

---

---

## ANALISIS HASIL PERANCANGAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SEPEDA STATIS DI FITNESS CENTER TERMINAL TRANSIT BAHAN BAKAR MINYAK PERTAMINA WAYAME AMBON

Andri Ashfahani<sup>1</sup>, Riezqi Fajar<sup>2</sup>, Mauluddin Eko Setiawan<sup>3</sup>, Endang Suhendar<sup>4</sup>, dan Wildan Hariz Sinatrya<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Elektro, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya,

<sup>2,3,4,5</sup>PT Pertamina (Persero) Wayame, Ambon,

E-mail: <sup>1</sup>andriashfahani@ee.its.ac.id, <sup>2</sup>riezqi.fajar@pertamina.com

**Abstrak** - Nowadays, energy efficiency is an issue that is being faced by the industry. By increasing energy efficiency, production costs can be reduced to its lowest level. Terminal Transit Bahan Bakar Minyak Pertamina Wayame, Ambon as a part of the government committed to get actively involved in the implementation of the energy efficiency program. The innovation is done by converting the mechanical energy of the stationary bike to electrical energy by the generator mounted on the bike. Workers who do exercise by nature are wasting some energy. This energy of a worker is converted to mechanical energy by the stationary bike. Mechanical energy of the stationary bike is converted to electrical energy by DC generator mounted on the bike, which is the ultimate output. Finally, the electrical energy generated by stationary bike will then be stored in the battery. The energy stored in the battery is ready to be used as an energy source for LED lights scattered on the building. The results show that the stationary bike generator can generate 0.12 kW of power and save Rp. 468,594.30 per year.

**Keywords:** DC generator; DC motor, power generator; energy conversion, energy efficiency.

### PENDAHULUAN

Energi listrik merupakan kebutuhan utama bagi setiap kalangan pada saat ini. Ketersediaannya mampu mendukung kesejahteraan perekonomian di suatu wilayah tertentu. Pemerintah Indonesia melalui Kementerian ESDM meluncurkan program pengadaan pembangkit listrik 35.000 MW guna menjaga ketahanan energi nasional. Hal itu merupakan salah satu cara untuk meningkatkan ketahanan energi nasional. Cara lain yang dapat ditempuh adalah meningkatkan efisiensi di setiap bangunan yang menggunakan energi listrik. Cara ini jauh lebih baik karena untuk menghemat listrik 1 watt membutuhkan biaya yang lebih murah dibandingkan untuk menghasilkan listrik 1 watt [1].

Banyak hal yang dapat dilakukan untuk meningkatkan efisiensi dari suatu bangunan. Pada prinsipnya yang perlu dilakukan adalah memangkas penggunaan energi yang tidak diperlukan serta menangkap berbagai potensi energi lain dan mengonversinya menjadi energi listrik untuk digunakan kembali. Cara yang terakhir sudah banyak digunakan, sebagai contoh sering dijumpai di jalan raya sudah

banyak lampu penerangan jalan yang menggunakan tenaga surya sehingga lampu tersebut tidak perlu pasokan energi listrik dari PLN. Dalam kasus tersebut solar cell digunakan sebagai alat pengonversi energi cahaya menjadi energi listrik [2]. Alat pengonversi energi lainnya yang sangat populer digunakan adalah generator. Alat ini dapat mengonversi energi mekanik menjadi energi listrik.

Terminal Transit Bahan Bakar Minyak (TTBBM) Pertamina Wayame, Ambon sebagai salah satu bagian dari pemerintah terdorong untuk turut terlibat aktif dalam melaksanakan program efisiensi energi tersebut. Terobosan yang dilakukan adalah menangkap potensi energi yang dibuang oleh para pekerja melalui peralatan fitness sepeda statis ketika mereka melakukan olah raga. Pekerja yang melakukan olah raga pada prinsipnya adalah sedang membuang energi, yang berupa energi mekanik. Potensi energi inilah yang ditangkap untuk disimpan dan digunakan kembali. Roda sepeda statis yang berputar tanpa manfaat dapat digunakan untuk menggerakkan generator arus searah [3]. Dengan demikian,

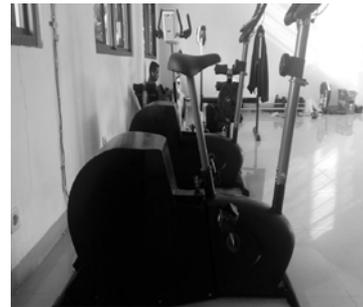
terjadi konversi energi mekanik menjadi energi listrik yang selanjutnya akan disimpan di dalam aki. Setelah itu, energi yang tersimpan tersebut akan digunakan sebagai sumber energi lampu LED yang tersebar di koridor gedung utama TTBBM.

### Deskripsi Sistem

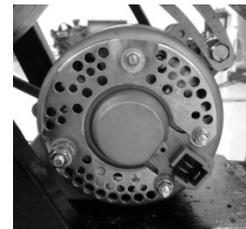
Dari hasil ide tersebut, telah dirancang Pembangkit Listrik Tenaga Sepeda Statis (PLTSS) yang secara keseluruhan dapat dilihat pada Gambar 1(a). Dapat dilihat bahwa terdapat dua sepeda statis. Sepeda tersebut dimodifikasi sedemikian rupa sehingga terangkai dengan generator arus searah yang digambarkan pada Gambar 1(b). Generator ini tidak memiliki magnet permanen sehingga membutuhkan arus medan untuk membangkitkan medan magnet. Energi yang digunakan membangkitkan medan magnet berasal dari aki. Disediakan pula tombol untuk mengatur aktivasi arus medan. Tujuannya adalah agar energi dari aki tidak terbuang begitu saja jika sepeda tidak dijalankan. Tombol tersebut dapat dilihat pada Gambar 1(c) dalam lingkaran putih.

Pada Gambar 2(a) dapat dilihat bahwa keluaran dari generator arus searah dari sepeda I dan sepeda II digabungkan secara paralel. Selanjutnya kabel ini akan dihubungkan ke aki penyimpanan. Gambar 2(b) merupakan saklar yang digunakan untuk memutuskan aliran listrik dari dan ke generator. Jika ingin melakukan proses pengisian aki maka saklar harus diarahkan pada posisi II atau bagian yang dilingkari warna putih. Selanjutnya untuk mematikan sistem maka saklar dapat diarahkan di posisi 0 atau bagian tengah. Terdapat 10 aki penyimpanan yang digunakan pada sistem ini. Sebagian rangkaian aki dapat dilihat pada Gambar 2(c). Spesifikasi aki tersebut adalah sebagai berikut. Aki tersebut bermerek Yuasa memiliki tegangan operasional 12 volt dan kapasitas 100 Ah. Seluruh aki penyimpanan tersebut dihubungkan secara paralel dengan tujuan untuk menjaga tegangan pengisian tetap rendah, yaitu 12 volt.

Untuk mengatur serta memonitor jalannya energi listrik yang telah dihasilkan dan akan disalurkan, maka dirancanglah suatu panel monitor dan pengaturan yang dapat dilihat pada



(a)



(b)



(c)

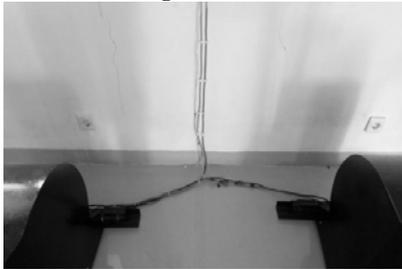
**Gambar 1** Hasil perancangan PLTSS secara keseluruhan: (a) Kerangka sepeda; (b) Generator arus searah yang dirangkai dengan sepeda statis; (c) Tombol pengaturan arus medan generator

Gambar 3. Dengan menggunakan panel tersebut dapat dilakukan beberapa hal. Yang pertama, mengatur buka tutup aliran energi listrik yang masuk dari sepeda statis. Yang ke dua, mengatur buka tutup energi listrik yang keluar. Jalur keluar energi listrik di panel ini ada dua cabang, yaitu kabel yang mengarah ke lampu LED yang berada di koridor gedung. Jumlah lampu LED hingga laporan ini dibuat adalah 20 buah dengan spesifikasi 12V/5 watt. Jalur energi listrik keluar lainnya adalah yang mengarah ke *inverter*. Tujuannya adalah agar PLTSS tidak hanya mampu digunakan untuk menjalankan peralatan listrik arus searah namun juga peralatan listrik arus bolak balik. Yang ke

tiga, fungsi monitor dapat dijalankan dari panel ini. Hal-hal yang dapat dimonitor, antara lain tegangan seluruh aki serta tegangan dan arus yang masuk ke dalam aki.

Hasil keluaran dari *inverter* selanjutnya disalurkan ke panel monitor dan

pengaturan arus bolak balik. Secara keseluruhan panel ini dapat dilihat pada Gambar 4. Pada panel ini, energi listrik yang telah menjadi arus bolak balik dapat disalurkan ke berbagai peralatan-peralatan



(a)

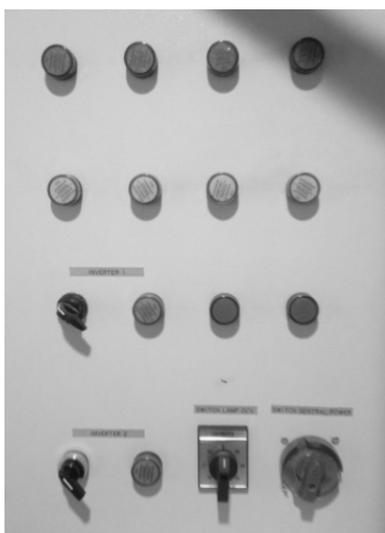


(b)



(c)

**Gambar 2** Aliran output PLTSS: (a) Keluaran kedua generator digabungkan secara paralel; (b) Saklar yang mengatur aliran dari dan ke aki penyimpanan; (c) Aki penyimpanan yang digunakan



(a)



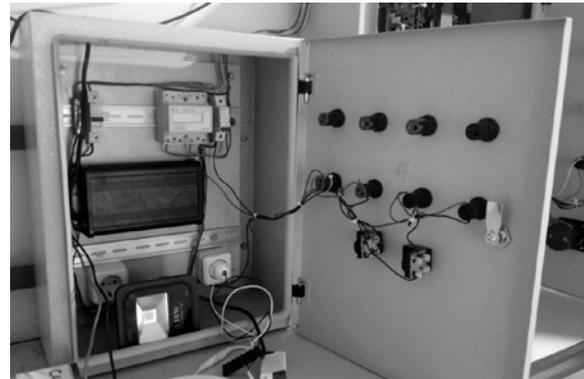
(b)

**Gambar 3** Panel monitor dan pengaturan PLTSS beserta *inverter*: (a) Bagian luar; (b) Bagian dalam

yang menggunakan arus bolak balik. Tampak pada Gambar 4(a) terdapat 2 tombol power yang tersedia yang digunakan untuk memutus atau menyambungkan arus ke stopkontak yang terdapat dalam panel tersebut. Kedua stopkontak tersebut dapat dilihat secara jelas di Gambar 4(b). Pada panel ini juga



(a)



(b)

**Gambar 4** Panel monitor dan pengaturan listrik arus bolak balik: (a) Bagian luar; (b) Bagian dalam

Dengan adanya sistem PLTSS tersebut diharapkan TTBBM Pertamina Wayame Ambon mampu meningkatkan efisiensi energi listrik dengan cara menangkap potensi energi mekanik yang dibuang oleh para pegawai. Energi tersebut selanjutnya dikonversi menjadi energi mekanik. Dari energi mekanik selanjutnya dikonversi kembali menjadi energi listrik dan disimpan dalam bentuk energi kimia dalam aki. Sehingga, energi mekanik yang seharusnya terbuang dapat digunakan kembali untuk menyalakan lampu LED dan berbagai peralatan lainnya.

#### METODOLOGI PENELITIAN

Untuk menganalisis hasil perancangan PLTSS tersebut dilakukan beberapa percobaan. Yang pertama, dilakukan pengamatan tegangan serta arus yang dihasilkan oleh satu sepeda statis. Seorang sukarelawan diminta untuk mengayuh sepeda tersebut. Pada kecepatan [10,15,20,20,30,35,40] km/jam akan dilakukan pencatatan data arus dan tegangan. Tujuan dari pengambilan data

terdapat peralatan pengisian aki eksternal. Sehingga energi dari PLTSS yang tersimpan dalam aki dapat disalurkan ke aki lain. Di bagian dalam panel juga terdapat kWh meter. Alat ini digunakan untuk memonitor energi yang terpakai oleh peralatan arus bolak balik dan peralatan pengisian aki.

ini adalah untuk melihat hubungan antara kecepatan sepeda dengan arus dan tegangan. Selain itu, juga dapat ditentukan energi listrik yang dihasilkan dan rentang kecepatan yang efektif untuk dapat menghasilkan energi listrik tersebut.

Yang ke dua, dilakukan pengambilan data tegangan serta arus yang dihasilkan oleh dua sepeda statis. Dua orang sukarelawan diminta untuk mengayuh sepeda tersebut. Selanjutnya akan dilakukan pencatatan data arus dan tegangan seperti pada percobaan pertama. Tujuan dari pengambilan data ini adalah untuk menentukan sebesar apa pengaruh penambahan jumlah sumber energi secara paralel. Yang ke tiga, dilakukan percobaan pengisian aki menggunakan satu sepeda statis dan dua sepeda statis. Percobaan tersebut dilakukan untuk mengetahui penambahan energi yang tersimpan pada aki setelah diisi dalam rentang waktu tertentu dan apakah jumlah sepeda mempengaruhi waktu pengisian aki.

Data tegangan dan arus yang diukur adalah tegangan dan arus yang masuk ke dalam

aki penyimpanan. Setiap percobaan dilakukan sebanyak 5 kali dan data dari hasil percobaan tersebut akan dirata-rata untuk digunakan sebagai bahan analisis selanjutnya. Sebelum percobaan terlebih dahulu dilakukan pengukuran tegangan aki serta arus medan yang dibutuhkan oleh generator, begitu pula setelah tiap percobaan berlangsung. Hal ini bertujuan untuk melihat apakah terjadi penambahan energi listrik pada aki.

Yang terakhir, dilakukan analisis data dari berbagai data yang telah diperoleh sehingga dapat dipahami hubungan input dan output sistem. Dan yang terakhir adalah menyimpulkan serta membuat laporan dari hasil percobaan yang telah dilakukan.

### HASIL DAN ANALISIS

Pada percobaan yang pertama, dari pengukuran tegangan rata-rata aki dan arus medan rata-rata yang dibutuhkan generator sebelum percobaan adalah 12,9 V dan -2,32 A. Dapat dilihat bahwa arus bernilai negatif, hal ini menandakan bahwa arus yang dibutuhkan generator lebih banyak daripada arus yang dihasilkan. Arus listrik akan menunjukkan nilai positif, apabila arus yang dihasilkan generator lebih besar daripada arus yang dibutuhkan oleh kumparan medan generator. Data yang dihasilkan dari percobaan pertama dapat dilihat pada Gambar 5.

Pada Gambar 5(a) dapat dilihat bahwa tegangan yang diberikan ke aki penyimpanan bernilai di bawah 12,9 V untuk rentang kecepatan 10-25 km/jam. Hal ini menunjukkan bahwa energi yang dihasilkan oleh generator tidak lebih besar dari energi yang digunakannya untuk menghasilkan medan magnet. Fakta ini diperkuat oleh data arus yang dapat dilihat pada Gambar 5(b). Dalam gambar tersebut terlihat bahwa saat rentang kecepatan 10-25 km/jam arus yang terukur masih bernilai negatif. Berarti arus yang dibutuhkan untuk menghasilkan medan

magnet lebih besar daripada arus yang dihasilkan oleh generator.

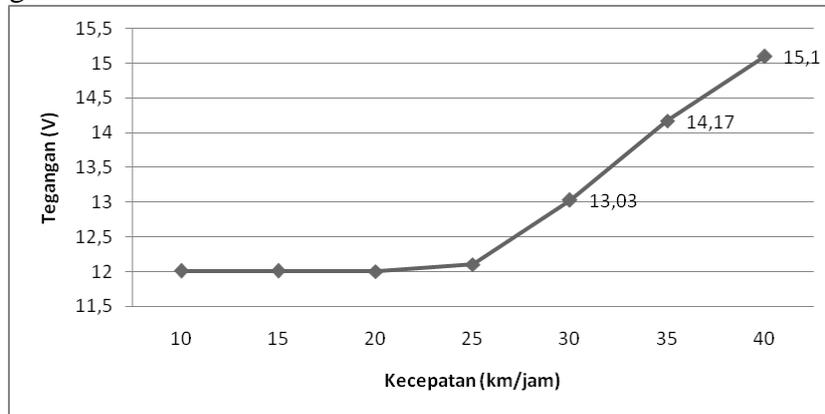
Saat nilai kecepatan berada pada rentang 30-40 km/jam tegangan pengisian aki mengalami peningkatan. Bahkan pada saat kecepatan 40 km/jam tegangan pengisian menunjukkan nilai 15,1 V. Data tersebut dapat dilihat pada Gambar 5(a). Tegangan tersebut merupakan hasil pengukuran setelah aki dihubungkan dengan generator. Jika dilihat pada percobaan sebelumnya, nilai tegangan yang terukur hanya 12,9 V. Maka naiknya tegangan saat ini hingga mencapai 15,1 V disebabkan oleh naiknya tegangan yang dihasilkan oleh generator. Adanya selisih antara tegangan aki dan generator, dengan posisi tegangan generator lebih besar, akan memungkinkan terjadinya proses pengisian aki [4].

Hal ini diperkuat dengan data arus yang dihasilkan seperti yang dapat dilihat pada Gambar 5(b). Terlihat pada saat rentang kecepatan berada pada 30-40 km/jam, arus bernilai positif mulai dari 0,71 A hingga 6,31 A. Ini berarti arus listrik yang dihasilkan generator lebih besar daripada arus yang digunakan untuk menghasilkan medan magnet. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa generator efektif menghasilkan energi listrik setelah dikayuh hingga menghasilkan kecepatan minimal 30 km/jam. Apabila kecepatan tersebut konsisten dipertahankan selama 1 jam maka dapat dihasilkan energi listrik sekitar 9,3 Wh, bahkan dapat mencapai 95 Wh pada kecepatan 40 km/jam. Grafik energi listrik yang dihasilkan disajikan pada Gambar 5(c).

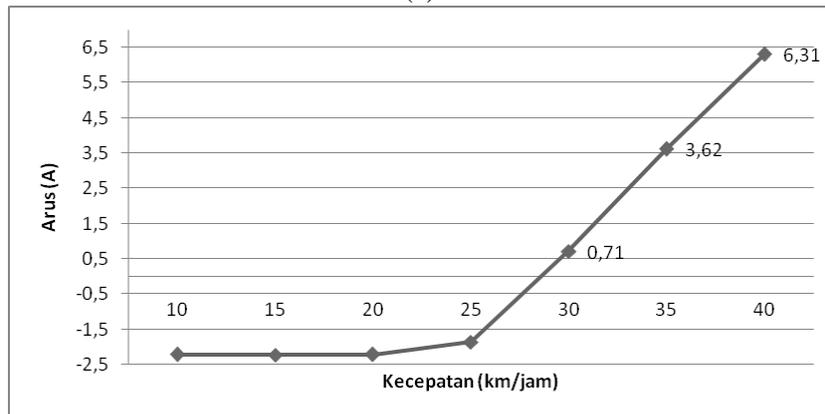
Pada percobaan ke dua, dari pengukuran tegangan rata-rata aki dan arus medan rata-rata yang dibutuhkan kedua generator sebelum percobaan adalah 12,83 V dan -4,18 A. Dapat dilihat bahwa arus bernilai dua kali lipat jika dibandingkan dengan percobaan pertama. Hal ini dikarenakan saat ini dibutuhkan dua buah generator. Sehingga arus yang digunakan generator juga menjadi dua kalinya. Pada percobaan

kali ini, variasi rentang nilai kecepatan hanya dilakukan pada 30-40 km/jam, hal ini berdasarkan hasil percobaan sebelumnya. Dan tidak dilakukan di atas kecepatan 40 km/jam karena mempertimbangkan kondisi fisik

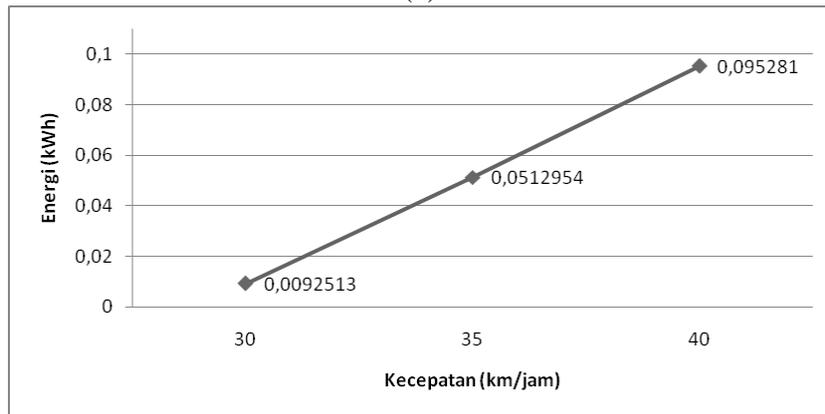
sukarelawan yang rata-rata hanya mampu mengayuh sepeda tersebut hingga mencapai kecepatan 40 km/jam. Data yang dihasilkan dari percobaan ke dua dapat dilihat pada Gambar 6.



(a)



(b)



(c)

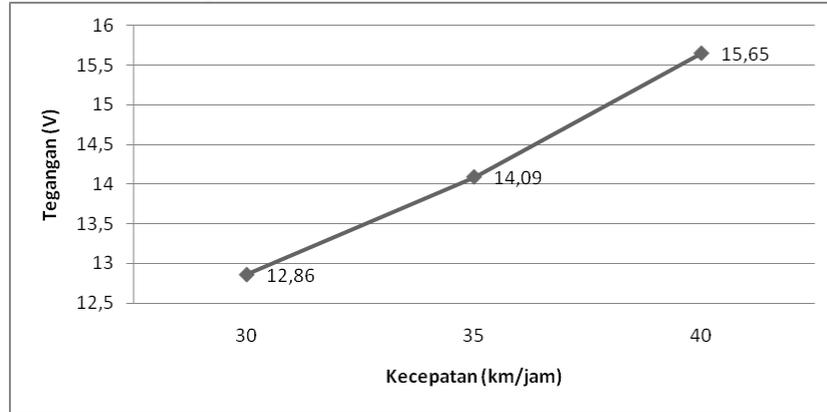
**Gambar 5** Data energi listrik yang dihasilkan saat percobaan pertama: (a) Tegangan; (b) Arus; (c) Energi listrik

Pada Gambar 6(a) dapat dilihat bahwa tegangan yang masuk ke aki penyimpanan bernilai di bawah 12,86 V saat 30 km/jam.

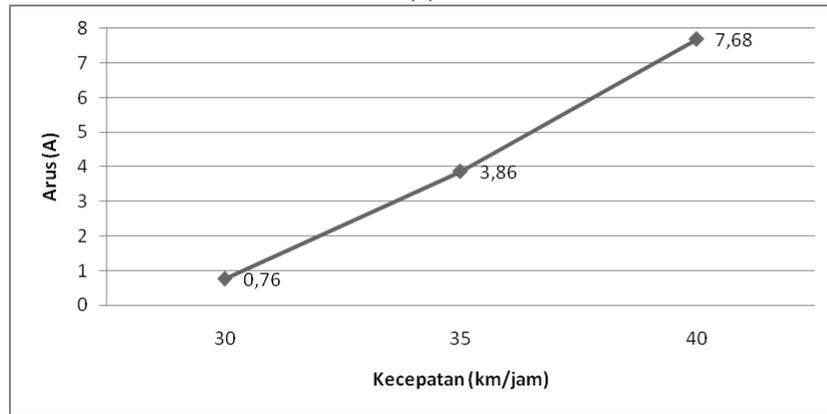
Karena sudah terdapat selisih antara tegangan awal aki dengan tegangan yang terukur saat ini, dengan posisi tegangan

saat ini lebih besar daripada tegangan aki, maka proses pengisian aki dapat berlangsung. Hal tersebut dibuktikan dengan data arus yang disajikan pada Gambar 6(b). Dapat dilihat bahwa terdapat arus yang mengalir dari generator sebesar 0,76 A. Pada saat nilai kecepatan berada

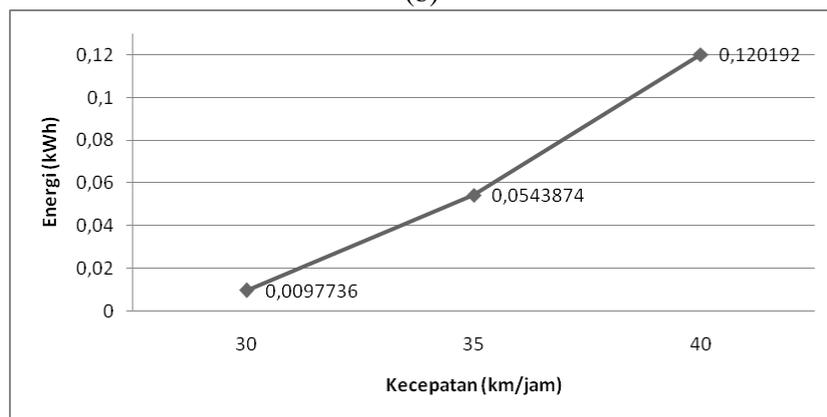
pada 40 km/jam tegangan dan arus yang terpantau secara berturut-turut adalah 15,65 V dan 7,68 A. Apabila kondisi ini dipertahankan dalam waktu 1 jam, maka dapat dihasilkan energi listrik sebesar 120 Wh.



(a)



(b)



(c)

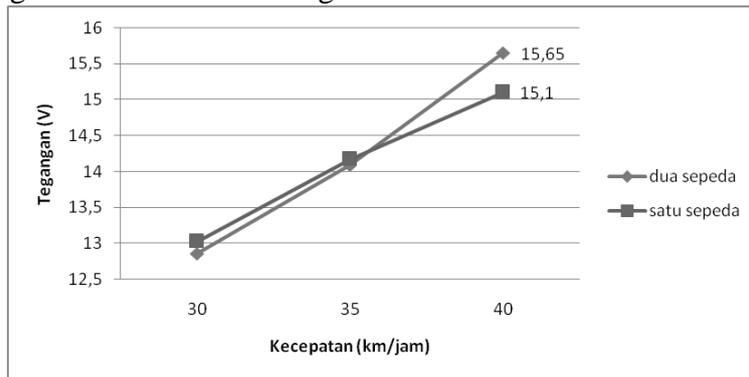
**Gambar 6** Data energi listrik yang dihasilkan saat percobaan ke dua: (a) Tegangan; (b) Arus; (c) Energi listrik

Dengan membandingkan data pada Gambar 5 dan 6 pada rentang 30-40

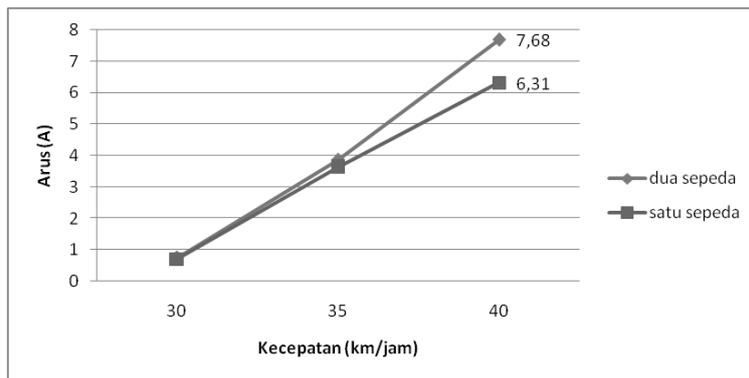
km/jam, maka dapat diperoleh data pada Gambar 7. Tegangan dan arus listrik yang

dihasilkan terlihat tidak jauh berbeda (Gambar 7(a) dan 7(b)). Dari Gambar 7(c) memang terlihat bahwa terdapat sedikit peningkatan pada energi listrik yang dihasilkan. Dari sekitar 95 Wh menjadi 120 Wh. Namun peningkatan ini kurang begitu efisien jika dibandingkan dengan energi yang digunakan kedua orang

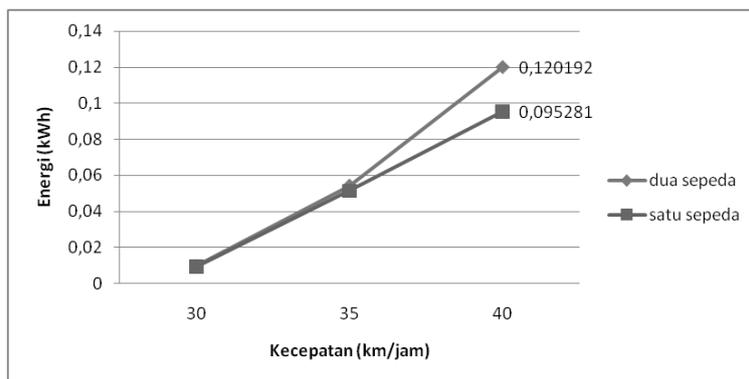
sukarelawan tersebut untuk mengayuh sepeda statis; meskipun diperlukan penelitian lanjutan untuk memperoleh jumlah kalori diperlukan. Peningkatan yang kurang efisien itu dikarenakan generator yang digunakan membutuhkan arus medan yang cukup besar, yaitu



(a)



(b)



(c)

**Gambar 7** Perbandingan data percobaan pertama dan ke dua untuk: (a) Tegangan; (b) Arus; (c) Energi listrik

sekitar 4,18 A total untuk dua generator. Sedangkan jika merujuk kembali ke hasil

percobaan pertama, diketahui bahwa arus yang dihasilkan sekitar 6,31 A dan

tentunya nilai ini sudah dikurangi dengan arus medan sebesar 2,32 A. Jadi pada intinya adalah semakin banyak generator yang digunakan maka arus medan yang dibutuhkan juga semakin besar, sehingga mengurangi jumlah arus yang dihasilkan. Ketika arus yang dihasilkan berkurang, maka energi listrik yang dihasilkan juga mengalami pengurangan. Demikianlah yang terjadi pada percobaan ke dua. Ketika jumlah generatornya ditambah, maka arus medan akan naik, menyebabkan arus yang dihasilkan oleh generator akan menurun. Secara keseluruhan hal ini akan memberikan dampak berkurangnya energi listrik yang dihasilkan mengingat energi listrik yang dihasilkan berbanding lurus dengan arus [3].

Pada percobaan yang ke tiga, dilakukan proses pengisian aki menggunakan satu sepeda dan dua sepeda. Sebelumnya,

**Tabel 1** Hasil uji waktu pengisian aki

	Tegangan awal (V)	Tegangan akhir (V)
Satu sepeda	12,07	12,15
Dua sepeda	11,07	11,90

Dari data hasil percobaan ke tiga yang disajikan pada Tabel 1 dapat dilihat bahwa aki berhasil diisi. Namun apabila merujuk hasil percobaan ini, pengisian dengan satu atau dua sepeda tidak memberikan perbedaan yang signifikan pada waktu pengisian. Karena sesuai data arus yang dihasilkan (dapat dilihat pada Gambar 7(b)) dapat dilihat bahwa perbedaan antara pengisian dengan satu atau dua sepeda tidak begitu signifikan.

Berikut adalah contoh yang disajikan bila dilakukan pengisian aki menggunakan PLTSS. Apabila diasumsikan bahwa masih ada energi yang tersisa dalam aki tersebut sebesar 50 Ah, kecepatan sepeda dipertahankan pada 35 km/jam sehingga dihasilkan arus sekitar 3 A, dan diasumsikan efisiensi pada aki sebesar

dilakukan pengosongan aki terlebih dahulu. Aki 12 V dianggap kosong apabila tegangan yang terukur pada aki tersebut menunjukkan angka sekitar 12 V dan dianggap penuh ketika tegangan yang terukur menunjukkan nilai sekitar 12,8 V. Dalam percobaan ini hanya digunakan 1 aki saja. Untuk mengisi aki 100 Ah dengan arus 2 A dibutuhkan waktu sekitar 50 jam. Ini diasumsikan tidak ada energi yang terbuang sebagai panas dan aki dalam keadaan kosong 0 Ah [4]. Pada percobaan ini, tidak dapat diukur berapa Ah yang tersisa dalam aki karena tidak tersedia alat ukur yang memadai, sehingga yang dijadikan parameter adalah tegangan aki. Waktu pengisian dilakukan selama 10 menit karena hal ini terkait dengan stamina sukarelawan untuk mempertahankan sepeda statis pada kecepatan minimal 30 km/jam. Data dari percobaan ke tiga disajikan pada Tabel 1.

60%, maka waktu yang dibutuhkan untuk mengisi aki tersebut hingga penuh adalah 17 jam [4]. Energi yang tersimpan pada aki tersebut selanjutnya digunakan untuk menyalakan lampu LED di malam hari selama 12 jam. Lampu LED memiliki spesifikasi 12 V/5 watt dan berjumlah 20 buah. Maka dalam satu hari diperlukan energi sekitar 1,2 kWh, nilai itu diperoleh dari perhitungan berikut [5].

$$W = Pt \times 20 \text{ lampu} \\ = 5 \times 12 \times 20 = 1200 \text{ Wh}$$

Jika diasumsikan aki dalam kondisi penuh, maka energi yang tersedia pada aki tersebut adalah 1000 Ah, dengan rincian masing-masing aki 100 Ah dan terdapat 10 aki. Dapat diperoleh energi yang disimpan seluruh aki adalah 12 kWh dengan cara sebagai berikut [5].

$$W = V I t \times 10 \text{ aki}$$
$$= 12 \times 100 \times 10 = 12000 \text{ Wh}$$

Hal ini berarti bahwa semua lampu dapat menyala hingga 10 hari jika kondisi tersebut tetap. Dengan kata lain, energi yang hilang dalam aki adalah 100 Ah per hari. Namun, untuk menghindari kerusakan aki, maka tidak dapat dibiarkan energi yang tersisa dalam aki mencapai 0 Ah. Dan lebih baik jika dilakukan pengisian setiap hari dengan mengoperasikan PLTSS. Untuk mengganti energi yang terpakai setiap harinya, PLTSS dapat dioperasikan rutin setiap hari dengan kecepatan 35 km/jam sehingga akan menghasilkan arus sekitar 3 A selama 2 jam. Ini akan memberikan energi tambahan pada aki sebesar 6 Ah. Memang jauh lebih kecil dari energi yang digunakan lampu LED, namun setidaknya memperlambat proses penurunan tegangan aki. Strategi lain yang dapat digunakan adalah menambah jumlah sepeda statis dan mengganti generator yang ada dengan generator arus searah magnet permanen. Generator yang memiliki magnet permanen tidak membutuhkan energi listrik, sehingga mampu menangkap semua potensi arus yang dihasilkan.

Dengan kondisi sistem yang ada, gedung TTBBM Pertamina Wayame Ambon telah melakukan upaya untuk meningkatkan efisiensi energi. Dengan konsumsi lampu LED setiap harinya yang mencapai 1,2 kWh, maka per tahun akan diperoleh angka 438 kWh. Apabila untuk memenuhi kebutuhan tersebut hanya digunakan PLTSS, maka dapat menghemat pengeluaran sebesar Rp. 468.594,30, dengan asumsi harga listrik per kWh adalah Rp. 1069,85. Sistem PLTSS masih butuh beberapa penyempurnaan lagi. Sehingga mampu menangkap potensi energi yang lebih banyak dan waktu pengisian aki yang lebih cepat.

## KESIMPULAN

Dari hasil analisis ini telah diperoleh beberapa kesimpulan. Yang pertama, nilai rentang kecepatan yang efektif bagi PLTSS untuk menghasilkan energi listrik dan efektif bagi pengguna sepeda statis adalah 30 – 40 km/jam. Yang ke dua, penambahan jumlah generator pada PLTSS tidak berpengaruh secara signifikan terhadap jumlah energi listrik yang dihasilkan. Yang ke tiga, energi listrik yang dihasilkan oleh dua sepeda mampu mencapai 120 Wh pada kecepatan 40 km/jam. Yang terakhir, dengan menggunakan PLTSS sebagai sumber energi lampu penerangan LED 5 watt sebanyak 20 buah selama satu tahun dapat menghemat pengeluaran sebesar Rp. 468.594,30 per tahun.

Saran yang dapat diberikan adalah sebagai berikut. Yang pertama, dengan kondisi PLTSS yang ada saat ini, saklar otomatis dapat ditambahkan guna menyambung dan memutus aliran energi ke aki penyimpanan ketika kecepatan sudah lebih dari 30 km/jam. Saran yang ke dua adalah dengan melakukan penggantian generator yang digunakan dengan generator arus searah magnet permanen. Hal ini bertujuan agar arus yang dihasilkan tidak terserap oleh generator, sehingga semua arus dapat didistribusikan ke aki penyimpanan. Selain itu dengan kondisi modifikasi ini, arus pengisian dapat dihasilkan tanpa perlu menunggu kecepatan 30 km/jam tercapai, yang pada akhirnya diharapkan dapat mempercepat waktu pengisian aki.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] \_\_\_\_\_, "*Percepatan Akses Energi di Indonesia: Opsi Peluang dan Tantangannya*", Direktorat Jenderal Ketenagalistrikan, Indonesia, 2016.

- [2] S. Sarwito, " Analisa Teknis dan Ekonomis Penerapan Sel Surya untuk Kebutuhan Penerangan Jembatan Suramadu", *Jurnal Jurusan Teknik Sistem Perkapalan*, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, 2010.
- [3] Zuhail, "*Dasar Teknik Tenaga Listrik dan Elektronika Daya*", Jakarta: Gramedia, 1990.
- [4] \_\_\_\_\_, "*Battery Charging*", Texas Instruments, USA, 2011.
- [5] W.H. Hayt and J.E. Kemmerly, "*Engineering Circuit Analysis*", McGraw-Hill Book Company Inc., New York, 2012.