

DESAIN SISTEM MONITORING PADA GENERATOR INDUKSI SATU FASA BERBASIS RASPBERRY PI

Marsandi Arfianto

marsandiarfianto@gmail.com
Universitas Jember

Samsul Bachri

Universitas Jember

Bambang Sri Kaloko

bambangsrikaloko@yahoo.com
Universitas Jember

Abstrak

Tenaga listrik sekarang ini sudah menjadi suatu kebutuhan primer bagi setiap penduduk, terutama di daerah perkotaan. Saat ini pembangkit listrik berdaya rendah semakin berkembang dengan memanfaatkan sumber daya mikrohidro dan angin sebagai energi penggerak yang ramah lingkungan. Biasanya pada pembangkit listrik berdaya rendah menggunakan generator induksi satu fasa yang memiliki konstruksi yang sederhana. Dalam pengoperasiannya nilai keluaran dari generator mengalami fluktuasi baik pada tegangan, arus maupun frekuensi dikarenakan nilai beban yang tidak stabil. Oleh karena itu, dibutuhkan suatu sistem yang dapat memonitoring kinerja generator dan mengontrol pembebanannya.

Kata Kunci — raspberry pi, generator, monitoring

Abstract

Today electricity has become a primary needed for every population, especially in urban areas. Currently low-power electricity generation is growing by utilizing micro-hydro and wind resources as the driving force is environmentally friendly. Usually on a low-power electricity generation using a single phase induction generator that has a simple construction. In that operation, the output values of the generator have fluctuated both in voltage, current and frequency due to an unstable load values. Therefore, we need a system that can monitor the performance of the generator and controls the load system.

Keywords — Raspberry Pi, Generator, Monitoring, Controlling

I. PENDAHULUAN

Tenaga listrik sekarang ini sudah menjadi suatu kebutuhan primer bagi setiap penduduk, terutama di daerah perkotaan. Semakin berkembang dan meningkatnya kebutuhan akan tenaga listrik, maka kestabilan pada sistem tenaga listrik menjadi hal yang sangat penting dan harus diperhatikan, salah satu pembangkit listrik yang sering digunakan adalah generator AC [1]. Pada prinsipnya generator membutuhkan energi mekanik yang berupa putaran yang dihasilkan oleh turbin (baik berupa turbin uap, turbin angin maupun turbin air). Kemudian putaran tersebut dikonversi menjadi energi listrik oleh generator sesuai dengan hukum Faraday, dimana apabila suatu penghantar digerak – gerakkan dalam medan magnet maka penghantar tersebut timbul GGL (Gaya Gerak Listrik) induksi dan dapat menghasilkan listrik. Generator induksi satu

fasa merupakan salah satu jenis generator yang sangat menguntungkan untuk digunakan sebagai pembangkit tenaga listrik, khususnya pada penggunaan daya listrik rendah. Dengan memanfaatkan sumber daya mikrohidro dan angin sebagai sumber energi penggerak yang merupakan energi ramah lingkungan. Kelebihan dari generator induksi satu fasa yaitu konstruksi sederhana, tidak membutuhkan sikat arang, handal, dan biaya perawatan rendah dan tidak memakai penguat dc [2].

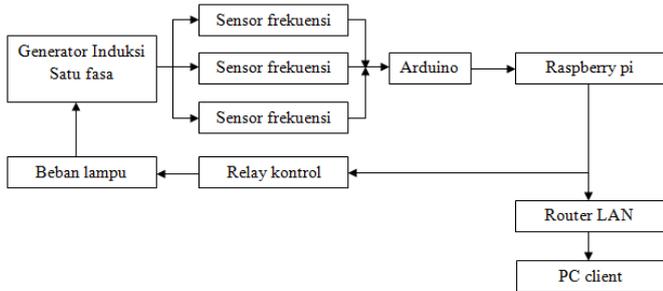
Dalam proses konversi energi pada generator induksi satu fasa memiliki keluaran yang berupa tegangan, arus, dan frekuensi. Saat generator tersebut dibebani maka nilai keluaran tersebut harus dijaga stabil sesuai dengan standar PLN yaitu nilai tegangan sama dengan 220 V dan nilai frekuensi sama dengan 50 Hz. Nilai beban yang berubah – ubah dapat menyebabkan nilai tegangan dan frekuensi tidak stabil, sehingga dibutuhkan suatu alat yang dapat mengontrol dan memonitor sistem pembebanan pada generator induksi satu fasa saat beroperasi secara real time dan dari jarak jauh.

II. METODE PENELITIAN

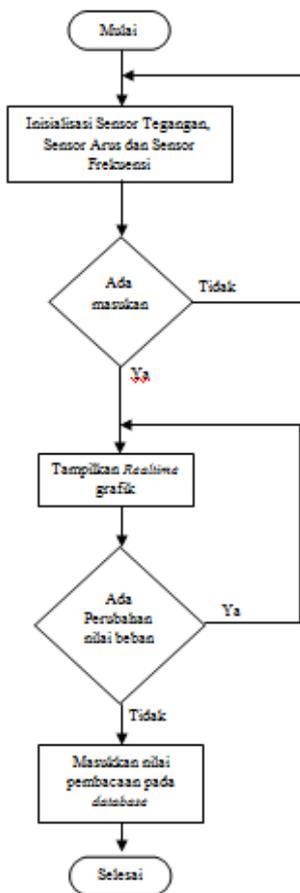
Pada penelitian ini, blok diagram sistem monitoring pembebanan pada generator induksi satu fasa berbasis raspberry pi ditunjukkan pada Gambar 1. Prinsip kerja blok diagram pada penelitian ini adalah Generator induksi mendapat putaran mekanik dari motor bakar (prime mover) yang dikopel menggunakan *belt*. Nilai keluaran dari generator akan dibaca oleh sensor tegangan, sensor arus dan sensor frekuensi. Kemudian hasil pembacaan sensor – sensor tersebut diolah oleh arduino uno untuk mendapatkan nilai sensor berupa nilai digital. Nilai digital tersebut selanjutnya dikirim ke Raspberry pi melalui komunikasi serial data. Raspberry pi berfungsi sebagai *master station* yang mengontrol relai beban menjadi pusat pengumpulan data yang akan dijadikan sebagai database dan tempat pusat pengoperasian HMI (*Human Machine Interface*). Sedangkan PC *client* berfungsi untuk mengontrol, memonitor dan mengambil data pada generator induksi dari jarak jauh dengan cara memasukkan alamat *localhost* raspberry pi pada browser sehingga pada browser akan muncul tampilan dari HMI yang dapat diakses secara *real time*.

Cara kerja sistem ini dimulai dengan membaca parameter yang berupa nilai tegangan, arus dan frekuensi keluaran dari generator. Selanjutnya nilai yang dibaca oleh sistem akan

diproses menjadi 2 bagian, yaitu proses monitoring dan proses pengontrolan pembebanan. Pada proses monitoring digunakan untuk melihat dan menyimpan nilai parameter yang berupa tegangan, arus dan frekuensi. Gambar 2 menunjukkan tahapan alur dalam memonitor maupun penyimpanan parameter data dari generator induksi satu fasa. Dimana pada tahap awal nilai keluaran dari generator dibaca oleh sensor – sensor yang selanjutnya akan diolah oleh kontroler Arduino. Gambar 3 menunjukkan sensor – sensor yang dipakai yang terdiri dari sensor arus, sensor tegangan dan sensor frekuensi.



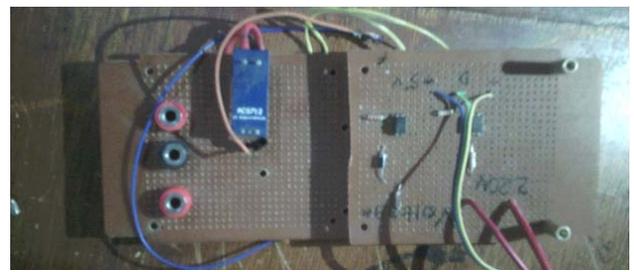
Gambar 1 Blog Diagram Sistem



Gambar 2 Flowchart Sistem Keseluruhan

Setelah data dari sensor diolah menjadi data digital oleh Arduino uno maka data tersebut selanjutnya dikirim ke raspberry pi menggunakan media USB serial. Data digital yang diterima kemudian diolah program yang dibangun menggunakan bahasa *python* yang selanjutnya dikirim pada website Plot.ly. Gambar 4 menunjukkan data yang dikirim diubah menjadi realtime grafik.

Kemudian grafik secara *realtime* tersebut ditampilkan pada HMI yang berbasis HTML. Sedangkan pada pengontrolan beban menggunakan relai – relai yang terhubung pada beban. Untuk mengontrol relai – relai tersebut maka dibuat program dengan menggunakan bahasa Python yang keluaran dari program tersebut berupa nilai digital (*high* atau *low*) melalui pin GPIO yang terdapat pada raspberry pi. Untuk switch button pada tampilan HMI menggunakan bahasa HTML yang selanjutnya di link pada program pengontrolan sehingga saat tombol – tombol pada tampilan HMI ditekan akan memberi nilai *high* atau *low* pada pin GPIO pada raspberry pi. Kemudian pin GPIO tersebut dihubungkan pada pin masukan rangkaian relay – relay yang terhubung pada beban, sehingga beban dapat dikontrol melalui switch button yang terdapat pada tampilan HMI.



Gambar 3 Sensor pada alat



Gambar 4 Grafik Realtime



Gambar 5 Rangkaian Relay

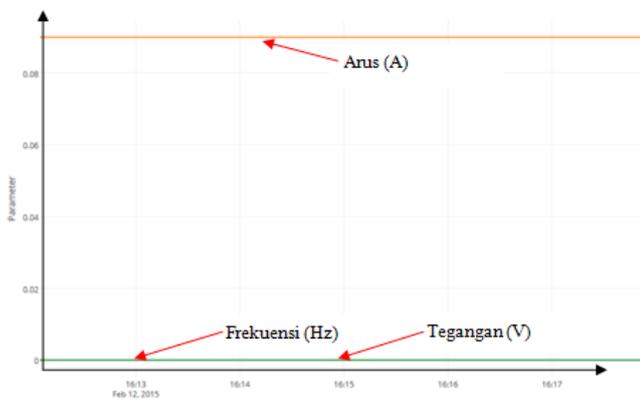
III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada tahap ini dilakukan pengujian alat secara keseluruhan, pada tahapan ini dilakukan pengujian dengan beban yang berbeda – beda yaitu 60 Watt, 120 Watt, 180 Watt, 255 Watt, 315 Watt dan 375 Watt. Pemilihan beban dilakukan dengan pengontrolan melalui HMI (Human Machine Interface) dan kemudian melihat grafik dari hasil pengontrolan beban tersebut.

C. Tampilan Awal Sistem Uji Respon Sistem dan Uji Database

Saat sistem diaktifkan maka master station (raspberry pi), remote terminal unit (arduino) dan sensor – sensor secara otomatis membaca masukan – masukan yang berupa nilai tegangan, arus dan frekuensi. Pembacaan data masukan – masukan kedalam sistem penyimpanan database dapat dilihat dari sisi client. Tampilan HMI terdiri dari grafik secara *realtime* akan ditampilkan nilai dari ketiga indikator yang dimonitoring yaitu tegangan, arus dan frekuensi. Visualisasi dari grafik secara *realtime* dari sistem tersebut dapat dilihat pada gambar 6.

Sedangkan *button switch* terdiri dari dua belas tombol dengan enam tombol memiliki fungsi untuk mengaktifkan relai dan enam tombol yang lain berfungsi menonaktifkan relai. Gambar dari tampilan *button switch* dapat dilihat pada gambar 7.



Gambar 6 Grafik Realtime Sistem



Gambar 7 Tampilan Button Switch

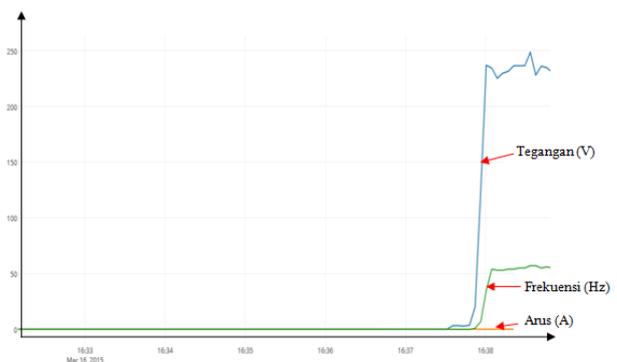
Selanjutnya sistem akan menyimpan data dari hasil pembacaan sensor pada sistem database. Nilai tegangan dan frekuensi yang mengalami perubahan tersebut tersimpan didalam database. Dari tabel 1 dapat dilihat bahwa kolom waktu merupakan waktu saat pengiriman data dari arduino, waktu yang dicatat oleh sistem sudah sangat lengkap yaitu berupa tanggal dan jam. Data akan dikirim dan ditampilkan setiap empat detik, hal ini dapat dilihat dari selisih antar masing – masing data. Pada kolom frekuensi merupakan nilai pembacaan frekuensi, dan kolom selanjutnya merupakan hasil pembacaan arus. Kolom terakhir merupakan kolom tegangan yang menampilkan perubahan – perubahan nilai tegangan yang terbaca oleh sistem.

D. Pengujian Beban 60 Watt

Pada pengujian beban 60 Watt dilakukan selama dua menit. Untuk mengaktifkan beban 60 Watt tekan tombol “lampu 1 on” sehingga lampu satu akan menyala. Kemudian pantau kondisi baik tegangan, arus maupun frekuensi pada HMI (*Human Machine Interface*) selama durasi yang ditentukan. Dapat dilihat pada gambar 8 saat lampu satu diaktifkan pada garis yang berwarna jingga menunjukkan bahwa arus yang mengalir saat beban lampu 60 Watt sebesar 0.27 A, garis hijau menunjukkan nilai frekuensi sebesar 54 Hz dan pada garis biru menunjukkan besar nilai tegangan sebesar 225,42 V. Untuk data selengkapnya dapat dilihat pada tabel 2 dimana data tabel tersebut berasal dari database sistem selama 2 menit.

TABEL V
PENYIMPANAN DATA PADA DATABASE

No	Waktu	Frekuensi	Arus	Tegangan	RPM
6	2015-02-12 16:21:23.830888	2 Hz	0.09 A	15.42 V	438
7	2015-02-12 16:21:28.004547	6 Hz	0.09 A	30.00 V	687
8	2015-02-12 16:21:32.174710	10 Hz	0.09 A	51.25 V	846
9	2015-02-12 16:21:36.343304	16 Hz	0.09 A	76.25 V	1068
10	2015-02-12 16:21:40.512607	21 Hz	0.09 A	100.42 V	1354
11	2015-02-12 16:21:44.680060	26 Hz	0.09 A	116.25 V	1534
12	2015-02-12 16:21:48.843823	29 Hz	0.09 A	125.42 V	1735
13	2015-02-12 16:21:53.013999	32 Hz	0.09 A	143.75 V	1926
14	2015-02-12 16:21:57.184519	36 Hz	0.09 A	156.25 V	2037
15	2015-02-12 16:22:01.357329	40 Hz	0.09 A	172.08 V	2264
16	2015-02-12 16:22:05.522391	44 Hz	0.09 A	191.67 V	2584
17	2015-02-12 16:22:09.655345	48 Hz	0.09 A	207.92 V	2648
18	2015-02-12 16:22:13.780006	51 Hz	0.09 A	220.00 V	2890
27	2015-02-12 16:22:50.803228	55 Hz	0.09 A	235.00 V	3097
28	2015-02-12 16:22:54.915207	55 Hz	0.09 A	244.58 V	3116



GAMBAR 8 GRAFIK TEGANGAN, ARUS DAN FREKUENSI PADA HMI

TABEL VII
DATA HASIL PENGUJIAN SISTEM BEBAN 60 W

No	Waktu	Frekuensi	Arus	Tegangan
1	2015-03-16 16:38:33.511183	57 Hz	0.27 A	248.33 V
2	2015-03-16 16:38:37.628094	57 Hz	0.27 A	227.92 V
3	2015-03-16 16:38:41.745680	55 Hz	0.27 A	235.83 V
4	2015-03-16 16:38:45.863345	56 Hz	0.27 A	234.58 V
5	2015-03-16 16:38:49.985401	55 Hz	0.27 A	230.00 V
6	2015-03-16 16:38:54.103030	54 Hz	0.27 A	234.58 V
7	2015-03-16 16:38:58.225512	54 Hz	0.27 A	225.42 V
8	2015-03-16 16:39:02.349749	53 Hz	0.27 A	224.58 V
9	2015-03-16 16:39:06.475614	52 Hz	0.27 A	224.58 V
10	2015-03-16 16:39:10.598445	53 Hz	0.27 A	224.17 V
11	2015-03-16 16:39:14.722517	53 Hz	0.27 A	224.17 V
12	2015-03-16 16:39:18.845310	53 Hz	0.27 A	227.92 V
13	2015-03-16 16:39:22.970572	53 Hz	0.27 A	223.75 V
14	2015-03-16 16:39:27.100031	52 Hz	0.27 A	215.42 V
15	2015-03-16 16:39:31.229852	50 Hz	0.27 A	212.50 V
16	2015-03-16 16:39:35.359788	49 Hz	0.18 A	214.17 V
17	2015-03-16 16:39:39.489794	50 Hz	0.27 A	213.75 V
18	2015-03-16 16:39:43.623279	49 Hz	0.27 A	206.25 V
19	2015-03-16 16:39:47.761695	47 Hz	0.27 A	203.75 V
20	2015-03-16 16:39:51.901185	48 Hz	0.27 A	207.50 V
21	2015-03-16 16:39:56.029369	49 Hz	0.27 A	217.50 V
22	2015-03-16 16:40:00.154988	51 Hz	0.27 A	219.58 V
23	2015-03-16 16:40:04.281171	52 Hz	0.27 A	221.25 V
24	2015-03-16 16:40:08.406696	52 Hz	0.27 A	222.08 V
25	2015-03-16 16:40:12.532404	52 Hz	0.27 A	222.08 V
26	2015-03-16 16:40:16.657499	52 Hz	0.27 A	223.33 V
27	2015-03-16 16:40:20.784387	51 Hz	0.27 A	219.17 V
28	2015-03-16 16:40:24.909761	51 Hz	0.27 A	223.33 V

Dari tabel 2 Kemudian dijadikan bentuk grafik garis. Dilihat dari grafik garis yang dibuat, nilai pembacaan arus terlihat konstan (pada garis biru) yaitu stabil pada arus 270 mA. Namun pada nilai pembacaan frekuensi dan tegangan terlihat bahwa adanya perubahan pembacaan pada kedua nilai tersebut. Namun selisih nilai pembacaan antar data pada kedua parameter tersebut tidak terlalu jauh sehingga masih bisa dikatakan bahwa sistem SCADA berjalan dengan baik pada pengujian beban 60 Watt. Gambar 9 menunjukkan grafik dari tabel database.

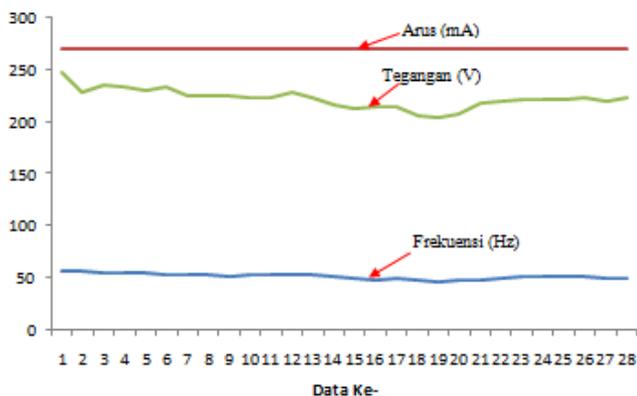
IV. KESIMPULAN

Penelitian ini telah membuktikan bahwa sistem SCADA pada pembangkit listrik sangat penting termasuk pembangkit listrik berdaya rendah yang menggunakan generator induksi satu fasa. Sistem ini mampu memonitor kinerja generator dan mengontrol pembebanannya sehingga kedepan dapat dijadikan model untuk pembangkit-pembangkit berdaya rendah.

REFERENSI

[1] Septian G. A, Rancang Bangun Kumparan Stator Generator AC Satu Fasa Dua Kutub dan Analisis Pengujian Dengan Beban, 2013
 [2] Mahendra, Sandi, Sistem Pengendalian Multiplant Dengan Menggunakan Minimum System, Tugas Akhir, Jurusan Teknik Elektro – FTI, ITS, Surabaya 2001

Grafik Pengujian Beban 60W



Gambar 9 Grafik Pengujian Beban 60 W