

MAKALAH SEMINAR TUGAS AKHIR
**PEMANFAATAN MIKROKONTROLER ATMEL ATmega8515
 SEBAGAI PENGHITUNG FREKUENSI PADA GENERATOR SINKRON**
 Handoko¹, Sumardi², Trias Andromeda²

Abstrak – Pada tugas akhir ini digunakan mikrokontroler ATmega8515 produk dari ATMEL sebagai penghitung frekuensi generator sinkron (serempak) dan pemutus arus ke beban. Penurunan frekuensi generator sinkron dipengaruhi kecepatan putar penggerak awal (*premotor*). Apabila *premotor* tidak mampu menggerakkan generator sinkron sesuai dengan kecepatan putar yang diharapkan, maka frekuensi kerja akan mengalami gangguan.

Metode yang digunakan ialah dengan memanfaatkan fasilitas register pewaktu/pencacah (*Timer/Counter*) yang ada dalam mikrokontroler. Mikrokontroler ATMEL ATmega8515 menggunakan kristal dengan frekuensi 16 MHz, kemampuan pencacah 16-bit, serta kemudahan pemrograman dengan menggunakan bahasa C dari CodeVisionAVR. Dengan menggunakan rangkaian penyearah setengah gelombang, frekuensi generator sinkron dapat dihitung oleh mikrokontroler ATmega8515. Hasil dari perhitungan ini kemudian dibandingkan dengan frekuensi referensi, sehingga mikrokontroler dapat menentukan frekuensi yang aman untuk sistem.

Dari pengujian didapatkan hasil bahwa frekuensi kerja generator sinkron dapat terukur dengan baik. Bila frekuensi kerja generator sinkron lebih dari atau sama dengan frekuensi referensi, maka sistem akan menyalakan beban. Bila frekuensi kerja generator sinkron kurang dari frekuensi referensi, maka sistem akan melepas beban, untuk menghindari kegagalan atau bahkan kerusakan pada generator sinkron maupun beban.

Kata Kunci : Frekuensi, Mikrokontroler ATmega8515, Pencacah, Bahasa C, Generator Sinkron.

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pada tugas akhir ini digunakan mikrokontroler ATMEL ATmega8515 produk dari ATMEL, dan perangkat lunak yang digunakan adalah CodeVisionAVR^[10], yang menggunakan bahasa C dalam pembuatan programnya. Penerapan penghitungan frekuensi ini dapat dimanfaatkan pada generator sinkron^[2]. Bila frekuensi dibawah standar kelistrikan, maka diharapkan mikrokontroler dapat memutus arus listrik ke beban, sehingga keamanan generator sinkron maupun peralatan di sisi beban dapat terjaga.

1.2 Tujuan

Tujuan yang hendak dicapai pada Tugas Akhir ini, yaitu :

1. Membuat perangkat keras dan lunak untuk menghitung frekuensi pada generator sinkron menggunakan mikrokontroler ATMEL ATmega8515.
2. Sebagai penghitung frekuensi dan proteksi frekuensi bawah pada generator sinkron.

1.3 Pembatasan Masalah

Dalam Tugas Akhir ini, sistem yang akan dibuat dibatasi pada hal-hal sebagai berikut :

1. Perangkat keras yang digunakan berbasis mikrokontroler ATMEL ATmega8515.
2. Pada generator sinkron, hanya dibahas pada frekuensi yang dihasilkan pada generator sinkron yang dipengaruhi oleh motor DC sebagai penggerak awal (*premotor*).
3. Tidak membahas perubahan tegangan yang terjadi pada generator sinkron.
4. Tidak membahas proses dan hasil kompilasi dari perangkat lunak CodeVisionAVR.

II. KAJIAN PUSTAKA

2.1 Generator Sinkron

Generator sinkron merupakan alat yang dapat mengubah energi mekanik menjadi energi listrik. Sumber energi mekanik yang menggerakkan generator biasa disebut dengan penggerak awal (*premotor*). *Premover* berfungsi untuk menggerakkan bagian generator yang biasa disebut *rotor*. Bagian generator sinkron umumnya terdiri atas lilitan atau kumparan yang biasa disebut dengan lilitan armatur dan lilitan medan. Lilitan armatur pada generator sinkron biasanya terletak pada *stator* (bagian diam) dan lilitan medan terdapat pada *rotor* (bagian berputar)^[2].

Pada prakteknya, suatu sistem pembangkit listrik dapat mengalami ketidakstabilan, yang mengakibatkan kecepatan putar pada *premotor* menjadi lebih lambat. Bila kondisi ini terjadi, dapat mengakibatkan kualitas frekuensi keluaran pada generator sinkron tidak sesuai dengan yang diharapkan. Gangguan pada frekuensi kerja ini apabila dibiarkan secara terus menerus dapat menyebabkan kegagalan atau bahkan kerusakan sistem secara keseluruhan^[6].

Besarnya frekuensi kerja pada generator sinkron berbanding lurus dengan kecepatan putar *rotor*.

¹ Mahasiswa Jurusan Teknik Elektro Universitas Diponegoro

² Staf Pengajar Jurusan Teknik Elektro Universitas Diponegoro

Rumus yang umum digunakan adalah seperti yang diperlihatkan dari persamaan 2.1.^[2]

$$f = \frac{P}{2} \cdot \frac{n}{60} \text{ Hz} \tag{2.1}$$

f = frekuensi kerja (*Hertz*)

P = Jumlah kutub pada *rotor*

n = Kecepatan mekanis *rotor* per menit (rpm)

Dari persamaan 2.1, frekuensi generator sinkron sangat dipengaruhi oleh kecepatan putar *rotor* yang berhubungan langsung dengan *premer*. Apabila kecepatan putar pada *premer* menurun, maka frekuensi kerja pada bagian keluaran generator sinkron juga akan menurun, jadi frekuensi listriknya serempak dengan kecepatan mekanisnya, sehingga dinamakan generator sinkron (serempak).^[2]

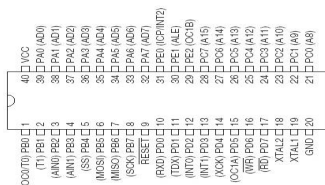
2.2 Tinjauan Umum Perangkat Keras

2.2.1 Mikrokontroler ATmega8515^[9]

Mikrokontroler ATmega8515 adalah mikrokontroler 8-bit buatan ATMEL dengan 8 KByte *System Programable Flash* dengan teknologi memori tak sumirna (*nonvolatile*), kepadatan tinggi, dan kompatibel dengan pin out dan set instruksi standar industri MCS51 INTEL. Arsitektur yang digunakan dengan RISC (*Reduce Instruction set in single chip*).

2.2.1.1 Susunan Kaki Mikrokontroler ATmega8515

Bentuk kemasan dan susunan kaki-kaki mikrokontroler dari ATmega8515 diperlihatkan seperti pada Gambar 2.1^[9]. Pada penggunaan sumber clock eksternal, pin yang digunakan ialah pin T1. Pin T1 berada pada Port B1.



Gambar 2.1 Susunan kaki pada ATmega8515.

2.2.1.2 PORT A/B/C/D/E, DDR A/B/C/D/E, dan PIN A/B/C/D/E

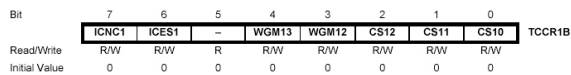
PORTA/B/C/D/E dan DDRA/B/C/D/E merupakan *register-register* yang digunakan untuk mengatur PORTA/B/C/D/E^[9], sedangkan PIN PORTA/B/C/D/E digunakan untuk mengakses pin pada *port* A,B,C,D,E secara individu. Hubungan antara PORT PORTA/B/C/D/E dan DDR PORTA/B/C/D/E diperlihatkan pada Tabel 2.1.

TABEL 2.1 KOMBINASI BIT DDRA DAN PORTA.

DDRBn/Dn	PORTBn/Dn	I/O	Keterangan
0	0	Input	Tri-state (High-Z)
0	1	Input	PORTA/B/C/D/En akan menghasilkan arus jika eksternal pull-low
1	0	Output	Push-pull zero output
1	1	Output	Push-pull one output

2.2.1.3 Pewaktu/Pencacah

Pencacah pada ATmega8515 diatur oleh register TCCR1B (*Timer/Counter1 Control Register B*). Register TCCR1B dijelaskan pada Gambar 2.2.



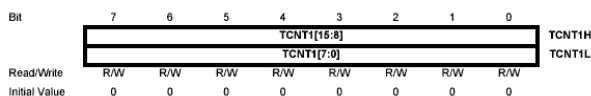
Gambar 2.2 Register TCCR1B.

Bit yang digunakan untuk penghitung frekuensi dari sumber eksternal adalah *bit* 2:0 CS12, CS11, CS10: *Clock Select1*, Bits 2, 1 dan 0. Kombinasi dari *bit-bit* ini menentukan sumber *prescale* dari *Timer/Counter1* sebagaimana dijelaskan melalui Tabel 2.2.

TABEL 2.2 CLOCK 1 PRESCALE SELECT.

CS12	CS11	CS10	Deskripsi
0	0	0	Stop, <i>Timer/Counter1</i> dihentikan
0	0	1	CK
0	1	0	CK/8
0	1	1	CK/64
1	0	0	CK/256
1	0	1	CK/1024
1	1	0	Kaki Eksternal T1, tepian jatuh
1	1	1	Kaki Eksternal T1, tepian naik

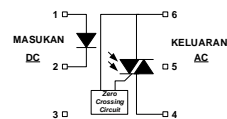
Register TCNT1 merupakan register yang berisi data 16-bit hasil perhitungan pencacah. Register ini memiliki fungsi akses langsung, baik untuk operasi menulis atau membaca data. Register TCNT1 terbagi atas 2 register 8-bit, yaitu TCNT1H dan TCNT1L seperti pada gambar 2.3.



Gambar 2.3 Register TCNT1

2.2.2 Solid State Relay (SSR)

Solid State Relay (SSR) merupakan suatu rangkaian yang memanfaatkan *optocoupler* dan triac. Optokopler adalah suatu alat yang mengkombinasikan suatu diode pemancar cahaya inframerah (ILED) dan fototransistor silikon seperti Gambar 2.4. Sinyal masukan diberikan pada ILED dan keluaran diambil dari fototransistor. Pada sistem ini digunakan *optocoupler* MOC 3041.

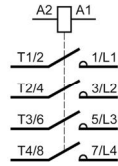


Gambar 2.4 Rangkaian dalam MOC 3041.

2.2.3 Kontaktor Magnetik

Untuk mengendalikan keluaran generator sinkron 3 fasa dibutuhkan sebuah kontaktor, yang berfungsi

sebagai saklar pada sisi beban. Untuk arus besar, sebuah kontaktor magnetik merupakan pilihan yang baik. Kontaktor magnetik ini memiliki pembalik per (spring return) dan lilitan yang berfungsi sebagai pembangkit energi magnetik. Arus yang dapat dialiri kontaktor magnetik cukup besar, tergantung tipenya. Skema kontaktor magnetik seperti pada Gambar 2.5.



Gambar 2.5 Simbol kontaktor magnetik.

2.3 Tinjauan Umum Perangkat Lunak

2.3.1 Bahasa C^[3]

Bahasa C merupakan bahasa tingkat menengah, yang memiliki kemampuan diatas bahasa assembly, serta memiliki kemudahan seperti bahasa tingkat tinggi lainnya. Bahasa ini digunakan untuk mengatur kerja dari Mikrokontroler ATmega8515. Program *compiler* C yang digunakan pada Tugas Akhir ini adalah CodeVisionAVR versi 1.23.7a yang dapat diperoleh di website www.hpinfotech.ro.

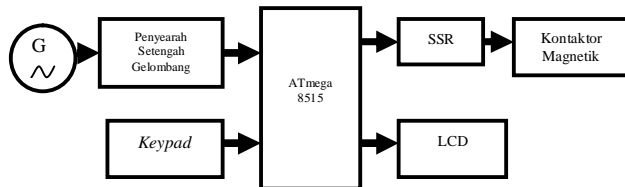
2.3.2 Bahasa Rakit (Assembly)

Bahasa rakit lain yang digunakan adalah bahasa *ASSEMBLER*. Program CodeVisionAVR juga mendukung bahasa rakit untuk menginisialisasikan port LCD.

III. PERANCANGAN PERANGKAT KERAS DAN PERANGKAT LUNAK

3.1 Perancangan Perangkat Keras

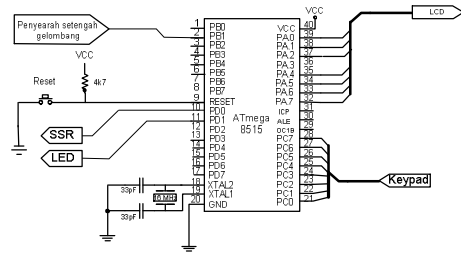
Diagram blok sistem secara keseluruhan pada perancangan alat ini dapat dilihat pada Gambar 3.1 sebagai berikut :



Gambar 3.1 Diagram blok sistem.

3.1.1 Rangkaian Sistem Minimum Mikrokontroler ATmega8515

Mikrokontroler ini dirancang sebagai suatu rangkaian *single chip* (Gambar 3.2), sehingga dalam perancangannya cukup dibutuhkan rangkaian pembangkit *clock* (*crystal* dan kapasitor) dan *power supply*. Mikrokontroler diberi osilator kristal eksternal sebagai pembangkit frekuensi internal sebesar 16 MHz. Secara umum penggunaan port-port pada rangkaian ATmega8515 adalah seperti ditunjukkan pada Tabel 3.1.



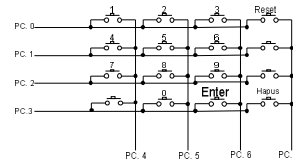
Gambar 3.2 Rangkaian pengontrol mikrokontroler ATmega8515.

TABEL 3.1 PENGGUNAAN PORT-PORT PADA ATMEGA8515.

Port ATmega8515		Fungsi
Port A	PA0-PA2, PA4 – PA7	Output ke LCD
Port B	PB1	Input frekuensi dari penyearah setengah gelombang
Port C	PC0 – PC7	Input dari Keypad
Port D	PD0	Output ke SSR
Port D	PD1	Output ke LED

3.1.2 Keypad

Keypad digunakan untuk memasukkan nilai dari frekuensi kerja yang diharapkan. Pada *keypad* ini digunakan tipe matrik 4 x 4. Skema rangkaian *keypad* diperlihatkan pada Gambar 3.3.



Gambar 3.3 Skema rangkaian keypad.

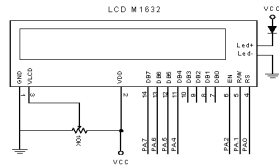
Setiap tombol akan memberikan logika 0 pada baris dan kolom tertentu sesuai dengan tabel yang tampak pada Tabel 3.2. Jika logika pada sebuah Pin berubah menjadi 0, mikrokontroler akan memberikan sebuah konstanta. Konstanta ini kemudian dikombinasikan, sehingga diperoleh nilai yang menunjukkan penekanan tombol tertentu.

TABEL 3.2 DAFTAR ARTI TIAP TOMBOL Matrik.

Pin	PC.4	PC.5	PC.6	PC.7
PC.0	1	2	3	RESET
PC.1	4	5	6	-
PC.2	7	8	9	-
PC.3	-	0	ENTER	HAPUS

3.1.3 Liquid Crystal Display (LCD)

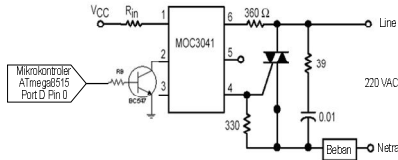
Perangkat ini digunakan untuk menampilkan hasil perhitungan frekuensi kerja pada generator sinkron, menampilkan frekuensi batas bawah sebagai referensi, dan menampilkan keadaan dari sistem secara keseluruhan. Jenis LCD yang digunakan dalam perancangan Tugas Akhir ini adalah LCD matrix 2x16 seperti diperlihatkan pada Gambar 3.4.



Gambar 3.4 Rangkaian LCD M1632.

3.1.4 Solid State Relay (SSR)

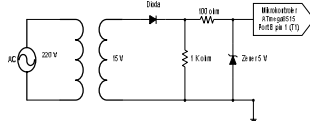
Rangkaian SSR adalah seperti pada Gambar 3.5. Pengontrolan SSR dikendalikan oleh mikrokontroler ATmega8515 pada Port D pin 0.



Gambar 3.5 Rangkaian Solid State Relay (SSR).

3.1.5 Rangkaian Penyearah Setengah Gelombang

Rangkaian penyearah setengah gelombang berfungsi untuk memberikan sinyal pewaktu pada port B pin 1 (*Timer/Counter1*) mikrokontroler ATmega8515. Rangkaian penyearah setengah gelombang seperti pada Gambar 3.6.

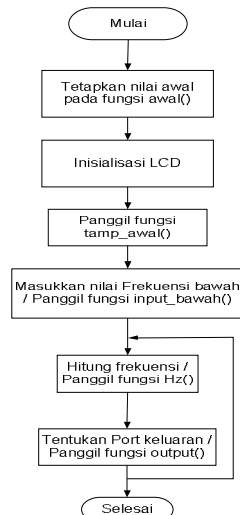


Gambar 3.6 Rangkaian penyearah setengah gelombang.

3.2 Perancangan Perangkat Lunak

3.2.1 Program Utama

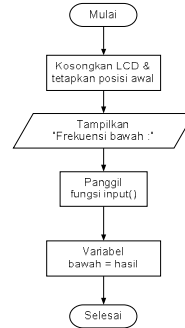
Bagian ini merupakan bagian utama dimana *compiler* akan melakukan inialisasi dan pemanggilan fungsi-fungsi lain. Seperti pada Bahasa C yang biasa digunakan, fungsi *main()* merupakan fungsi istimewa. Hal ini karena fungsi ini merupakan titik awal dan titik akhir eksekusi program. Diagram alir (*flowchart*) program utama ditunjukkan pada Gambar 3.7.



Gambar 3.7 Diagram alir program utama.

3.2.2 Fungsi Input Bawah

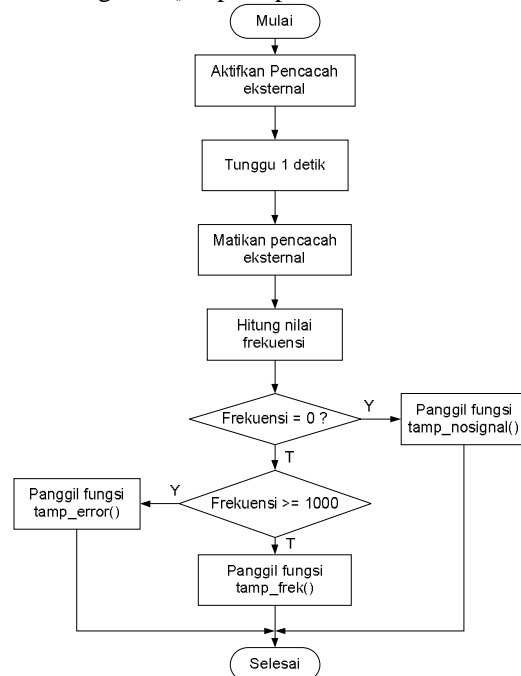
Fungsi *input_bawah()* berguna untuk memberi masukan frekuensi referensi, yang nantinya akan digunakan sebagai referensi dalam mengontrol SSR dan kontaktor magnetik. Fungsi *input()* akan mengaktifkan *keypad*, sehingga *keypad* dapat digunakan untuk memberi nilai sesuai dengan yang diinginkan. Diagram alir dari fungsi *input_bawah()* diberikan pada Gambar 3.8.



Gambar 3.8 Diagram alir fungsi *input_bawah()*.

3.2.3 Fungsi Hz

Fungsi *Hz()* digunakan untuk mengaktifkan fasilitas pencacah pada mikrokontroler. Pewaktuan pada mikrokontroler dilakukan secara eksternal menggunakan PORT B1 (T1). Port ini berfungsi sebagai masukan, apabila sumber detak *timer/counter1* diaktifkan secara eksternal. Diagram alir dari fungsi *Hz()* seperti pada Gambar 3.9.



Gambar 3.9 Diagram alir fungsi *Hz()*.

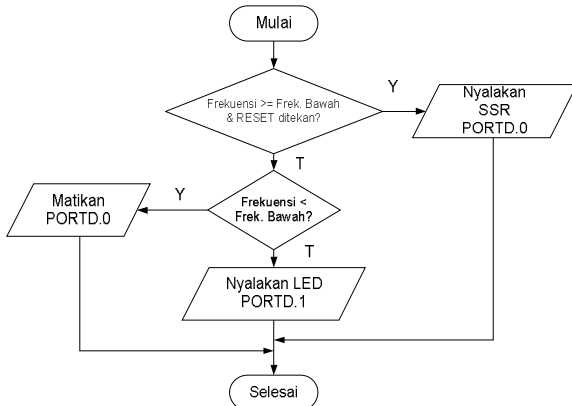
Pencacah eksternal yang diaktifkan dalam bahasa C adalah sebagai berikut :

- 220. TCCR1B=0x07;
- 221. delay_ms(1000);
- 222. TCCR1B=0x00;

Pencacah diaktifkan dengan register TCCR1B=0x07 pada baris ke-220. Bit 0, 1, dan 2 pada TCCR1B merupakan bit untuk mengatur Clock Select. Dengan masing-masing bernilai 1, maka clock diaktifkan dari pin T1 pada tepian naik (rising edge). Mikrokontroler diberikan waktu 1 detik untuk melakukan pencacahan dengan mengatur delay_ms(1000) pada baris ke-221. Setelah delay 1 detik, maka proses pencacahan dihentikan dengan perintah TCCR1B=0x00 pada baris 222. Hasil perhitungan timer/counter1 terdiri dari 16 bit data, yang tersimpan pada TCNT1.

3.2.4 Fungsi Output

Fungsi output() berfungsi untuk membandingkan antara frekuensi referensi dari fungsi input_bawah() dan frekuensi yang terbaca pada fungsi Hz(). Diagram alir dari fungsi output() seperti pada Gambar 3.10.



Gambar 3.10 Diagram alir fungsi output().

IV. HASIL PENELITIAN

4.1 Pengujian Mikrokontroler Dengan Generator Frekuensi Digital

Pada pengujian mikrokontroler ATmega8515 dengan generator frekuensi digital, dilakukan dengan memberi masukan frekuensi tertentu pada pin 1 PORT B (T1). Sumber tenaga yang digunakan pada sistem minimum ATmega8515 berupa 4 buah baterai AA dengan tegangan total 5,2 volt.

Frekuensi referensi yang digunakan sebesar 45 Hz. Hasil pengujian frekuensi mikrokontroler ATmega8515 dengan menggunakan frekuensi generator digital seperti pada Tabel 4.1.

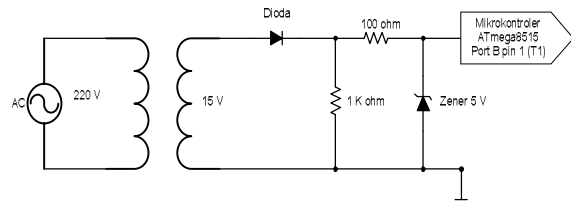
Data yang didapat dari pengujian pada frekuensi generator digital menunjukkan bahwa mikrokontroler ATmega8515 dapat difungsikan sebagai penghitung frekuensi secara akurat. Untuk frekuensi lebih dari atau sama dengan 1000 Hz, maka pada tampilan LCD mikrokontroler akan menampilkan “Frekuensi >1 KHz”. Dari data ini maka program pada mikrokontroler sudah berjalan dengan baik.

TABEL 4.1 HASIL PENGUJIAN DENGAN MENGGUNAKAN FREKUENSI GENERATOR DIGITAL.

Frekuensi Generator Digital (Hz)	Frekuensi pada LCD Mikrokontroler ATmega8515 (Hz)	Kondisi LED pada Pin 1 / RESET	Keterangan pada LCD sebelum RESET ditekan
0	0	Mati	Tidak Ada Sinyal, Mati / Off
10	10	Mati	Mati / Off
20	20	Mati	Mati / Off
30	30	Mati	Mati / Off
40	40	Mati	Mati / Off
44	44	Mati	Mati / Off
45	45	Nyala	Tekan / Press
46	46	Nyala	Tekan / Press
50	50	Nyala	Tekan / Press
60	60	Nyala	Tekan / Press
100	100	Nyala	Tekan / Press
500	500	Nyala	Tekan / Press
900	900	Nyala	Tekan / Press
1000	1000	Nyala	Frekuensi > 1KHz
2000	2000	Nyala	Frekuensi > 1KHz

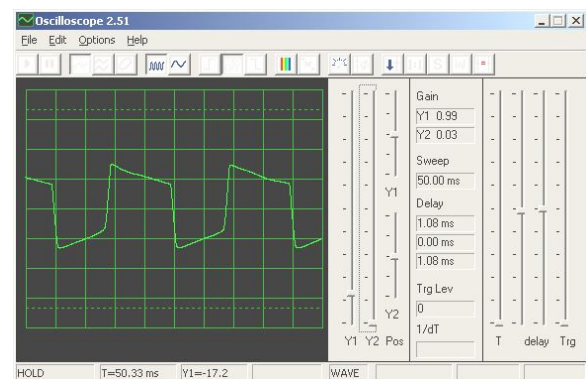
4.2 Pengujian Penyearah Setengah Gelombang

Pada pengujian rangkaian penyearah setengah gelombang dilakukan pada sumber tegangan dari PLN, dengan frekuensi kerja 50 Hz. Rangkaian penyearah setengah gelombang ditunjukkan seperti pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Rangkaian penyearah setengah gelombang.

Pada pengujian rangkaian penyearah setengah gelombang didapat hasil seperti pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2 Hasil frekuensi untuk tegangan PLN 50 Hz.

Dari gambar 4.2, untuk 10 kotak horizontal mewakili waktu 50 ms (pada sweep), sehingga tiap

kotaknya mewakili 5 ms. Dari Gambar 4. juga diperoleh satu periode memerlukan 4 kotak, atau sebesar $4 \times 5 \text{ ms} = 20 \text{ ms}$. Sehingga didapat frekuensi dari sumber PLN adalah 50 Hz. Dari hasil pengujian terhadap tegangan PLN didapat bahwa frekuensi pada LCD menunjukkan hasil yang sama, yaitu 50 Hz, sehingga rangkaian penyearah setengah gelombang bekerja dengan baik.

4.3 Pengujian SSR Dan Kontaktor Magnetik

Pada pengujian SSR dan kontaktor magnetik dilakukan dengan memasukkan logika high pada masukan SSR. Keluaran SSR dihubungkan pada kontaktor magnetik. Pada pengujian ini didapat data seperti pada Tabel 4.2.

TABEL 4.2 HASIL RANGKAIAN SSR DAN KONTAKTOR MAGNETIK.

Masukan SSR	Kondisi SSR	Kondisi Kontaktor
0 volt	Mati	Hubung buka
5 volt	Nyala	Hubung Tutup

Ketika masukan pada transistor tidak diberi tegangan Vcc, rangkaian tidak bekerja dan kontaktor dalam keadaan hubung buka. Pada saat masukan transistor diberi tegangan Vcc 5 Volt, maka rangkaian bekerja dan kontaktor magnetik dalam keadaan hubung tutup (*firing*).

4.4 Pengujian Terhadap Generator Sinkron

Pada pengujian terhadap generator sinkron, diberikan beban pada sisi kontaktor berupa lampu pijar sebesar 100 watt yang terhubung *line – neutral*. Gambaran umum pengujian seperti pada Gambar 4.3.



Gambar 4.3 Pengujian generator sinkron.

Pada pengujian frekuensi generator sinkron, frekuensi referensi yang digunakan adalah sebesar 47 Hz. Untuk keluaran dari generator sinkron, frekuensi yang diamati berkisar antara 43 Hz sampai dengan 53 Hz. Tegangan dari *Line – Neutral* berkisar antara 160 Volt hingga 200 volt. Pengujian dilakukan dua tahap. Pada tahap pertama generator diset pada frekuensi 43 Hz. Sesuai dengan dasar teori, bahwa frekuensi dapat ditambah dengan cara mempercepat putaran dari *premer* dengan memperbesar tegangan pada lilitan jangkar pada motor DC yang berfungsi sebagai *premer*. Pada pengujian ini tombol RESET tidak mengalami penekanan. Hasil pengujian ditunjukkan pada Tabel 4.3.

TABEL 4.3 HASIL PENGUJIAN KENAikan FREKUENSI GENERATOR SINKRON TANPA PENEKANAN TOMBOL RESET.

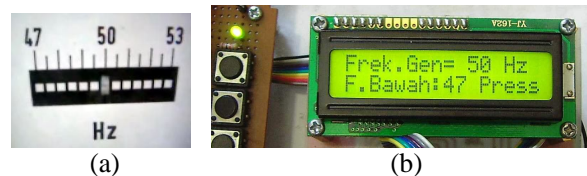
Frekuensi generator	Kondisi LCD	Kondisi LED Tombol RESET	Kondisi Beban
43	Mati/Off	Padam	Padam
44	Mati/Off	Padam	Padam
45	Mati/Off	Padam	Padam
46	Mati/Off	Padam	Padam
47	Tekan / Press	Nyala	Padam
48	Tekan / Press	Nyala	Padam
49	Tekan / Press	Nyala	Padam
50	Tekan / Press	Nyala	Padam
51	Tekan / Press	Nyala	Padam
52	Tekan / Press	Nyala	Padam
53	Tekan / Press	Nyala	Padam

*Frekuensi referensi = 47 Hz.

Untuk frekuensi generator sinkron sebesar 43 Hz hingga 46 Hz, kondisi LCD menampilkan tulisan Mati / Off. Kondisi LED pada tombol RESET juga padam, demikian juga beban lampu. Hal ini dikarenakan frekuensi kerja pada generator sinkron belum melebihi atau sama dengan frekuensi referensi, yaitu sebesar 47 Hz.

Untuk frekuensi generator sinkron sebesar 47 Hz hingga 53 Hz, kondisi LCD menampilkan tulisan Tekan / Press. Kondisi LED pada tombol RESET menyala. Kondisi pada beban lampu masih padam. Hal ini menunjukkan bahwa frekuensi generator sinkron telah melebihi atau sama dengan frekuensi referensi, yaitu 47 Hz. Beban lampu dalam kondisi padam karena belum terjadi penekanan pada tombol RESET.

Pada pengujian dengan generator sinkron, frekuensi pada tampilan LCD dapat dibandingkan pula dengan tampilan frekuensi pada panel generator sinkron. Pada frekuensi 50 Hz, hasil dari tampilan LCD sama dengan pada tampilan panel generator sinkron, seperti ditunjukkan pada gambar 4.4.



Gambar 4.4 Tampilan frekuensi dari generator sinkron 50 Hz; (a) Pada panel; (b) Pada LCD.

Untuk pengujian kedua, tombol RESET ditekan. Kemudian frekuensi diturunkan dengan cara kecepatan putar *premer* diturunkan dengan menurunkan tegangan pada lilitan jangkar secara bertahap. Hasil dari pengujian kedua dapat dilihat pada Tabel 4.4.

TABEL 4.4 HASIL PENGUJIAN PENURUNAN FREKUENSI SETELAH TOMBOL RESET DITEKAN.

Frekuensi generator	Kondisi LCD	Kondisi LED Tombol RESET	Kondisi Beban
51	Nyala / On	Padam	Nyala
50	Nyala / On	Padam	Nyala
49	Nyala / On	Padam	Nyala
48	Nyala / On	Padam	Nyala
47	Nyala / On	Padam	Nyala
46	Mati / Off	Padam	Padam
45	Mati / Off	Padam	Padam
44	Mati / Off	Padam	Padam
43	Mati / Off	Padam	Padam

*Frekuensi Referensi = 47 Hz.

Dari hasil pengujian didapatkan bahwa ketika frekuensi generator lebih dari atau sama dengan frekuensi referensi, pada saat tombol RESET ditekan, lampu pada sisi beban akan menyala, dan kondisi LED tombol RESET padam. Kondisi pada LCD akan menampilkan tulisan Nyala / On. Ini berarti bahwa sistem bekerja dengan baik pada frekuensi yang diharapkan.

Ketika terjadi penurunan frekuensi kerja generator hingga kurang dari frekuensi referensi, kontaktor akan open dan kondisi beban lampu akan padam. Kondisi LCD pada mikrokontroler akan menampilkan tulisan Mati / Off. Dengan demikian sistem bekerja dengan baik pada frekuensi kerja dibawah frekuensi referensi.

Dari hasil pengujian ini didapat bahwa kecepatan putar dari *premove* mempengaruhi frekuensi kerja generator sinkron. Semakin besar putaran *premove* semakin besar frekuensi kerja generator. Demikian juga apabila kecepatan putar *premove* menurun, maka frekuensi kerja generator sinkron akan menurun. Hal ini sesuai dengan dasar teori yang menyatakan bahwa kecepatan putar generator sinkron sebanding dengan frekuensi yang dihasilkan.

V. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

1. Kemampuan mikrokontroler ATmega8515 untuk *16-bit Timer/Counter* dapat difungsikan sebagai penghitung frekuensi dari generator sinkron.
2. Frekuensi kerja generator sinkron ke beban dapat dibatasi pada frekuensi referensi. Apabila frekuensi kerja kurang dari frekuensi referensi, maka arus listrik dari generator sinkron ke beban akan terputus. Apabila frekuensi kerja lebih dari atau sama dengan frekuensi referensi, maka arus listrik dari generator sinkron ke beban akan tersambung.
3. Kecepatan putar dari *premove* mempengaruhi frekuensi kerja generator sinkron. Semakin besar

putaran *premove* semakin besar frekuensi kerja generator. Demikian juga apabila kecepatan putar *premove* menurun, maka frekuensi kerja generator sinkron akan menurun.

4. Penggunaan SSR dapat menggantikan saklar mekanik.

5.2 Saran

Berikut saran-saran yang berkaitan dengan penelitian yang telah dilakukan :

1. Mikroprosesor ATmega8515 dapat dijadikan sebagai penghitung frekuensi secara universal, yang mampu menghitung frekuensi hingga setengah dari nilai clock pada kristal yang digunakan.
2. Alat penghitung frekuensi ini dapat diaplikasikan ke dalam sistem pengaman yang lebih kompleks pada generator sinkron, sehingga didapat suatu sistem keamanan generator sinkron yang handal.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Cappels, D., *A Little More Serious Frequency Meter*, <http://www.projects.cappels.org>, Mei 2005.
- [2] Fitzgerald, A. E., Charles K. Jr., Stephen D. U., Djoko A., *Mesin-mesin Listrik*, Edisi Keempat, Erlangga, Jakarta, 1997.
- [3] Kadir, A., *Pemrograman Dasar Turbo C untuk IBM PC, ANDI Offset*, Yogyakarta, 1997.
- [4] Koselan, S. W., *Solid State Relay : Sebuah Alternatif Untuk "AC Power Control"*, <http://alds.stts.edu>, Maret 2001.
- [5] Malvino, A. P., *Prinsip-prinsip Elektronik*, Edisi Kedua, Erlangga, Jakarta, 1999.
- [6] Sulasno, *Analisa Sistem Tenaga Listrik*, Satya Wacana, Semarang, 1993.
- [7] ---, *6-Pin DIP Zero Cross Optoisolators Triac Driver Output*, Motorola, <http://Design-NET.com>, 2004.
- [8] ---, *8-bit AVR Microcontroller instruction set*, <http://www.atmel.com>, 2005.
- [9] ---, *8-bit Microcontroller with 8 K Bytes Flash, ATmega8515 datasheet*, <http://www.atmel.com>, 2005.
- [10] ---, *CodeVisionAVR User Manual*, Version 1.0.1.7, HP InfoTech, 2001.
- [11] ---, *Instruction Set*, <http://www.atmel.com>.

**Handoko (L2F099608)**

Dilahirkan di Jayapura, 18 November 1980. Menempuh pendidikan dasar di SD Negeri Inpres DOK VIII Jayapura hingga tahun 1993 dan melanjutkan pendidikan di SMP Negeri 1 Jayapura Utara sampai tahun 1996 kemudian melanjutkan ke SMA Negeri 2

Jayapura dan lulus pada tahun 1999, hingga saat ini masih menjadi Mahasiswa Strata – 1 di Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Diponegoro Semarang dengan konsentrasi Elektronika dan Telekomunikasi.

Mengetahui dan Mengesahkan

Pembimbing I,

Sumardi, ST, MT

NIP.132 125 670

Tanggal: _____

Pembimbing II,

Trias Andromeda, ST, MT

NIP.132 283 185

Tanggal: _____