

Karakteristik KERS E3 (Kinetik Energi Recoveri Sistem Evolusi 3) Sebagai Pengisi Energi Listrik Kendaraan Listrik Universitas Jember

Mochamad Edoward Ramadhan.^{1*}

¹ Laboratorium Desain Mekanika, Jurusan Teknik Mesin Universitas Jember
Jalan Kalimantan 37 Fakultas Teknik Universitas Jember Jawa Timur, Indonesia

ABSTRAK

Mobil listrik ketika berjalan memerlukan proses pengisian energi listrik dengan harapan jarak tempuh mobil listrik semakin jauh. Proses pengisian energi listrik menggunakan KERS E3 yang merupakan pengembangan KERS terdahulu yang dilakukan penelitian pada tahun 2013 dan 2014. Sehingga pada tahun 2015 dilakukan proses pengambilan respon CVT terhadap *flywheel* yang dipakai di KERS E3 menggunakan motor listrik sebagai penggerak mula dengan fungsi ramp yaitu motor listrik berputar dari putaran 0 rpm sampai puncak yaitu 5640rpm. Hasil dari pengambilan respon berupa putaran *flywheel* dengan motor listrik berdaya 1 HP dicapai dalam waktu 15 detik. *Flywheel* mempunyai massa : 1.82kg, luas permukaan : 0.0596m² , inersia :0.18472 kg.m² dengan hasil energi kinetik rata-rata 78159,89 joule. Transmisi yang menghubungkan dari putaran mula ke *flywheel* menggunakan CVT konvensional. Dari proses pengambilan data yang dilakukan selama tujuh kali, Pengereman Energi Kinetik yang diberikan oleh generator (Proses Konversi Energi) terjadi dalam waktu 38 detik dengan kehilangan energi kinetik 51387.60 Joule. Sehingga kemampuan KERS generasi 3 membangkitkan energi kinetik sebesar 26772.29 Joule.

Keyword: Energi Pengereman, Energi Kinetik, Energi Bangkitan, KERS



Mochamad Edoward Ramadhan S.T., M.T. menyelesaikan program sarjana di Jurusan Teknik Mesin Universitas Jember dari tahun 2005 sampai tahun 2009 dengan bidang konsentrasi Konversi Energi dengan bapak Nurkoyim S.T.,M.T. sebagai pembimbing skripsi. Kemudian menyelesaikan program pascasarjana di Jurusan Teknik Mesin ITS Surabaya dari tahun 2011 sampai 2013 bidang jurusan Desain Sistem Mekanikal dengan tema Renewable Energi pada proses pengereman kendaraan dengan bapak Dr.Harus L.G.S.T.M.Eng. Ketertarikan penelitian saat ini berupa Energi Terbarukan yang menggunakan

berbagai macam sistem transmisi mekanik khususnya penggunaan roda gila (*flywheel*).

Pendahuluan

Mekanisme KERS pada tahun 1996 sudah dipakai dalam kendaraan dengan sebutan sistem *hybrid propulsion*[1]. Mekanismenya berupa putaran dari *internal combustion engine* dihubungkan ke sistem CVT untuk mengendalikan putaran dari *flywheel* yang memutar generator. Desain CVT bertujuan untuk mengendalikan putaran *flywheel* pada saat kendaraan berhenti putaran *flywheel* menjadi tinggi sedangkan ketika kendaraan berjalan, putaran *flywheel* menjadi konstan mengikuti kecepatan roda. Saat ini ada dua cara memanfaatkan energi kinetik, yaitu mekanikal dan elektrik. Mekanikal, menggunakan rodagila, sedangkan elektrik, tenaga

*Corresponding author.

E-mail address: edowarditsdesain@gmail.com

Peer reviewed under responsibility of Universitas Muhammadiyah Sidoarjo.

© 2017 Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, All right reserved, This is an open access article under the CC BY license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)

dari elemen mesin yang berputar dihubungkan langsung ke generator, kemudian disimpan pada kapasitor atau akumulator. Setelah itu baru digunakan membantu mesin menjalankan kendaraan, misalnya berakselerasi. Pada Formula 1, KERS yang ditawarkan *Flybrid* bekerja secara mekanikal. Tenaga mesin yang tidak terpakai saat mobil direm, disimpan pada roda gila berupa putaran atau energi kinetik. Nantinya energi tersebut digunakan lagi ketika dilakukan percepatan [2].

Pada sistem yang dibuat oleh *Flybrid*, komponen utama terdiri dari rodagila dan CVT (*Continuously Variable Transmission*) yang dipasang antara transmisi dan poros roda belakang. Jika mobil direm, CVT mempercepat putaran roda gila dengan perbandingan 6 : 1. Rodagila berputar lebih cepat dan menyimpan energi dari mesin yang tidak sepenuhnya digunakan untuk menjalankan mobil. Begitu gas ditekan, CVT memperkecil rasio, dan giliran rodagila yang menyalurkan energinya ke transmisi untuk memperkuat traksi atau mempercepat akselerasi. Pada *Flybrid*, putaran roda gila untuk menyimpan energi mencapai 64.500 rpm[3]. Meski KERS *Flybrid* (perusahaan otomotif) dinilai unggul untuk pembangkitan energi, beberapa ahli masih mengkhawatirkan masalah keamanan. Dikarenakan, putaran roda gila yang sangat tinggi, menyebabkan bearing (laher) cepat aus, rontok dan bisa menimbulkan pecahan logam. Pernyataan *Flybrid* mengemukakan bahwa masalah keamanan merupakan aspek pertama yang diperhitungkan. Karena itu pula, roda gila dibuat dari karbon dan ditaruh di dalam tabung baja yang kuat [4]

Oleh karena itu sistem pengisian kendaraan listrik terdiri dari generator, IC voltage regulator, transmisi sabuk, transmisi sprocket dan roda gila. Cara kerjanya, ketika kendaraan berjalan pada rpm rendah rem sepatu yang dipasang di CVT (*Continues Variable Transmission*) belum berjalan, kemudian pada putaran sedang, pegas spiral yang ada di rumah rem sepatu bekerja sehingga menekan rem sepatu, sehingga roller variable pada pulley 2 bisa berputar dan akhirnya putaran poros roda diteruskan untuk menggerakkan *flywheel*. *Flywheel* kemudian berputar dan menghasilkan energi kinetik yang besar digunakan untuk memutar generator yang kemudian menghasilkan energi listrik.

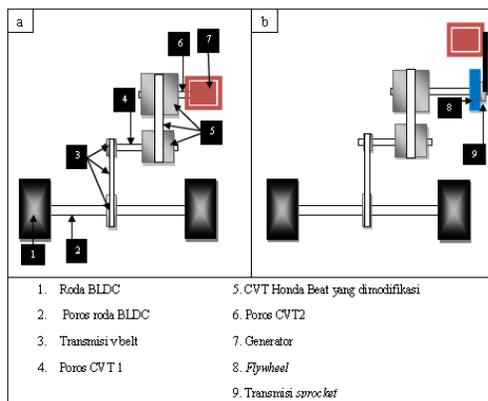
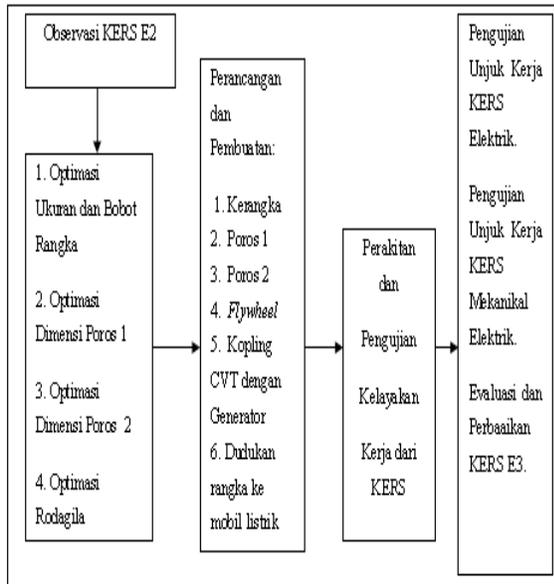
Energi listrik tersebut harus di kontrol oleh IC Regulator yang berfungsi untuk memotong tegangan yang lebih dari 15volt. Sehingga energi listrik yang dihasilkan oleh generator bisa disimpan kedalam aki.

Salah satu keunggulan dari pemberian *flywheel* adalah ketika kendaraan berhenti maka *flywheel* masih berputar menggerakkan generator sehingga listrik masih bisa dihasilkan meskipun dalam rentang waktu yang pendek. Sistem pengisian tersebut lebih dikenal dengan KERS (*Kinetic Energi Recovery System*) yang tepat digunakan untuk proses pengisian mobil listrik di perkotaan dan di kejuaraan. Pada tahun 2013 telah dilakukan penelitian mengenai rancang bangun sistem pengereman regenerative skala laboratorium. Sebuah sistem pengereman yang dikopelakan ke sebuah rangkaian transmisi yang terhubung dengan generator. Kemudian pada tahun 2014 juga dilakukan proses pengembangan dari sistem pengereman regenerative yang dilengkapi dengan KERS. Dari riset tahun 2013 dan 2014 didapat pengetahuan mengenai berbagai macam karakteristik dari kedua macam sistem tersebut.

Sehingga ditahun 2015 ini peneliti ingin meneruskan riset dengan menggabungkan kedua karakteristik tersebut. Proses pengereman sangat sulit jika dipasangkan kedalam KERS dikarenakan membutuhkan kopling elektromagnetik yang membebani sistem penyimpanan energi listrik, sehingga pada kesempatan kali ini sistem pengereman tetap menggunakan pengereman disk dan drum, sedangkan KERS dihubungkan dengan poros kendaraan belakang. Harapannya adalah KERS bisa menyuplai energi listrik aki pada saat kendaraan berjalan tanpa harus membebani dari kerja BLDC, dan Ketika mobil listrik berhenti mendadak maka KERS juga masih bisa menyuplai aki.

METODE PENELITIAN

Penelitian kali ini yang pertama melakukan pengujian unjuk kerja KERS mekanik yang bisa dilihat di gambar 1.1, kemudian yang kedua melakukan pengujian unjuk kerja KERS mekanik-elektrik. Dari kedua inisial kondisi tersebut dilakukan analisa grafik tegangan, arus dan lamanya pengisian selama KERS berkerja.



Gambar 1.1 metode penelitian

Hasil dan Pembahasan



Gambar 1.2 KERS E2

Berdasarkan gambar 1.2 Mesin KERS generasi 2 telah dipasang di rangka dan dilakukan proses uji

kelayakan jalan. Mesin KERS mampu berputar dan menghasilkan energi listrik secara normal yang ditandai dengan warna lampu led yang menyala merah. Cara kerja tes rig KERS yang terdiri atas motor listrik, di ujung poros motor listrik disambungkan dengan *magnetic clutch brake* yang digunakan untuk meneruskan atau memutuskan putaran yang dihubungkan sabuk v ke CVT yang nantinya akan memutar *flywheel*. Motor listrik teraliri arus listrik sehingga berputar, *magnetic clutch brake* yang dihubungkan dengan travo 12 volt 5 ampere menghubungkan putaran untuk diteruskan ke transmisi sabuk v. Transmisi sabuk v pun berputar sehingga CVT mulai membuka dan menutup dan berputar memutar *flywheel*. Putaran *flywheel* membangkitkan energi kinetik yang nantinya akan diserap dan dirubah menjadi energi listrik oleh generator. Demikian adalah proses tes rig KERS E3 yang ada di laboratorium desain mekanika Jurusan Teknik Mesin Universitas Jember.

KERS E3 merupakan sebuah pengembangan dari KERS E2 yang dipasang tegak lurus dengan rangka yang mendatar seperti tampak pada gambar 1.3, Sabuk v yang semula 68 inchi sekarang bertambah pendek menjadi 38 inchi. Perubahan pendek sabuk v ini menjadikan KERS E3 mampu berputar pada kecepatan tinggi dan memiliki respon pencapaian rasio tertinggi CVT dalam waktu yang relative singkat dari generasi E2. Rangka KERS E3 yang dipasang secara horizontal menjadikan getaran yang ditimbulkan oleh tes rig semakin kecil sehingga mengurangi kebisingan akibat putaran yang tinggi. Untuk mengukur putaran dan rentang waktu respon CVT dipasang sebuah sensor magnet yang ditempelkan di *flywheel*. Sensor magnet memiliki tingkat keakurasian yang sangat baik. Keberadaan sensor magnet meyakinkan bahwa dalam pengambilan data putaran memiliki kebenaran yang cukup baik.



Sensor magnet

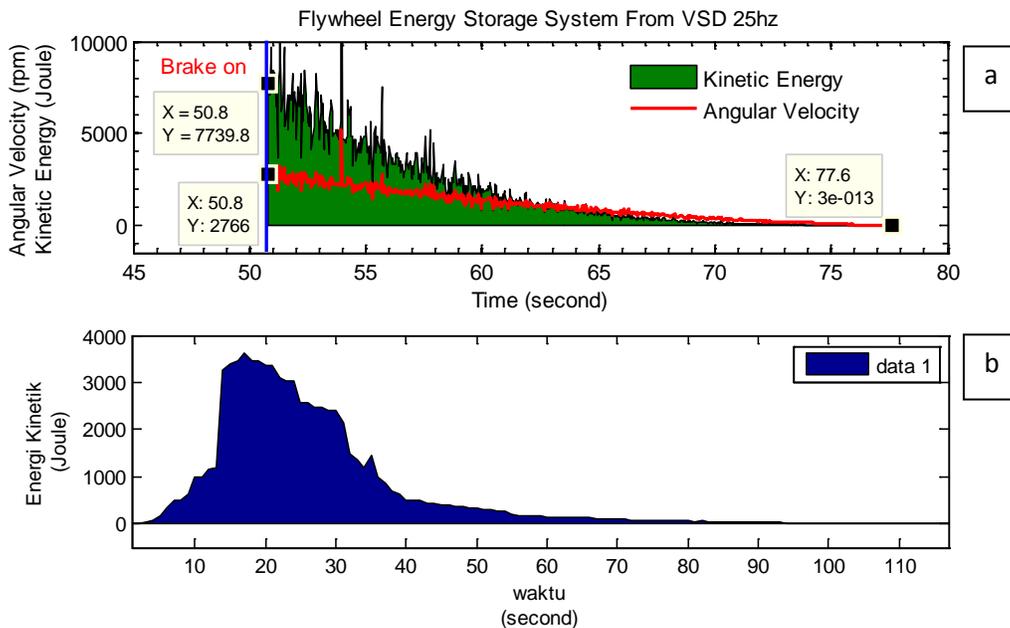
Gambar 1.3 KERS E3

Hasil dari pengambilan data dimulai dari penghasilan energi kinetik bangkitan yang dihasilkan oleh *flywheel* dengan inersia sebesar 0.18472 kg.m² yang dilakukan pengambilan data sebanyak tujuh kali yang disajikan dalam tabel 1.1 memiliki energi kinetik rata-rata sebesar 78159.89 Joule. Kemudian *flywheel* dihubungkan dengan generator yang menghasilkan energi listrik 14.07volt dengan arus listrik 5.07ampere yang digunakan untuk proses pengisian aki. Energi kinetik *flywheel* yang digunakan untuk memutar generator ternyata mengalami pengurangan sekitar 51387.60J yang dipastikan energi kinetik

tersebut terkonversikan menjadi energi listrik sebesar 70watt. Energi bangkitan yang dihasilkan oleh *flywheel* yang tersisa hanya sekitar 26772.29 Joule. Sehingga dalam mekanisme mesin KERS E3 dengan menggunakan *flywheel* berinersia 0.18472kg.m² dipastikan memenuhi syarat dalam membangkitkan energi kinetik yang digunakan untuk memutar generator karena masih menyisakan energi kinetik bangkitan.

Tabel 1.1 hasil pengujian energi kinetik KERS E3

no	Flywheel	Braking	Energi Kinetik	Energi Kinetik	Kehilangan
	Inersia (kg.m ²)	Flywheel	Flywheel (J)	Braking flywheel (J)	Energi Kinetik (J)
1	0.18472	generator	78357.87	26771.26	51586.61
2	0.18472	generator	76853.67	26773.29	50080.38
3	0.18472	generator	78477.1	26812.11	51664.99
4	0.18472	generator	78384.74	26754.15	51630.59
5	0.18472	generator	78386.21	26798.68	51587.53
6	0.18472	generator	78392.83	26732.99	51659.84
7	0.18472	generator	78266.79	26763.54	51503.25
			78159.89	26772.29	51387.60



Gambar 1.4 Perbedaan Energi kinetik KERS E2 (a) dengan KERS E3 (b)

Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan proses rancang bangun KERS E3 dapat disimpulkan bahwa mekanisme KERS E3 mampu dioperasikan secara normal dan mampu menghasilkan energi listrik dengan tegangan sebesar 14.07volt, arus listrik 5.07ampere yang dipergunakan untuk mengisi aki. Sedangkan dalam proses penghasilan energi kinetik mekanisme KERS E3 mampu membangkitkan energi kinetik sebesar 26772.29 Joule untuk perbedaan dari KERS E2 dan E3 dapat dilihat di gambar 1.4 yang memberitahukan informasi bahwa luasan yang dihasilkan oleh KERS E3 lebih luas dibandingkan dengan E2 sedangkan untuk waktu yang diperoleh dari proses pembangkitan energi kinetik juga berlangsung dari waktu kendaraan bergerak. Besarnya energi kinetik proses pengereman terjadi ketika melakukan pengujian energi kinetik dari *flywheel* yang dihubungkan dengan generator, sehingga selisih dari pengujian energi kinetik dari *flywheel* dengan energi kinetik *flywheel* yang dihubungkan dengan generator merupakan besarnya energi kinetik yang di rubah menjadi energi listrik.

Referensi

- [1] F1 KERS: Flybrid. Racecar Engineering. 2008–11–18. Diakses 2010–04–27.
- [2] Flybrid Systems LLP (2010-09-10). "Flybrid Systems". Flybrid Systems. Diakses 2010-09-17.
- [3] Jaferson, C. M. dan Ackerman, M. (1996), "a *Flywheel* Variator Energi Storage System", Energi Convers, Faculty of Engineering, University of the West of England, Frenchay Campus, Coldharbour Lane, Bristol BS16 IQY, U.K. MGMT Vol.37, No.10, hal.1481-1491.
- [4] Toyota Hybrid Race Car Wins Tokachi 24-Hour Race; In-Wheel Motors and Supercapacitors. Green Car Congress. 2007-07-17. Diakses 2010-09-17.