

Rancang Bangun Sistem Pembangkit Listrik Kapasitas 1000 Watt

Hapid Sugiharto^{1,*}, Supriyanto²

^{1,2} Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Bandung, Bandung 40012
E-mail : ^{1,*}hapid.sugiharto.tlis20@polban.ac.id; ²supriyanto_suhono@polban.ac.id

ABSTRAK

Energi Listrik menjadi kebutuhan pokok manusia untuk mempermudah pekerjaan manusia. Pada saat generator mengalami beban penuh maka akan terjadinya tidak stabilnya voltase dan efisiensi yang rendah. Maka dari itu penelitian ini ditujukan untuk melihat pengaruh roda gila (*flywheel*) pada rotasi poros generator. Generator dirancang dengan 2 motor penggerak dengan daya 1,5 HP dan kecepatan putaran 1500 rpm pada masing-masing motor penggerak sebagai sumber energi mekanik berupa putaran. Poros generator diperpanjang lagi untuk memberikan tempat Roda gila (*flywheel*) sebagai penyimpan energi (*energy storage*) dengan masa 33,5 Kg dan diameter 42,5 cm berputar pada poros dan ditambahkan *Pully* berdiameter 7,62 cm pada ujung poros untuk mentransferkan energi dari Motor penggerak yang dipasangkan *Pully* berdiameter 15,24 dengan tujuan mencapai 3000 rpm yang diminta oleh generator. Generator atau penghasil energi listrik memiliki daya sebesar 2 kW. Hasil pengujian mendapatkan data tegangan yang dihasilkan oleh generator yaitu sebesar 280 / 142 Volt, energi kinetik sebesar 33563,40 J, dan Roda gila (*flywheel*) dapat mempertahankan putaran selama 118 detik dengan beban 900 Watt.

Kata Kunci

Generator Listrik, Roda Gila, Motor Listrik, Energi Kinetik, Penyimpan Energi

1. PENDAHULUAN

Energi listrik merupakan kebutuhan manusia yang sangat penting dan vital bagi kehidupan sehari-hari untuk manusia di zaman sekarang. Energi listrik sangat bermanfaat untuk kehidupan manusia di era modern seperti ini karena tanpa listrik, manusia hampir tidak bisa mengerjakan pekerjaan yang ada dengan baik atau pun memenuhi kebutuhannya. Kekurangan energi listrik dapat mengganggu kegiatan manusia. Ketika generator mengalami beban penuh, maka akan terjadinya tidak stabilnya voltase dan efisiensi yang rendah[1].

Dari permasalahan tersebut penulis merancang sebuah alat yaitu "Rancang bangun sistem pembangkit listrik kapasitas 1000 Watt" yang nantinya memecahkan masalah mengenai ketidak stabilan voltase dan efisiensi daya yang rendah.

Dengan adanya fitur roda gila yang merupakan sebuah komponen penambah berbentuk piringan bertujuan untuk menjaga ketidak stabilan putaran yang terjadi pada Poros utama ketika terjadi penurunan putaran akibat pemakaian listrik yang melebihi beban secara mendadak. Selain itu roda gila (*flywheel*)

juga merupakan suatu alat penyimpan energi (*energy storage*). Roda gila juga dapat mempertahankan putaran dan meningkatkan torsi.

Tujuan dilakukannya penelitian ini yaitu, dihasilkannya sistem pembangkit listrik dengan kapasitas 1000 Watt.

Berdasarkan penelitian Dinar dengan judul pengertian daya listrik dan cara menghitungnya memaparkan tentang cara menghitung daya listrik[2].

Berdasarkan penelitian Aditia Kurniawan dengan judul Analisa arus eksitasi generator terhadap pembebanan pada PLTA Cirata Unit 2 membahas arus eksitasi keluaran generator, jika arus eksitasi dinaikan maka tegangan generator akan menjadi lebih tinggi[3].

Berdasarkan penelitian pratisi Fahmi, Mufti, dan Trisakti yang berjudul *Flywheel Generator* berhasil membangun sebuah alat generator dengan dipasangkan roda gila untuk meningkatkan efisiensi produksi dari generator serta menjaga kestabilan dari tegangan yang dikeluarkan oleh generator[4].

2. LANDASAN TEORI

2.1 GENERATOR

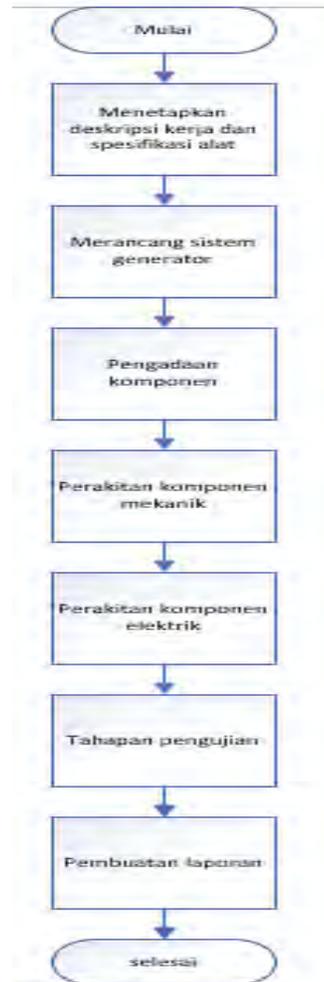
Generator sinkron, juga dikenal sebagai alternator, adalah mesin listrik arus bolak balik yang menghasilkan tegangan dan arus bolak balik (alternating current, AC) dengan adanya induksi medan magnet[5]. Pergerakan relatif antara medan magnet dan kumparan generator adalah hasil dari perubahan medan magnet pada kumparan jangkar (tempat terhubung)[6]. Karena kecepatan perputaran medan magnet generator sama dengan kecepatan rotornya, alternator ini disebut sebagai generator sinkron (sinkron = serempak). Alternator ini biasanya dibuat untuk menghasilkan listrik AC 1-fasa atau 3-fasa. Ini juga menghasilkan energi bolak balik, atau AC[7][8][9].

2.2 Daya Listrik

Daya listrik biasanya diwakili dengan huruf "P", yang merupakan singkatan dari daya. Satuan internasional (SI) untuk daya listrik adalah Watt, yang disingkat W dan sama dengan satu joule per detik[10].

3.METODELOGI PENELITIAN

perencanaan yang direncanakan dan dirancang harus dikerjakan secara berurutan, berikut merupakan diagram alir dalam perancangan tersebut.



Gamabar 1. Diagram alir perancangan

3.1 MENETAPKAN DESKRIPSI KERJA DAN SPESIFIKASI ALAT

Ketika push button ditekan start motor 1 dan motor 2 secara bersamaan, seketika motor penggerak akan menghasilkan putaran, maka energi putaran tersebut disalurkan ke poros generator dengan bantuan V-belt.

Putaran motor penggerak dikonversi dari 1500 rpm ke 3000 rpm oleh rasio dari pulley, untuk pulley yang terpasang pada motor yaitu 6 inc atau 15,24 cm dan pulley pada poros generator yaitu 3 inc atau 7,62 cm.

Setelah energi putaran tersalurkan pada poros generator maka flywheel pun akan ikut berputar dan flywheel pun akan menyimpan energi putaran tersebut dikarenakan fungsi utama flywheel adalah menyimpan energi putaran. Di dalam rotor generator terdapat 2 komponen yaitu magnet permanen dan lilitan, ketika rotor mendapatkan putaran maka akan timbul GGL (gaya gerak listrik) sehingga menghasilkan arus listrik DC

yang akan disalurkan ke Slipring (sikat arang) dan memicu lilitan yang berada pada rotor yang akan terbentuknya medan magnet dan akan menghasilkan energi listrik sesuai dengan spesifikasi generator, kemudian arus listrik tersebut akan disalurkan ke kontak yang berada pada bagian atas generator.

Untuk output generator terdapat 3 kabel yaitu 2 fasa dan 1 netral, jika diukur fasa dan fasa maka tegangan akan menjadi 220 V dan fasa dan netral maka tegangan yang terukur menjadi 110 V. Ketika generator sudah terhubung dengan beban dan beban lampu menyala, motor penggerak dimatikan maka poros generator masih berputar dikarenakan flywheel masih menyimpan energi putaran maka beban lampu akan redup secara perlahan menandakan bahwa masih adanya arus listrik yang mengalir dari generator ke beban lampu. Berikut merupakan spesifikasi alat yang akan dibuat :

1. Roda gila menyimpan energi kinetik pada poros generator.
2. Dimensi alat yang dibuat yaitu, panjang 120 cm, lebar 80 cm, dan tinggi 80 cm.
3. Kapasitas daya yang dihasilkan generator adalah 1000 Watt.
4. Tegangan kerja yang dihasilkan generator adalah 220 / 110 Volt.
5. Putaran pada poros generator yaitu 2847 rpm.

3.2 MERANCANG SISTEM GENERATOR

perancangan sistem generator dimulai dari menetapkan deskripsi kerja dan spesifikasi alat yang akan dibuat, memilih komponen yang akan dipakai selanjutnya perakitan komponen mekanik dan dilanjutkan komponen elektrik, kemudian dilakukannya tahapan pengujian, dan yang terakhir dibuatnya laporan untuk sebagai karya ilmiah.

Berikut merupakan bagian- bagian dari sistem pembangkit listrik :

1. rangka merupakan komponen paling dasar untuk nantinya sebagai tempat komponen lain terpasang.
2. Generator/Alternator merupakan komponen elektrik yang mengubah energi mekanik menjadi energi listrik. Generator yang digunakan pada alat ini yaitu YANMAR dengan daya 2 Kw, tegangan 220 /110 V, dan kecepatan putaran 3000 rpm.
3. Motor listrik berfungsi sebagai penggerak dari poros generator untuk memberikan energi mekanik generator. Motor yang digunakan yaitu 2 buah

motor merek siemens 1,5 HP dengan kecepatan putaran 1420 rpm.

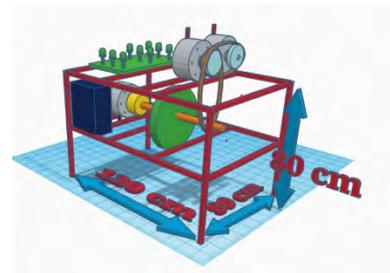
4. Roda gila berfungsi sebagai penyimpan energi kinetik yang berputar pada poros generator. Roda gila yang digunakan memiliki berat massa 33,5 kg dengan diameter 42,5 cm.
5. *V-belt* berfungsi sebagai media untuk mentransmisikan energi mekanik dari motor listrik ke poros generator. *V-belt* yang digunakan 2 buah yaitu untuk motor ke motor dan motor ke poros generator.
6. *Pully* berfungsi sebagai media transmisi dan pengkonversi kecepatan putaran 1420 yang dihasilkan motor menjadi 2847 rpm pada poros generator. *Pully* yang digunakan yaitu 2 buah berukuran 15,24 cm untuk motor dan 1 buah 7,6 cm untuk poros generator.
7. Panel kontrol berfungsi sebagai tempat tersimpannya komponen elektrik seperti MCB, TOLR, kontarkor, amper meter, volt meter,selektro *switch*, dan *push Button*. Untuk rangkaian yang dipakai pada sistem ini yaitu *direct one line*.
8. Dudukan beban lampu berfungsi sebagai tempatnya armatur untuk beban lampu pijar yang berjumlah 9 buah.

Berikut merupakan desain ukuran rangka dari sistem pembangkit listrik :

3.3 PERAKITAN KOMPONEN MEKANIK

Dalam perakitan komponen mekanik, pertama-tama yang dilakukan yaitu menyiapkan alat dan bahan terlebih dahulu seperti besi L siku, motor AC, generator, rod agila,*pully*, *V-belt*, panel, dan dudukan lampu. Sekelompok bangun rangka besi dan dudukan komponen-komponen dengan disatukan menggunakan baut dengan tinggi 80 cm, lebar 80 cm, dan Panjang 120 cm.

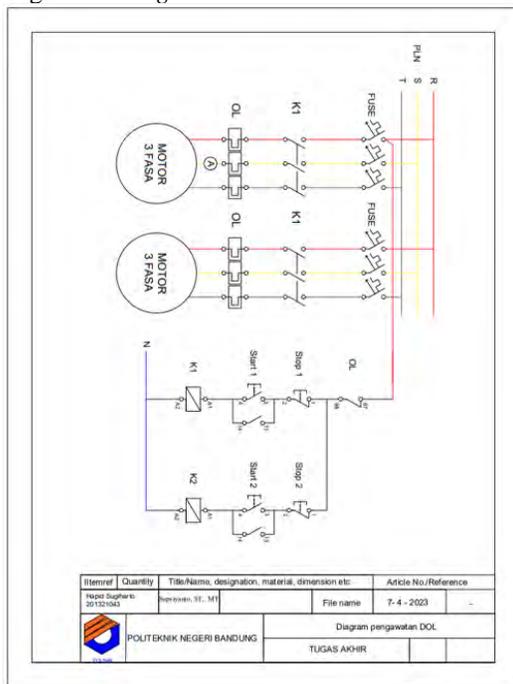
Berikut merupakan desain ukuran rangka dari sistem pembangkit listrik :



Gambar 2. Desain ukuran rangka pembangkit

3.4 PERAKITAN KOMPONEN ELEKTRIK

Hal pertama yang dilakukan menggambar terlebih dahulu rangkaian yang akan dibuat agar memudahkan dalam *wiring* kabel, sealah itu menyipkan alat dan bahan yang akan digunakan dalam perakitan, kemudian pasangkan komponen-komponen elektrik ke panel sesuai dengan gambar. Setelah komponen terpasang dengan pas sesuai dengan rencana gambar, *wiring* komponen dengan kabel sesuai dengan gambar rancangan agar tidak terjadi kesalahan. Setelah selesai semua uji terlebih dahulu rangkaian kontrolnya apa bila bekerja dengan baik baru uji menggunakan motor. *Finishing* dengan merapihkan kabel yang tidak rapi. Berikut gambar diagram *wiring direct one line*:



Gambar 3. *Wiring diagram DOL*

3.5 PENGUJIAN PEMBANGKIT LISTRIK

3.5.1 PENGUJIAN GENERATOR DENGAN BANTUAN RODA GILA

Pengujian dilakukan dengan poros generator ditambahkan roda gila untuk melihat efek dari penggunaan roda gila. Berikut tabel hasil pengujian :

Tabel 1. Penujian generator dengan bantuan roda gila

N	Beban (Watt)	Rotasi Putaran Poros Generator (rpm)	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya yang dihasilkan (Watt)	Waktu arus mengalir (s)
1	0	2926	143	0	0	6.61
2	100	2921	142	0.35	49.7	7.20
3	200	2960	141	0.69	97.29	7.67
4	300	2950	140	1.02	142.8	7.14
5	400	2981	140	1.36	190.4	7.10
6	500	2973	138	1.68	231.84	7.12
7	600	2960	137	2.00	274	7.19
8	700	2989	136	2.32	315.52	7.12
9	800	2901	135	2.64	356.4	7.63
10	900	2976	135	2.97	400.95	7.51

1	0	2970	141	0	0	0
2	100	2969	138	0.33	45.54	85
3	200	2968	138	0.66	91.08	85
4	300	2968	138	1	138	85
5	400	2968	138	1.33	183.54	88
6	500	2964	138	1.66	230	103
7	600	2935	137	1.99	272.63	90
8	700	2958	138	2.23	307.74	107
9	800	2956	137	2.36	323.32	116
10	900	2961	136	2.44	333.84	118

Analisa hasil tabel pegujian generator dengan bantuan roda gila.

- Berdasarkan hasil pengujian Tabel 1 di dapatkan hasil tegangan dari output generator yang diukur fasa dan netral yaitu berada di 136 – 138 volt.
- Dari data tabel uji coba, waktu arus hilang yaitu 85 detik dan meningkat lamanya sampai 118 detik seiring konsumsi beban generator bertambah.

3.5.2 PENGUJIAN GENERATOR TANPA BANTUAN RODA GILA

Pengujian dilakukan poros generator tidak dipasangkan roda gila untuk melihat perbandingan antara memakai roda gila dan tidak memakai roda gila pada poros. Berikut merupakan tabel dari pengujian tanpa bantuan roda gila :

Tabel 2. Pengujian generator tanpa bantuan roda gila

N	Beban (Watt)	Rotasi Putaran Poros Generator (rpm)	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya yang dihasilkan (Watt)	Waktu Arus mengalir (s)
1	0	2926	143	0	0	6.61
2	100	2921	142	0.35	49.7	7.20
3	200	2960	141	0.69	97.29	7.67
4	300	2950	140	1.02	142.8	7.14
5	400	2981	140	1.36	190.4	7.10
6	500	2973	138	1.68	231.84	7.12
7	600	2960	137	2.00	274	7.19
8	700	2989	136	2.32	315.52	7.12
9	800	2901	135	2.64	356.4	7.63
10	900	2976	135	2.97	400.95	7.51

Analisa hasil tabel pengujian tanpa bantuan roda gila :

- Berdasarkan hasil pengujian Tabel 2 di dapatkan hasil tegangan dari output generator yang diukur fasa dan netral yaitu berada di 135 – 142 volt.
- Dari data tabel uji coba, waktu tegangan menghilang berada di angka 6-7 detik.

3.6 PENGARUH RODA GILA TERHADAP POROS GENERATOR

1. Momen Inersia

Berdasarkan spesifikasi komponen untuk mencari momen energi kinetik harus di ketahui terlebih dahulu momen inersia, untuk mencari momen inersia harus terlebih dahulu mengetahui masa dan diameter dari roda gila.

Diketahui = Jari-jari roda gila = 21,25 cm
= massa roda gila = 33,5 kg

Ditanyakan = Momen Inersia ?

Jawab =

$$I = \frac{1}{2} m \times r^2 \quad (1)$$

$$I = \frac{1}{2} \times 33,5 \times (0,2125)^2$$

$$I = 0,756 \text{ Kg. m}^2$$

2. Kecepatan Pully pada Roda Gila

Untuk mencari putaran *flywheel* perlu diketahui dulu diameter *pulley* pada motor (D_{pm}), diameter *pully* pada *flywheel* (D_{pf}), dan rpm motor (N_{pm})[7].

Diketahui = Diameter *pully* motor = 15,24 cm
= Kecepatan putaran motor = 1420 rpm
= Diameter *pully* roda gila

Ditanyakan = Kecepatan *pully* roda gila (N_{pf}) ?

Jawab =

$$D_{PM} \times N_{PM} = D_{PF} \times N_{PF} \quad (2)$$

$$15,24 \times 1420 = 7,6 \times N_{pf}$$

$$N_{pf} = 2847 \text{ rpm}$$

3. Kecepatan Sudut

Untuk mencari energi kinetik yang disimpan pada *flywheel* tergantung besarnya momen inersia (I) dan kecepatan sudut *flywheel* (ω), dimana perhitungan kecepatan sudut sebagai berikut :

Diketahui = Kecepatan roda gila = 2847 rpm
= waktu = 60 detik

Ditanyakan = Kecepatan Sudut (ω) ?

Jawab =

$$\omega = \frac{2\pi N_{PF}}{T} \quad (3)$$

$$\omega = \frac{2 \times 3,14 \times 2847}{60}$$

$$\omega = 297,98 \text{ rad/s}^2$$

4. Energi Kinetik

Energi kinetik yang disimpan oleh roda gila didapat dengan perhitungan sebagai berikut :

Diketahui = Momen Inersia = 0,756 kg.m²
= Kecepatan Sudut = 297,98 rad/s²

Ditanyakan = Energi Kinetik (EK) ?

Jawab =

$$Ek = \frac{1}{2} \times I \times \omega^2 \quad (4)$$

$$Ek = \frac{1}{2} \times 0,756 \times (297,98)^2$$

$$Ek = 33563,40 \text{ Joule}$$

Sehingga energi kinetik pada poros generator yaitu 33563,40 J.

4. KESIMPULAN

Telah didapatkan pembangkit listrik kapasitas 1000 Watt dengan tegangan masukan 380 V. Putaran yang dihasilkan oleh motor penggerak sebesar 1420 rpm dan dinaikan oleh puli rasio menjadi 2847 rpm. dihasilkan tegangan keluaran dari generator fasa ke netral sebesar 136 – 141, arus kerja generator sebesar 0,33 – 2,97 A. Daya yang dikeluarkan oleh generator listrik sebesar 45,5 – 400,95 Watt. Energi Kinetik yang tersimpan pada poros generator yaitu sebesar 33563,40 J, oleh karena itu poros generator masih pada berputar selama 85-118 detik dan jika tidak dipasangkannya roda gila maka poros generator hanya dapat bertahan selama 6-7 detik sehingga generator masih mengeluarkan arus listrik selama poros generator masih berputar karena adanya penyimpanan energi sesaat (*energy storage*) setelah motor penggerak dimatikan.

DAFTAR PUSTAKA

- M. A. Rokhim, "Rancang Bangun Gnerator Listrik Dengan Memanfaatkan Energi Yang Tersimpan Pada Flywheel (Roda Gila)," Universita Teknologi Yogyakarta, pp. 4-10, 2019.
- D. N. Geultomz, pengertian daya listrik dan cara menghitungnya, SCRIBD, 2016.
- A. K. "ANALISA PENGARUH ARUS EKSITASI GENERATOR TERHADAP PEMBEBANAN PADA PLTA CIRATA UNIT 2," aditia Kurniawan, bandung, 2015.
- P. Y. F. B. M. R. and T. P. , "Flywheel Generator," in *Pekan Ilmiah Mahasiswa Nasional Program Kreativitas Mahasiswa - Teknologi*, 2014.
- W. and C. , "Synchtonous Motor," Teknik Elektro, 2010.
- Z. A. Mesin Listrik Dasar, padang: ITP Press, 2018.
- C. z. pratiwi and d. b. sasongko, "Rancang bangun prototipe generator bebas energi menggunakan

- Flywheel," *Chaos chanos*, vol. 19, pp. 135-142, 2021.
- [8] M. Galib, j. Arifin and S. Arief, "Rancang Bangun Pembangkit Listrik Berbasis Flywheel Kapasitas 500 WATT," Universitas Islam Kalimantan MAB, 2022.
- [9] C. Bianchini, A. Torreggiani, D. David and A. Bellini, "Design Of Motor/Generator For Flywheel Batteries," *Transaction On Industrial Electronics*, pp. 1-10, 2020.
- [10] D. N. Geultomz, pengertian daya listrik dan cara menghitungnya, SCRIBD, 2016.