

MAKALAH SEMINAR TUGAS AKHIR
APLIKASI MIKROKONTROLER ATMEL ATmega8515
SEBAGAI PEMBANGKIT DAN PENGHITUNG FREKUENSI
 Mustafa Idi Nugroho¹, Sumardi², Trias Andromeda²

Abstrak –Pada tugas akhir ini digunakan mikrokontroler ATmega8515 produk dari ATMEL sebagai pembangkit dan penghitung frekuensi yang praktis untuk penggunaan di laboratorium maupun di lapangan.

Metode yang digunakan ialah dengan memanfaatkan fasilitas register pewaktu/pencacah (Timer/Counter) dan pembanding (compare) yang ada dalam mikrokontroler. Mikrokontroler ATMEL ATmega8515 memiliki kecepatan frekuensi 16 MHz, kemampuan pencacah 16-bit, serta kemudahan pemrograman dengan menggunakan bahasa C dari CodevisionAVR.

Dari pengujian didapatkan hasil bahwa frekuensi yang dihasilkan mendekati frekuensi masukan.

Kata Kunci : Frekuensi, Mikrokontroler ATmega8515, Pencacah, Pembanding, Bahasa C.

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi elektronika dewasa ini sangatlah pesat dipicu dengan ditemukannya transistor menyebabkan terjadinya revolusi teknologi dibidang elektronika. Hal ini dibuktikan dengan banyaknya diciptakan alat baru yang memudahkan manusia menyelesaikan pekerjaannya, salah satunya adalah dengan diciptakannya mikrokontroler sebagai alat bantu pengendali otomatis. Dengan mikrokontroler maka penggunaan peralatan yang dulu hanya bisa dikendalikan secara manual sekarang bisa dikendalikan hanya dengan menggunakan IC yang berukuran kecil ini. Atmel merupakan salah satu perusahaan pembuat chip mikrokontroler yang terkenal. Salah satu produk mikrokontroler dari atmel adalah mikrokontroler AVR ATmega8515. Mikrokontroler AVR ini mulai diperkenalkan Atmel mulai tahun 1996.

Dalam Tugas Akhir ini penulis menggunakan mikrokontroler ATmega8515 produk dari Atmel sebagai pembangkit dan penghitung frekuensi. Penggunaan mikrokontroler ini dirasa cukup penting selain karena kemudahan dalam pemrograman yang diberikan, juga memiliki fitur-fitur yang berguna, salah satunya adalah pewaktu/pencacah. Dengan mengenal dasar fitur pewaktu/pencacah, diharapkan pengembangan dalam pemanfaatan mikrokontroler ini dapat optimal. Penggunaan mikrokontroler Atmel ATmega8515 didukung oleh kecepatan kerja ATmega8515 sebesar 16 MHz sehingga mampu membangkitkan frekuensi hingga 8 MHz, kemampuan pencacah 16-bit, serta kemudahan pemrograman pada mikrokontroler ini karena menggunakan bahasa C

sebagai bahasa pemrogramannya.

1.2 Tujuan

Tujuan yang hendak dicapai pada Tugas Akhir ini, yaitu :

1. Mempelajari tentang mikrokontroler AVR ATmega8515.
2. Membuat perangkat keras dan lunak untuk pembangkit dan penghitung frekuensi menggunakan mikrokontroler ATMEL ATmega8515.

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. Semua perhitungan dan analisa adalah didasarkan pada keadaan ideal dari nilai-nilai komponen dan perangkat-perangkat lain yang mendukungnya.
3. Frekuensi keluaran berupa gelombang kotak.
4. Frekuensi maksimal adalah 100 KHz.

II. KAJIAN PUSTAKA

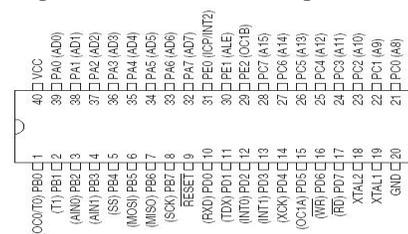
2.1 Tinjauan umum perangkat keras

2.1.1 Mikrokontroler ATmega8515^[4]

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*).

2.1.1.1 Susunan kaki mikrokontroler ATmega8515

Bentuk kemasan dan susunan kaki-kaki mikrokontroler dari ATmega8515 diperlihatkan seperti pada Gambar 2.1^[4]. Pada penggunaan sumber clock eksternal, pin yang digunakan ialah pin T1. Pin T1 berada pada Port B1, sedangkan untuk pembangkit digunakan pin OC1A. Pin tersebut pada Port D5.



Gambar 2.1 Susunan kaki pada ATmega8515.

¹ Mahasiswa Jurusan Teknik Elektro Universitas Diponegoro

² Staf Pengajar Jurusan Teknik Elektro Universitas Diponegoro

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

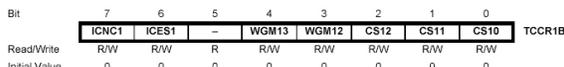
PORTA/B/C/D/E dan DDRA/B/C/D/E merupakan *register-register* yang digunakan untuk mengatur PORTA/B/C/D/E^[16], sedangkan PIN PORTA/B/C/D/E digunakan untuk mengakses pin pada port A,B,C,D,E secara individu. Hubungan antara PORT PORTA/B/C/D/E dan DDR PORTA/B/C/D/E diperlihatkan pada Tabel 2.1.

TABEL 2.1 KOMBINASI BIT DDRN DAN PORTN.

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

2.1.1.3 Pewaktu/pencacah

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



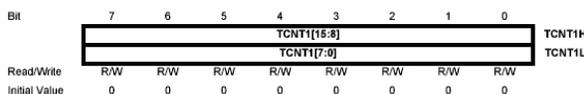
Gambar 2.2 Register TCCR1B.

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 Tinjauan umum perangkat lunak

2.2.1 Bahasa C^[1]

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.hpinfofotech.ro.

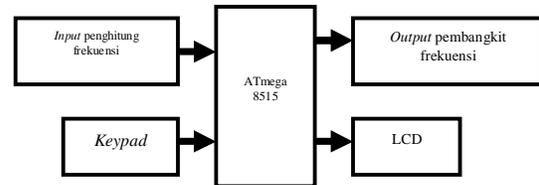
2.2.2 Bahasa Rakit (*Assembly*)

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

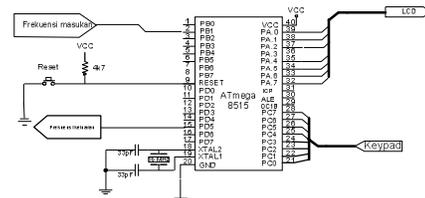
Diagram blok sistem secara keseluruhan pada perancangan alat ini dapat dilihat pada Gambar 3.1 sebagai berikut :



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.



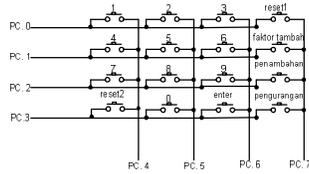
Gambar 3.2 Bagan rangkaian sistem

TABEL 3.1 PENGGUNAAN PORT-PORT PADA ATMEGA8515.

Port ATmega8515	Fungsi
Port A	PA0-PA2, PA4 – PA7 Output ke LCD
Port B	PB1 Input penghitung frekuensi
Port C	PC0 – PC7 Input dari Keypad
Port D	PD5 Output pembangkit frekuensi.

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.

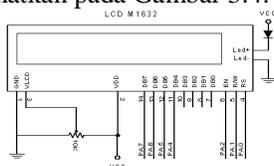
Setiap tombol akan memberikan logika 0 pada baris dan kolom tertentu sesuai dengan tabel yang tampak pada Tabel 3.2. Jika logika pada sebuah Pin berubah menjadi 0, mikrokontroler akan memberikan sebuah konstanta. Konstanta ini kemudian dikombinasikan, sehingga diperoleh nilai yang menunjukkan penekanan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

TABEL 3.2 DAFTAR ARTI TIAP TOMBOL Matrik.

Pin	PC.4	PC.5	PC.6	PC.7
PC.0	1	2	3	RESET1
PC.1	4	5	6	FAKTOR TAMBAH
PC.2	7	8	9	PENAMBAHAN
PC.3	RESET2	0	ENTER	PENGURANGAN

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.



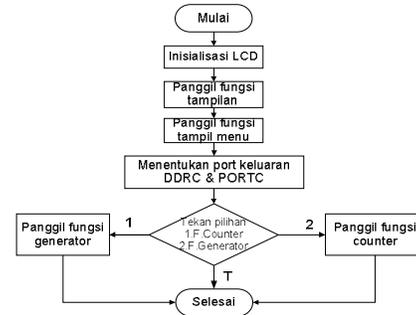
Gambar 3.4 Rangkaian LCD M1632.

3.2 Perancangan perangkat lunak

3.2.1 Program utama

Bagian ini merupakan bagian utama dimana compiler akan melakukan inisialisasi 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

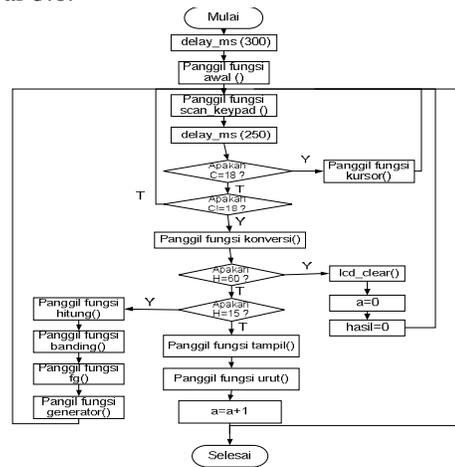
alir (flowchart) program utama ditunjukkan pada Gambar 3.5.



Gambar 3.5 Diagram alir program utama.

3.2.2 Fungsi generator

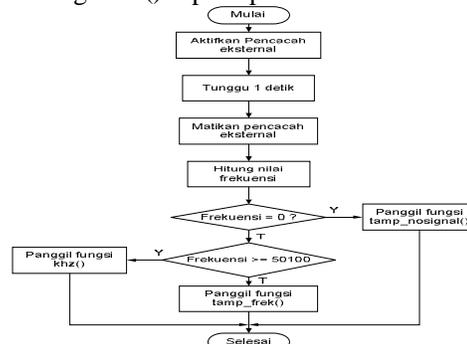
Bagian ini merupakan bagian utama dari menu frekuensi generator, dimana pada fungsi ini terdapat inisialisasi dan pemanggilan fungsi-fungsi lain yang berhubungan dengan kerja dari frekuensi generator. Diagram alir dari fungsi generator () diberikan pada Gambar 3.6.



Gambar 3.6 Diagram alir fungsi generator ().

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 3.7.



Gambar 3.7 Diagram alir fungsi Hz().

Pencacah eksternal yang diaktifkan dalam bahasa C adalah sebagai berikut :

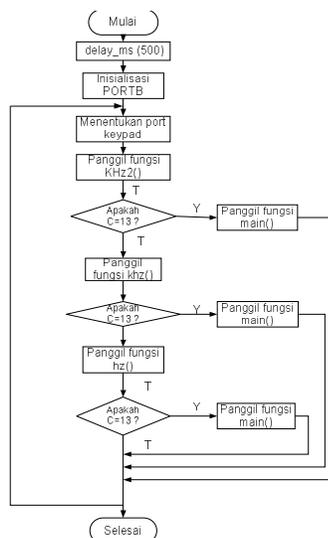
```

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 counter

Bagian ini merupakan bagian utama dari menu frekuensi counter, dimana pada fungsi ini terdapat inialisasi dan pemanggilan fungsi-fungsi lain yang berhubungan dengan kerja dari frekuensi counter. Diagram alir dari fungsi counter() seperti pada Gambar 3.8.

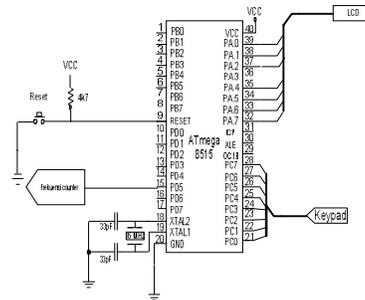


Gambar 3.8 Diagram alir fungsi counter().

IV. HASIL PENELITIAN

4.1 Pengujian alat dengan frekuensi counter

Pada pengujian sistem dengan frekuensi counter, dilakukan dengan memberi masukan pada mikrokontroler ATmega8515 dan keluarannya berupa frekuensi pada pin 5 PORT D (PD5) dimasukkan pada *frekuensi counter*. Skema rangkaian pengujian seperti pada Gambar 4.1. Hasil pengujian yang lain dari sistem minimum mikrokontroler ATmega8515 dengan menggunakan frekuensi counter dapat dilihat pada Tabel 4.1.



Gambar 4.1 Skema rangkaian pengujian alat dengan frek.counter.

TABEL 4.1 HASIL PENGUJIAN DENGAN FREKUENSI COUNTER.

Frek.Input(Hz)	Frek.pada LCD	Frek. pada Frek.Counter
500	500	500
600	600	600
700	700	700
800	800	800
900	900	900
1000	1000	1000
2000	2000	2000
3000	3000	3000
4000	4000	3999
5000	5000	4999

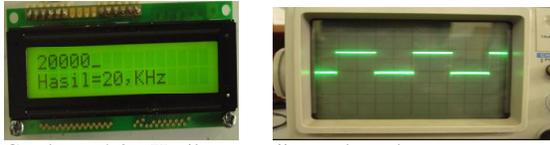
Dari data yang didapat dari pengujian sistem minimum mikrokontroler ATmega8515 dengan menggunakan frekuensi counter dapat terlihat bahwa frekuensi yang dihasilkan oleh pembangkit frekuensi mendekati frekuensi yang ditampilkan oleh *frekuensi counter*. Hal tersebut disebabkan sistem ini menggunakan clock sebesar 16 MHz, sehingga 1 siklusnya mendekati sama dengan 125 ns, karena faktor 1 siklusnya bisa lebih atau kurang dari atau sama dengan 125 ns maka frekuensi yang dihasilkan dan ditampilkan pada LCD terjadi selisih. Bila 1 siklus kurang dari 125 ns diperoleh frekuensi lebih dari 100 KHz, sebaliknya bila 1 siklus lebih dari 125 ns diperoleh frekuensi kurang dari 100 KHz. Selain itu perbedaan ini disebabkan karena didalam proses pengeksekusi program didalam sistem terdapat berbagai macam instruksi-instruksi sehingga proses-proses tersebut juga memakan waktu, karena terdapat *looping-looping* didalamnya. Gambar 4.2 merupakan hasil pengujian sistem minimum mikrokontroler ATmega8515 dengan menggunakan frekuensi counter pada audio generator.



Gambar 4.2 Pengujian alat dengan frek.counter pada audio generator.

Pada pengujian ini hasil gelombang keluarannya dapat dilihat dengan menggunakan

oscilloscope. Dengan mengetahui V/div dan T/div dari *oscilloscope*, maka kita dapat mengetahui nilai frekuensi yang dihasilkan. Gambar 4.3 merupakan hasil pengujian alat dengan menggunakan *oscilloscope*.

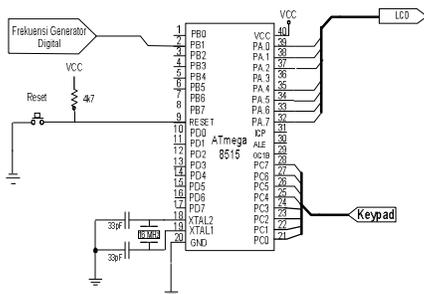


Gambar 4.3 Hasil pengujian alat dengan menggunakan *oscilloscope*

Dari hasil pengamatan di atas terlihat bahwa terdapat perbedaan antara frekuensi masukan, yaitu frekuensi yang dimasukkan pada sistem minimum mikrokontroler ATmega8515 dengan menggunakan *keypad*, dengan frekuensi keluaran, yaitu frekuensi yang terlihat pada layar *oscilloscope*. Perbedaan ini disebabkan karena didalam proses pengeksekusi program didalam sistem mikrokontroler ATmega8515 terdapat berbagai macam instruksi-instruksi sehingga menyebabkan proses frekuensi yang dihasilkan sedikit berbeda dari frekuensi yang dimasukkan. Proses-proses tersebut juga memakan waktu, karena terdapat *looping-looping* didalamnya. Perbedaan tersebut dapat juga disebabkan karena adanya faktor toleransi dari masing-masing komponen sehingga menyebabkan adanya sedikit penyimpangan dari kondisi idealnya.

4.2 Pengujian alat dengan frekuensi generator digital

Pada pengujian mikrokontroler ATmega8515 dengan frekuensi generator, dilakukan dengan memberi masukan frekuensi tertentu pada pin 1 PORT B (T1). Skema rangkaian pengujian seperti pada Gambar 4.4.



Gambar 4.4 Skema rangkaian pengujian alat dengan frek.generator.

Hasil pengujian frekuensi mikrokontroler ATmega8515 dengan menggunakan frekuensi generator digital seperti pada Tabel 4.2.

TABEL 4.2 HASIL PENGUJIAN DENGAN MENGGUNAKAN FREKUENSI GENERATOR DIGITAL..

Frekuensi Generator Digital (Hz)	Frekuensi pada LCD Mikrokontroler ATmega8515 (Hz)
0	0
10	10
20	20
30	30
40	40
44	44
45	45
46	46
50	50
60	60
100	100
500	500
900	900
1000	1000
2000	2000

Data yang didapat dari pengujian pada frekuensi generator menunjukkan bahwa frekuensi yang dihitung oleh penghitung frekuensi mendekati nilai frekuensi yang dihasilkan oleh *frekuensi generator*. Hal tersebut disebabkan karena terjadi beda waktu pada saat pencuplikan terhadap frekuensi yang ada. Perbedaan ini juga disebabkan karena didalam proses pengeksekusi program didalam sistem mikrokontroler ATmega8515 terdapat berbagai macam instruksi-instruksi sehingga menyebabkan proses frekuensi yang dihasilkan sedikit berbeda dari frekuensi yang dimasukkan.

V. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

1. Kemampuan mikrokontroler ATmega8515 untuk *16-bit Timer/Counter* dapat difungsikan sebagai penghitung frekuensi dengan mengaktifkan masukan pewaktu eksternal (*External clock source*) pada T1 / Port B pin 1.
2. Kemampuan mikrokontroler ATmega8515 untuk *16-bit Timer/Counter* dapat difungsikan sebagai pembangkit frekuensi dengan mengaktifkan pembandingan (*compare*) pada Port D pin 5.
3. Pada pengujian pembangkit maupun penghitung frekuensi diperoleh frekuensi yang mendekati frekuensi masukan.
4. Dengan menggunakan mikrokontroler ATmega8515, frekuensi dari pembangkit frekuensi dapat diubah sesuai dengan keadaan yang diinginkan.

5.2 Saran

Dari hasil perancangan dan pembuatan alat penghitung frekuensi menggunakan mikrokontroler ATmega8515 yang diaplikasikan pada generator sinkron serta pengujian yang telah dilakukan dapat diberikan saran-saran sebagai berikut :

1. Mikroprosesor ATmega8515 dapat digunakan sebagai penghitung frekuensi yang mampu menghitung frekuensi hingga setengah dari nilai clock pada kristal yang digunakan, serta dapat dikembangkan dengan menggunakan metode algoritma yang berbeda.
2. Pembangkit dan penghitung frekuensi merupakan salah satu *fitur* dasar dari mikrokontroler ATmega8515 yang dapat dikembangkan ke dalam berbagai aplikasi yang lain misalnya : sistem pengaman pada generator sinkron.



**Mustafa Idi Nugroho
(L2F099621)**

Dilahirkan di Purwokerto, 19 Mei 1981. Menempuh pendidikan dasar di SD Cendrawasih Persit KCK Jayapura hingga tahun 1993 dan melanjutkan pendidikan di SMP Negeri 1 Jember sampai tahun 1996 kemudian melanjutkan ke SMA Negeri 1 Arjasa, Jember 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: _____

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Kadir, Abdul, *Pemrograman Dasar Turbo C untuk IBM PC*, ANDI Offset, Yogyakarta, 1997.
- [2] Khadiq, Achmad, *Aplikasi Mikrokontroler ATMEL AT90S8515 Sebagai Pengatur pada Mesin Tetas*, Tugas Akhir, Teknik Elektro Undip, 2005.
- [3] Mahadmadi, Fajar, *Embedded C Pada Mikrokontroler AVR AT90S8515*, Tugas Akhir, Teknik Elektro Undip, 2003.
- [4] ---, *8-bit AVR Microcontroller instruction set*, <http://www.atmel.com>, 2005.
- [5] ---, *8-bit Microcontroller with 8 K Bytes Flash, ATmega8515 datasheet*, <http://www.atmel.com>, 2005.
- [6] ---, *CodeVisionAVR User Manual*, Version 1.0.1.7, HP InfoTech, 2001.
- [7] ---, *Instruction Set*, <http://www.atmel.com>.