

Analisis Ketepatan Penghitung Frekuensi dengan Metode Pencacahan Berbasis Mikrokontroler

(Accuracy Analysis on Frequency Counter using Microcontroller-based Frequency Counter Method)

FREDDY KURNIAWAN, AGUS BASUKESTI

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 microcontroller-based frequency counter work by using a counter, which accumulates the number of negative-going-transitions occurring within two periods for 16-bit microcontroller-timer overflow. After the period, the value in the counter is divided by the period and transferred to a display. This frequency counter can measure frequency from 100 Hz to 1 MHz. The upper limit of frequency can be extended up to 256 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

PENDAHULUAN

Penghitung frekuensi merupakan salah satu instrumen elektronis yang biasa terdapat di Laboratorium. Perangkat tersebut dapat menghitung frekuensi masukan hingga ketelitian tertentu. Penghitung frekuensi analog biasanya dapat menghitung dengan ketelitian hingga dua digit, sementara itu penghitung frekuensi digital dapat menghitung dengan ketelitian dua hingga tiga digit.

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. Dengan menggunakan mikrokontroler 8 bit keluarga MCS51, dapat dibentuk penghitung frekuensi dengan metode pencacahan isyarat masukan.

Salah satu fasilitas yang dimiliki mikrokontroler 8051 yang digunakan dalam proses penghitungan frekuensi masukan adalah pewaktu (*timer*). Mikrokontroler mempunyai dua buah pewaktu, yaitu T0 dan T1. Kedua pewaktu tersebut tidak saling gayut (*independen*). Bahkan, sesuai dengan manual Atmel (2007), T0 dan T1 dapat berjalan bersamaan dengan jalannya program utama. Kedua pewaktu tersebut dapat dioperasikan sebagai pewaktu atau pencacah (*counter*) dengan beberapa mode (Atmel, 1997). Pada penelitian ini, sebuah pewaktu digunakan untuk mencacah banyaknya isyarat masukan, sedangkan pewaktu yang lain digunakan untuk

menentukan durasi waktu cacahan. Penghitungan nilai frekuensi masukan dilakukan dengan membagi hasil cacahan dengan durasi waktu berlangsungnya cacahan yang telah dihitung oleh pewaktu.

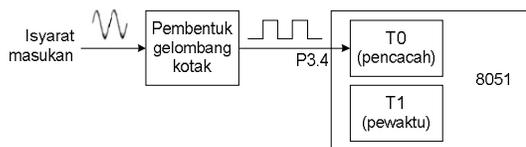
Frekuensi hasil cacahan ditampilkan dalam beberapa digit desimal. Sementara itu, mikrokontroler ini hanya mampu menyimpan dan mengolah secara langsung data 8 bit. Sehingga untuk beberapa proses aritmatika yang melibatkan data hingga 32 bit, harus digunakan beberapa algoritma khusus dengan memanfaatkan memori yang dapat digunakan secara leluasa yang ukurannya tidak lebih dari 64 byte.

TINJAUAN PUSTAKA

1. Pencacahan dengan Pewaktu

Mikrokontroler dioperasikan dengan frekuensi clock 12 MHz. Satu cacahan pencacah membutuhkan waktu 1 siklus mesin, yaitu 1 mikrodetik (Atmel, 2007). Selang antar dua cacahan juga 1 mikrodetik. Pada penelitian ini, T0 digunakan sebagai pencacah dan T1 sebagai pewaktu.

Isyarat masukan diberikan ke masukan bagi T0, yaitu port 3 pin 4. Sebagaimana terlihat pada Gambar 1, sebuah blok pembentuk gelombang kotak dapat ditambahkan pada masukan jika isyarat masukan belum berbentuk isyarat clock. Blok ini biasanya mempunyai komponen utama penyangga dengan pemacu Schmitt (Tocci, 1998), seperti 74HC14, atau 74AHCT14 (IDT Corporation) jika menggunakan isyarat masukan dengan frekuensi di atas 1 MHz, sebuah komparator dan Op-Amp.



GAMBAR 1. Bagan pencacah frekuensi dengan pewaktu

T0 difungsikan sebagai pencacah mode 1, sehingga T0 bertindak sebagai pencacah 16 bit. Batas atas cacahan untuk pasangan register TH0 TLO adalah FFFFh atau 65.535. Setiap terjadi sisi turun isyarat masukan, TH0 TLO akan naik satu digit. Dengan dimasukkannya isyarat clock

ke T0, maka nilai TH0 TLO akan naik hingga FFFFh dan kembali ke 0000h. Kembalinya nilai TH0 TLO dari FFFFh ke 0000h menandakan terjadi limpahan (*overflow*) pada T0.

Sementara itu, T1 difungsikan sebagai pewaktu mode 1, sehingga T1 bertindak sebagai pewaktu 16 bit. Batas atas nilai TH1 TL1 juga FFFFh atau 65.535. Setiap diaktifkan, nilai TH1 TL1 direset terlebih dahulu. Sehingga setiap pewaktu T1 diaktifkan, T1 akan mencacah dengan menaikkan TH1 TL1 setiap satu mikrodetik satu nilai, dari 0000h hingga FFFFh. Pada saat TH1 TL1 mencapai nilai FFFFh, maka satu mikrodetik kemudian nilai TH1 TL1 kembali ke 0000h. Pada saat itu terjadi limpahan (*overflow*) pada T1. Durasi waktu dari dimulainya proses pencacahan hingga terjadi limpahan adalah 10000_{heks} atau 65.536 mikrodetik. Ini merupakan durasi waktu cacahan maksimal T1 atau t_{T1} .

2. Penghitungan Frekuensi Masukan

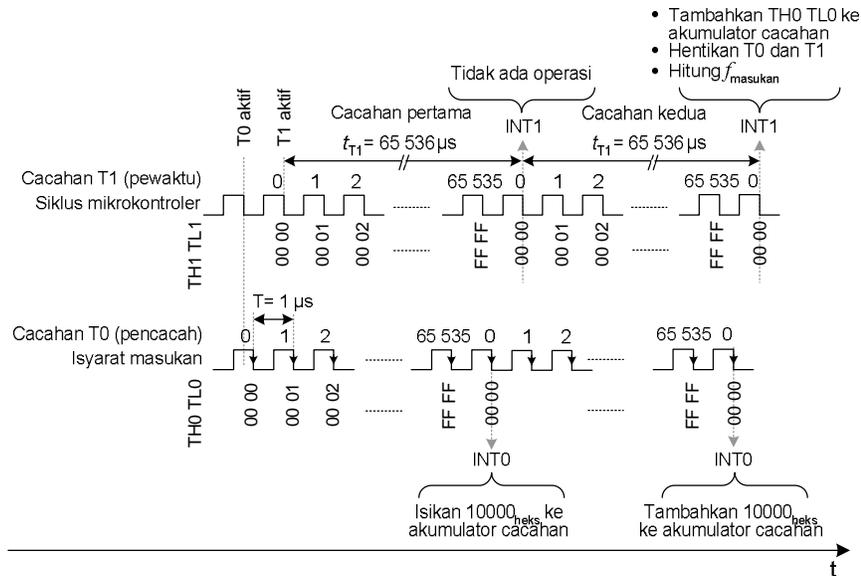
Proses cacahan ditetapkan berlangsung dalam durasi waktu $2 \times t_{T1}$. Sehingga batas atas cacahan pencacah T0 adalah 131.072 atau 20000_{heks} . Durasi waktu cacahan yang ditentukan oleh pewaktu T1 pun menjadi 131.072 mikrodetik. Untuk mencapai batas waktu tersebut, T1 dioperasikan hingga terjadi dua kali limpahan, atau proses pencacahan oleh T1 dilakukan dua kali.

Dengan mengaktifkan interupsi dari pewaktu 1 (INT1), maka setiap terjadi limpahan di T1, rutin di alamat 001Bh akan dieksekusi. Pada alamat tersebut dapat diletakkan instruksi untuk memanggil subrutin yang akan melakukan penghitungan atas frekuensi masukan. Setiap terjadi limpahan pada cacahan kedua, subrutin pengitung frekuensi tersebut dipanggil. Kerja interupsi 1 dapat dilihat pada Gambar 2.

Nilai hasil cacahan T0 selama $2 \times t_{T1}$ merupakan data 18 bit, sehingga harus disimpan dalam tiga register 8 bit yang membentuk akumulator cacahan 24 bit. Nilai cacahan maksimal adalah 131.072. Sementara itu, nilai TH0 TLO maksimal hanya 65535. Agar cacahan dapat mencapai nilai yang lebih tinggi, maka saat terjadi limpahan pertama dari TH0 TLO, akan dieksekusi subrutin untuk mengisikan nilai 10000_{heks} atau 65536 ke akumulator cacahan. Untuk keperluan tersebut, interupsi dari pencacah 0 (INT0) diaktifkan. Untuk satu

periode cacahan ($2 \times t_{T1}$), interupsi pertama INTO dapat terjadi jika frekuensi masukan di atas 500 kHz, sedangkan interupsi kedua INTO hanya

terjadi jika frekuensi masukan 1 MHz. Gambar 2 merupakan gambaran proses cacahan untuk frekuensi masukan 1 MHz.



GAMBAR 2. Cacahan untuk frekuensi masukan 1 MHz

Pada subrutin penghitung nilai frekuensi masukan dilakukan pembagian nilai akumulator cacahan dengan durasi proses cacahan dan menghasilkan nilai frekuensi masukan sesuai Persamaan 1.

$$f_{\text{masukan}} = \frac{\text{akumulator cacahan}}{2 \times t_{T1}} \times 1000 \text{ kHz} \quad (1)$$

Program ini dirancang agar dapat menampilkan hingga satu angka di belakang koma dengan satuan kHz, sehingga Persamaan 1 dapat diubah dan disederhanakan menjadi Persamaan 2.

$$f_{\text{masukan}} = \frac{\text{akumulator cacahan} \times 271_{\text{heks}}}{2000_{\text{heks}}} \times 10^{-1} \text{ kHz} \quad (2)$$

Hasil perkalian dari nilai akumulator cacahan dengan 271_{heks} merupakan data 28 bit. Nilai tersebut disimpan dalam empat register 8 bit yang membentuk memori 32 bit. Proses pembagian dengan bilangan 2000_{heks} cukup dilakukan dengan menggeser bit-bit register 32 bit hasil perkalian sebanyak 13 bit ke kanan.

Nilai f_{masukan} mempunyai panjang maksimal 15 bit. Data 15 bit tersebut setara dengan bilangan desimal dengan ketelitian maksimal 4½ digit.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Pencacahan atas Frekuensi Masukan

Mikrokontroler dioperasikan dengan *clock* 12 MHz. Selang antar dua cacahan adalah 1 μs . Frekuensi maksimal masukan adalah 1 MHz. Cacahan atas frekuensi di atas 1 MHz akan menimbulkan efek *aliasing* sebagaimana proses pencuplikan atas isyarat analog dengan frekuensi cuplikan kurang dari dua kali frekuensi masukannya. Pada frekuensi di atas 1 MHz, tidak semua sisi turun isyarat masukan berurutan akan dicacah.

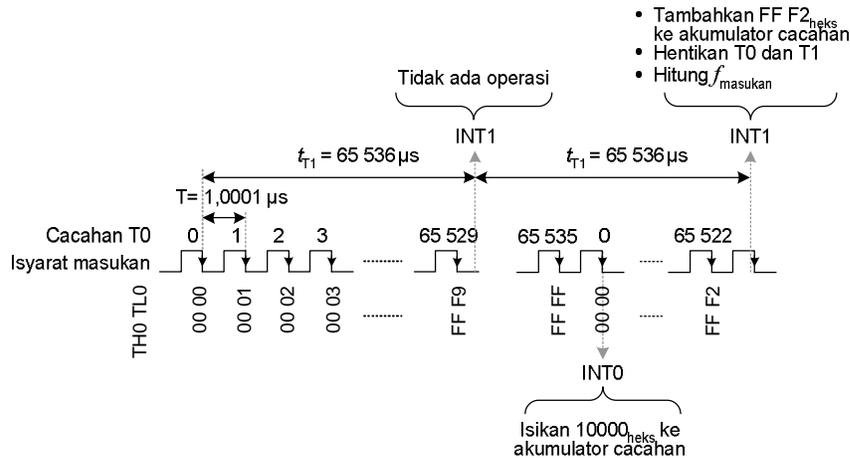
Pada frekuensi masukan 1 MHz, pencacah akan mencacah *clock* masukan tepat setiap 1 mikrodetik sebagaimana Gambar 2. Sehingga dalam selang $2 \times t_{T1}$, diperoleh 20000_{heks} atau 131.072 cacahan.

Frekuensi yang lebih rendah akan dicacah, namun kadang tidak akan tepat. Dalam durasi waktu $2 \times t_{T1}$, jumlah cacahan atas *clock* berfrekuensi f dinyatakan dalam Persamaan 3.

$$Cacahan = \frac{f}{1000} \times 131.072 \text{ ribu kali} \quad (3)$$

Sesuai Persamaan 3, isyarat masukan berfrekuensi 999,9 kHz dicacah sebanyak 131.058,9 kali. Namun karena hasil cacahan

T0 selalu menghasilkan bilangan bulat. Isyarat tersebut dapat dicacah 131.058 kali atau dicacah 131.059 kali sebagaimana diberikan dalam Gambar 3. Nilai cacahan pertama akan menghasilkan nilai frekuensi 999,89 kHz. Di sini terjadi galat 0,001 %. Sedangkan nilai cacahan kedua akan menghasilkan nilai frekuensi tepat 999,90 kHz.



GAMBAR 3. Cacahan untuk frekuensi masukan 999,9 kHz

Nilai frekuensi dari nilai cacahan kedua akan lebih sering muncul. Perbandingan kemungkinan kemunculan nilai frekuensi 999,90 kHz dan nilai frekuensi 999,89 kHz adalah 9:1. Namun kemunculan nilai kedua harus tetap dicegah. Untuk itu digunakanlah pembatasan ketepatan hingga digit tertentu berdasar persentase galat terbesar yang mungkin terjadi.

2. Galat

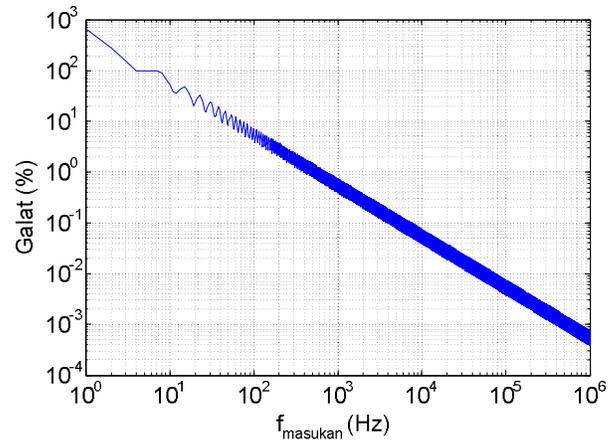
Nilai hasil hitungan $f_{masukan}$ dapat mempunyai galat terkecil 0 %. Ini terjadi untuk frekuensi masukan 1 MHz dan beberapa frekuensi di bawahnya. Untuk frekuensi masukan 999,9 kHz dapat diperoleh nilai hasil hitungan 999,89 kHz atau 999,90 kHz dengan galat maksimal 0,001 %. Pada umumnya, semakin rendah frekuensi, galat yang terjadi akan semakin besar, sebagaimana GAMBAR 1.

Untuk kisaran frekuensi masukan 100 kHz hingga di bawah 1 MHz akan didapat galat maksimal nilai frekuensi hasil hitungan di bawah 0,01 %, sebagaimana Gambar 5. Pada kisaran tersebut dapat digunakan ketelitian hingga 4 digit. Sehingga pada kisaran tersebut, frekuensi hasil hitungan akan dibulatkan dalam ratusan hertz. Format nilai frekuensi yang ditampilkan adalah XXX.X kHz.

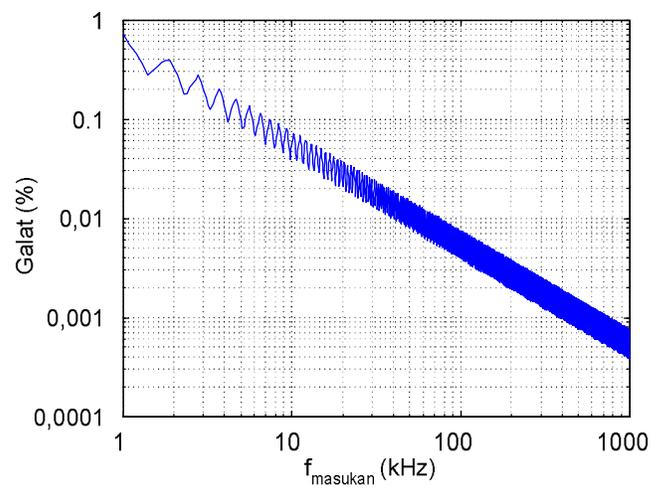
Sementara itu, untuk kisaran frekuensi masukan 10 kHz hingga di bawah 100 kHz akan didapat galat maksimal nilai frekuensi hasil hitungan di bawah 0,1 %. Pada kisaran tersebut dapat digunakan ketelitian hingga 3 digit. Sehingga pada kisaran tersebut, frekuensi hasil hitungan akan dibulatkan dalam ratusan hertz. Format nilai frekuensi yang ditampilkan adalah XX.X kHz.

Sedangkan untuk kisaran frekuensi masukan 1 kHz hingga di bawah 10 kHz akan didapat galat maksimal nilai frekuensi hasil hitungan di bawah 1 %. Pada kisaran tersebut dapat digunakan ketelitian 2 digit. Sehingga pada kisaran tersebut, frekuensi hasil hitungan juga akan dibulatkan dalam ratusan hertz. Format nilai frekuensi yang ditampilkan adalah X.X kHz.

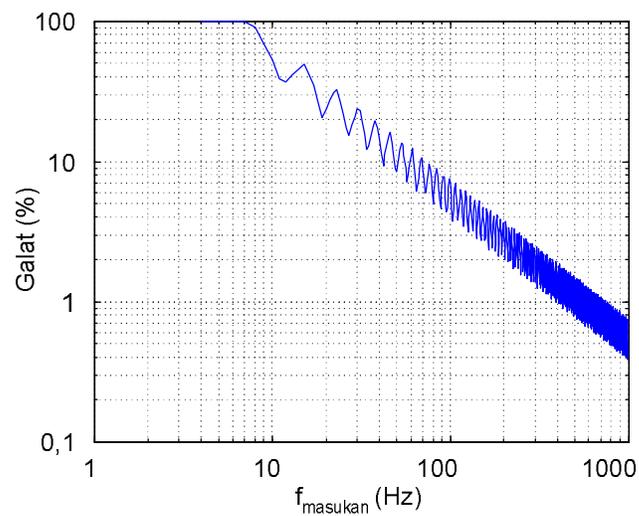
Untuk kisaran frekuensi masukan 100 Hz hingga di bawah 1 kHz akan didapat galat maksimal hasil cacahan di bawah 10 %, sebagaimana Gambar 6. Pada kisaran tersebut hanya dapat digunakan ketelitian 1 digit. Sehingga pada kisaran tersebut, hanya terdapat sepuluh macam nilai frekuensi hasil hitungan yang dibulatkan dalam ratusan hertz. Format nilai frekuensi yang ditampilkan adalah 0.X kHz.



GAMBAR 1. Galat cacahan untuk semua frekuensi hingga 1 MHz



GAMBAR 2. Galat maksimal untuk frekuensi masukan di atas 1 kHz

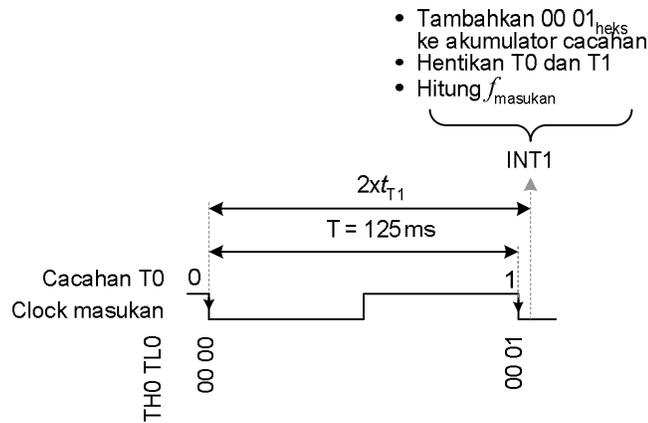


GAMBAR 3. Galat cacahan untuk frekuensi masukan di bawah 1 kHz

Sedangkan untuk kisaran frekuensi masukan di bawah 100 Hz, galat yang terjadi sudah sedemikian besar. Dengan galat maksimal di atas 10 %, mestinya nilai hasil hitungan atas frekuensi masukan tidak layak digunakan.

Meskipun mempunyai galat maksimal cukup tinggi, metode pencacahan isyarat masukan ini masih mampu menghitung frekuensi isyarat

masukan minimal 8 Hz. Dengan frekuensi masukan tersebut, T0 hanya akan mencacah 1 atau 2 kali. Cacahan pertama akan menghasilkan nilai hasil hitungan 7,63 Hz dengan galat 4,6 %, sedangkan cacahan kedua akan menghasilkan nilai hasil hitungan 15,26 Hz dengan galat 90,7 %.

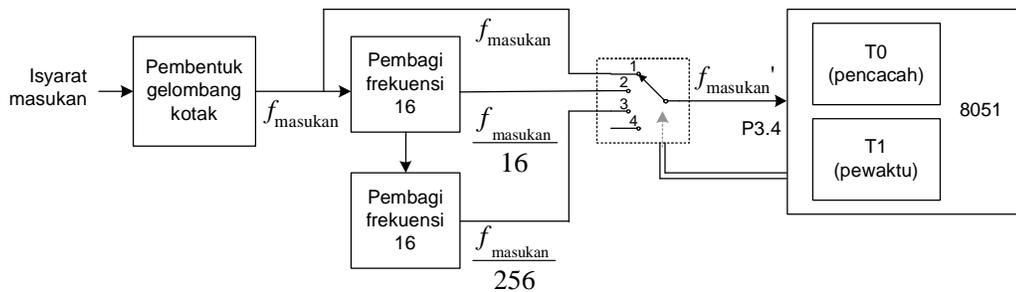


GAMBAR 4. Cacahan untuk frekuensi masukan 8 Hz

Isyarat dengan frekuensi di bawah 8 Hz, tidak akan selalu dicacah pada sisi turunnya. Kemungkinan dicacahnya isyarat dengan frekuensi 7 Hz adalah 0,92. Artinya dalam sepuluh kali periode cacahan ($10 \times 2 \times t_{T1}$), kemungkinan akan mendapatkan nilai cacahan nol sebanyak satu kali, dan nilai cacahan satu sebanyak sembilan kali. Cacahan nol akan menghasilkan nilai frekuensi nol (galat = 100 %); sedangkan cacahan satu akan menghasilkan nilai frekuensi 7,6 Hz (galat = 9 %).

3. Pencacahan untuk Frekuensi di atas 1 MHz

Meskipun frekuensi maksimal isyarat masukan yang masuk ke mikrokontroler hanya 1 MHz, namun pencacah ini dapat dikembangkan sehingga mempunyai batasan frekuensi masukan yang lebih tinggi. Dengan menambahkan untai pembagi frekuensi yang dibentuk oleh IC pembagi frekuensi seperti 74AHCT68 atau 74AHCT393, maka frekuensi masukan maksimal dapat dipertinggi.



GAMBAR 5. Pencacah hingga frekuensi 256 MHz

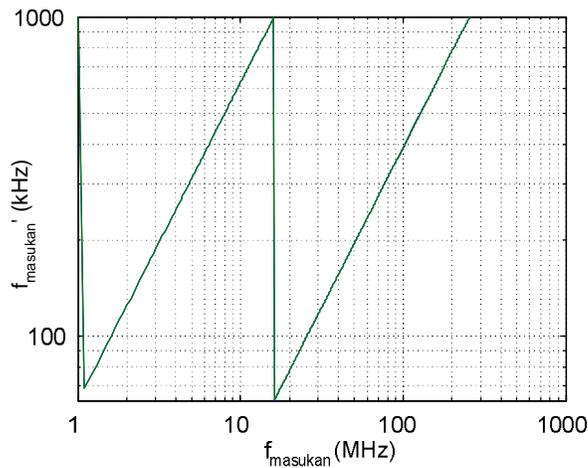
IC 74AHCT68 merupakan IC pembagi 16 dengan 8 flip-flop JK di dalamnya. IC tersebut dapat dioperasikan sebagai 2 buah pembagi 16. Dengan menggunakan seluruh flip-flop di dalamnya, maka dapat dibuat pembagi 256. Dan dengan konfigurasi pencacah seperti pada GAMBAR 5, frekuensi masukan hingga 256 MHz dapat dicacah menggunakan pencacah ini. Meskipun f_{masukan} dapat lebih tinggi daripada 1 MHz, namun f_{masukan} tetap di bawah 1 MHz.

Agar hasil pencacahan mempunyai galat rendah, maka f_{masukan} harus tetap tinggi. Untuk itu harus ditambahkan sebuah multiplekser, misalnya 74CT153, agar isyarat clock masukan dapat dipilih. Saklar multiplekser tersebut dikendalikan oleh mikrokontroler agar nilai f_{masukan} menjadi maksimal.

Pada saat awal, saklar multiplekser di posisi 3, sehingga $f_{\text{masukan}}' = \frac{f_{\text{masukan}}}{256}$. Jika f_{masukan}

kurang dari 62,5 kHz, maka saklar multiplekser dipindah ke posisi 2, sehingga $f_{\text{masukan}}' = \frac{f_{\text{masukan}}}{16}$. Jika ternyata f_{masukan} masih kurang

dari 62,5 kHz, maka saklar multiplekser dipindah ke posisi 1, sehingga $f_{\text{masukan}}' = f_{\text{masukan}}$. Dengan cara seperti ini, untuk kisaran frekuensi masukan 1 MHz hingga 256 MHz, isyarat clock yang dicacah oleh T0 akan menjadi berkisar dari 62,5 kHz hingga 1 MHz sebagaimana GAMBAR 6.



GAMBAR 6. Grafik f_{masukan} sebagai fungsi f_{masukan}

Untuk $1 \text{ MHz} < f_{\text{masukan}} \leq 16 \text{ MHz}$, maka saklar akan berada di posisi $2 \times f_{\text{masukan}}' = \frac{1}{16}$

f_{masukan} . Untuk itu, nilai frekuensi hasil hitungan dikalikan dengan 16 terlebih dahulu sebelum ditampilkan. Perkalian dengan 16 cukup dilakukan dengan menggeser 15 bit data nilai frekuensi hasil hitungan ke kiri 4 bit.

Pada kisaran $1 \text{ MHz} \leq f_{\text{masukan}} < 10 \text{ MHz}$, terjadi galat di bawah 0,01 %, sehingga dapat digunakan ketelitian hingga empat digit dengan format tampilan X.XXX,0 kHz. Sementara itu, untuk $10 \text{ MHz} \leq f_{\text{masukan}} < 16 \text{ MHz}$, terjadi galat di bawah 0,001 %, sehingga dapat digunakan ketelitian hingga lima digit dengan format tampilan 1X.XXX,0 kHz.

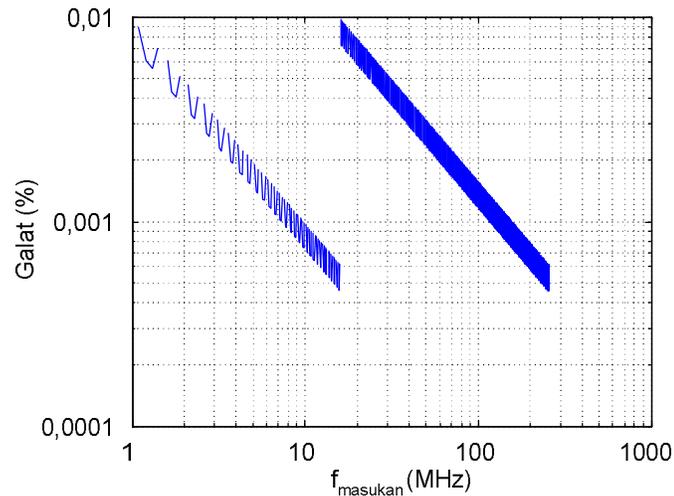
Untuk $16 \text{ MHz} \leq f_{\text{masukan}} \leq 256 \text{ MHz}$, maka saklar akan berada di posisi 3. $f_{\text{masukan}}' = \frac{1}{256}$

f_{masukan} . Untuk itu, nilai frekuensi hasil hitungan dikalikan dengan 256 terlebih dahulu sebelum ditampilkan. Perkalian dengan 256 cukup dilakukan dengan menggeser 15 bit data nilai frekuensi hasil hitungan ke kiri 8 bit.

Pada kisaran $16 \text{ MHz} \leq f_{\text{masukan}} < 160 \text{ MHz}$, terjadi galat di bawah 0,01 %, sehingga dapat digunakan ketelitian hingga empat digit dengan format tampilan XX.XX0,0 kHz untuk kisaran $16 \text{ MHz} \leq f_{\text{masukan}} < 100 \text{ MHz}$, dan 1XX.X00,0 kHz untuk kisaran $100 \text{ MHz} \leq f_{\text{masukan}} < 160 \text{ MHz}$. Sementara itu, untuk $160 \text{ MHz} \leq f_{\text{masukan}} \leq 256 \text{ MHz}$, terjadi galat di bawah 0,001 %, sehingga mestinya dapat digunakan ketelitian hingga lima digit dengan

format tampilan XXX.XX0,0 kHz. Namun karena digit puluhan pada format tersebut tidak terlalu berarti, maka ketelitian sebaiknya dibatasi hingga empat digit saja, sehingga tetap menggunakan format tampilan XXX.X00 kHz. Tabulasi atas nilai galat, format tampilan dan ketelitian dapat dilihat pada Tabel 1.

Pada penelitian ini, frekuensi masukan dibatasi hingga 256 MHz. Dengan menambahkan untai pembagi frekuensi yang mampu membagi frekuensi di atas 256 MHz, penghitungan frekuensi dengan metode pencacahan isyarat masukan ini mampu digunakan untuk menghitung frekuensi di atas 256 MHz.



GAMBAR 7. Galat cacahan untuk frekuensi masukan di atas 1 MHz

TABEL 1. Galat, tampilan dan ketelitian pada beberapa kisaran frekuensi masukan

Kisaran frekuensi (Hz)	Galat	Tampilan (kHz)	Ketelitian
$100 \leq f_{\text{masukan}} < 1 \text{ k}$	< 10 %	O,X	1 digit
$1 \text{ k} \leq f_{\text{masukan}} < 10 \text{ k}$	< 1 %	X,X	2 digit
$10 \text{ k} \leq f_{\text{masukan}} < 100 \text{ k}$	< 0,1 %	XX,X	3 digit
$100 \text{ k} \leq f_{\text{masukan}} < 1 \text{ M}$	< 0,01 %	XXX,X	4 digit
$1 \text{ M} \leq f_{\text{masukan}} < 10 \text{ M}$	< 0,01 %	X.XXX,O	4 digit
$10 \text{ M} \leq f_{\text{masukan}} < 16 \text{ M}$	< 0,001%	1X.XXX,O	5 digit
$16 \text{ M} \leq f_{\text{masukan}} < 160 \text{ M}$	< 0,01 %	XXX.X00,O	4 digit
$160 \text{ M} \leq f_{\text{masukan}} \leq 256 \text{ M}$	< 0,001 %	XXX.X00,O	4 digit

KESIMPULAN

Dari uraian di atas dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut.

1. Mikrokontroler dapat difungsikan sebagai penghitung frekuensi dengan metode

pencacahan frekuensi masukan dengan ketelitian hingga 4 digit pada kisaran frekuensi masukan 100 kHz ke atas.

2. Dengan frekuensi kerja 12 MHz, sebuah mikrokontroler keluarga MCS51 dapat mencacah isyarat masukan dengan frekuensi maksimal 1 MHz.

3. Nilai maksimal cacahan frekuensi isyarat masukan dapat dipertinggi hingga 256 MHz tanpa mengurangi ketelitian dengan menambahkan sebuah pembagi frekuensi.

& *Robotics Engineering*. Retrieved from http://ikalogic.com/freq_meter.php

Tocci, R.J. & Widmer, N.S. (1998). *Digital systems* (7th ed.). New Jersey: Prentice-Hall, Inc.

DAFTAR PUSTAKA

Atmel Corporation. (1997). *Microcontroller instruction set*. San Jose: Atmel Corporation.

Atmel Corporation. (2007). *Atmel 8051 microcontrollers hardware manual*. San Jose: Atmel Corporation.

IDT Corporation (2001). *High-speed CMOS dual 4-input multiplexer*. California: IDT Corporate Headquarter.

Kamal, I. (2008, 20 November). *5 Hz to 500 kHz frequency-meter, home-made, accurate, and simple solution!*. *Electronics*

PENULIS:

Freddy Kurniawan✉, Agus Basukesti

Sekolah Tinggi Teknologi Adisutjipto. Jl. Janti, Blok R, Kompleks Lanud Adisutjipto, Yogyakarta.

Email: freddykurniawan@yahoo.com.

Diskusi untuk makalah ini dibuka hingga 1 Oktober 2009 dan akan diterbitkan dalam jurnal edisi November 2009.