

## Analisis Penyerapan Energi Kinetik pada Berbagai Variasi Kecepatan dan Inersia Flywheel

Muhammad Muhtada Faizun, Hari Arbiantara Basuki, Santoso Mulyadi  
Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Jember  
Jl. Kalimantan 37 Jember 68121  
Telp (fax) 0331-410243  
E-mail: santosomulyadi32@yahoo.co.id

### Abstract

*Kinetic Energy Recovery system (KERS) is a mechanism of non conventional braking system to absorb and recovery kinetic energy from braking deceleration by the vehicle as step of increasing vehicle efficiency. At this moment Kinetic Energy Recovery system (KERS) are applied on high speed vehicle, hybrid vehicle, and heavy duty vehicle, usually F1 race car, Ferrari Enzo sport car, Flybus and modern truck. The absorption of kinetic energy use flywheel. Kinetic energy is effected by flywheel inertia and duration. The purpose of this research is to know absorption of kinetic energy from flywheel with 2 various of inertia from KERS type mechanism and wheel velocity various between 800rpm until 1800rpm. This research was done at Design Laboratory of Mechanical Direction Engineering Faculty of Jember University. Conclusion from the research is the biggest absorption energy in flywheel from various inertia  $0,0317\text{kg}\cdot\text{m}^2$  at 1800rpm are 23.210,72 Joule.*

**Keywords:** Kinetic Energy Recovery system (KERS), flywheel, Inertia, kinetic energy, absorbed energy

### PENDAHULUAN

Pada sistem pengereman konvensional, menghambat atau menahan pergerakan dengan menyerap energi kinetik pada gesekan, dengan membuat bagian yang bergerak (*dump brake/disc brake*) digesekan pada papan karet (sepatu kampas) sehingga menyerap energi kinetik yang ada, pun demikian gesekan ini menyebabkan panas yang terbuang. Setiap kali pengereman dilakukan, momentum dari kendaraan juga ikut terserap dan ketika akselerasi kembali membutuhkan daya dari mesin yang lebih untuk meningkatkan momentum tersebut. Dengan demikian akan menjadi sebuah kerugian energi yang sangat besar.[1]

Komunitas ahli automotive telah menemukan pemulihan energi pada saat pengereman (*KERS : Kinetic Energy Recovery System*). peningkatan yang didapatkan mencapai kurang lebih 65% dari energi yang terbuang pada saat pengereman, pada konsep hybrid bekerja dengan memanfaatkan dan menyimpan energi yang terbuang pada saat pengereman dan

memanfaatkan kembali energi simpanan tersebut pada saat akselerasi. Pengereman *regenerative* adalah sebuah Mekanisme penurunan kecepatan kendaraan dengan mengubah energi kinetik untuk diubah menjadi energi arus listrik yang lebih berguna.[2]

Penyimpanan energi dari pengereman salah satunya dengan menggunakan *flywheel*. Penyimpan energi *flywheel* memperoleh energi kinetik dalam bentuk inersia putar, dan menyimpannya dalam bentuk energi kinetik, kemudian melepaskannya ketika dibutuhkan. dari hasil yang diperoleh dari penyimpanan energi kinetik tersebut dengan sangat menarik dan signifikan. Faktor yang mempengaruhi kinerja penyimpanan energi *flywheel* antaralain material, geometri, panjang dari *flywheel*. Seketika menjadi daya tarik utama pada topik penyimpanan energi dan energi spesifik *flywheel*. Sesuai untuk aplikasi yang memerlukan siklus charge – discharge berulang.[3] Geometri dianggap optimal apabila memiliki energi kinetik spesifik yang

tinggi namun tidak mengalami kerusakan. Geometri optimal tersebut kemudian digunakan sebagai rotor dari motorgenerator unity yang merupakan komponen utama dalam electromechanical KERS. Setelah itu penulis mencoba membuat alur kerja dari electromechanical KERS[4]. Semakin cepat putaran sesaat sebelum dilakukan pengereman maka akan semakin lama rentang waktu yang dihasilkan oleh *flywheel* untuk meneruskan energi bangkitan yang terbuang[5]

Teori energi kinetik pada benda yang berotasi adalah: [1], [2], [3], [4], [5]

$$E_k = 0.5 I \omega^2$$

$$I = m \cdot r$$

dimana:

- $E_k$  = Energi Kinetik (Joule)
- $I$  = Inersia (kg.m<sup>2</sup>)
- $\omega$  = Kecepatan Sudut (rad/detik)
- $m$  = massa (Kg)
- $r$  = jari jari (m)

Penelitian untuk mengetahui besarnya energi kinetik yang mampu tersalurkan dari roda pembeban ke *flywheel*.

**METODE PENELITIAN**

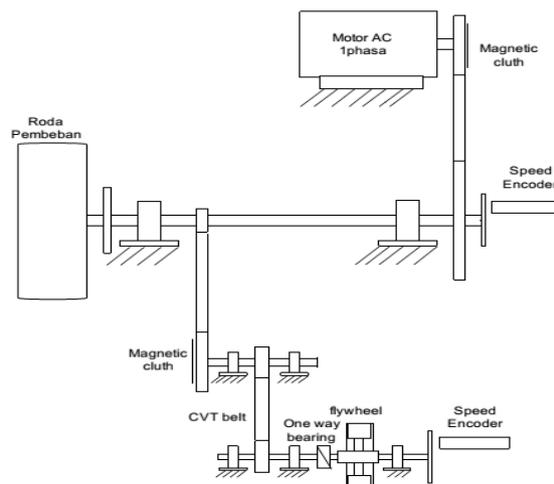
Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode analisis dengan eksperimental, yaitu suatu metode yang digunakan untuk menguji pengaruh dari suatu perlakuan atau desain. Dibuat suatu permodelan yang telah dianalisa dengan percobaan experimental.

Permodelan dibuat mewakili sebuah kendaraan yang melaju pada roda pembeban kemudian dipasangkan mekanisme KERS sebagai mekanisme pengereman. Putaran roda pembeban divariasikan 800rpm, 1000rpm, 1200rpm, 1400 rpm, 1600rpm dan 1800 rpm.

*Flywheel* merupakan komponen untuk menyerap energi kinetik dari roda pembeban, pada penelitian ini digunakan 2 variasi inersia 0,0317kg.m<sup>2</sup> 0,0285kg.m<sup>2</sup>

Mekanisme *Kinetik Energy Recovery System* direalisasikan pada Sebuah permodelan yang mewakili kondisi kendaraan yang melaju dengan menggunakan roda pembeban yang diputar oleh motor listrik sebagaimana ditunjukkan pada pada Gambar 1. Kondisi putaran pada roda pembeban

divariasikan mewakili beberapa kecepatan pada kendaraan sesungguhnya. Mekanisme KERS disambungkan dengan transmisi sabuk V. Terdapat *flywheel* sebagai penyerap energi kinetik dari putaran roda yang divariasikan. *One way bearing* digunakan sebagai pemutus daya mekanik ketika putaran *flywheel* melebihi putaran roda pembeban agar daya yang tersalurkan ke *flywheel* tidak kembali ke roda pembeban.



**Gambar 1. Skema model KERS**

Metode Pengujian mekanisme *Kynetic Energy Recovery System* dilakukan dengan cara mengkondisikan putaran roda pembeban pada kisaran 800Rpm, 1000Rpm, 1200Rpm, 1400Rpm, 1600Rpm dan 1800Rpm selang beberapa detik baru kemudian dilakukan pengereman.

Data penelitian didapatkan dari speed encoder yang direkam dengan menggunakan kamera setelah itu dimasukkan pada tabel hasil penelitian berupa data kecepatan putar roda pembeban dan *flywheel*.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Data hasil penelitian yang didapatkan berupa kecepatan putar *flywheel* dan durasi *flywheel* dengan putaran roda pembeban 800 rpm, 1000 rpm, 1200rpm, 1400 rpm, 1600 rpm dan 1800 rpm. Sehingga dapat diketahui energi kinetik yang mampu diserap oleh kedua variasi *flywheel* sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 1 dan 2.

**Tabel 1.** hasil penelitian *flywheel* dengan inersia  $0,0285\text{kg.m}^2$

kecepatan roda (Rpm)	Energi Kinetik (joule)	t1 (detik)	t2 (detik)	delta t (detik)
800	1751,2	32	86	54
1000	1768,89	35	91	56
1200	2654,06	23	83	60
1400	2754,91	22	100	78
1600	3252,93	41	130	89
1800	6064,1	86	164	78

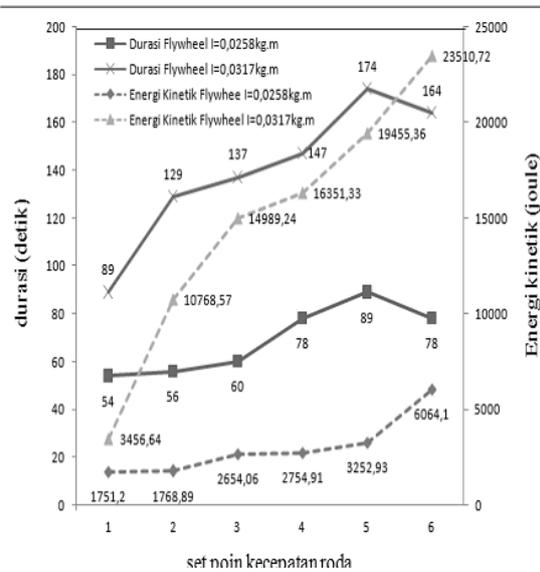
**Tabel 2.** hasil penelitian *flywheel* dengan inersia  $0,0317\text{kg.m}^2$

kecepatan roda (Rpm)	Energi Kinetik (joule)	t1 (detik)	t2 (detik)	delta t (detik)
800	3456,64	41	130	89
1000	10768,57	41	170	129
1200	14989,24	41	178	137
1400	16351,33	68	215	147
1600	19455,36	72	246	174
1800	23510,72	77	241	164

Dari data hasil penelitian dapat diketahui perbandingannya pada Gambar 2. Perbandingan antara *flywheel* dengan inersia  $0,0317\text{ kg.m}^2$  dan  $0,0258\text{kg.m}^2$  dengan menggunakan metode kecepatan konstan sebelum pengereman pada roda pembeban. Dapat diketahui bahwa inersia *flywheel*  $0,0317\text{ kg.m}^2$  mempunyai energi yang tersalurkan lebih besar dari pada *flywheel* dengan inersia  $0,0258\text{ kg.m}^2$ . ini juga berbanding lurus terhadap lama.

Durasi peyтарan *flywheel* dipengaruhi oleh inersia. Terbukti setelah dilakukan penelitian, durasi putaran signifikan ketika *flywheel* inersia  $0,0317\text{kg.m}^2$  yakni hampir dua kali lipat durasi lebih panjang dari *flywheel* dengan inersia  $0,0258\text{kg.m}^2$ . Energi kinetik yang mampu diserap juga meningkat.

Keterangan : set poin pengkondisian putaran roda pembeban 1 = 800rpm, 2 = 1000rpm, 3 = 1200rpm, 4 = 1400rpm, 5 1600rpm, 6 = 1800rpm



**Gambar 2.** Perbandingan antara *flywheel*

**KESIMPULAN**

Dari hasil penelitian mekanisme *kyнетik energy recovery system* untuk pengereman *regenerative* diambil kesimpulan bahwa energi kinetik yang mampu diserap oleh *flywheel* dengan inersia  $0,0317\text{kg.m}^2$  adalah sebesar  $6064,1\text{Joule}$  pada putaran roda pembeban 1800 rpm di masing masing variasi inersia yang digunakan

**UCAPAN TERIMA KASIH**

Terima kasih kepada Rektor Universitas Jember melalui dana DIPA Universitas Jember yang telah mendanai penelitian ini, berdasarkan surat no: DIPA-023.04.2.414995/2013 tanggal 05 Desember 2012.

**DAFTAR PUSTAKA**

[1] Kumar, Harish. .Regenerative Braking. Seminar Report Submitte: Dept. Of Mechanical Engineering.  
 [2] Cibulka, J. 2009. Kynetic Energy Recovery System by Means of Flywheels Energy Storage: Advance Engineering.  
 [3] Liu, Haicang. Jihai Jiang. 2006. Flywheel Energy Storage-An Upswing Technology for energy suistainbility: Harbin Institute of Technology.

- [4] AlphaputraYapeth, Aryamanggala. 2011. analisis pengaruh variasi *flywheel* terhadap energi kinetik yang mampu disimpan oleh *flywheel* pada sistem electro-mechanical kers. surabaya: Institut Teknologi Sepuluh November
- [5] Ramadhan, M. E., Guntur, H. L. 2013. Studi Eksperimental Pengaruh Variasi Perubahan Kecepatan Sesaat Sebelum Pengerman Terhadap Karakteristik Kinetik Energy Recovery System (KERS). Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh November.