

KONTINUITAS ARUS INPUT DAN OUTPUT PADA SISTEM PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA ACCUMULATOR PERMANEN

Cekmas Cekdin

Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Palembang

Email : cekmas_cekdin@yahoo.com

Abstrak

Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Accumulator Permanen adalah salah satu sumber energi alternatif selain dari PLN untuk rumah tangga. Sistem pembangkit ini bekerja dengan prinsip sirkulasi arus yang bermula dari accumulator yang mengalirkan arus ke motor arus searah, dari motor arus searah ini akan menghasilkan energi mekanik berupa putaran. Pada motor arus searah ini dilengkapi puli untuk dihubungkan langsung ke generator arus bolak-balik melalui pengkopelan. Melalui pengkopelan pada generator arus bolak balik akan dihasilkan arus berupa energi yang digunakan ke beban/konsumen. Arus keluaran dari generator ini digunakan untuk pengisian ulang muatan listrik pada accumulator melalui rectifier/inverter untuk disearahkan. Agar arus keluaran dari rectifier/inverter ini lebih rata lagi, arus tersebut dialirkan lagi melalui smoothing reactor. Accumulator tersebut dilengkapi rangkaian pengontrol yang bekerja secara otomatis dimana bila accumulator sudah tersisi penuh dengan muatan listrik maka rangkaian pengontrol akan memutuskan aliran arus dari generator. Dalam sistem pembangkit ini arus listrik pengisian ke accumulator harus lebih besar dari arus listrik keluaran ke motor arus searah, agar sistem pembangkit ini bekerja secara kontinyu.

Kata Kunci : Inverter, accumulator, motor dc, generator ac, arus.

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kebutuhan akan tenaga listrik yang secara kontinyu sudah menjadi kebutuhan utama serta bagian dari kehidupan masyarakat, hal ini dikarenakan listrik telah membuktikan keunggulannya dibandingkan dengan bentuk energi lainnya yang banyak menyangkut keperluan rumah tangga, industri, rumah sakit, perkantoran dan lain-lain.

Seiring perkembangannya kemajuan teknologi pada saat ini khususnya pada bidang industri yang sangat berperan penting karena sesuai dengan derap lajunya perkembangan pembangunan nasional dan kemajuan teknologi dewasa ini maka pilihan jenis keterampilan elektronik adalah sangat tepat dalam rangka investasi sumber daya manusia pembangunan yang cerdas, terampil serta berguna bagi nusa dan bangsa.

Kelangsungan operasi dari sistem tenaga listrik merupakan hal yang terpenting, karena apabila terjadi gangguan maka tidak saja akan menyebabkan kerugian tapi juga menyebabkan kefatalan oleh karena itu untuk menghindari hal di atas, maka digunakan energi listrik cadangan sehubungan dengan hal tersebut, maka peneliti merancang bangun alat serta menganalisanya yang berupa Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Accumulator Permanen.

1.2. Tujuan

Tujuan penelitian ini adalah mewujudkan dalam Rancang Bangun Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Accumulator Permanen yang dapat mendayagunakan/memanfaatkan *accumulator* sebagai sumber energi utama/primer. Kemudian mengukur/mengamati arus yang masuk dan keluar pada setiap peralatan : *inverter, accumulator, motor dc, generator ac*.

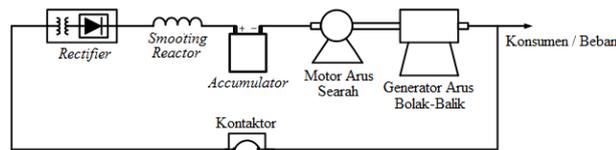
1.3 Kontribusi Penelitian

Kontribusi dari hasil penelitian ini adalah berupa produk alat yang dinamakan Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Accumulator Permanen, yang dapat digunakan sebagai sumber energi/daya listrik alternatif pada rumah tangga.

1.4 Tinjauan Pustaka

Studi pustaka yang relevan dalam bentuk *text book* yang berkaitan dengan topik bahasan Sistem Pembangkit Listrik Tenaga *Accumulator* Permanen ini adalah membahas tentang *Uninterruptible Power Supply* (UPS) dari sisi cara kerja alat yang selama ini belum ada. Sehingga perlu inovasi baru dalam penggunaan UPS yang dapat digunakan secara kontinyu dengan mengembangkan menjadi Sistem Pembangkit Listrik Tenaga *Accumulator* Permanen melalui pengisian ulang muatan listrik pada *accumulator*. Ada dua sumber literatur yang cukup singkat dan jelas tentang UPS yaitu Prabhakara (1995) menjelaskan tujuan utama UPS adalah memberikan catu daya yang tak terputus pada suatu peralatan dan tidak dapat digunakan dalam keadaan kontinyu dan Surya (2008) menjelaskan sistem UPS digunakan untuk melindungi konsumen dari terputusnya catu daya yang diberikan oleh PLN akibat suatu kegagalan jaringan.

Dari dua penjelasan diatas dapat digambarkan bahwa UPS masih sebatas untuk menanggulangi bila catu daya primer terputus dan tidak bisa digunakan sebagai penyedia daya yang kontinyu. Bertolak dari gambaran tersebut perlu ada inovasi untuk mengkaji/meneliti untuk mengembangkan menjadi Pembangkit Listrik Tenaga *Accumulator* Permanen sebagai penyedia daya primer dan kontinyu. Pembangkit Listrik Tenaga *Accumulator* Permanen adalah suatu sistem pembangkit energi listrik dengan prinsip kerjanya adalah dimulai dari *accumulator* yang mengalirkan arus ke motor arus searah, dari motor arus searah ini akan menghasilkan energi mekanik berupa putaran. Pada motor arus searah ini dilengkapi puli untuk dihubungkan langsung ke generator arus bolak-balik melalui pengkopelan. Melalui pengkopelan pada generator arus bolak balik akan dihasilkan arus berupa energi yang digunakan ke beban/konsumen. Arus keluaran dari generator ini digunakan untuk pengisian ulang muatan listrik pada *accumulator* melalui *rectifier* untuk disearahkan. Agar arus keluaran dari *rectifier* ini lebih rata lagi, arus tersebut dialirkan lagi melalui *smoothing reactor*. *Accumulator* tersebut dilengkapi rangkaian pengontrol yang bekerja secara otomatis dimana bila *accumulator* sudah tersisi penuh dengan muatan listrik maka rangkaian pengontrol akan memutuskan aliran arus dari generator. Dalam perancangan sistem pembangkit ini arus listrik pengisian ke *accumulator* harus lebih besar dari arus listrik keluaran ke motor arus searah, agar sistem pembangkit ini bekerja secara kontinyu. Untuk lebih jelasnya gambar Rancangan Pembangkit Listrik Tenaga *Accumulator* Permanen ini seperti Gambar 1.

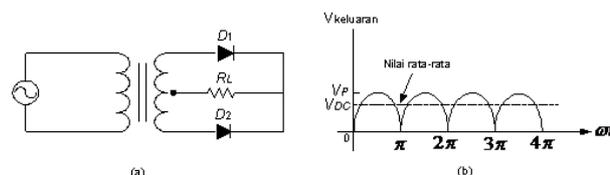


Gambar 1. Sistem Pembangkit Listrik Tenaga *Accumulator* Permanen

Masing-masing dari alat pada Gambar 1 diatas dapat dijelaskan sebagai berikut :

- **Rectifier**

Rectifier adalah suatu rangkaian penyearah dimana arus bolak-balik diubah menjadi arus searah. Dalam usulan penelitian ini *rectifier* yang digunakan adalah rangkaian penyearah gelombang penuh (*full wave rectifier*) seperti pada Gambar 2.



Gambar 2. (a) Rangkaian Penyearah Gelombang Penuh
(b) Gelombang penuh

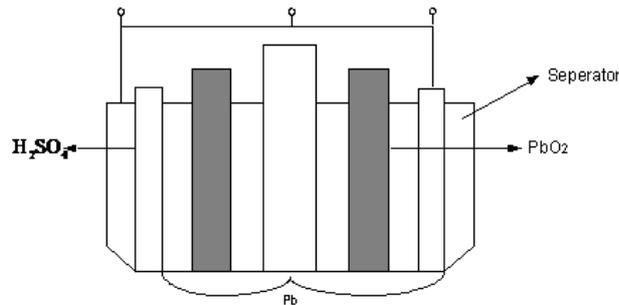
Tegangan pada beban rata-rata dari Gambar 2 diatas adalah

$$V_{DC} = \frac{2V_P}{\pi} \tag{1}$$

dengan V_P adalah tegangan puncak.

• **Accumulator**

Accumulator adalah suatu alat yang mengubah energi kimia menjadi energi listrik. Konstruksi *accumulator* seperti pada Gambar 3.

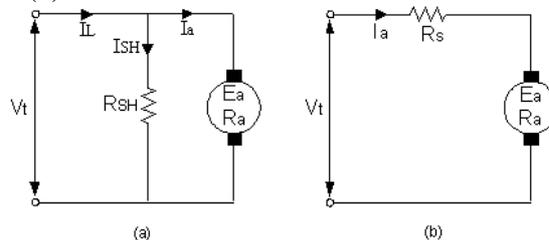


Gambar 3. Konstruksi accumulator

Kemampuan *accumulator* mengeluarkan aliran arus listrik disebut kapasitas. Besar kapasitas arus listrik pada *accumulator* dinyatakan dalam *Ampere hour* (Ah) atau *Amper jam*.

• **Motor Arus Searah**

Motor arus searah adalah suatu motor yang berfungsi mengubah daya listrik menjadi daya mekanik yang berupa putaran. Motor arus searah yang digunakan dalam penelitian ini adalah motor arus searah *shunt* dan motor arus searah seri. Gambar rangkaian motor arus searah *shunt* dan seri ini seperti Gambar 4(a) dan (b).



Gambar 4. Rangkaian motot arus searah : (a) Shunt, (b) Seri

Dari Gambar 4 diatas motor arus searah shunt mempunyai persamaan sebagai berikut

$$V_t = E_a + I_a \cdot R_a \tag{2}$$

Atau

$$E_a = V_t - I_a \cdot R_a \tag{3}$$

dengan V_t adalah tegangan dari jala-jala listrik dalam satuan Volt, E_a adalah gaya gerak listrik pada jangkar dalam satuan Volt, I_a adalah arus yang mengalir ke jangkar dalam satuan Amper, R_a adalah tahanan pada jangkar dalam satuan Ohm.

Sedangkan untuk motor arus searah seri mempunyai persamaan sebagai berikut

$$V_t = E_a + I_a \cdot (R_s + R_a) \tag{4}$$

Atau

$$E_a = V_t - I_a \cdot (R_s + R_a) \quad (5)$$

dengan R_s adalah tahanan kumparan seri pada motor dalam satuan Ohm

Untuk kedua motor tersebut diatas, gaya gerak listrik (E_a) memenuhi hubungan

$$E_a = C \cdot n \cdot \phi \quad (6)$$

dengan C adalah konstanta, n adalah kecepatan putaran rotor pada motor dalam satuan *rotation per minute* (rpm), ϕ adalah *fluks* dalam satuan *weber*.

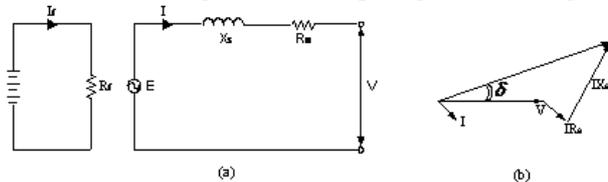
Kecepatan putaran rotor pada motor arus searah *shunt* dan seri adalah seperti Persamaan (7) dan (8) berikut ini

$$n_{shunt} = \frac{V_t - I_a R_a}{C \phi} \quad (7)$$

$$n_{seri} = \frac{V_t - I_a (R_s + R_a)}{C \phi} \quad (8)$$

• **Generator Arus Bolak-Balik**

Generator arus bolak-balik adalah alat yang berfungsi mengubah daya mekanik menjadi daya listrik. Bila generator arus bolak-balik diberi beban maka arus jangkar akan mengalir dan mengakibatkan terjadinya reaksi jangkar. Reaksi jangkar bersifat reaktif karena itu dinyatakan sebagai reaktans pemagnet (X_m). Reaktans pemagnet (X_m) ini bersama-sama dengan reaktans bocor (X_a) dikenal sebagai reaktans sinkron (X_s). Model rangkaian dan diagram vektor dari generator arus bolak-balik berbeban induktif (faktor kerja terbelakang) dapat dilihat seperti Gambar 5.



Gambar 5. (a) Model rangkaian generator arus bola-balik, (b) Diagram vektor dari generator arus bolak-balik

Dari Gambar 5 diatas diperoleh persamaan gaya gerak listrik pada generator sebagai berikut

$$E = V + IR_a + j X_s \quad (9)$$

Sedangkan

$$X_s = X_m + X_a \quad (10)$$

Sehingga

$$E = V + IR_a + j (X_m + X_a) \quad (11)$$

Dari Persamaan (11) diatas tegangan keluaran generator arus bolak-balik dapat dicari dengan persamaan berikut

$$V = E - (IR_a + j (X_m + X_a)) \quad (12)$$

Daya aktif keluaran dari generator arus bolak-balik dapat ditentukan dengan persamaan berikut

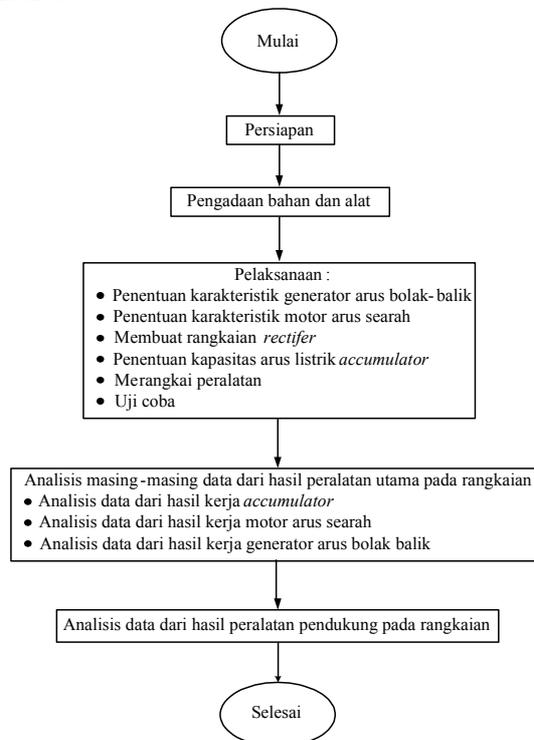
$$P = V.I.\cos \theta$$

(13)

dengan P adalah daya aktif keluaran dari generator arus bolak-balik dalam satuan Watt, θ adalah faktor kerja.

2. METODE PENELITIAN

Metode penelitan ini disusun dalam rangkaian kegiatan untuk mencapai tujuan yang keseluruhan secara garis besar rangkain kegiatan tersebut dan cara kerja yang akan dilaksanakan seperti pada diagram Gambar 6.



Gambar 6. Diagram kerja penelitian.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Data alat

Data alat disini adalah data : *ccumulator*, motor dc, dan generator ac.

- Data *accumulator* : merk GS, 100 Ah.
- Data motor dc : merk Ford, daya 1 kW, Tegangan 12-18 Volt, 1500 rpm.
- Data generator ac : merk Dadi ST₂, daya 1,5 kW, tegangan 220 Volt, 3000 rpm, frekuensi 50 Hz, faktor daya 0,9.

3.2 Hasil pengukuran

Hasil pengukuran yang didapat dari penelitian ini adalah berupa arus listrik, yaitu arus listrik yang masuk/input ke inverter, arus yang masuk ke *accumulator*, arus yang masuk ke motor dc. Arus yang masuk ke masing-masing peralatan dibeban dengan beban bervariasi dari 100 Watt sampai 1300 Watt yang berupa lampu pijar dan lampu *fluorescent*. Hasil pengukuran tersebut dapat dilihat seperti Tabel 1.

Tabel 1. Hasil pengukuran arus input ke : inverter, accumulator, dan motor dc dengan beban bervariasi

No.	Beban (Watt)	Arus keluaran generator (Amper)	Arus ke beban (Amper)	Arus masuk ke rectifier (Amper)	Arus masuk ke accumulator (Amper)	Arus masuk ke motor dc (Amper)
1	100	3,1	0,38	2,61	47,5	30,6
2	200	3,96	0,87	2,8	56,7	42,2
3	300	4,33	1,31	3,02	63,5	48,8
4	400	5,21	1,73	3,43	67,7	55,4
5	500	5,38	1,88	3,48	78,9	65,6
6	600	5,71	2,04	3,63	80,2	66,4
7	700	5,83	2,12	3,66	81,5	67,2
8	800	5,96	2,18	3,78	81,9	67,7
9	900	6,12	2,26	3,81	82,4	68,3
10	1000	6,19	2,33	3,84	82,5	68,6
11	1100	6,25	2,36	3,85	82,61	68,8
12	1200	6,29	2,41	3,87	82,70	70,5
13	1300	6,53	2,46	3,96	82,97	70,7

3.3 Pembahasan

Dari hasil pengukuran arus pada Tabel 1 terlihat bahwa muatan listrik yang menghasilkan arus tidak pernah terjadi penyusutan pada *accumulator*, karena arus yang masuk ke *accumulator* lebih besar bila dibandingkan dengan arus yang ke luar dari *accumulator*, atau

$$I_{\text{ke accumulator}} > I_{\text{pada accumulator}} > I_{\text{ke luar dari accumulator}}$$

Dengan tidak pernah terjadinya penyusutan arus pada *accumulator*, sistem ini bekerja secara kontinyu. Untuk sementara sistem ini dibatasi pada beban maksimum 500 Watt, hal ini dikarenakan untuk menjaga agar tidak terjadi panas yang berlebihan pada sistem terutama pada inverter.

4. KESIMPULAN

Dari hasil pengukuran arus yang didapat pada Sistem Pembangkit Listrik Tenaga *Accumulator* Permanen dalam penelitian ini, peneliti dapat menyimpulkan : arus yang masuk ke *accumulator* lebih besar dari arus yang keluar untuk beban dari 50 Watt sampai 500 watt seperti terlihat pada Tabel 1, dengan lebih besarnya arus yang masuk ke *accumulator* bila dibandingkan arus yang keluar, maka *accumulator* tidak akan terjadi penyusutan muatan atau arus yang disimpan, sehingga Sistem Pembangkit Listrik Tenaga *Accumulator* Permanen dapat bekerja secara kontinyu.

DAFTAR PUSTAKA

- Chapman, Stephen J., 1991., *Electric Machinery Fundamentals*, McGraw-Hill.
 Lister, Eugene C., 1984., *Electric Circuits and Machines*, McGraw-Hill.
 Malvino, Albert Paul., 1984., *Prinsip-Prinsip Elektronik*, Terjemahan Hanapi Gunawan, Jakarta, Penerbit Erlangga.
 Neidle, Michael, 1999., *Teknologi Instalasi Listrik*, Jakarta, Penerbit Erlangga.
 Prabhakara, F.S., Smith Jr, Robert L., Stratford, Ray P., 1995., *Industrial and Commercial Power Systems Handbook*, McGraw-Hill.
 Riyanto., 2013., *Elektrokimia dan Aplikasinya*, Yogyakarta, Graha Ilmu.
 Sri Widodo, Thomas., 2002., *Elektronika Dasar*, Jakarta, Penerbit Salemba Teknika.
 Surya, Hasan., 2008., *Uninterruptible Power Supply*, Conoco Phillips Indonesia.
 Zuhail., 1991., *Dasar Tenaga Listrik*, Bandung, Penerbit ITB Bandung.