

ANALISIS KETEPATAN PENGHITUNG FREKUENSI DENGAN METODE PENCACAHAN BERBASIS MIKROKONTROLER AT89S52

Oleh : **Freddy Kurniawan**
Sekolah Tinggi Teknologi Adisutjipto
email: freddykurniawan@yahoo.com

Abstract

A frequency counter is an electronic instrument, or component of one, that is used for measuring frequency. Frequency counters usually measure the number of oscillations or pulse per second in a repetitive electronic signal. A digital-signal frequency counter, can measure the number of positive-going-transition or the number of negative-going-transition of signal in a set of period time.

This 2-channels AT89S52 microcontroller-based frequency counter works by using two counters, which accumulates the number of negative-going-transitions occurring within one second period. This frequency counter can measure frequency from 1 Hz to 920 kHz. The upper limit of frequency can be extended up to 2 MHz by adding a frequency divider. The analysis of the accuracy of measuring presented in this article can support to determine the number of digit to display.

Keywords : microcontroller-based frequency counter, negative-going-transitions, accuracy.

1. LATAR BELAKANG MASALAH

Penghitung frekuensi merupakan salah satu instrumen elektronis yang biasa terdapat di Laboratorium. Perangkat tersebut dapat menghitung frekuensi masukan hingga ketelitian tertentu. Salah satu metode yang digunakan untuk menghitung frekuensi adalah dengan mencacah frekuensi masukan. Dalam durasi waktu tertentu, banyaknya periode isyarat masukan dicacah. Hasil cacahan dibagi dengan durasi waktu, sehingga dihasilkan nilai frekuensi masukannya (Kamal, 2008).

Salah satu komponen utama dari penghitung frekuensi adalah sebuah prosesor. Prozessor tersebut harus dapat melakukan proses pencacahan dan kemudian melakukan operasi aritmatika. Agar harga instrumen penghitung frekuensi menjadi lebih kompetitif, maka dapat digunakan sebuah mikrokontroler sebagai pengganti prosesor (Socher, 2005). Dengan menggunakan mikrokontroler 8 bit AT89S52, dapat dibentuk penghitung frekuensi 2 saluran masukan dengan metode pencacahan isyarat masukan.

Salah satu fasilitas yang dimiliki mikrokontroler keluarga 8052 yang digunakan dalam proses penghitungan frekuensi masukan adalah pewaktu (*timer*). Mikrokontroler mempunyai tiga buah pewaktu, yaitu T0, T1 dan T2. Ketiga pewaktu tersebut tidak saling gayut (independen). Bahkan semua pewaktu tersebut dapat berjalan bersamaan dengan jalannya program utama. Kedua pewaktu tersebut dapat dioperasikan sebagai pewaktu atau pencacah (*counter*) dengan beberapa mode (Atmel, 2007).

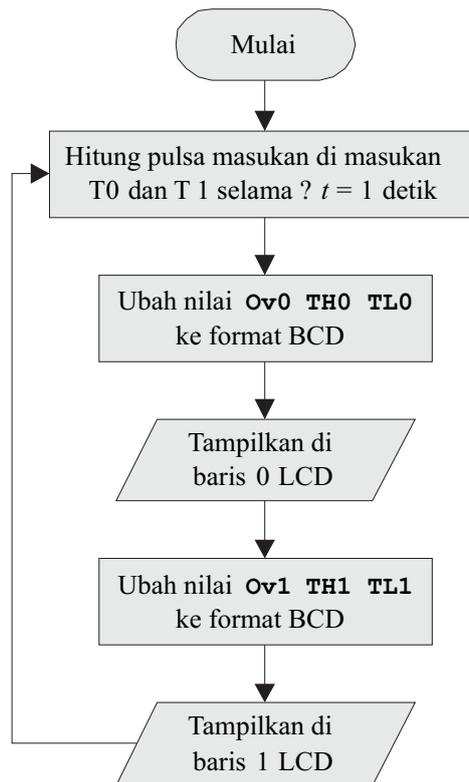
2. METODOLOGI PENELITIAN

Pencacahan dengan Pewaktu

Pada penelitian ini, T0 dan T1 difungsikan sebagai pencacah (*counter*) dan T2 difungsikan sebagai pewaktu (*timer*). Pencacah T0 digunakan untuk mencacah banyaknya

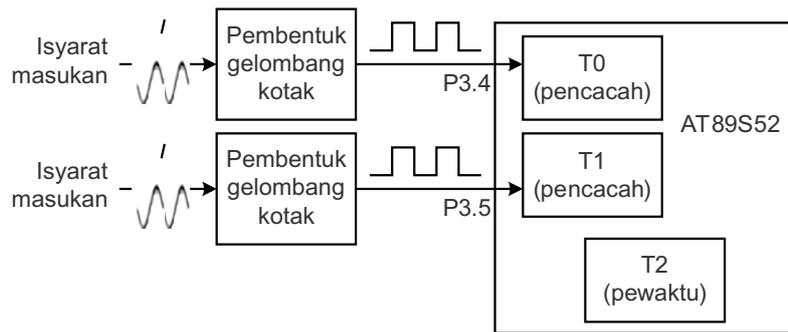
isyarat masukan dari saluran masukan 0 dan pencacah T1 digunakan untuk mencacah banyaknya isyarat masukan dari saluran masukan 1. Sedangkan pewaktu T2 digunakan untuk menentukan durasi waktu cacahan yang dilakukan oleh pencacah T0 dan T1 yaitu 1 detik.

Diagram alir program utama dapat dilihat pada Gambar 1. Pencacah T0 dan T1 menghitung pulsa dari setiap masukannya selama durasi waktu 1 detik. Setelah cacahan dari pencacah T0 dan T1 selesai, maka nilai di tripel register Ov0 TH0 TL0 dan Ov1 TH1 TL1 dikonversi ke format BCD 6 digit untuk ditampilkan di baris 0 dan 1 penampil LCD.



Gambar 1 Diagram alir program utama

Isyarat masukan bagi pencacah T0 diumpankan ke port 3 pin 4 (P3.4); sedangkan isyarat masukan bagi pencacah T1 diumpankan ke port 3 pin 5 (P3.5), sebagaimana terlihat pada . Sebuah blok pembentuk gelombang kotak dapat ditambahkan pada masukan jika isyarat masukan belum berbentuk isyarat *clock*. Blok ini dapat mempunyai komponen utama sebuah penyangga dengan pemacu Schmitt, sebuah komparator dan Op-Amp (Tocci, 1998). Komponen penyangga dapat menggunakan IC 74LS14 atau 74HC14 jika isyarat masukan mempunyai frekuensi di atas 10 MHz.



Gambar 2 Bagan pencacah frekuensi dengan pewaktu.

Pencacah dioperasikan dalam mode normal. Isyarat masukan ke T0 dan T1 akan dicuplik dengan frekuensi cuplikan f_s sesuai Persamaan (1) (Atmel, 1997).

$$f_s = \frac{f_{clock}}{12} \tag{1}$$

Sesuai dengan hukum Nyquist, frekuensi maksimal yang dapat dicacah dengan benar mengikuti Persamaan (2).

$$f_{maks} = \frac{f_s}{2} \tag{2}$$

Mikrokontroler dioperasikan dengan frekuensi clock $f_{clock} = 24$ MHz, sehingga f_s bernilai 2 MHz. Sesuai dengan Persamaan (2), maka frekuensi maksimal yang dapat dicacah adalah 1 MHz.

Proses Cacahan

Setiap terjadi sisi turun isyarat di saluran masukan 0, TH0 TL0 akan naik satu digit; dan setiap terjadi sisi turun isyarat di saluran masukan 1, TH1 TL1 akan naik satu digit. T0 dan T1 difungsikan sebagai pencacah mode 1, sehingga bertindak sebagai pencacah 16 bit. Batas atas cacahan untuk pasangan register TH0 TL0 dan TH1 TL1 adalah FFFFh atau 65.535.

Untuk meningkatkan batas atas cacahan, maka pada saat dari setiap pewaktu terjadi limpahan (*overflow*) sebuah subrutin yang diaktifkan oleh interupsi akan dieksekusi. Subrutin tersebut adalah INT_T0 dan INT_T1. Setiap terjadi limpahan dari pewaktu T0, sebuah interupsi akan memanggil subrutin INT_T0. Subrutin tersebut akan menaikkan nilai variabel OV0. Dan setiap terjadi limpahan dari pewaktu T1, sebuah interupsi akan memanggil subrutin INT_T1. Subrutin tersebut akan menaikkan nilai variabel OV1. Dengan cara ini limpahan dari TH0 TL0 dimasukkan ke variabel OV0; sedangkan limpahan dari TH1 TL1 dimasukkan ke variabel OV1. Sehingga hasil cacahan akan tersimpan dalam tiga lokasi memori (tripel memori) dengan kapasitas 24 bit. Nilai cacahan T0 disimpan dalam tripel memori OV0 TH0 TL0; dan nilai cacahan T1 disimpan dalam tripel memori OV1 TH1 TL1.

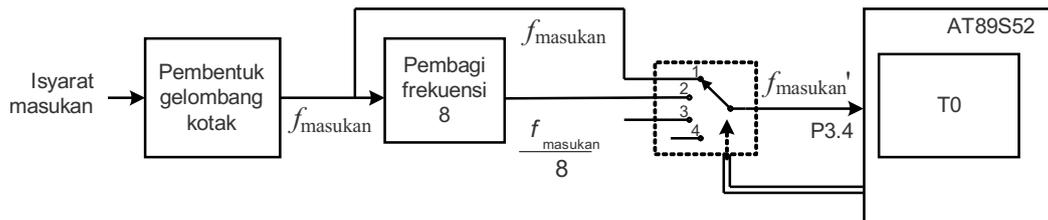
Dengan kapasitas cacahan sebesar 24 bit, nilai frekuensi cacahan maksimal akan menjadi FF FF FFh atau 16.777.215 Hz. Nilai biner dalam tiga lokasi memori tersebut dikonversi ke bentuk ASCII untuk kemudian ditampilkan dalam penampil LCD. Sebuah lokasi memori dapat menampung dua karakter ASCII yang akan ditampilkan, sehingga dibutuhkan 8 lokasi memori untuk menampilkan nilai $f_{maks} = 16.777.215$ Hz.

Pencacahan dengan Masukan Frekuensi Lebih Tinggi

Dengan frekuensi cuplikan 2 MHz, maka frekuensi maksimal yang dapat dicacah adalah 1 MHz. Agar sistem ini dapat mencacah frekuensi yang lebih tinggi, maka dipasanglah sebuah *prescaler* di setiap masukan bagi pencacah 0 dan 1. Setiap *prescaler*

akan membagi frekuensi masukan sehingga isyarat yang masuk ke setiap pencacah tetap dapat dicacah dengan benar.

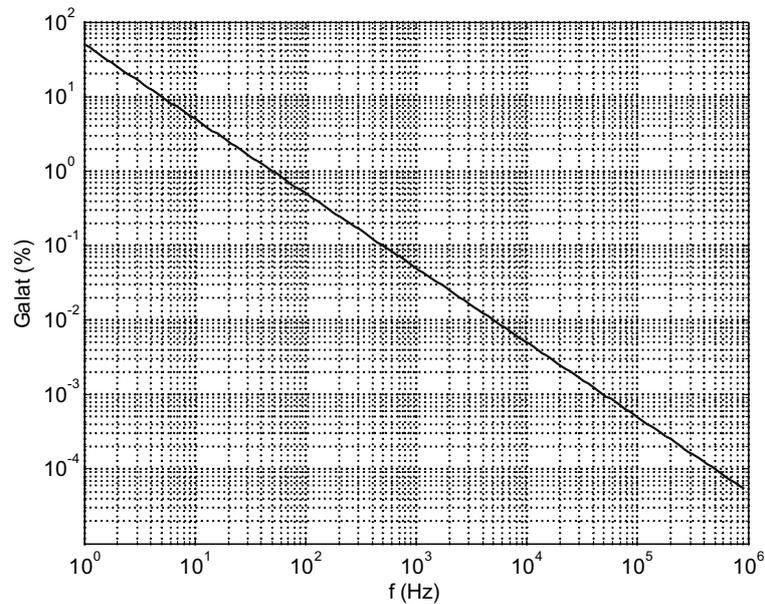
Pada penelitian ini, digunakan *prescaler* IC 74HC393. IC tersebut merupakan IC pembagi dan mampu menerima *clock* dengan frekuensi 99 MHz (Phillips Semiconductor, 1990). Dengan delapan buah flip-flop JK, IC tersebut dapat dioperasikan sebagai pembagi 2 hingga 256. Dikarenakan pembangkit frekuensi di laboratorium hanya dapat membangkitkan isyarat dengan frekuensi maksimal 2 MHz, maka cacahan sistem ini dibatasi hingga 2 MHz. Untuk menjaga agar ketelitian hasil cacahan atas frekuensi masukan tinggi tetap tinggi, maka *prescaler* dioperasikan sebagai pembagi 8 sebagaimana Gambar 3.

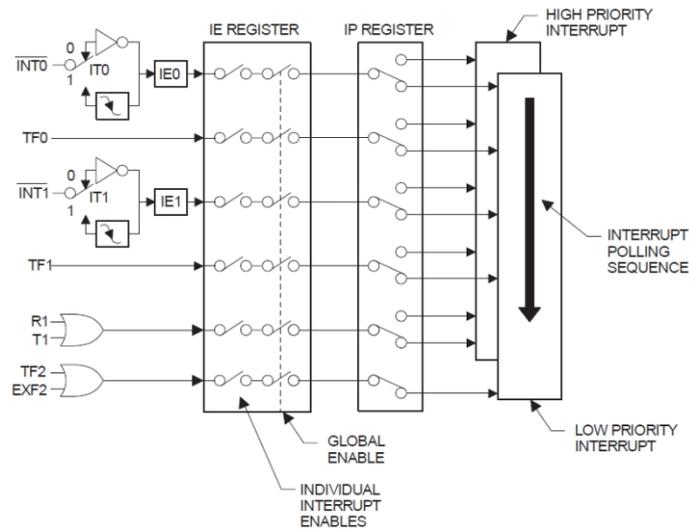


hasil pembulatan. Jika $f_{masukan}$ merupakan nilai frekuensi masukan dan f merupakan nilai frekuensi yang tampil di layar pencacah ini, maka galat hasil cacahan dapat dihitung dengan Persamaan (3).

$$Galat = \frac{|f_{masukan} - f|}{f_{masukan}} \times 100\% \quad (3)$$

Nilai frekuensi cacahan mempunyai galat cukup tinggi pada frekuensi rendah sebagaimana terlihat pada . Sebagai contoh, frekuensi masukan 0,5 Hz dapat dicacah 0 kali atau 1 kali, sehingga frekuensi yang ditampilkan dapat 0 Hz atau 1 Hz. Di sini akan terjadi galat 100%.





Gambar 5 Proses *poling* interupsi

Jika T0 terpanggil lebih dahulu, maka setelah prosesor mengeksekusi isyarat memanggil subrutin INT_T0, akan terjadi interupsi T1. Hal ini akan mengakibatkan program melompat ke subrutin INT_T1. Setelah INT_T1 selesai dieksekusi, sebuah perintah *return interrupt* akan dieksekusi, dan program akan kembali melanjutkan subrutin INT_T0 hingga selesai.

Jalannya subrutin interupsi INT_T0 yang terinterupsi oleh interupsi dari T1 tidak akan mengacaukan jalannya program dan nilai di semua variabel. Demikian pula, jalannya subrutin interupsi INT_T1 yang terinterupsi oleh interupsi dari T0 tidak akan mengacaukan jalannya program dan nilai di semua variabel. Dan dalam kenyataan tampilan hasil cacahan pencacah 0 dan 1 tidak gayut sama sekali.

Pencacahan Frekuensi di atas 920 kHz.

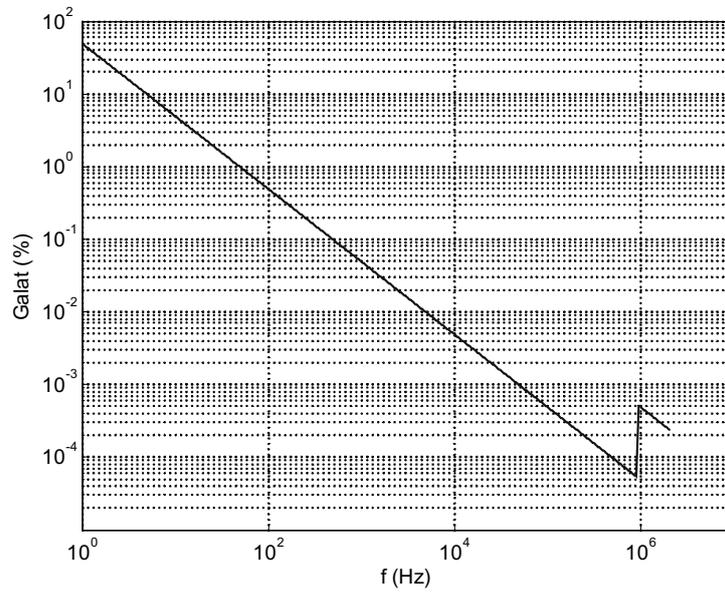
Dengan menggunakan IC digital 74HC393 yang difungsikan sebagai pembagi 8, mikrokontroler mestinya masih dapat melakukan cacahan hingga frekuensi $8 \times 920 \text{ kHz} = 7.360 \text{ kHz}$. Namun dikarenakan pembangkit frekuensi di laboratorium hanya mampu membangkitkan hingga frekuensi 2 MHz, maka f_{maks} ditetapkan hanya 2 MHz.

Dengan konfigurasi seperti Gambar 3, isyarat dengan frekuensi di atas 920 kHz akan dilewatkan ke pembagi 8 sebelum dihitung nilai frekuensinya. Jika f_{masuk} merupakan frekuensi yang masuk ke mikrokontroler, maka untuk frekuensi di atas 920 kHz, nilai f_{masuk} akan mengikuti Persamaan (4)

$$f_{masuk}' = \frac{f_{masuk}}{8} \tag{4}$$

Untuk $f_{masuk} > 920 \text{ kHz}$, nilai cacahan menjadi $\frac{1}{8}$ dari nilai frekuensi sesungguhnya sehingga nilai hasil cacahan harus dikalikan dengan delapan agar sama dengan frekuensi masukan sesungguhnya. Konsekuensi dari metode ini adalah digit paling kanan tidak layak lagi ditampilkan karena sudah melalui proses pembulatan. Sehingga untuk kisaran frekuensi di atas 920 kHz nilai satuan tidak ditampilkan. Untuk kisaran $920 \text{ kHz} < f_{masuk} < 1 \text{ MHz}$ digunakan format tampilan XXX.XX kHz. Sementara itu untuk kisaran $1 \text{ MHz} \leq f_{masuk} < 2 \text{ MHz}$ tetap dapat menggunakan tampilan 6 digit dengan format X.XXX.XX kHz.

Nilai galat untuk frekuensi di atas 920 kHz akan kembali mengikuti nilai galat untuk frekuensi $\frac{920 \text{ kHz}}{8} = 115 \text{ kHz}$ sebagaimana Gambar 6



DAFTAR PUSTAKA

- Atmel Corporation, 1997, *ATMEL Flash Microcontroller: Architectural Overview*, Atmel Corporation, San Jose, USA.
- Atmel Corporation, 2007, *Atmel 8051 Microcontrollers Hardware Manual*, Atmel Corporation, San Jose, U.S.A.
- IDT Corporation, 2001, *High-Speed CMOS Dual 4-Input Multiplexer*, IDT Corporate Headquarter, Santa Clara, California.
- Kamal, Ibrahim, 2008, *5 Hz to 500 kHz Frequency-Meter, Home-made, Accurate, and Simple Solution*, online [http://www.ikalogic.com/Build your home-made 500Khz Frequency meter!.htm](http://www.ikalogic.com/Build_your_home-made_500Khz_Frequency_meter!.htm), diakses tanggal 20 November 2008.
- Phillips Semiconductors, 1990, *74HC/HCT393 Dual 4-bit Binary Ripple Counter*, Phillips Corporation, Sunnyvale, California.
- Phillips Semiconductors, 1998, *74F393 Dual 4-bit Binary Ripple Counter*, Phillips Corporation, Sunnyvale, California.
- Socher, Guido, 2005, *Frequency counter 1Hz–100Mhz with LCD display and RS232 Interface*, LinuxFocus Editor Team.
- Tocci, R.J. dan Widmer, N.S., 1998, *Digital Systems*, 7th edition, Prentice-Hall, Inc., New Jersey, U.S.A.