Program Otomotif

#### 5. Daftar Pustaka

1. Yuwana, D. 2014. "Perencanaan Prototipe Sistem Pemulihan Energi Kinetik Pengereman Pada Kendaraan". Skripsi. FTI. Program Studi Teknik Mesin – Otomotif. Universitas Kristen Petra Surabaya.
2. Faizun, M. M., Basuki, H. A., & Mulyadi, S. (2014). Analisis Penyerapan Energi Kinetik pada Berbagai Variasi Kecepatan dan Inersia Flywheel, 5(3), 271–274.
3. Ramadhan, M. E., & Guntur, H. L. (2014). Power of Regenerative Braking with Kinetic Energy Recovery System. IPTEK Journal of Proceedings Series, 1(1), 130–135.
4. Hardianto, T., Sutjahjono, H., Arbiantara, H., & Ramadhan, M. E. (2015). Perhitungan Energi Kinetik Pada Sistem Pengereman Regeneratif Mobil Listrik, 8(April), 2013–2016.