

# Desain dan Implementasi *Fraction Collector* Menggunakan MCs 51

Ade Ramdan<sup>(1)\*</sup>, Elan Sutarlan<sup>(2)</sup>, Elli A. Gojali<sup>(3)</sup>, Nanang S.<sup>(4)</sup>  
Puslit Informatika-LIPI<sup>(1,3)</sup>, Puslit Kimia-LIPI<sup>(2)</sup>, Puslit Elektronika dan Telekomunikasi-LIPI<sup>(4)</sup>  
ade@informatika.lipi.go.id\*

## Abstract

*This paper presents a design and an implementation of a chemical laboratory equipment which serves to collect automatically liquid droplets from a column in the chromatography column. This equipment uses MCs 51 family for setting hatching time, displaying hatching counter, and moving the dropper in X and Y axes. Two stepper motors are used to fill 225 tubes with each volume is 15 ml. Therefore, we have a Fraction Collector. The results shows that our system works well, all droplets occurs in the middle of the tube, and the time for transferring a droplet from one tube to another time is 6.5 seconds.*

*Keywords: chromatography column, MCs51 controller, test tube, Fraction Collector.*

## Abstrak

*Tulisan ini membahas mengenai desain dan pembuatan Fraction Collector yaitu peralatan laboratorium kimia yang berfungsi untuk menampung tetesan cairan yang keluar dari suatu kolom pada proses kromatografi kolom secara otomatis. Alat ini dilengkapi sebuah pengendali mikrokontroler MCs 51 untuk mengatur dan menampilkan lamanya waktu penetasan, juga menggerakkan penetes ke arah sumbu X dan Y oleh dua buah motor stepper untuk mengisi 225 tabung reaksi yang masing-masing berukuran 15 ml. Hasil pengujian sistem bekerja dengan baik, tetesan terjadi ditengah-tengah tabung dan rata-rata waktu yang dibutuhkan untuk perpindahan penetes dari satu tabung ke tabung berikutnya adalah 6.5 detik.*

*Kata kunci: Fraction Collector, kromatografi kolom, pengendali MCs 51, tabung reaksi*

## 1. Pendahuluan

Efisiensi kerja dalam berbagai bidang sangatlah penting sehingga keberadaan peralatan yang mendukung sangat diperlukan. Saat ini masih banyak pekerjaan yang dilakukan terus menerus secara manual sehingga dapat membosankan. Salah satu contoh pekerjaan yang dilakukan di laboratorium kimia yaitu pemisahan derivat dari senyawa organik seperti minyak-minyak astiri, asam lemak, zat warna, dan sebagainya, dengan proses kromatografi kolom. Kromatografi adalah proses pemisahan yang tergantung pada perbedaan distribusi campuran komponen antara fase gerak dan fase diam. Fase diam dapat berupa pembentukan kolom dimana fase gerak dibiarkan untuk mengalir (kromatografi kolom) atau berupa pembentukan lapis tipis dimana fase gerak dibiarkan untuk naik berdasarkan kapilaritas (kromatografi lapis tipis) [1].

Untuk memisahkan suatu zat dengan proses kromatografi kolom, biasanya dilakukan dengan mengelusi-nya dengan suatu zat peng-elusi (eluent). Larutan yang keluar dari kolom (eluat) ditampung dalam tabung-tabung reaksi dengan volume tertentu, kemudian dari tabung-tabung tersebut dilakukan pengetesan secara kualitatif dengan Kromatografi Lapis Tipis (KLT) [2]. Fraksi yang sama dikumpulkan dalam suatu tempat. Pekerjaan ini berlangsung terus menerus sehingga zat yang di-elusi dalam kolom tersebut keluar (ter-elusi) seluruhnya. Penampungan eluat dilakukan dengan cara menyimpan tabung-tabung reaksi atau botol-botol kecil

dibawah kolom kromatografi sampai volume tertentu. Untuk mengganti botol yang telah terisi dengan botol kosong yang lain, seorang analis atau teknisi mau tidak mau harus selalu mengamatinya, bahkan seringkali harus berada di depan kolom tersebut.

Melihat dari kondisi tersebut maka dibuatlah sebuah alat yang bernama *Fraction Collector* yaitu salah satu perangkat utama yang digunakan untuk pengisian zat atau cairan pada beberapa tabung reaksi yang terkumpul secara sekaligus [3] dimana pengisian tabung-tabung reaksi yang diperlukan untuk menampung eluat dari proses kromatografi kolom tersebut bekerja secara otomatis dengan menggunakan pengatur waktu penampungan. Pengatur waktu penampungan berfungsi untuk menentukan banyaknya eluat yang ditampung ke dalam setiap tabung. Tabung-tabung reaksi ditempatkan pada suatu rak tabung berbentuk persegi dimana tabung-tabung reaksi tersebut akan diisi secara berurutan mengikuti arah sumbu X dan Y. *Fraction Collector* ini dapat menampung 225 buah tabung reaksi masing-masing bervolume 15 ml.

## 2. Landasan Teori

Desain sistem pengumpulan (*Fraction Collector*) ini menggunakan beberapa komponen utama antara lain :

### a. Mikrokontroler

Mikrokontroler yang digunakan adalah mikrokontroler keluarga 51 (MCs51) yaitu tipe AT89C51. Mikrokontroler ini merupakan sebuah

chip yang berfungsi sebagai pengontrol rangkaian elektronik dan umumnya terdiri dari CPU (Central Processing Unit), memori, I/O Port, Timer, dan Interrupts Control [4].

Mikrokontroler AT89C51 merupakan mikrokontroler 8 bit dengan 4 KB Flash PEROM (Programmable and Erasable Only Memory). Flash PEROM on-chip tersebut memungkinkan memori program untuk diprogram ulang dengan menggunakan programmer non-volatile memory konvensional. Arsitektur perangkat keras 89C51 ini mempunyai 40 kaki, 31 kaki digunakan untuk keperluan 4 buah port paralel [5]. 1 port terdiri dari 8 kaki yang dapat di hubungkan untuk interfacing ke paralel device, seperti ADC, sensor dan sebagainya, atau dapat juga digunakan secara sendiri setiap bitnya untuk interfacing single bit seperti switch, LED, dll.

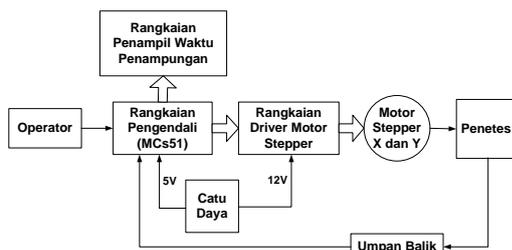
b. BCD to Seven Segment Decoder 7447

Decoder BCD ke seven-segment menerima masukan desimal dalam BCD yang keluarannya dijadikan kode dalam seven-segment. IC 7447 adalah jenis IC decoder yang mengubah dari kode BCD ke seven-segment. Mempunyai 4 bit masukan BCD [6], dengan tujuh keluaran untuk penampil tujuh segmen .

c. Motor Stepper

Motor Stepper merupakan motor elektronik yang digerakkan berdasarkan step-step tertentu yang dipicu dengan adanya medan magnet dalam kumparan motor tersebut. Bagian dalam motor stepper terbagi atas dua bagian, bagian yang pertama ialah bagian magnet permanen (rotor) yang terletak pada inti dari motor tersebut, sedangkan bagian kedua merupakan variable magnet yang berada di sekeliling magnet permanen (stator) yang berfungsi menggerakkan magnet permanen sehingga motor dapat berputar [7]. Keistimewaan dari motor ini adalah mempunyai derajat putar yang pasti untuk setiap stepnya.

### 3. Metodologi Penelitian



Gambar 1. Blok Diagram Fraction Collector

Pembuatan *Fraction Collector* ini dibagi menjadi dua bagian yaitu pembuatan perangkat keras (*Hardware*) dan perangkat lunak (*software*).

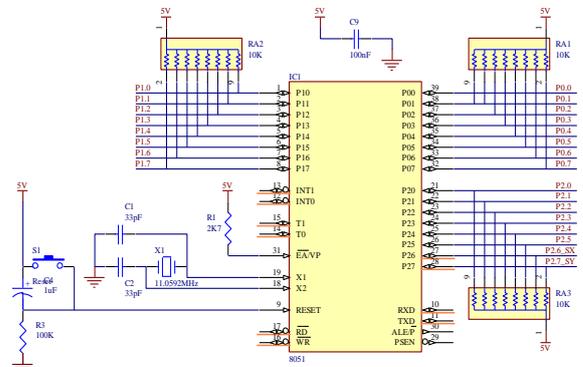
Pembuatan perangkat keras terdiri dari pembuatan bagian elektronik dan mekanik sedangkan perangkat lunak meliputi pembuatan program. Blok diagram untuk sistem keseluruhan dalam pembuatan *Fraction Collector* ini dapat dilihat pada Gambar 1.

#### 3.1 Pembuatan Perangkat Keras

Pembuatan perangkat keras meliputi :

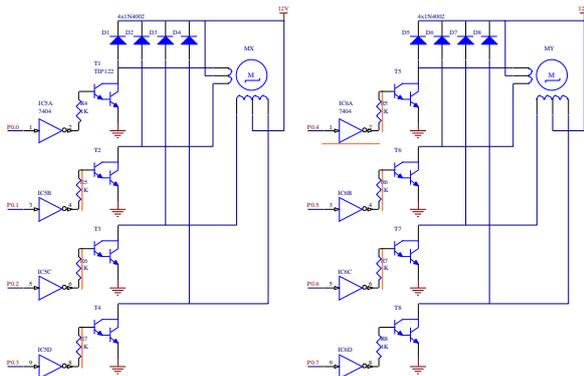
1. Pembuatan pada bagian elektronika untuk *Fraction Collector* terdiri dari enam bagian, yaitu :

- a. Rangkaian pengendali seperti pada Gambar 2 menggunakan mikrokontroler AT89C51 yang berfungsi sebagai pengatur lama waktu penampungan dan pengendalian dua buah motor stepper untuk mengatur posisi penetes *Fraction Collector*.

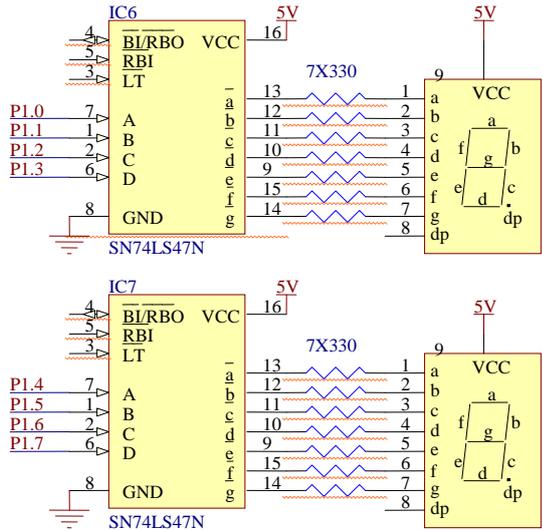


Gambar 2. Rangkaian Pengendali

- b. Rangkaian driver untuk dua buah motor stepper dengan menggunakan 8 buah transistor darlington TIP122. Motor Stepper yang digunakan pada *Fraction Collector* adalah motor stepper 4 fasa, 200 step per putaran (1,8° per step). Jumlah motor stepper yang digunakan sebanyak dua buah yang berfungsi sebagai penggerak utama dari *Fraction Collector* yang dipasang pada kedua sisi alat. Kedua motor stepper tersebut dipakai untuk memutar ulir yang dipasang searah sumbu X dan sumbu Y, dimana pada ulir dipasang mur yang dipakai untuk menggeser penetes. Gambar rangkaian driver tersebut dapat dilihat pada Gambar 3.
- c. Umpan balik merupakan sinyal yang berasal dari limit switch yang tertekan oleh penetes. Limit switch tersebut terdiri dari dua buah mikroswitch push on yang dipasang pada sisi awal X dan Y yaitu ujung ulir tempat awal Bergeraknya penetes (kondisi stationer).
- d. Rangkaian tombol operasi berupa beberapa tombol yang terdiri dari tombol untuk mengisi atau mengatur waktu lamanya penampungan dari setiap tabung penampung, tombol perintah mulai beroperasi, tombol *pause* dan tombol *reset*.
- e. Rangkaian penampil waktu seperti pada Gambar 4 adalah untuk menampilkan nilai waktu lamanya penampungan dari setiap tabung penampung. Rangkaian ini menggunakan dekoder BCD ke seven-segment IC 7447 dan dua buah 7-segmen yang berfungsi untuk menampilkan dua digit angka puluhan dan satuan (00-99).
- f. Rangkaian catu daya DC 12Volt dan 5 Volt.



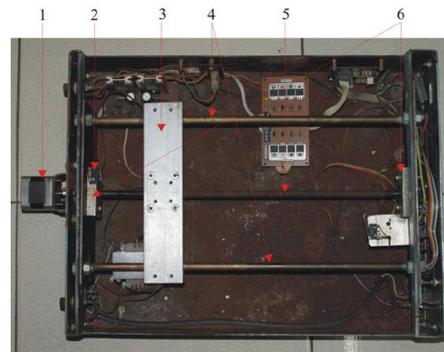
**Gambar 3. Rangkaian Driver Motor Stepper**



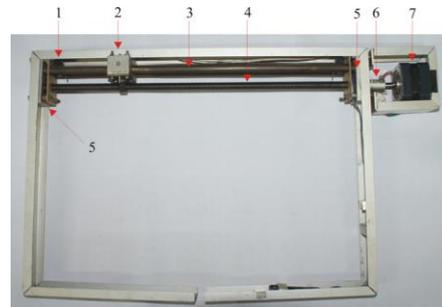
**Gambar 4. Rangkaian Penampil Waktu Penetes**

2. Pembuatan mekanik, dimana dalam pembuatan bagian mekanik ini meliputi :
  - a. Pembuatan rangka/boks seperti terlihat pada Gambar 5 dengan dimensi 350x400x110 mm dari bahan plat besi dengan tebal 2,5 mm, yang terdiri dari :
    1. Motor stepper Y.
    2. Limit switch Y.
    3. Kedudukan untuk lengan penggerak penetes.
    4. Sliding guide.
    5. Ulir penggerak searah sumbu Y.
    6. Bearing.
  - b. Pembuatan panel depan dan belakang dari bahan plat aluminium 3 mm dengan dimensi 110 x 350 mm.
  - c. Pembuatan lengan penggerak penetes seperti terlihat pada Gambar 6, yang terdiri dari :
    1. Limit switch X.
    2. Penetes.
    3. Sliding guide.

4. Ulir penggerak searah sumbu X dengan diameter 8 mm, panjang 350 mm dan banyak ulir 26 ulir/41 mm (=13 ulir tiap 20,5mm).
  5. Bearing.
  6. Coupling.
  7. Motor stepper X.
- d. Pembuatan panel depan dan belakang dari bahan plat aluminium 3 mm dengan dimensi 110 x 350 mm.
  - e. Pembuatan rak tabung dari plat aluminium 3 mm dengan dimensi 350x350x80 mm untuk kapasitas 225 buah tabung reaksi 15 ml, seperti terlihat pada Gambar 7.



**Gambar 5. Rangka Fraction Collector**

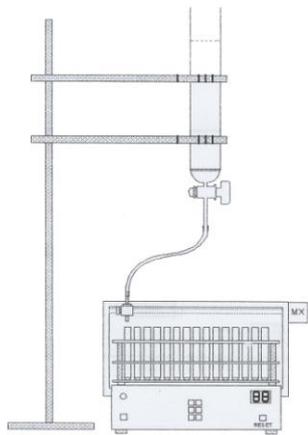


**Gambar 6. Lengan Penggerak Penetes**

Bentuk design *Fraction Collector* dapat dilihat pada Gambar 8 dan gambar foto alat *Fraction Collector* yang sudah jadi dapat dilihat pada Gambar 9.



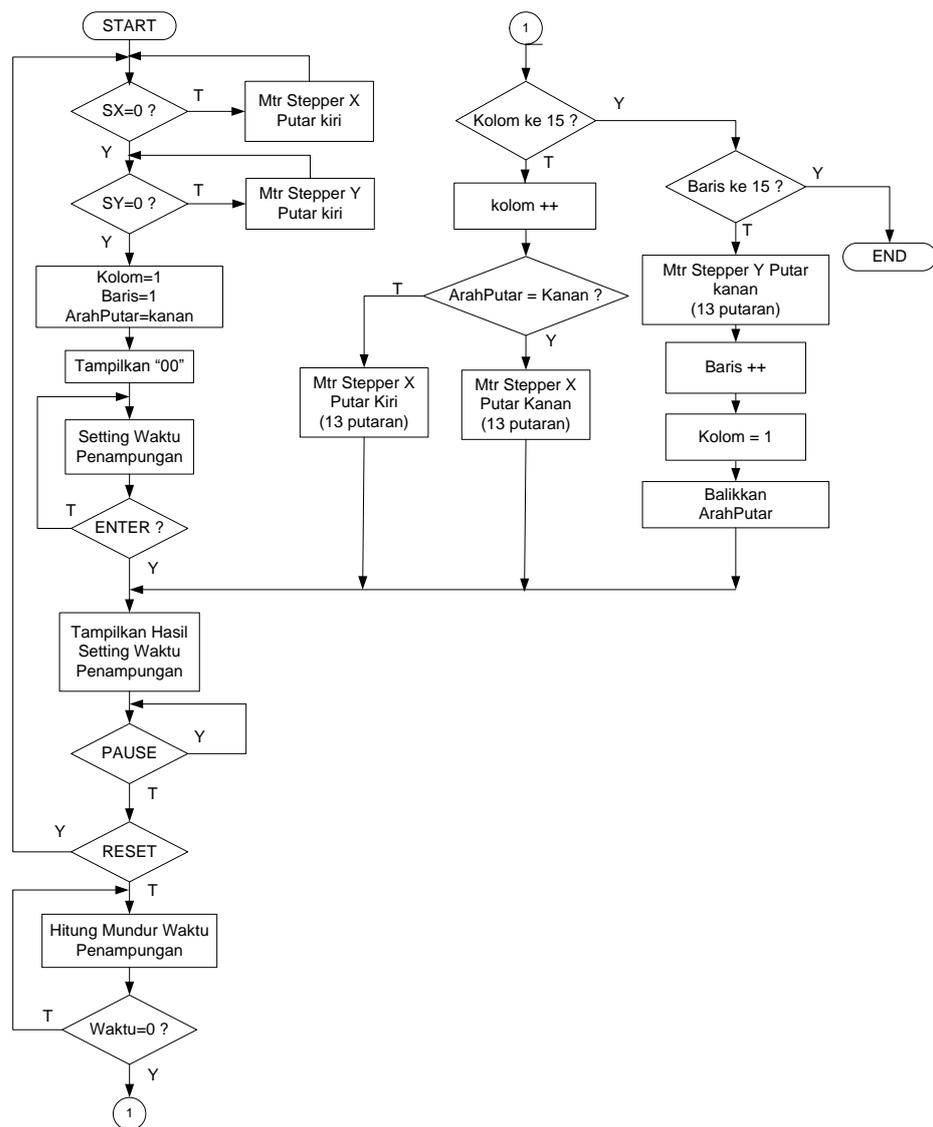
**Gambar 7. Rak Tabung Reaksi**



Gambar 8. Desain Fraction Collector



Gambar 9. Foto Fraction Collector



Gambar 10. Flow Chart Fraction Collector

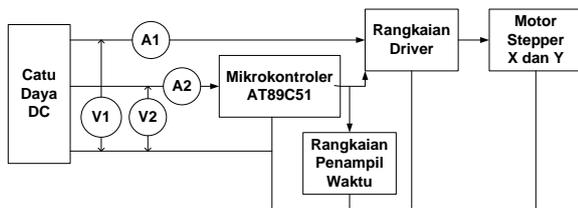
### 3.2 Pembuatan Perangkat Lunak

Algoritma Fraction Collector dibuat agar rangkaian pengendali yaitu mikrokontroler AT98C51 dapat bekerja dengan baik sesuai dengan fungsi dari alat tersebut. Adapun flow chart untuk algoritma tersebut ditunjukkan pada Gambar 10.

### 3.3. Hasil dan Pembahasan

Untuk melihat hasil dari pembuatan alat *Fraction Collector* tersebut perlu dilakukan pengujian terlebih dahulu baik kemampuan maupun keandalannya. Pengujian dibagi menjadi dua bagian yaitu :

1. Pengujian bagian elektronik dilakukan seperti pada Gambar 11 dan hasilnya dapat dilihat pada Tabel 1 dan Tabel 2.



Gambar 11. Diagram Blok Pengujian Alat Fraction Collector

Tabel 1 : Data Pengujian Elektrik sebelum Motor Dijalankan.

Pengukuran	Vout (Volt)	Arus (mA)
Catu Daya DC	V1=11,8 V2=4,6	A1=0 A2=180
Rangkaian Mikro	4,6	180
Rangkaian Driver	11,8	0

Tabel 2 : Data Pengujian Elektrik ketika Motor Dijalankan untuk Memutar Ulir.

Pengukuran	Vout (Volt)	Arus (mA)
Catu Daya DC	V1=11,8 V2=4,6	A1=880 A2=180
Rangkaian Mikro	4,6	180
Rangkaian Driver	11,8	880

Dari data di atas dapat dilihat bahwa keluaran catu daya ketika alat bekerja tetap stabil sehingga tidak mempengaruhi unjuk kerja dari alat tersebut dan motor stepper dapat berputar dengan stabil dan sempurna.

### 2. Pengujian Kerja Alat

Dilakukan terhadap unjuk kerja alat secara keseluruhan baik *hardware* maupun *software*, dan di dapat hasil pengujian sebagai berikut :

- a. Pada saat awal dijalankan penetes dapat berpindah menuju posisi stasioner.
- b. Putaran motor stepper untuk menggeser penetes dari tabung ke tabung berikutnya adalah 13 putaran.
- c. Penetes dapat berhenti setiap jarak 20,5 mm tepat di titik tengah tabung reaksi.
- d. Lama waktu bergeser dari satu tabung ke tabung berikutnya adalah 6,5 detik.

Tombol-tombol operasi, limit switch dan penampil waktu sudah berfungsi dengan baik.

### 4. Kesimpulan

Hasil pengujian menunjukkan alat *fraction collector* bekerja sesuai dengan yang diinginkan yaitu penetes sudah tepat berhenti di atas titik tengah tabung-tabung yang akan diisi dan waktu pengisiannya pun sudah sesuai dengan nilai inputan dari hasil pengaturan waktu oleh operator. Waktu yang diperlukan untuk perpindahan penetes dari satu tabung ke tabung lainnya adalah 6.5 detik.

### 5. Daftar Pustaka

- [1] Christian, Gary D., *Analytical Chemistry*, Fifth Edition, USA: University of Washington, John Wiley & Sons, 1994.
- [2] Redaksi chem-is-try.org. "Kromatografi Kolom". 2007. [http://www.chem-is-try.org/materi\\_kimia/instrumen\\_analisis/kromatografi1/kromatografi\\_kolom/](http://www.chem-is-try.org/materi_kimia/instrumen_analisis/kromatografi1/kromatografi_kolom/), (Diakses 28.06.2010).
- [3] Chaurasia, C.S. "In vivo microdialysis sampling: theory and applications", *Biomedical Chromatography*, 1999.
- [4] Taufiq Dwi Septian Suyadhi, *Build Your Own Line Follower Robot*, Yogyakarta : ANDI, 2008.
- [5] Intel, MCs51, *Microcontroller Family User's Manual*, Intel, 1994.
- [6] Texas Instruments. "Data Sheet BCD-to-Seven-Segment Decoders/Drivers". 1988. <http://www.ti.com/product/sn7447a>, (Diakses 13.03.2010).
- [7] Mulyowidodo Kartijo, dan Indra Djodikusumo, *Mekatronika.*, Bandung : HED JICA, 1996.