

ID: 35

Pengujian Konsumsi Energi dan Efisiensi Roda Pada Robot Otonom
Multiguna 2020 (ROM20) Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia

*Testing of Energy Consumption and Wheel Efficiency in the Robot
Autonomous Multipurpose 2020 (ROM20) Indonesian Institute of Sciences*

Rizal Imam Abdul Aziz^{1*}, Hendri Maja Saputra², Nanang Ismail³

^{1,3} State Islamic University of Sunan Gunung Djati Bandung

Jalan A.H. Nasution No. 105, Cipadung, Cibiru, Kota Bandung, Jawa Barat 40614, (022) 7800525

²Kampus LIPI Bandung

Jl. Cisitua, Sangkuriang Bandung, Jawa Barat 40135

Telp. 022-2503055, 022-2504770; Fax. 022-2504773

1177070082@uinsgd.ac.id^{1*}, hendri.maja.saputra@lipi.go.id², nanang.is@uinsgd.ac.id³

Abstrak – Pengujian konsumsi energi bertujuan untuk menguji kemampuan dan mengetahui konsumsi energi yang dibutuhkan pada Robot Otonom Multiguna 2020 (ROM20) sehingga dapat bekerja secara optimal. Pengujian ini menggunakan data logger. Pengujian terdiri dari 3 jenis, yaitu yang bertujuan untuk uji beban pada ROM20, uji coba fungsi roda dan uji coba konsumsi energi pada ROM20. Pada pengujian pertama dibandingkan konsumsi energi antara pengujian dengan 4 variasi beban. Pada pengujian kedua dibandingkan konsumsi energi dengan 4 variasi roda, dan pada pengujian ketiga dilakukan uji coba dengan variasi kecepatan untuk mengetahui banyaknya energi yang dibutuhkan saat robot beroperasi, serta untuk menguji kemampuan daya tahan robot dalam penggunaan konsumsi bahan bakar baterai. Pengujian dilakukan menggunakan ROM20 dengan mengamati parameter kecepatan robot, beban, variasi roda (roda normal, roda omni, roda mecanum model A, dan roda mecanum model B), dan konsumsi bahan bakar baterai. Kesimpulan pertama adalah bahwa kemampuan daya tahan ROM20 sebesar 364,45 Watt-Hour. Kesimpulan lainnya adalah bahwa konsumsi energi pada ROM20 terbesar pada roda Mecanum Model A sebesar 13.415,41 Ws dengan bebas 60 Kg dan terkecil yang digunakan pada roda Normal dengan energi yang digunakan sebesar 7.659,52 Ws. Selain itu, didapatkan bahwa yang sangat mempengaruhi konsumsi energi adalah beban dan roda.).

Kata Kunci: Konsumsi Energi, Beban, Roda, Data Logger, Robot Otonom Multiguna 2020.

Abstract – Energy consumption testing aims to test the ability and determine the energy consumption required for the 2020 Multipurpose Autonomous Robot (ROM20) so that it can work optimally. This test uses a data logger. The test consists of 3 types, namely those aimed at testing the load on ROM20, testing the function of the wheels and testing the energy consumption of ROM20. In the first test compared the energy consumption between tests with 4 load variations. In the second test, energy consumption is compared with 4 variations of the wheel, and in the third test, a trial with variations in speed is carried out to determine the amount of energy needed when the robot operates, and to test the robot's endurance ability in using battery fuel consumption. The test was carried out using ROM20 by observing the parameters of the robot speed, load, wheel variation (normal wheels, omni wheels, mecanum wheel model A, and mecanum wheel model B), and battery fuel consumption. The first conclusion is that the ROM20 endurance capacity is 364.45 Watt-Hour. Another conclusion is that the largest energy consumption on ROM20 is on Mecanum Model A wheels of 13.415,41 Ws with 60 kg free and the smallest is used on normal wheels with the energy used is 7.659,52 Ws. In addition, it was found that the loads and wheels that significantly affect energy consumption are the load.

Keywords: Energy Consumption, Load, Wheels, Data Logger, Multi-Purpose Autonomous Robot 2020.

1. Pendahuluan

Dalam menghadapi era revolusi industri yang serba digital, masyarakat dituntut untuk mampu beradaptasi dengan perkembangan teknologi, khususnya pada bidang edukasi dan robotika. Pesatnya perkembangan teknologi saat ini menyebabkan alat-alat yang mulanya dikendalikan penuh oleh manusia kini mulai beralih dikendalikan secara otonom dengan bantuan sensor atau *detector*. Semakin meningkatnya teknologi merupakan salah satu keuntungan yang dapat memudahkan aktivitas masyarakat dengan memanfaatkan alat-alat atau mesin berkonsumsi energi yang ramah lingkungan. Pada sebuah mesin atau alat selalu memperhatikan penggunaan, daya tahan, dan efisiensi alat tersebut. Tak terkecuali dengan energi yang digunakan. Konsumsi energi yang relatif rendah namun menghasilkan kinerja yang optimal sangatlah dibutuhkan pada era globalisasi ini.

Energi menurut Eugene C. Lister yang diterjemahkan oleh Hanapi Gunawan (1993) bahwa energi merupakan kemampuan untuk melakukan kerja, energi merupakan kerja tersimpan. Energi hanya dapat diubah dari suatu bentuk ke bentuk energi yang lain [1].

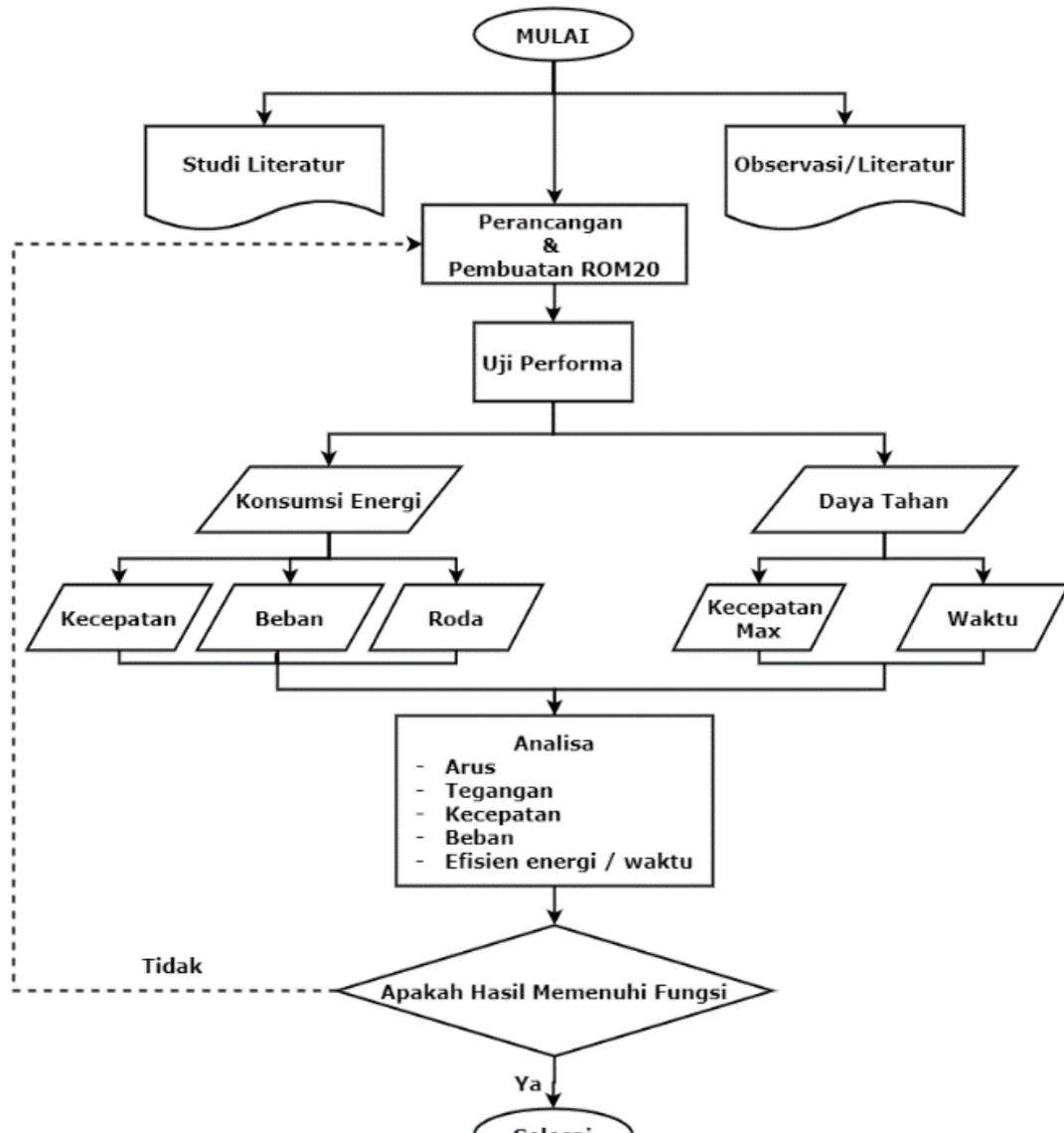
Robot Otonom Multiguna 2020 (ROM20) merupakan yang didesain untuk keperluan *medical*. Robot ini dikendalikan menggunakan android melalui komunikasi *bluetooth* dan *wifi*. Robot ini dapat digunakan untuk mensterilkan suatu ruangan secara simultan agar semua bakteri dan virus yang ada di ruangan tersebut mati, ataupun dapat digunakan untuk mengantarkan makanan/kebutuhan lain bagi penderita Covid-19.

ROM20 didesain sebagai autonomous robot, dimana cara kerja dari versi 1 ini yaitu dengan membuat trajectory planning atau rute yang diinginkan. ROM20 berdimensi kecil 50 cm x 43 cm x 36 cm dan ringan 22,5 kg [2]. ROM20 memiliki fitur utama, antara lain: *wireless & bluetooth remote*, *multi-directional wheel*, *obstacle avoidance*, dan tiga subsistem modular (UV-C lamp/ mist desinfektan/ food warm panel). ROM20 bertenaga baterai 48 VDC dengan daya 430Watt, [2]. Pengujian ini menggunakan sensor arus ACS-712 dan sensor tegangan *Divider* [3][4][5].

Alat-alat atau mesin seperti ROM20 yang digunakan pada bidang kesehatan sangat memperhitungkan konsumsi energi agar dapat bekerja secara efektif dan efisien. Penelitian ini bertujuan untuk menguji dan mengetahui konsumsi energi yang dibutuhkan pada Robot Otonom Multiguna 2020 (ROM20) sehingga dapat bekerja secara optimal. Pengujian dilakukan dengan mengamati parameter kecepatan robot, beban, variasi roda, dan konsumsi bahan bakar baterai [6]. Variasi roda yang digunakan meliputi roda normal (biasa), roda *omni*, roda *mecanum* model A, dan roda *mecanum* model B [7].

2. Metode Penelitian

Metode penelitian yang dilakukan adalah menganalisa konsumsi energi listrik pada ROM20 dengan variasi kecepatan, beban, dan roda, untuk pengerjaan sesuai prosedur penelitian, dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Metodologi Penelitian.

Studi literatur adalah mengumpulkan referensi paper, pendalaman topik, dan analisa mengenai pengujian konsumsi energi pada mobile robot, serta segala referensi yang berkaitan dengan pengujian yang dapat menopang dalam perancangan.

Pengujian yang telah dilakukan sesuai dengan alur prosedur pengambilan data, dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Digram prosedur pengambilan data.

Pengumpulan data yang diambil yaitu dari mengkombinasikan kondisi perbedaan kecepatan, perbedaan beban, dan perbedaan jenis roda. Sehingga dari beberapa kondisi tersebut dapat diukur besarnya konsumsi energi listrik yang digunakan. Dari penelitian yang dilakukan akan diambil data berupa tegangan, arus, daya, dan waktu untuk dapat mengetahui seberapa besar kemampuan ROM20 beroperasi dan dapat mengetahui seberapa besar konsumsi energi listrik pada ROM20.

A. Persiapan Pengujian

Persiapan yang dilakukan yaitu: Pertama, melakukan pengkalibrasian sensor arus dan tegangan. Pada pengkalibrasian sensor harus disesuaikan terlebih dahulu dengan kalibrator atau pengukuran menggunakan alat ukur yang sudah terkalibrasi dan memiliki tingkat ketelitian yang baik[8]. Kedua, mempersiapkan software data logger untuk pengambilan data arus, tegangan, dan waktu untuk mencari konsumsi energinya [9].

B. Menampilkan Hasil Pengujian

Hasil uji performa ROM20 ditampilkan secara otomatis kemudian data tersebut dikumpulkan dan diolah menggunakan software Excel untuk mendapatkan hasil pengujian yang optimal. Dari serangkaian pengujian ini, didapat hasil konsumsi energi dan daya tahan pada ROM20.

3. Pengujian Pada ROM20

A. Pengkalibrasian dan Pengujian Sensor Arus dan Tegangan Pada ROM20.

Prinsip kerja pada pengkalibrasian dan pengujian sensor arus dan tegangan pada ROM20 dengan memanfaatkan sensor ACS712 sebagai sensor arus dan rangkaian Divider sebagai sensor tegangan. Pada pengkalibrasian sensor tegangan harus disesuaikan terlebih dahulu

dengan menggunakan kalibrator atau pengukuran menggunakan alat ukur yang sudah terkalibrasi dan memiliki tingkat ketelitian yang baik. Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan alat ukur standar yaitu Digital Multimeter Rd700 Sanwa.

Tabel 1 Pengujian Sensor Arus Dan Tegangan

No	Perangkat Yang diukur	Multimeter Rd700		Rangkaian Sensor		Actual Error (%)	
		Tegangan (Volt)	Arus (A)	Tegangan (Volt)	Arus (A)	Tegangan (Volt)	Arus (A)
1	Suplai Baterai	52,10	2,28	51,40	2,24	1,34	1,75
2	Output Step Down	24,20	1,20	24,05	1,18	0,62	1,83
3	Driver Motor Kanan Depan	24,18	1,14	24,04	1,12	0,58	1,15
4	Driver Motor Kanan Belakang	24,15	1,04	24,01	1,02	0,66	1,45
5	Driver Motor Kiri Depan	24,17	1,12	24,03	1,10	0,58	1,43
6	Driver Motor Kiri Belakang	24,17	1,08	24,10	1,06	0,29	1,58
Rata-rata error (%)						0,68	1,53

Berdasarkan hasil pengujian pada Tabel 1 memperlihatkan terdapat selisih pembacaan nilai arus dan tegangan DC antara sensor arus ACS712 dan alat ukur amperemeter, serta sensor divider dan alat ukur voltmeter. Perbedaan tersebut terjadi karena perbedaan sensitifitas pembacaan antara sensor dan alatukur multimeter. Selisih tersebut dinyatakan dalam % error. Tingkat error tersebut merupakan sumber variasi data yang tidak dapat dimasukkan ke dalam pembacaan ADS1115 pada Teensy 4.0. Tingkat error pada sensor arus ACS712 yang digunakan pada penelitian ini rata-rata sebesar 1,53% sedangkan tingkat error pada sensor tegangan divider rata-rata sebesar 0,58%.

B. Pengujian Konsumsi Energi ROM20

Pada pengujian konsumsi energi pada ROM20 dilakukan 2 tahap pengujian. Pengujian pertama dengan menguji daya tahan ROM20 dengan kecepatan maksimal. Pengujian kedua dengan menguji efisiensi penggunaan energi pada ROM20.

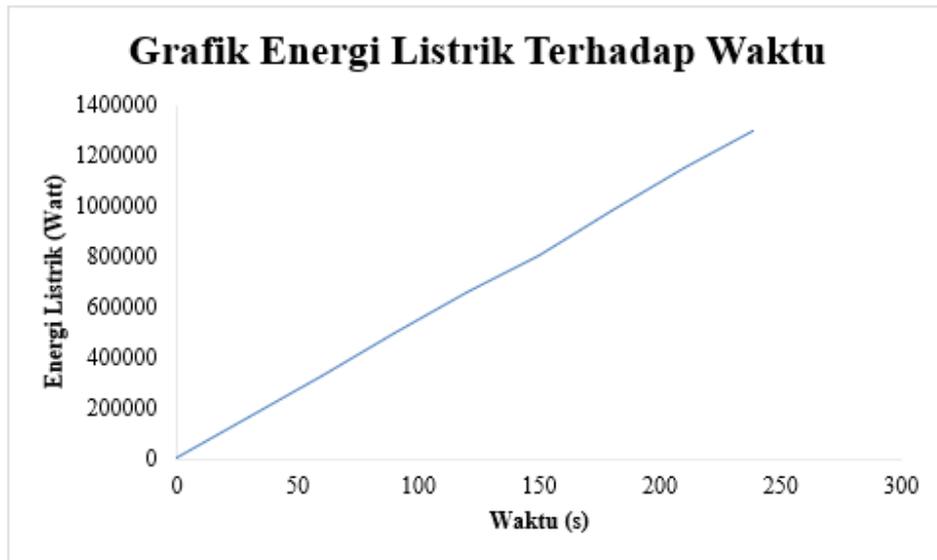
3.11. Pengujian Kemampuan Daya Tahan ROM20

Pada pengujian pertama ROM20 dijalankan secara terus-menerus tanpa henti sekaligus mengambil data dengan waktu pengambilan data per 10 detik. Data yang didapati hasil bawasannya konsumsi daya tahan ROM20 dapat beroperasi selama ± 4 jam. Adapun data yang di dapat dari hasil pengujian kemampuan daya tahan ROM20 terlihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Data hasil pengujian daya tahan ROM20

Waktu	Baterai		Energi Listrik (W= V.I.t) (Joule)	Daya Listrik (P= W/t) (Watt)	Energi Aktif (Wa= P*t) (Watt Hour)
	Tegangan (Volt)	Arus (A)			
0,17	53,46	1,79	965,16	95,69	380,48
30,09	51,50	1,79	166.427,20	92,19	366,48
60,01	50,00	1,84	331.258,70	92,00	365,74
90,10	48,50	1,89	495.540,99	91,67	364,41
120,02	47,19	1,93	655.868,36	91,08	362,07
150,11	46,34	1,93	805.519,48	89,44	355,55
180,03	45,78	1,98	979.133,29	90,64	360,36
210,12	45,13	2,03	1.155.002,09	91,61	364,21
238,36	43,63	2,08	1.297.885,00	90,75	360,78
Rata-rata			654.177,81	91,67	364,45

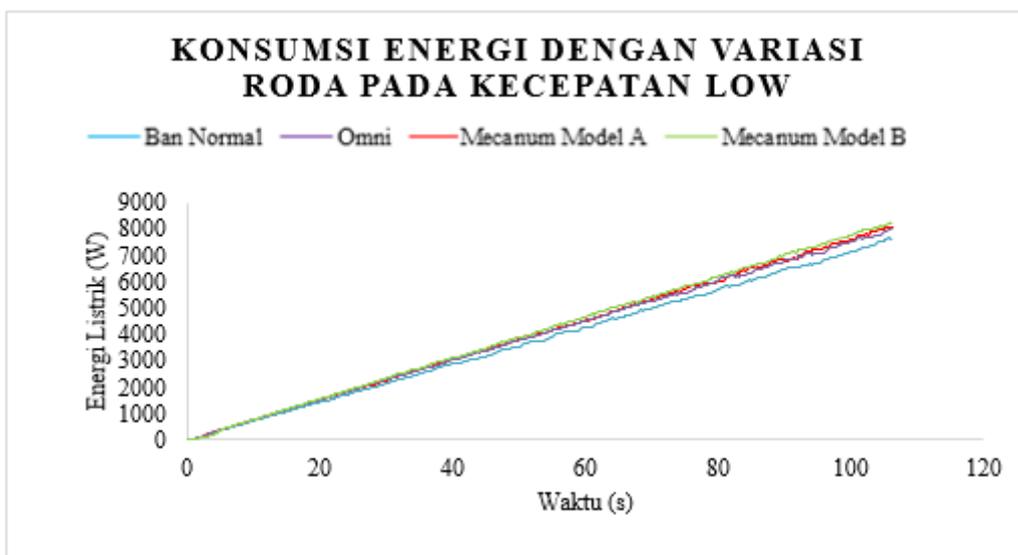
Berdasarkan data pengujian yang telah di dapat bahwa energi aktif pada ROM20 sebesar 364,45 Watt-Hour. Adapun grafik yang didapat sesuai dengan dasar teori bahwa apabila energi listrik dibandingkan terhadap waktu penggunaannya maka besar energi yang digunakan linier dengan waktu yang diperlukan, maka dari itu semakin lama dan semakin cepat ROM20 bekerja maka penggunaan energinya semakin besar, terlihat jelas dalam Grafik 1.



Grafik 1 Hasil pengujian daya tahan ROM20

3.12. Pengujian Konsumsi Energi Pada ROM20

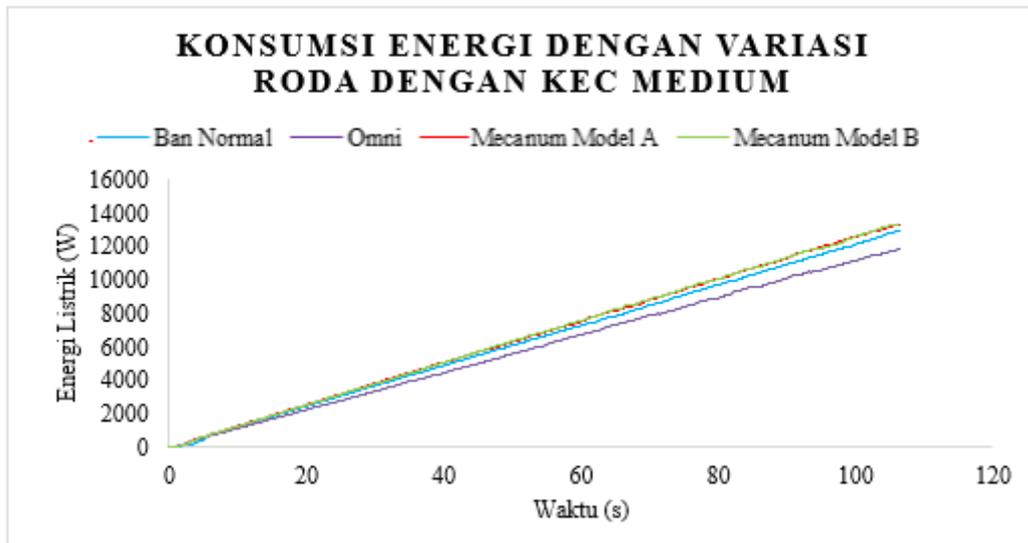
Pada pengujian kerdua ROM20 di uji dengan cara pengambilan data logger dengan aplikasi PLX-DAQ dimana pengujiannya dilakukan dengan metode kombinasi 3 variabel, yaitu variasi kecepatan, berat dan roda. Adapun data yang didapatkan dari hasil pengujian yang sudah di olah dalam bentuk grafik.



Grafik 2 Hasil pengujian daya tahan ROM20

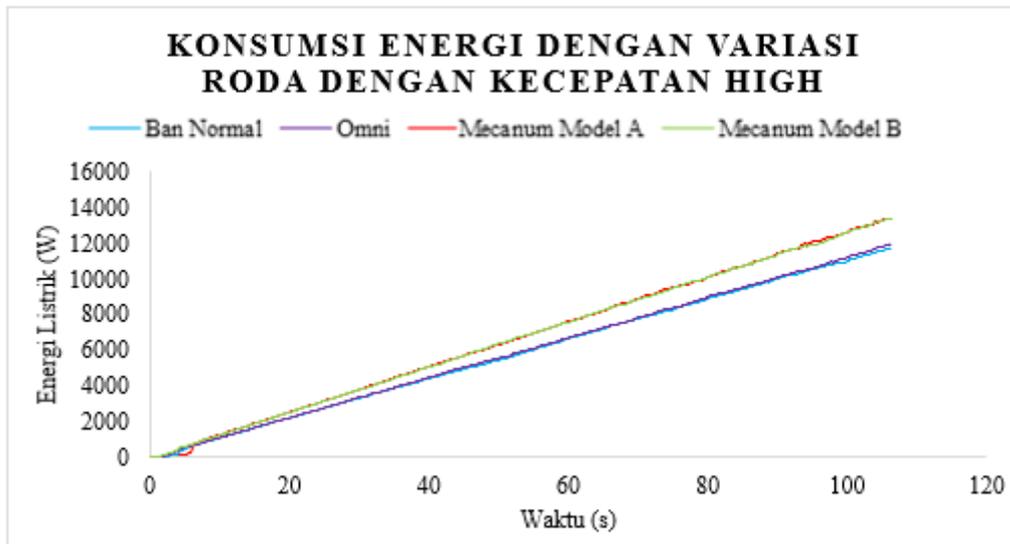
Dari hasil uji pada Grafik 4.2 terlihat bahwa dengan adanya variasi roda pada kecepatan rendah dengan penggunaan lama waktu yang sama energi yang paling boros yaitu pada roda

mecanum model B sebesar 8.266,27 Ws dan konsumsi energi yang paling hemat yaitu pada roda Normal dengan energi yang digunakan sebesar 7.659,52 Ws



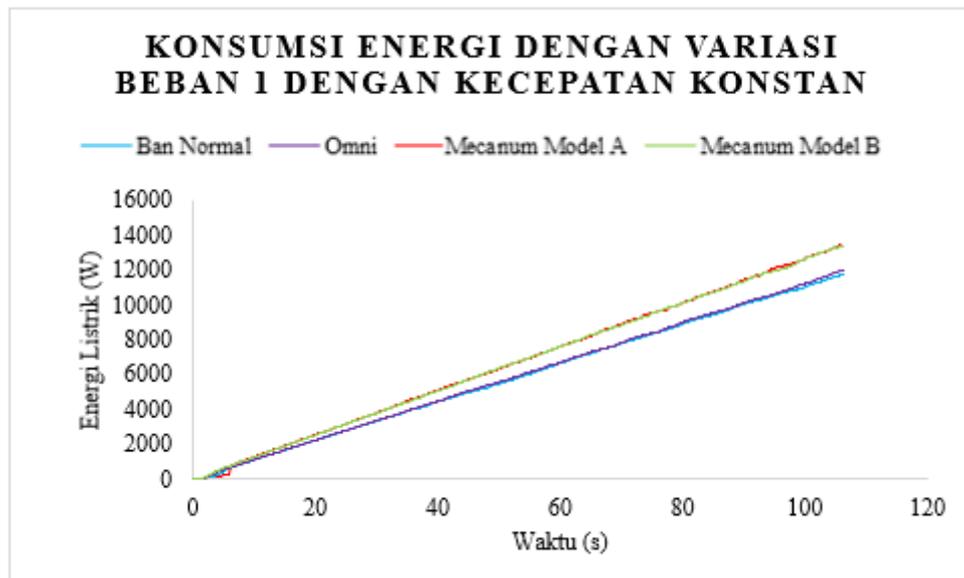
Grafik 3 Hasil pengujian daya tahan ROM20

Dari hasil uji pada Grafik 4.3 terlihat bahwa dengan adanya variasi roda pada kecepatan sedang dengan penggunaan lama waktu yang sama energi yang paling boros yaitu pada roda mecanum model B sebesar 13.392,66 Ws dan konsumsi energi yang paling hemat yaitu pada roda Omni dengan energi yang digunakan sebesar 11.864,69 Ws



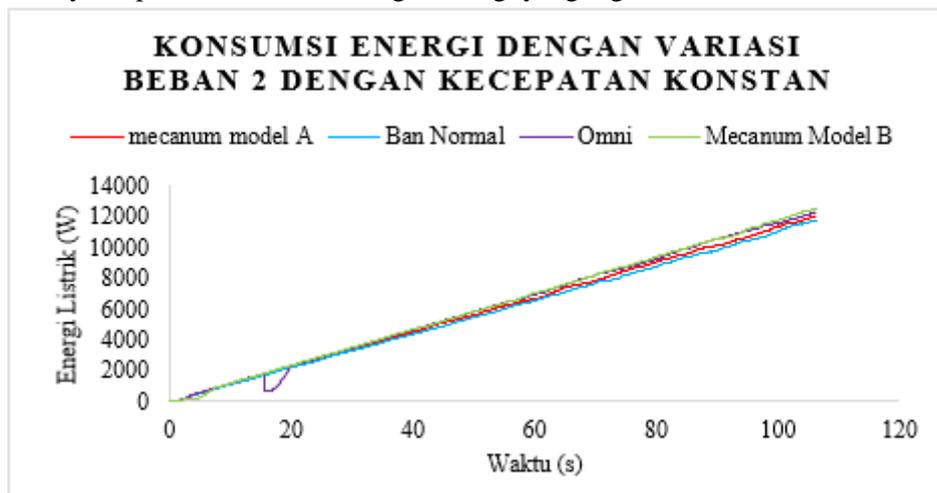
Grafik 4 Hasil pengujian daya tahan ROM20

Dari hasil uji pada Grafik 4.4 terlihat bahwa dengan adanya variasi roda pada kecepatan sedang dengan penggunaan lama waktu yang sama energi yang paling boros yaitu pada roda mecanum model A sebesar 13408,06 Ws dan konsumsi energi yang paling hemat yaitu pada roda Normal dengan energi yang digunakan sebesar 11.737,38 Ws.



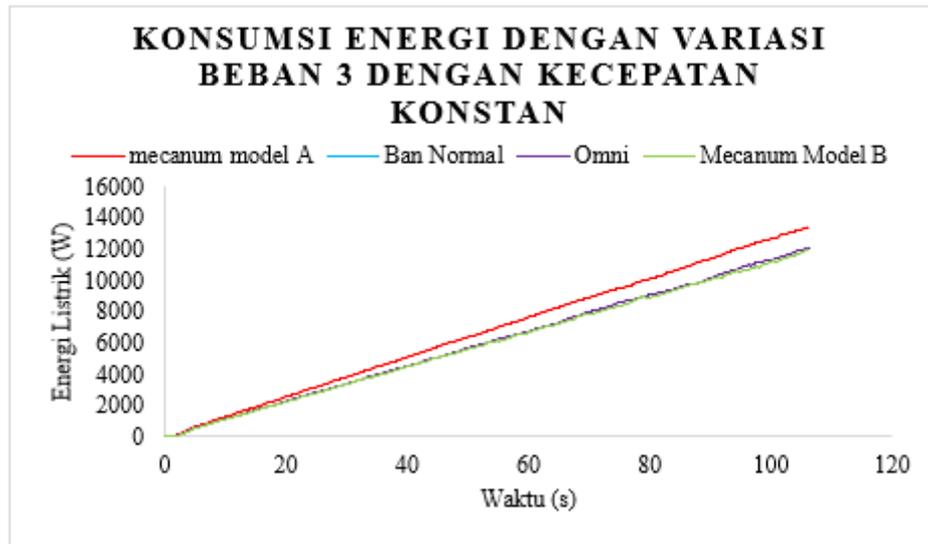
Grafik 5 Hasil pengujian daya tahan ROM20

Dari hasil uji pada Grafik 4.5 terlihat bahwa dengan adanya variasi beban dengan kecepatan konstan pada penggunaan lama waktu yang sama. Beban pertama yang digunakan adalah beban dari platform ROM20 seberat 20 Kg, maka dari itu didapat energi yang paling boros yaitu pada roda mecanum model A sebesar 13.408,06Ws dan konsumsi energi yang paling hemat yaitu pada roda normal dengan energi yang digunakan sebesar 11.737,38 Ws.



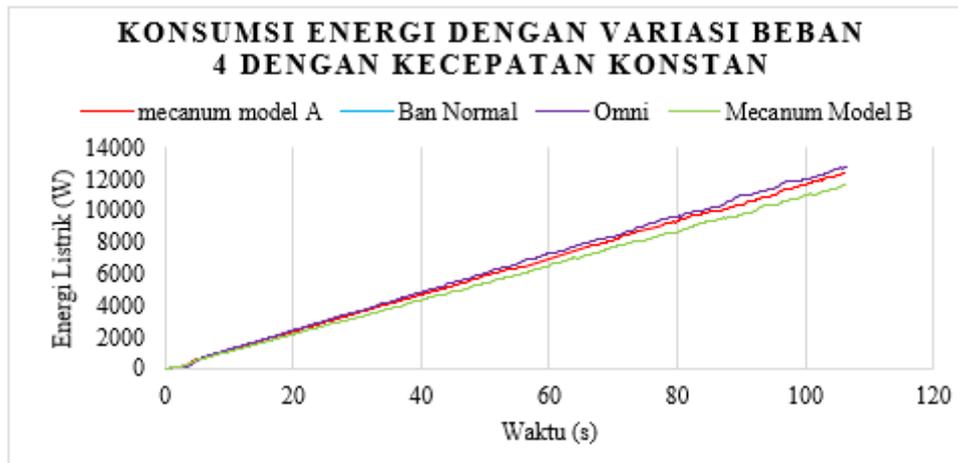
Grafik 6 Hasil pengujian daya tahan ROM20

Dari hasil uji pada Grafik 4.6 terlihat bahwa dengan adanya variasi beban dengan kecepatan konstan pada penggunaan lama waktu yang sama. Beban pertama yang digunakan adalah beban dari platform ROM20 seberat 40 Kg, maka dari itu didapat energi yang paling boros yaitu pada roda mecanum model B sebesar 12.534,76 Ws dan konsumsi energi yang paling hemat yaitu pada roda normal dengan energi yang digunakan sebesar 11.736,42 Ws.



Grafik 7 Hasil pengujian daya tahan ROM20

Dari hasil uji pada Grafik 4.7 terlihat bahwa dengan adanya variasi beban dengan kecepatan konstan pada penggunaan lama waktu yang sama. Beban pertama yang digunakan adalah beban dari platform ROM20 seberat 60 Kg, maka dari itu didapat energi yang paling boros yaitu pada roda mecanum model A sebesar 13.415,41 Ws dan konsumsi energi yang paling hemat yaitu pada roda mecanum model B dengan energi yang digunakan sebesar 11.990,54 Ws, namun pada beban ke 3 ini pada roda normal tidak dapat mampu untuk berjalan.



Grafik 8 Hasil pengujian daya tahan ROM20

Dari hasil uji pada Grafik 4.8 terlihat bahwa dengan adanya variasi beban dengan kecepatan konstan pada penggunaan lama waktu yang sama. Beban pertama yang digunakan adalah beban dari platform ROM20 seberat 80 Kg, maka dari itu didapat energi yang paling boros yaitu pada roda Omni sebesar 12.777,83 Ws dan konsumsi energi yang paling hemat yaitu pada roda mecanum model B dengan energi yang digunakan sebesar 11.747,93 Ws, namun pada beban ke 3 ini pada roda normal tidak dapat mampu untuk berjalan.

4. Kesimpulan

Kesimpulannya adalah ROM20 memiliki kapasitas kemampuan beroperasi selama 4 jam dengan kecepatan penuh dengan besar energi 364,45 Watt-Hour. Pengujian konsumsi energi ini menggunakan Metode kombinasi dengan mengkombinasikan 3 variabel, yaitu kecepatan, berat dan roda. Pengujian kecepatan sangat mempengaruhi konsumsi energi yang digunakan, semakin

cepat *platform* bekerja maka semakin besar energi yang digunakan. Pengujian beban sangat mempengaruhi konsumsi energi yang digunakan, semakin berat beban pada *platform* bekerja maka semakin besar energi yang digunakan. Pengujian roda sangat mempengaruhi konsumsi energi yang digunakan, semakin besar gaya gesek antara roda dengan lantai pada *platform* bekerja maka semakin besar energi yang digunakan. Penggunaan setiap roda memiliki kelebihan dan kekurangan pada roda *mecanum* memang dalam segala pergerakan memiliki konsumsi energi yang cukup besar, namun keunggulan pada roda *mecanum* dapat bergerak kesegala arah, sedangkan pada roda *omni* dan normal tidak dapat bergerak ke serong dan menyamping.

Ucapan Terima Kasih

Penulis ingin mengucapkan terimakasih kepada Tim Litbang Alkes dan para pembimbing untuk kontribusi dan dukungan mereka, dan terimakasih kepada pembimbing peneliti di Lembaga Ilmu Penelitian Indonesia (LIPI) Bandung, yang sudah memberikan masukan dan bimbingan dalam pembuatan karya ilmiah.

Referensi

- [1] Dkk Ahmad Wahid, "Analisis Kapasitas Dan Kebutuhan Daya Listrik Untuk Menghemat Penggunaan Energi Listrik Di Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura," *J. Tek. Elektro Untan*, Vol. 2, No. 1, P. 10, 2014.
- [2] Hendri Maja Saputra, Midriem Mirdanies, Vita Susanti, Catur Hilman Ahbb, Asep Rahmat Hidayat, Siddiq Wahyu Hidayat, Hutomo Wahyu, Teguh Tri Lusijarto Nugroho, Rahmat, "Robot Otonom Multiguna 'Rom20,'" Bandung, 2020.
- [3] B. M.-O. M. I. Pengembangan And Undefined 2016, "Pengukuran Daya Listrik Real Time Dengan Menggunakan Sensor Arus Acs. 712," *Jurnal.Polines.Ac.Id*, Accessed: Oct. 07, 2020. [Online]. Available: <https://jurnal.polines.ac.id/index.php/orbith/article/view/309>.
- [4] R. Martin Antosia, J. Terusan Ryacudu, W. Hui, J. Agung, And K. Lampung Selatan, "Voltmeter Design Based On Ads1115 And Arduino Uno For Dc Resistivity Measurement," *J. Teknol. Rekayasa*, Vol. 5, No. 1, 2020, Doi: 10.31544/jtera.v5.i1.2019.73-80.
- [5] M. Rosmansyah, I. Royani, And E. Koriyanti, "Rancang Bangun Sensor Tegangan Untuk Mendeteksi," 2019. Accessed: Oct. 12, 2020. [Online]. Available: <https://repository.unsri.ac.id/15382/>.
- [6] T. Nusa, S. R. U. A. Sompie, M. Eng, S. T. Rumbayan,) Mahasiswa, And) Pembimbing, "Sistem Monitoring Konsumsi Energi Listrik Secara Real Time Berbasis Mikrokontroler," 2015. Accessed: Oct. 12, 2020. [Online]. Available: <https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/elekdankom/article/view/9974>.
- [7] C. Savant, "Design Of Driveline For Mobile Robot Platform," 2018. Accessed: Nov. 19, 2020. [Online]. Available: <https://www.diva-portal.org/smash/record.jsf?pid=Div2:1234113>.
- [8] G. Tambun, "Kalibrasi Tegangan Pada Wattmeter Dengan Sensor Arus Seri Acs 712 Berbasis Mikrokontroler Atm 8535," 2017, Accessed: Nov. 19, 2020. [Online]. Available: <http://repositori.usu.ac.id/handle/123456789/3794>.
- [9] F. Teknik, "Rancang Bangun Joulemeter Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno Sebagai Alat Uji Konsumsi Energi Prototipe Mobil Listrik Raden Inten 2 (Skripsi) Oleh I Putu Darma Adi Wijaya," 2018. Accessed: Oct. 28, 2020. [Online]. Available: <http://digilib.unila.ac.id/32890/>.