



## Rancang Bangun *Counter Up-Down* Berbasis Bahasa *Assembly* Menggunakan Aplikasi MC-51 pada Mikrokontroler AT89C2051

Rayhan Al Hayubi<sup>1\*</sup>, Desmira<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Pendidikan Vokasional Teknik Elektro, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Indonesia

\*Penulis Korespondensi: [2283230007@untirta.ac.id](mailto:2283230007@untirta.ac.id)

**Abstract.** *This study designs and implements an up-down counter system based on an AT89C2051 microcontroller programmed in assembly using the MC-51 application. The system modifies an existing digital clock board by mapping the display selector pins, seven-segment segment pins, pushbuttons, and buzzer to the microcontroller ports. The research method consists of literature review, hardware identification, algorithm design, assembly programming, program downloading, and functional testing using a 5 V DC supply. The implementation uses a four-digit common-cathode seven-segment display and a multiplexing routine to show the counter value in real time. The functional test shows that the system can display the initial value, increase the value through the up button, and decrease the value through the down button. The display is readable during operation, and the program can run on the target circuit after being downloaded to the AT89C2051. This study confirms that assembly programming on MC-51 can be applied to implement a simple counter system on a reused digital clock circuit. The main limitations are the absence of explicit button debouncing, overflow and underflow protection, quantitative response-time measurement, and non-volatile data retention.*

**Keywords:** *Assembly; AT89C2051; Counter Up-Down; MC-51; Seven-Segment Display.*

**Abstrak.** Penelitian ini merancang dan mengimplementasikan sistem *counter up-down* berbasis mikrokontroler AT89C2051 yang diprogram menggunakan bahasa *assembly* pada aplikasi MC-51. Sistem dikembangkan dengan memodifikasi rangkaian jam digital yang sudah tersedia melalui identifikasi ulang pin selektor display, pin segmen *seven-segment*, tombol masukan, dan buzzer. Metode penelitian meliputi studi literatur, identifikasi perangkat keras, perancangan algoritma, pemrograman *assembly*, pengunduhan program, dan pengujian fungsional menggunakan catu daya 5 V DC. Implementasi sistem menggunakan *display seven-segment* empat digit berjenis *common cathode* dengan rutin *multiplexing* untuk menampilkan nilai *counter* secara *real time*. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem dapat menampilkan nilai awal, menaikkan nilai melalui tombol up, dan menurunkan nilai melalui tombol down. Tampilan angka dapat terbaca selama sistem beroperasi, dan program dapat dijalankan pada rangkaian target setelah diunduh ke AT89C2051. Penelitian ini menunjukkan bahwa pemrograman *assembly* pada MC-51 dapat digunakan untuk menerapkan sistem penghitung sederhana pada rangkaian jam digital yang dimodifikasi. Keterbatasan utama penelitian ini ialah belum adanya *debouncing* tombol secara eksplisit, proteksi *overflow* dan *underflow*, pengukuran waktu respons secara kuantitatif, serta penyimpanan nilai terakhir secara non-volatile.

**Kata Kunci:** *Assembly; AT89C2051; Counter Up-Down; MC-51; Seven-Segment Display.*

### 1. LATAR BELAKANG

Sistem penghitung digital merupakan salah satu aplikasi dasar dalam bidang elektronika digital, sistem tertanam, dan otomasi sederhana. Perangkat ini digunakan untuk menghitung perubahan jumlah, menampilkan nilai secara *real time*, serta membantu proses pemantauan pada sistem produksi, antrean, instrumen praktikum, dan perangkat kendali berbasis angka. Pengembangan *counter digital* juga masih relevan dalam pembelajaran elektronika karena dapat menunjukkan hubungan antara logika perhitungan, rangkaian tampilan, dan respons input pengguna (Nisa, 2024; Rasidin et al., 2025). Pada sistem sederhana, *display seven-segment* masih banyak digunakan karena bentuk tampilannya jelas, rangkaiannya relatif mudah

dipahami, dan biayanya rendah. Pengendalian display tersebut memerlukan mikrokontroler yang mampu membaca input tombol, mengolah logika perhitungan, dan mengatur keluaran ke display secara cepat serta stabil (Rathod et al., 2020; Sulistyanto, 2020).

Namun, beberapa penelitian yang telah ada lebih banyak membahas sistem antrian, jam digital, count-up, programmable *counter*, atau teknik *interfacing* display secara umum (Imran et al., 2022; Nisa, 2024; Roseno et al., 2007; Sulistyanto, 2020). Kajian tentang *interfacing seven-segment* dengan mikrokontroler 8051 umumnya menekankan hubungan port dan pola tampilan display, tetapi belum banyak yang menjelaskan konversi *board* jam digital menjadi sistem *counter up-down* berbasis bahasa *assembly* pada aplikasi MC-51 secara utuh (Rathod et al., 2020). Selain itu, pembahasan yang mengaitkan pemetaan pin AT89C2051, pola segment display *common cathode*, pembacaan *pushbutton*, dan rutin *multiplexing* dalam satu implementasi masih terbatas. Kesenjangan ini penting dikaji karena mahasiswa dan praktisi pemula sering membutuhkan contoh rancang bangun yang tidak hanya menjelaskan teori, tetapi juga menunjukkan proses modifikasi perangkat keras yang sudah tersedia menjadi sistem baru yang dapat diuji langsung.

Kebaruan penelitian ini terletak pada implementasi sistem *counter up-down* dengan memanfaatkan *board* jam digital yang sudah ada, kemudian mengubah fungsi utamanya melalui pemrograman ulang mikrokontroler AT89C2051 menggunakan bahasa *assembly* pada aplikasi MC-51. Penelitian ini tidak hanya menampilkan hasil akhir berupa angka pada display, tetapi juga menjelaskan proses identifikasi pin, penyusunan pola *seven-segment*, pengaturan display empat digit melalui *multiplexing*, serta pengujian tombol up dan down pada catu daya 5 V DC. Fokus tersebut membedakan penelitian ini dari kajian sebelumnya yang lebih banyak menempatkan mikrokontroler 8051 pada sistem antrian, jam digital, count-up, atau *interfacing* display secara terpisah (Imran et al., 2022; Rathod et al., 2020; Roseno et al., 2007; Sulistyanto, 2020). Tujuan penelitian ini adalah merancang dan mengimplementasikan sistem *counter up-down* berbasis AT89C2051 menggunakan bahasa *assembly* pada MC-51, serta menguji kemampuan sistem dalam menaikkan dan menurunkan nilai hitung secara *real time* pada *display seven-segment*.

## 2. KAJIAN TEORITIS

Sistem *counter digital* merupakan rangkaian elektronika yang berfungsi untuk menghitung jumlah pulsa, kejadian, atau perubahan nilai tertentu secara terstruktur. *Counter* dapat bekerja secara naik atau count up, turun atau count down, maupun gabungan keduanya. Pada sistem *counter up-down*, nilai hitung dapat dinaikkan dan diturunkan sesuai dengan input

yang diberikan oleh pengguna. Sistem ini banyak digunakan pada perangkat penghitung jumlah barang, sistem antrian, alat ukur sederhana, pengendali waktu, serta media pembelajaran elektronika digital dan mikrokontroler (Aji & Purwiyanto, 2017; Nisa, 2024; Rasidin et al., 2025). Prinsip utama dari *counter digital* adalah membaca sinyal input, mengolah perubahan nilai dalam bentuk data digital, lalu menampilkan hasil hitung melalui media keluaran.

Mikrokontroler menjadi komponen utama dalam sistem *counter digital* karena mampu menggabungkan fungsi pengolah data, pengendali input-output, dan penyimpanan instruksi dalam satu chip. Mikrokontroler AT89C2051 merupakan salah satu anggota keluarga MCS-51 yang dapat digunakan untuk aplikasi kendali sederhana. Mikrokontroler keluarga MCS-51 telah banyak digunakan dalam sistem pengukuran, pengaturan, dan pengendalian perangkat elektronik karena port input-output-nya dapat dihubungkan dengan komponen pendukung seperti tombol, display, buzzer, dan sensor (Maria & Susianti, 2022; Quarcoo, 2021; Sutikno et al., 2006). Dalam penelitian ini, AT89C2051 digunakan sebagai pusat kendali untuk membaca kondisi *pushbutton*, memproses perintah increment dan decrement, serta mengatur tampilan angka pada *display seven-segment*. Penggunaan mikrokontroler ini sesuai untuk sistem sederhana karena arsitekturnya ringkas, kebutuhan dayanya rendah, dan dapat diprogram untuk mengatur perangkat keras secara langsung.

Bahasa *assembly* merupakan bahasa pemrograman tingkat rendah yang memiliki hubungan langsung dengan instruksi mesin mikrokontroler. Pada pemrograman mikrokontroler keluarga MCS-51, *assembly* memberikan kendali yang lebih spesifik terhadap register, port, alamat memori, dan alur eksekusi program. Keunggulan bahasa *assembly* terletak pada efisiensi penggunaan memori dan kecepatan eksekusi, sehingga sesuai untuk sistem yang membutuhkan respons cepat terhadap input. Penelitian berbasis MCS-51 menunjukkan bahwa pemrograman pada tingkat instruksi dapat digunakan untuk mengatur proses pembacaan, pemrosesan data, dan keluaran perangkat secara langsung (Maria & Susianti, 2022; Son & Susianti, 2022). Dalam sistem *counter up-down*, *assembly* digunakan untuk membuat logika pembacaan tombol, pemanggilan data angka, pengaturan port, serta rutin tampilan display. Meskipun sintaksnya lebih teknis dibandingkan bahasa tingkat tinggi, *assembly* tetap penting dalam pembelajaran mikrokontroler karena dapat memperlihatkan hubungan langsung antara perangkat lunak dan perangkat keras.

Aplikasi MC-51 berperan sebagai lingkungan pemrograman yang digunakan untuk menulis dan menyusun program mikrokontroler berbasis keluarga 8051. Melalui aplikasi ini, program *assembly* dapat dikembangkan sebelum dimasukkan ke dalam mikrokontroler. Proses pemrograman meliputi deklarasi pin, penyusunan instruksi logika, pembuatan subrutin, dan

pengaturan alur kerja program. Penggunaan lingkungan pemrograman berbasis MCS-51 mendukung proses pembelajaran karena alur instruksi dapat ditelusuri dari kode program sampai ke respons perangkat keras (Son & Susianti, 2022). Pada penelitian ini, MC-51 digunakan untuk membuat program *counter up-down* yang kemudian ditanamkan ke AT89C2051 menggunakan perangkat downloader. Dengan demikian, MC-51 berfungsi sebagai alat bantu utama dalam proses pengembangan perangkat lunak sistem.

*Seven-segment* merupakan media tampilan angka yang terdiri dari tujuh bagian LED yang disusun membentuk pola angka 0 sampai 9. Setiap segmen diberi simbol a, b, c, d, e, f, dan g. Untuk menampilkan angka tertentu, mikrokontroler harus mengaktifkan kombinasi segmen yang sesuai. Pada sistem ini digunakan *seven-segment* jenis *common cathode*, sehingga segmen akan menyala ketika mendapat logika aktif dari port mikrokontroler. Display empat digit membutuhkan teknik pengaktifan secara bergantian agar setiap digit dapat menampilkan angka yang berbeda. Teknik ini dikenal sebagai *multiplexing*. Dengan *multiplexing*, setiap digit dinyalakan secara cepat dan bergiliran, sehingga mata manusia melihatnya seperti menyala bersamaan secara terus-menerus. Prinsip pengendalian *multi-digit seven-segment* melalui port mikrokontroler menjadi dasar penting dalam perancangan sistem display *counter* (Rathod et al., 2020; Sulistyanto, 2020).

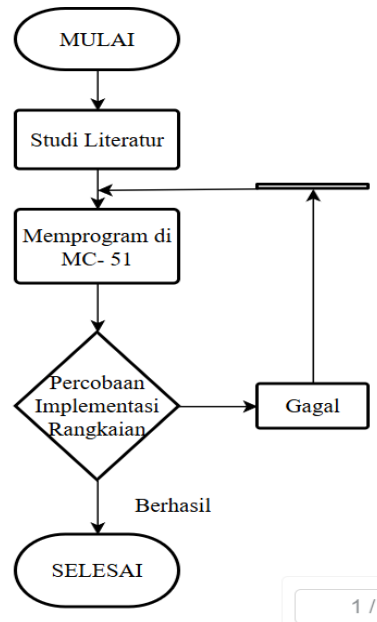
Beberapa penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa mikrokontroler keluarga 8051 dapat digunakan secara efektif pada sistem tampilan dan penghitung digital. Roseno et al. (2007) mengembangkan sistem antrian berbasis mikrokontroler AT89S51 dengan penampil dan suara. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa mikrokontroler dapat digunakan untuk mengatur tampilan informasi secara otomatis. Imran et al. (2022) merancang jam digital berbasis RTC DS12C887 yang menunjukkan bahwa sistem waktu digital dapat dikendalikan melalui mikrokontroler dan rangkaian display. Sulistyanto (2020) membahas perancangan count-up empat digit menggunakan *seven-segment*, sehingga relevan dengan prinsip tampilan angka pada sistem *counter*. Rathod et al. (2020) mengkaji teknik *interfacing multi-digit seven-segment* dengan mikrokontroler 8051, terutama dalam hubungan antara port mikrokontroler dan pola tampilan display. Nisa (2024) juga membahas rancang bangun rangkaian digital programmable *counter* yang memperkuat bahwa sistem penghitung digital masih relevan untuk dikembangkan dalam bentuk perangkat sederhana.

Berdasarkan kajian tersebut, penelitian ini memiliki landasan teoritis pada konsep *counter* digital, sistem mikrokontroler, bahasa *assembly*, *seven-segment*, teknik *multiplexing*, dan pembacaan input *pushbutton*. Penelitian sebelumnya telah membahas sistem antrian, jam digital, count-up, *interfacing seven-segment*, dan programmable *counter*. Namun, penelitian

ini lebih menekankan pada implementasi *counter up-down* dengan memanfaatkan *board jam digital* yang sudah ada, kemudian mengubah fungsi sistem melalui pemrograman ulang AT89C2051 menggunakan bahasa *assembly* pada aplikasi MC-51. Dengan dasar tersebut, penelitian ini diarahkan untuk menghasilkan sistem penghitung sederhana yang mampu menaikkan dan menurunkan nilai secara *real time* pada *display seven-segment*.

### 3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan rekayasa atau rancang bangun. Fokus penelitian terletak pada perancangan program, pemetaan perangkat keras, implementasi pada mikrokontroler, dan pengujian fungsi sistem. Tahapan penelitian terdiri atas studi literatur, identifikasi perangkat keras, perancangan algoritma, pemrograman, pengunduhan program, dan pengujian fungsional. Alur penelitian ditunjukkan pada Gambar 1.



**Gambar 1.** Diagram Alur Tahapan Penelitian.

Studi literatur dilakukan untuk memperoleh dasar teori mengenai mikrokontroler AT89C2051, bahasa *assembly*, sistem *counter*, *display seven-segment*, dan penggunaan aplikasi MC-51. Literatur digunakan untuk memahami fungsi port mikrokontroler, karakteristik display *common cathode*, prinsip display *multiplexing*, dan pengendalian input digital melalui *pushbutton* (Maria & Susianti, 2022; Rathod et al., 2020; Sulistyanto, 2020). Studi ini juga menjadi dasar dalam menyusun algoritma *counter* agar sesuai dengan keterbatasan sumber daya pada AT89C2051.

Perangkat keras yang digunakan berasal dari rangkaian jam digital yang telah tersedia. Komponen utama yang digunakan meliputi mikrokontroler AT89C2051, *display seven-segment* empat digit, dua *pushbutton*, buzzer, downloader Atmel 89 Family, serta catu daya DC. Identifikasi perangkat keras dilakukan untuk mengetahui hubungan pin antara mikrokontroler dan komponen pada board. Tahap ini penting karena program *assembly* harus disesuaikan dengan konfigurasi pin yang sudah ada pada rangkaian.

Algoritma sistem dirancang untuk menjalankan tiga fungsi utama. Pertama, sistem menginisialisasi nilai *counter* awal pada kondisi 0000. Kedua, sistem membaca tombol up untuk menambah nilai *counter* dan tombol down untuk mengurangi nilai *counter*. Ketiga, sistem menampilkan nilai *counter* pada *display seven-segment* empat digit dengan mekanisme *multiplexing*. Program dibuat menggunakan bahasa *assembly* pada aplikasi MC-51 agar instruksi yang dijalankan sesuai dengan arsitektur AT89C2051.

Pengujian dilakukan setelah program berhasil diunduh ke mikrokontroler dan AT89C2051 dipasang kembali pada board. Rangkaian diberi catu daya 5 V DC. Pengujian difokuskan pada fungsi dasar sistem, yaitu tampilan awal, fungsi tombol up, fungsi tombol down, keterbacaan tampilan, dan keberhasilan program berjalan pada rangkaian target. Pengujian ini bersifat fungsional sehingga belum mencakup pengukuran waktu respons, konsumsi arus, frekuensi refresh display, atau analisis *bounce* tombol secara kuantitatif.

#### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

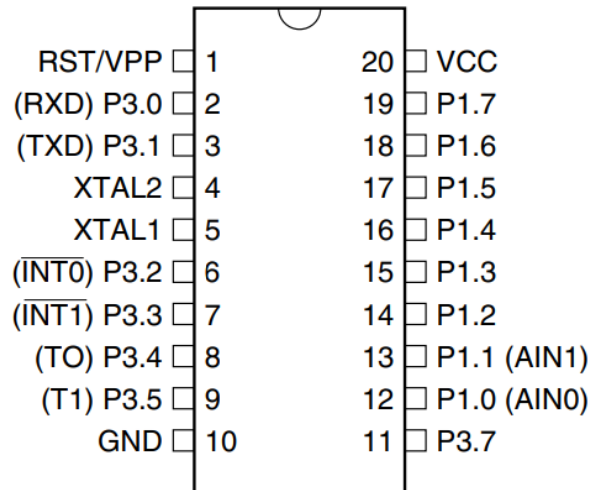
##### Identifikasi Rangkaian dan Pin Mikrokontroler

Rangkaian yang digunakan dalam penelitian ini merupakan *board* jam digital yang dimodifikasi menjadi sistem *counter up-down*. *Board* tersebut telah memiliki *display seven-segment* empat digit dan mikrokontroler AT89C2051 sebagai pusat kendali. Bentuk *board* awal ditunjukkan pada Gambar 2.



**Gambar 2.** Rangkaian Jam Digital yang Dimodifikasi Menjadi *Counter Up-Down*.

Agar program dapat berjalan dengan benar, konfigurasi pin AT89C2051 perlu dipahami terlebih dahulu. Pin mikrokontroler menjadi acuan dalam menentukan hubungan antara port, display, tombol, dan buzzer. Gambar 3 menunjukkan susunan pin AT89C2051 yang digunakan sebagai dasar identifikasi.



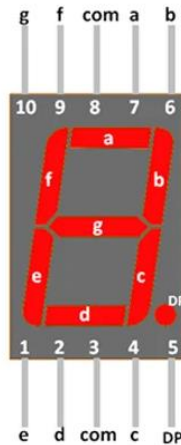
**Gambar 3.** Susunan pin AT89C2051.

Berdasarkan hasil identifikasi board, *display seven-segment* menggunakan beberapa pin pada Port 3 sebagai selektor digit dan Port 1 sebagai pengendali segmen. *Pushbutton* dan buzzer juga terhubung ke Port 3. Hasil pemetaan pin dirangkum pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Pemetaan Pin pada Sistem *Counter Up-Down*.

Komponen	Pin AT89C2051	Fungsi
Display digit 1	P3.7	Selektor digit pertama
Display digit 2	P3.2	Selektor digit kedua
Display digit 3	P3.1	Selektor digit ketiga
Display digit 4	P3.0	Selektor digit keempat
Segmen A	P1.7	Pengendali segmen A
Segmen B	P1.5	Pengendali segmen B
Segmen C	P1.2	Pengendali segmen C
Segmen D	P1.3	Pengendali segmen D
Segmen E	P1.4	Pengendali segmen E
Segmen F	P1.6	Pengendali segmen F
Segmen G	P1.1	Pengendali segmen G
<i>Pushbutton 1</i>	P3.5	Input <i>counter up</i>
<i>Pushbutton 2</i>	P3.4	Input <i>counter down</i>
Buzzer	P3.3	Indikator suara

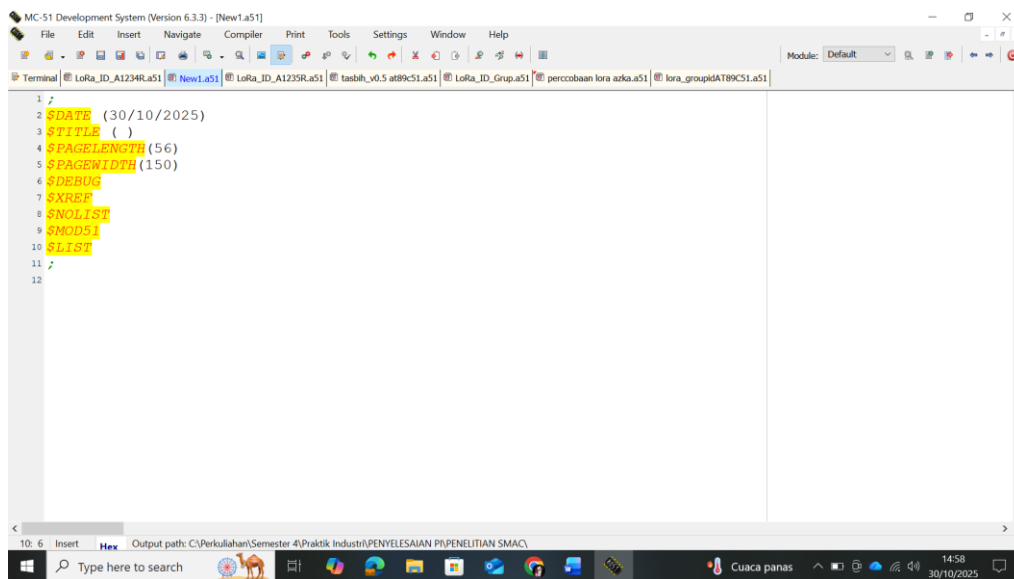
Display yang digunakan merupakan *seven-segment common cathode*. Pada jenis ini, terminal common dihubungkan ke referensi negatif, sedangkan segmen a sampai g menyala ketika diberi logika aktif sesuai rangkaian. Susunan pin *display seven-segment* ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Pinout *Display Seven-Segment Common cathode*.

### Implementasi Pemrograman pada MC-51

Pemrograman dilakukan menggunakan aplikasi MC-51. Aplikasi ini menyediakan lingkungan kerja untuk menulis program mikrokontroler, termasuk program berbasis *assembly*. Tampilan awal aplikasi MC-51 ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Tampilan awal aplikasi MC-51.

Tahap awal pemrograman adalah membuat deklarasi pin sesuai hasil identifikasi perangkat keras. Deklarasi harus konsisten dengan Tabel 1 agar program tidak memanggil port yang salah. Struktur deklarasi pin ditunjukkan pada Potongan Program 1.

**Potongan Program 1.** Struktur Deklarasi Pin Sistem *Counter Up-Down*.

```

DGT1 EQU P3.7 ; digit 1
DGT2 EQU P3.2 ; digit 2
DGT3 EQU P3.1 ; digit 3
DGT4 EQU P3.0 ; digit 4
SEGA EQU P1.7 ; segment A
SEGB EQU P1.5 ; segment B
SEGC EQU P1.2 ; segment C
SEGD EQU P1.3 ; segment D
SEGE EQU P1.4 ; segment E
SEGF EQU P1.6 ; segment F
SEGG EQU P1.1 ; segment G
PB_UP EQU P3.5 ; tombol up
PB_DN EQU P3.4 ; tombol down
BUZZ EQU P3.3 ; buzzer

```

Setelah deklarasi pin, program dilanjutkan dengan pembuatan pola angka dan rutin display. Pola angka digunakan untuk menentukan kombinasi segmen yang menyala pada setiap angka 0 sampai 9. Rutin display kemudian memanggil pola tersebut secara bergantian pada setiap digit. Struktur logika tampilan ditunjukkan pada Potongan Program 2.

**Potongan Program 2.** Struktur Logika Pola Angka dan *Multiplexing Display*.

```

; Contoh struktur pola angka
ANGKA0: ; aktifkan segmen a, b, c, d, e, f
ANGKA1: ; aktifkan segmen b, c
ANGKA2: ; aktifkan segmen a, b, d, e, g

; Rutin display multiplexing
DISPLAY:
    CALL TAMPIL_DIGIT_1
    CALL TAMPIL_DIGIT_2
    CALL TAMPIL_DIGIT_3
    CALL TAMPIL_DIGIT_4
    RET

```

Bagian utama program menjalankan pembacaan tombol dan pembaruan nilai *counter*. Ketika tombol up aktif, nilai *counter* bertambah. Ketika tombol down aktif, nilai *counter* berkurang. Nilai tersebut kemudian dipecah menjadi satuan, puluhan, ratusan, dan ribuan untuk ditampilkan pada empat digit display. Struktur logika utama ditunjukkan pada Potongan Program 3.

### Potongan Program 3. Struktur Logika Utama Counter Up-Down.

```
START:
    MOV COUNTER, #0000H

MAIN_LOOP:
    CALL DISPLAY
    JB  PB_UP, CEK_DOWN
    CALL NAIK_COUNTER

CEK_DOWN:
    JB  PB_DN, MAIN_LOOP
    CALL TURUN_COUNTER
    SJMP MAIN_LOOP
```

### Pengunduhan Program dan Uji Rangkaian

AT89C2051 tidak diprogram langsung seperti papan pengembangan modern. Program perlu diunduh menggunakan perangkat downloader yang sesuai dengan keluarga Atmel 89. Dalam penelitian ini, downloader digunakan untuk memasukkan file program ke mikrokontroler sebelum IC dipasang kembali pada rangkaian. Perangkat downloader ditunjukkan pada Gambar 6.



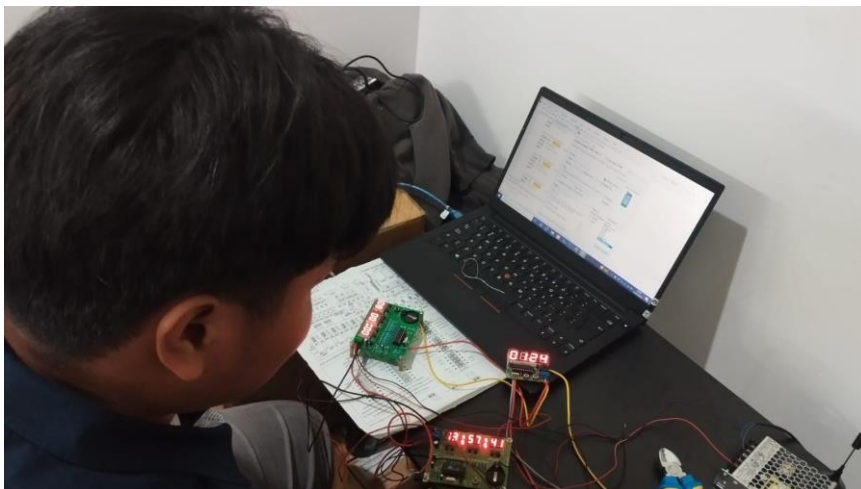
Gambar 6. Downloader Atmel 89 Family.

Setelah proses pengunduhan selesai, mikrokontroler dipasang kembali pada board. Rangkaian kemudian dihubungkan ke variable power supply DC dengan tegangan 5 V. Saat sistem dinyalakan, display menampilkan kondisi awal *counter*. Tampilan awal sistem ditunjukkan pada Gambar 7.



**Gambar 7.** Tampilan Awal *Counter Up-Down* saat Diberi Catu Daya 5 V DCs.

Pengujian berikutnya dilakukan dengan menekan *pushbutton* kanan untuk menaikkan nilai dan *pushbutton* kiri untuk menurunkan nilai. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa nilai pada display berubah sesuai fungsi tombol. Tampilan sistem saat digunakan ditunjukkan pada Gambar 8.



**Gambar 8.** Tampilan *Counter Up-Down* saat Digunakan.

## Hasil Pengujian Fungsional

Pengujian fungsional dilakukan untuk memastikan bahwa program yang dibuat dapat menjalankan fungsi utama sistem. Rangkuman hasil pengujian ditampilkan pada Tabel 2.

**Tabel 2.** Hasil Pengujian Fungsional Sistem.

No.	Aspek yang diuji	Prosedur	Hasil yang diharapkan	Hasil pengamatan
1	Catu daya	Memberikan tegangan 5 V DC pada rangkaian	Rangkaian aktif dan display menyala	Berhasil
2	Tampilan awal	Menyalakan rangkaian setelah IC dipasang	Display menampilkan nilai awal 0000	Berhasil
3	Tombol up	Menekan <i>pushbutton</i> kanan	Nilai <i>counter</i> bertambah satu tingkat	Berhasil
4	Tombol down	Menekan <i>pushbutton</i> kiri	Nilai <i>counter</i> berkurang satu tingkat	Berhasil
5	Display <i>multiplexing</i>	Mengamati tampilan empat digit saat sistem aktif	Angka dapat terbaca pada display	Berhasil
6	Program pada rangkaian target	Mengunduh program ke AT89C2051 dan memasang IC pada board	Program berjalan pada rangkaian	Berhasil

## Pembahasan

Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem *counter up-down* dapat berjalan sesuai fungsi dasar yang dirancang. Keberhasilan sistem dipengaruhi oleh kesesuaian antara pemetaan pin, deklarasi program, dan algoritma display. Port 1 digunakan untuk mengendalikan segmen a sampai g, sedangkan beberapa pin pada Port 3 digunakan sebagai selektor digit dan input tombol. Pemetaan ini membuat program dapat mengaktifkan digit dan segmen yang tepat.

Penggunaan bahasa *assembly* memberi kendali langsung terhadap port mikrokontroler. Hal ini menguntungkan untuk sistem sederhana karena instruksi yang dijalankan dapat dibuat ringkas dan sesuai kebutuhan perangkat keras. Namun, *assembly* juga menuntut ketelitian tinggi. Kesalahan kecil pada deklarasi pin, pola segmen, atau urutan pemanggilan display dapat membuat angka tidak tampil sesuai harapan. Karakteristik ini sejalan dengan pemrograman MCS-51 yang menempatkan pengaturan register, port, dan alur instruksi sebagai bagian penting dari proses kendali perangkat (Maria & Susianti, 2022; Son & Susianti, 2022).

Rutin *multiplexing* menjadi bagian penting dalam sistem ini. Display empat digit tidak dinyalakan secara permanen pada waktu yang sama. Program menyalakan digit secara bergantian dengan cepat sehingga tampilan terlihat stabil. Pendekatan ini membantu

menghemat jalur I/O dan membuat AT89C2051 tetap dapat mengendalikan display empat digit meskipun jumlah pin terbatas. Teknik *multiplexing* juga umum digunakan pada *interfacing multi-digit seven-segment* karena memungkinkan beberapa digit dikendalikan secara bergantian melalui kombinasi port yang terbatas (Rathod et al., 2020; Sulistyanto, 2020).

Walaupun sistem telah berhasil menjalankan fungsi *counter up* dan *counter down*, pengujian masih memiliki keterbatasan. Penelitian ini belum menambahkan *debouncing* tombol secara eksplisit. Pada implementasi nyata, *bounce* pada *pushbutton* dapat menyebabkan satu tekanan terbaca lebih dari satu kali. Sistem juga belum menjelaskan proteksi *overflow* dan *underflow*, misalnya batas maksimum 9999 dan batas minimum 0000. Selain itu, nilai terakhir belum disimpan pada memori non-volatile sehingga nilai *counter* akan kembali ke kondisi awal ketika catu daya dimatikan.

Berdasarkan keterbatasan tersebut, pengembangan berikutnya perlu menambahkan rutin *debouncing*, pembatasan nilai *counter*, penyimpanan nilai terakhir pada memori eksternal atau EEPROM, serta pengukuran kuantitatif terhadap waktu respons tombol, frekuensi refresh display, dan konsumsi arus. Pengembangan tersebut akan membuat sistem lebih siap digunakan pada aplikasi praktis yang membutuhkan keandalan lebih tinggi.

## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

Penelitian ini berhasil merancang dan mengimplementasikan sistem *counter up-down* berbasis mikrokontroler AT89C2051 menggunakan bahasa *assembly* pada aplikasi MC-51. Sistem memanfaatkan rangkaian jam digital yang dimodifikasi, *display seven-segment* empat digit *common cathode*, dua *pushbutton*, dan catu daya 5 V DC. Hasil identifikasi menunjukkan bahwa selektor digit menggunakan P3.7, P3.2, P3.1, dan P3.0, sedangkan segmen a sampai g dikendalikan melalui beberapa pin pada Port 1. Pengujian fungsional menunjukkan bahwa sistem dapat menampilkan nilai awal, menaikkan nilai melalui tombol up, dan menurunkan nilai melalui tombol down. Dengan demikian, sistem yang dibuat layak digunakan sebagai contoh implementasi *counter* sederhana berbasis *assembly*. Namun, sistem masih perlu dikembangkan melalui penambahan *debouncing* tombol, proteksi *overflow* dan *underflow*, pengukuran performa secara kuantitatif, serta penyimpanan nilai terakhir secara non-volatile.

## DAFTAR PUSTAKA

- Afandi, I., & Amdani, K. (2018). Rancang Bangun Alat Pendeteksi Kelayakan Air Minum yang Diproduksi Depot Air Minum Isi Ulang (AMIU) Berbasis Mikrokontroler AT89S51 dan LCD Menggunakan Inframerah dan Photodiode sebagai Indikator. *EINSTEIN (e-Journal)*, 6(2). <https://doi.org/10.24114/einstein.v6i2.12080>

- Aji, G. M., & Purwiyanto. (2017). Penghitung Setpoint Down Counter Otomatis pada Lampu Lalu Lintas dengan Menggunakan Panel LED Dot Matrix. *Jurnal Ecotipe*, 4(2), 30–35. <https://doi.org/10.33019/ecotipe.v4i2.9>
- Benny, & Soelaiman, N. F. (2010). Rancang Bangun Pengukur dan Pengendali Suhu Berbasis Mikrokontroler AT89S51 dan Sensor Suhu LM35. *Politeknologi*, 9(2), 148–153.
- Budijanto, A. (2017). Pembelajaran Microcontroller MCS-51 dengan Metodologi Berbasis Proyek. *JEETECH: Journal of Electrical Engineering and Technology*, 1(1).
- Budiyanto, S. (2012). Sistem Logger Suhu dengan Menggunakan Komunikasi Gelombang Radio. *Jurnal Teknologi Elektro*, 3(1), 23–28. <https://doi.org/10.22441/jte.v3i1.735>
- Hendrizon, Y., & Wildian. (2012). Rancang Bangun Alat Ukur Tingkat Kekerusuhan Zat Cair Berbasis Mikrokontroler AT89S51 Menggunakan Sensor Fototransistor dan Penampil LCD. *Jurnal Fisika Unand*, 1(1), 6–11.
- Imran, A., Kartika, M., Daud, M., & Asran. (2022). Jam Digital Berbasis RTC DS12C887. *Jurnal Energi Elektrik*, 11(2), 48–52. <https://doi.org/10.29103/jee.v11i1.7514>
- Jeffri, Susila, T., & Haryadi, H. (2015). Model Pemantauan dan Pengaturan Lampu Lalu Lintas Secara Wireless Berdasarkan Panjang Antrian Kendaraan. *TESLA*, 17(2), 178–195.
- Khoswanto, H., Pasila, F., & Cahyadi, W. E. (2003). Sistem Pengaturan AC Otomatis. *Jurnal Teknik Elektro*, 3(2), 73–78.
- Kumar, K. G. V., Shruthi, G., Sundari, N. U., Vivek, G., & Kumar, P. M. (2016). Digital Clock Using AT89C51. *International Journal of Research Science & Management*, 3(2), 51–55.
- Maarif, V., & Fadlilah, N. I. (2015). Pembuatan Alat Pengukur Tingkat Polusi Udara Berbasis Mikrokontroler AT89S51 Menggunakan Sensor TGS 2600. *ReTII: Prosiding Seminar Nasional ReTII ke-9*.
- Maria, P. S., & Susianti, E. (2022). Analisis Kemampuan Kerja Mikrokontroler MCS-51 sebagai Frequency Counter. *Media Informatika*, 21(2), 94–103. <https://doi.org/10.37595/mediainfo.v21i2.99>
- Mujoko, S., & Hendajani, F. (2009). Digital Queue System Design Based Mikrokontroler AT89S51. *Jurnal Sistem Komputer STMIK Jakarta STI&K*.
- Nisa, A. K. (2024). Rancang Bangun Rangkaian Digital Programmable Counter. *JUPITER: Publikasi Ilmu Keteknikan Industri, Teknik Elektro dan Informatika*, 2(4), 68–75. <https://doi.org/10.61132/jupiter.v2i4.370>
- Panjaitan, B., Harahap, S., Lumbantobing, K. N., & Romadhon, S. (2021). Rancang Bangun Pewaktu Centrifuge dengan Tampilan Seven Segment Berbasis Mikrokontroler AT89S51. *Jurnal Darma Agung*, 29(2), 298–307. <https://doi.org/10.46930/ojsuda.v29i2.1585>
- Paring, Supradono, B., & Kiswanto, A. (2011). Rancang Bangun Alat Penghitung Pengunjung Perpustakaan dengan Microcontroller AT89S51 dengan Penampil LCD. *Media Elektrika*, 4(1), 40–49.
- Quarcoo, C. A. (2021). Design and Construction of AT89C2051 Microcontroller Based Water Level Indicator. *Merit Research Journal of Engineering, Pure and Applied Sciences*, 6(2), 15–20.

- Rasidin, E. H., Ch, S., & Wiryajati, I. K. (2025). Rancang Bangun Modul Percobaan Counter dan Binary Adder Circuit di Laboratorium Elektronika Digital. *JEITECH: Journal of Electrical Engineering, Information Technology, Control Engineering, and Robotic*, 3(1), 10–16.
- Rathod, R., Nayak, D., Vishwakarma, D., & Luste, K. (2020). Interfacing Multi-Digit 7-Segment with 8051 Microcontroller. *International Research Journal of Engineering and Technology*, 7(3), 4975–4978.
- Roseno, D., Muchlas, & Sutikno, T. (2007). Aplikasi Mikrokontroler AT89S51 pada Sistem Antrian dengan Penampil dan Suara. *TELKOMNIKA (Telecommunication, Computing, Electronics and Control)*, 5(3), 153–158. <https://doi.org/10.12928/telkomnika.v5i3.1359>
- Saefullah, A., Syahrial, H., & Santoso, A. (2012). Pendeteksi Kebocoran Tabung Gas LPG Menggunakan Mikrokontroler AT89S2051 Melalui Handphone sebagai Media Informasi. *Prosiding Semantik*, 2(1), 18–25.
- Sahu, Y., Sharma, S., Kumar, V., & Kumar, T. (2017). Wireless PC Control Robot Using 8051 Micro Controller & RF Module. *International Journal of Engineering and Technical Research*, 7(3), 36–39.
- Santoso, W. T., Utami, Y. R. W., & Widada, B. (2016). Perancangan Sistem Antrian Digital Berbasis Mikrokontroler dengan AT89S51. *Jurnal TIKomSiN*, 4(1).
- Son, P., & Susianti, E. (2022). Programming Algorithm on MCS-51 for Alphanumeric Liquid Crystal Display (LCD) Simplified Driver Circuit: Algoritma Pemrograman Berbasis MCS-51 untuk Simplifikasi Rangkaian Driver Alphanumeric-Liquid Crystal Display (LCD). *Indonesian Journal of Electrical Engineering and Renewable Energy*, 2(1), 39–46. <https://doi.org/10.57152/ijeere.v2i1.205>
- Sulistyanto, M. P. (2020). Design of 4-Digit Count-Up with 7-Segment 5-Inch SM415001L. *Journal of Robotics and Control (JRC)*, 1(3), 115–120. <https://doi.org/10.18196/jrc.1424>
- Sutikno, T., Yudhana, A., & Siprian, D. (2006). Pengaturan Sakelar pada Acara Cepat Tepat Berbasis Mikrokontroler AT89C2051. *TELKOMNIKA: Telecommunication Computing Electronics and Control*, 4(3). <https://doi.org/10.12928/telkomnika.v4i3.1314>