



**EMBEDDED SYSTEM FINAL PROJECT REPORT
DEPARTMENT OF ELECTRICAL ENGINEERING
UNIVERSITAS INDONESIA**

IC VALIDATOR

GROUP 14

CHRISTIAN HADIWIJAYA	2306161952
FADHLUREZA SEBASTIAN	2306161971
GERRARDIN NABIL ZULHIAN	2306250661
SHAFWAN HASYIM	2306209113

PREFACE

Dengan penuh rasa syukur, kami panjatkan puji dan terima kasih ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas limpahan rahmat dan karunia-Nya, sehingga kami dapat menyelesaikan proyek akhir mata kuliah Sistem Embedded yang berjudul “IC Validator”.

Kami ingin menyampaikan apresiasi yang setulusnya kepada Bapak Fransiskus Astha Ekadiyanto selaku dosen pengampu mata kuliah Sistem Embedded, atas ilmu dan bimbingan yang sangat berharga selama proses pembelajaran mata kuliah ini. Ucapan terima kasih juga kami tujukan kepada seluruh asisten laboratorium Digital Laboratory atas dukungan dan bantuan teknis yang telah diberikan. Secara khusus, kami menyampaikan terima kasih kepada asisten pendamping Edgrant atas kontribusinya dalam mendampingi kami selama pelaksanaan proyek.

Kami menyadari sepenuhnya bahwa proyek ini masih memiliki kekurangan dan belum sempurna, mengingat kami masih dalam proses belajar. Oleh karena itu, kami sangat menghargai setiap kritik dan saran yang membangun demi pengembangan lebih lanjut. Harapan kami, proyek ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca dan menjadi salah satu bentuk kontribusi positif dalam pengembangan pembelajaran di mata kuliah Sistem Embedded.

Depok, Mei 17, 2025

Group 14

TABLE OF CONTENTS

CHAPTER 1.....	4
Pendahuluan.....	4
1.1 Latar Belakang.....	4
1.3 Parameter Sukses.....	5
1.4 Pembagian Tugas dan Tanggung Jawab.....	5
1.5 Tahapan Pengerjaan.....	6
CHAPTER 2.....	7
Implementasi.....	7
2.1 Rancangan Hardware dan Skematik.....	7
2.2 Pengembangan Software.....	8
2.3 Integrasi Hardware dan Software.....	10
CHAPTER 3.....	12
Pengujian dan Evaluasi.....	12
3.1 Pengujian.....	12
3.1.1 Simulasi Proteus.....	12
3.1.1 Implementasi Rangkaian.....	13
3.2 Hasil.....	14
3.3 Evaluasi.....	15
CHAPTER 4.....	16
Kesimpulan.....	16

CHAPTER 1

Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Integrated Circuit (IC) merupakan komponen utama dalam berbagai perangkat elektronik digital, mulai dari sistem kontrol industri hingga alat-alat konsumen. Namun, salah satu permasalahan yang sering terjadi adalah kesulitan dalam mendeteksi apakah sebuah IC masih berfungsi dengan baik atau telah mengalami kerusakan. Kerusakan pada IC tidak selalu dapat dilihat secara fisik, sehingga sering kali memerlukan pengujian langsung dalam rangkaian untuk memastikan fungsinya. Sayangnya, metode ini tidak efisien dan berisiko menimbulkan kerusakan lebih lanjut pada rangkaian jika IC yang diuji ternyata tidak bekerja dengan baik.

Keterbatasan alat untuk menguji IC sering kali menyebabkan proses troubleshooting menjadi lambat dan kurang akurat. Dalam banyak kasus, pengguna harus mengandalkan metode trial and error yang memakan waktu serta meningkatkan risiko kesalahan dalam mendiagnosis kerusakan. Oleh karena itu, dibutuhkan sebuah perangkat yang mampu menguji kondisi IC secara terpisah dan mandiri, tanpa harus dipasang dalam rangkaian elektronik utuh, sehingga dapat mempercepat proses identifikasi masalah dan meminimalkan potensi kerusakan lebih lanjut.

1.2 Solusi

Sebagai solusi atas permasalahan dalam pengujian IC logika, khususnya jenis D Flip-Flop, dirancang sebuah alat bantu penguji IC (IC Validator) yang dapat mengevaluasi kinerja IC secara cepat dan mandiri. Alat ini dibangun menggunakan mikrokontroler ATmega328P dan diprogram menggunakan bahasa assembly AVR, sehingga memiliki kendali langsung terhadap operasi pin I/O serta efisiensi dalam eksekusi instruksi. Tujuan utama dari alat ini adalah untuk menguji apakah output dari IC D Flip-Flop sesuai dengan karakteristik logikanya, yaitu output Q mengikuti nilai input D saat terjadi sinyal naik pada Clock.

Perangkat ini bekerja dengan cara mengatur sinyal logika input (D dan Clock), lalu membaca output dari kaki IC (Q), dan membandingkannya dengan kondisi ideal. Hasil pengujian ditampilkan melalui indikator buzzer, yang akan memberi sinyal berbeda untuk kondisi “berfungsi” atau “tidak berfungsi”. Dengan rancangan sederhana dan penggunaan komponen yang umum, alat ini diharapkan dapat menjadi sarana yang efisien dan praktis dalam proses troubleshooting maupun pembelajaran rangkaian digital, khususnya dalam mengenali fungsi dasar dari IC logika seperti D Flip-Flop.

1.3 Parameter Sukses

Berikut ini adalah parameter kesuksesan dari proyek IC Validator yang kami kerjakan:

1. Alat dapat memeriksa setiap pin dari IC
2. Rangkaian sederhana dan aman digunakan oleh pengguna tanpa risiko kerusakan IC.
3. Alat dapat mendeteksi perbedaan antara IC yang berfungsi dan yang rusak.
4. Input tombol bekerja dengan stabil untuk memicu pengujian.
5. Buzzer dapat memberikan feedback sesuai hasil dari pengujian IC

1.4 Pembagian Tugas dan Tanggung Jawab

The roles and responsibilities assigned to the group members are as follows:

Roles	Responsibilities	Person
Merancang dan menyusun rangkaian, program	Merancang hardware dan software sesuai dengan ide yang telah diajukan.	Christian Hadiwijaya Fadhlureza Sebastian Gerradin Nabil Zulhian Shafwan Hasyim
Menyusun rangkaian pada Proteus	Mengaplikasikan rangkaian pada Proteus.	Christian Hadiwijaya Shafwan Hasyim

Menyusun laporan, dan Readme.md	Menyusun laporan, dan menyusun Readme.md	Fadhlureza Sebastian Gerradin Nabil Zulhian Shafwan Hasyim
Menyusun PPT	Menyusun PPT yang akan digunakan pada presentasi proyek.	Christian Hadiwijaya Fadhlureza Sebastian Gerradin Nabil Zulhian Shafwan Hasyim

CHAPTER 2

Implementasi

2.1 Rancangan Hardware dan Skematik

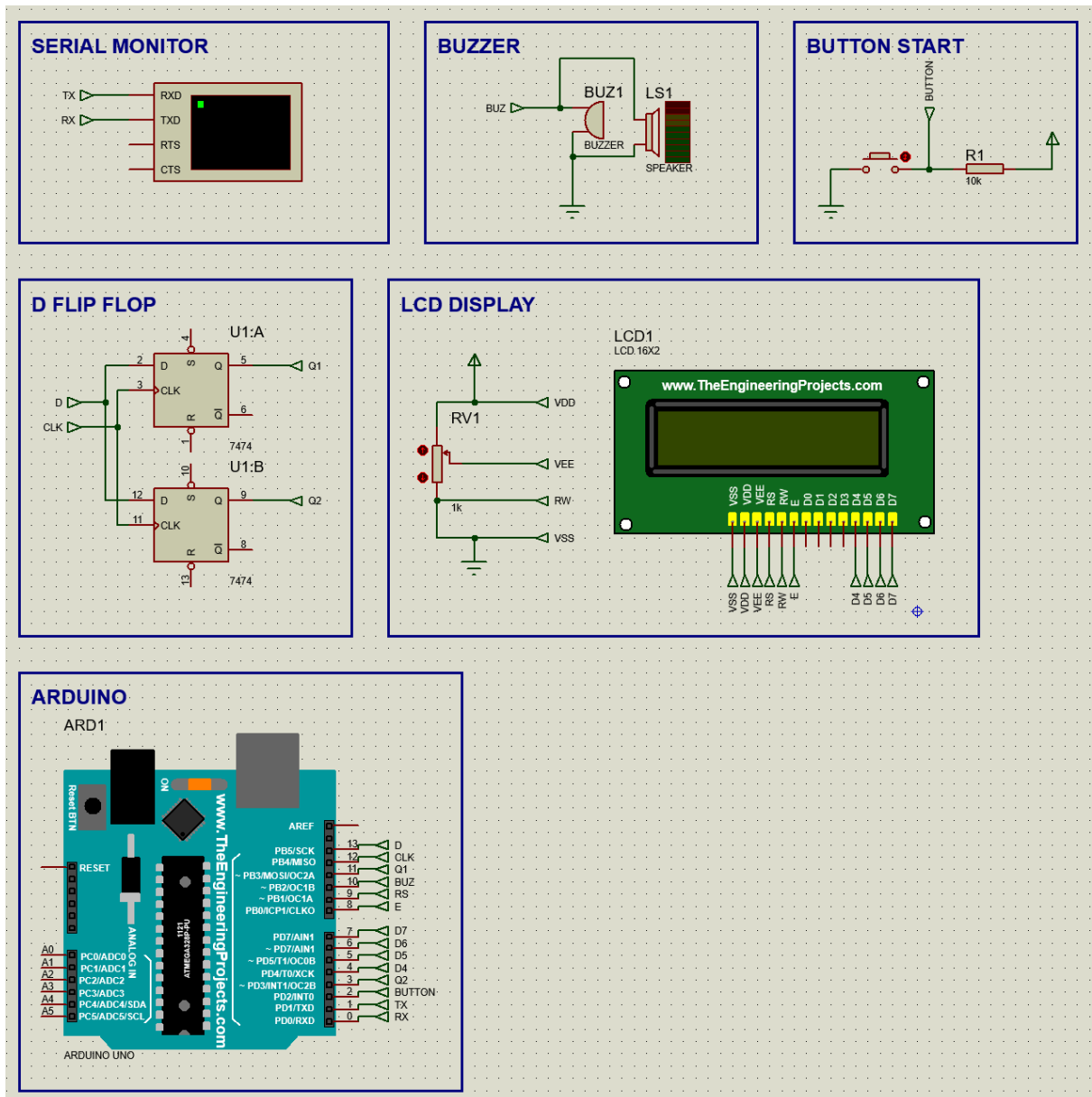
Komponen yang dibutuhkan:

- Arduino Uno
- Breadboard
- Buzzer
- LCD
- Kabel Jumper
- Button

Rangkaian fisik yang kami gunakan disusun menggunakan Arduino UNO sebagai mikrokontroler utama dan breadboard sebagai media koneksi antar komponen. IC yang diuji adalah 74LS74, yaitu IC yang berisi dua D Flip-Flop. Arduino mengendalikan input D dan Clock dari IC melalui pin digital, serta membaca output Q dari masing-masing flip-flop. Untuk memulai proses pengujian, digunakan sebuah push button yang terhubung ke salah satu pin input digital Arduino, dilengkapi dengan resistor pull-up $10k\Omega$ agar sinyal tetap stabil saat tombol tidak ditekan.

Sebagai penanda hasil pengujian, digunakan sebuah buzzer aktif yang dikontrol oleh Arduino untuk menghasilkan bunyi dengan pola tertentu: bunyi pendek dua kali menandakan IC dalam kondisi baik, sedangkan bunyi berkedip menandakan kerusakan. Selain itu, kami juga menggunakan LCD 16x2 untuk menampilkan status pengujian secara visual. LCD ini dihubungkan ke Arduino melalui jalur paralel (RS, EN, D4–D7) dan diatur menggunakan potensiometer untuk mengatur kontras tampilan. Seluruh rangkaian ini dirancang agar dapat bekerja secara efisien dan memberikan umpan balik yang jelas terhadap kondisi IC D Flip-Flop yang diuji.

Berikut merupakan rangkaian skematik dalam simulasi proteus



2.2 Pengembangan Software

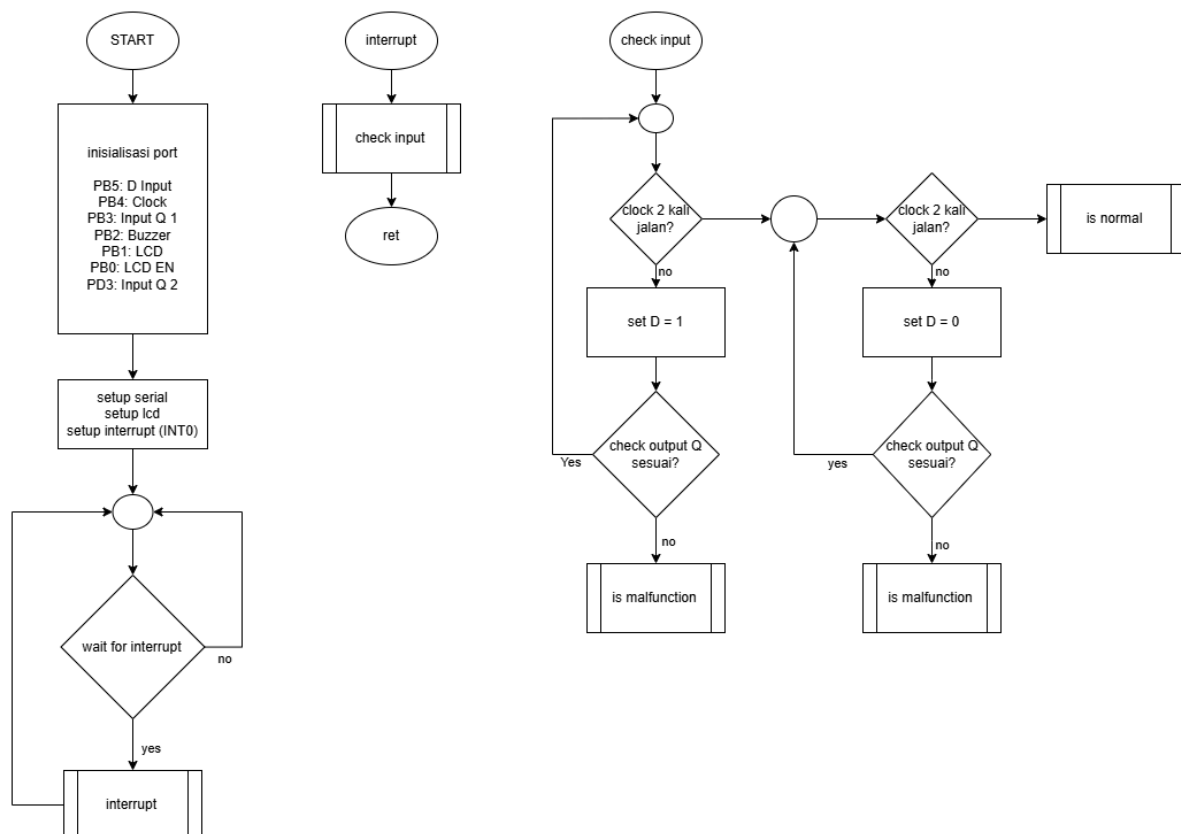
Perancangan perangkat lunak pada proyek IC Validator ini dimulai dengan menyusun diagram flowchart sebagai dasar alur logika sistem. Flowchart tersebut digunakan untuk merumuskan urutan proses kerja, menetapkan peran masing-masing bagian, serta menentukan penggunaan pin I/O dan konfigurasi interrupt. Dengan adanya flowchart, pengembangan program dapat dilakukan secara sistematis dan konsisten terhadap struktur kerja yang telah dirancang sebelumnya.

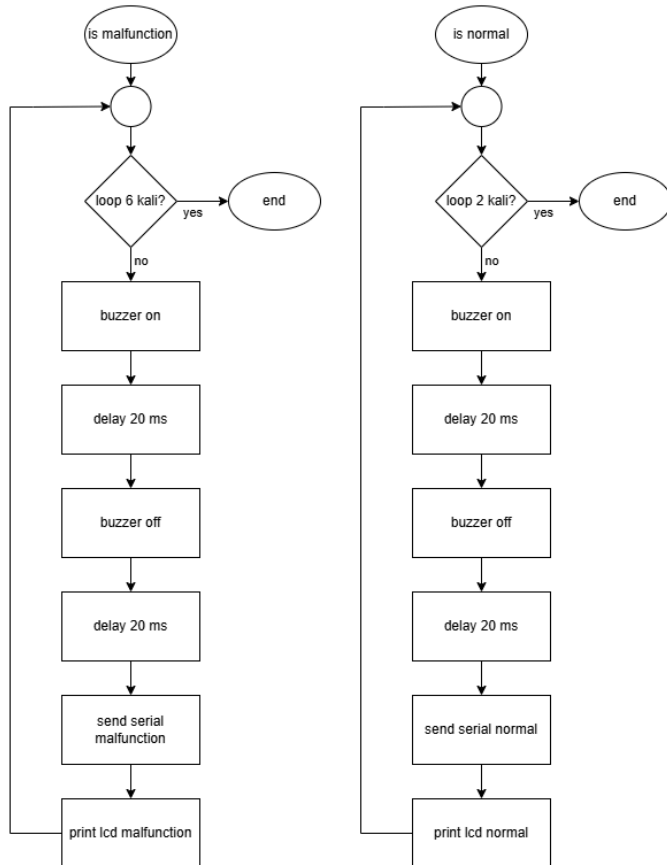
Program disusun dengan pendekatan modular, di mana setiap fungsi utama sistem dipisahkan ke dalam bagian tersendiri. Pendekatan ini mempermudah proses pengujian, pelacakan kesalahan (debugging), dan modifikasi kode di kemudian hari. Setiap modul bertugas menangani satu aspek spesifik dari sistem, mulai dari pengaturan input/output hingga komunikasi serial dan tampilan. Struktur modular ini juga mendukung keterbacaan kode dan mempermudah ekspansi sistem apabila dibutuhkan.

Adapun pembagian modul perangkat lunak dalam sistem IC Validator ini terdiri dari lima bagian utama.

- IC_CHECKER: Mengatur inisialisasi pin dan memproses logika pengujian IC.
- Interrupt: Menangani interrupt eksternal INT0 saat tombol ditekan untuk memicu pengujian otomatis.
- LCD: Mengelola tampilan hasil pengujian ("OK" atau "FAULTY!") melalui LCD 16x2 menggunakan mode 4-bit.
- Serial: Mengirimkan hasil pengujian ke terminal melalui komunikasi UART.
- Delay: Menyediakan fungsi-fungsi delay untuk mengatur jeda waktu antarproses.

Flowchart:





2.3 Integrasi Hardware dan Software

Sistem IC Validator ini berfungsi untuk menguji kebenaran kerja IC D Flip-Flop tipe 74LS74 dengan menggunakan mikrokontroler ATmega328P dan bahasa pemrograman assembly AVR. IC 74LS74 terdiri dari dua D Flip-Flop yang bekerja secara independen. Kedua flip-flop digunakan bersamaan dengan input D dan Clock yang sama. Output Q dari flip-flop pertama dihubungkan ke pin PB3, sedangkan output Q dari flip-flop kedua dihubungkan ke pin PD3. Sistem dirancang untuk memverifikasi apakah kedua flip-flop mampu menangkap dan menyimpan nilai D ketika terjadi sinyal naik (rising edge) pada Clock, sesuai karakteristik dasar D Flip-Flop.

Konfigurasi pin yang digunakan dalam rangkaian melibatkan PB5 sebagai output untuk sinyal D dan PB4 sebagai output untuk sinyal Clock. Kedua sinyal ini dikirim ke kedua flip-flop secara paralel. Ketika tombol pengujian ditekan, sinyal pada pin PD2 berubah dari HIGH ke LOW, yang memicu interrupt eksternal INT0. Subrutin check_input kemudian dijalankan sebagai respons terhadap interrupt ini. Selain itu, PB2 digunakan untuk

mengendalikan buzzer, dan LCD 16x2 digunakan sebagai media tampilan hasil pengujian. Untuk pengoperasian LCD dalam mode 4-bit, data dikirim melalui pin PD4 hingga PD7, sementara sinyal kontrol RS dan EN dikirim melalui PB1 dan PB0.

Saat subrutin `check_input` dijalankan, sistem pertama-tama memberikan logika HIGH pada pin D, lalu menarik Clock ke LOW, kemudian menaikkannya untuk menghasilkan rising edge. Setelah itu, output Q dari kedua flip-flop dibaca melalui PB3 dan PD3. Jika hasil pembacaan menunjukkan bahwa keduanya bernilai HIGH, sistem melanjutkan ke pengujian tahap kedua. Pada tahap ini, pin D diatur ke LOW dan Clock dipicu ulang dengan pola yang sama. Setelah rising edge kedua, sistem kembali membaca output Q dari kedua flip-flop. Jika keduanya bernilai LOW, maka IC dianggap memberikan respons yang sesuai terhadap logika D yang diberikan.

Setelah pembacaan dilakukan, sistem memberikan umpan balik berdasarkan hasil tersebut. Jika salah satu output Q tidak sesuai dengan nilai D pada saat rising edge Clock, maka dianggap terjadi kesalahan fungsi. Dalam kondisi ini, buzzer akan menyala dan mati sebanyak 6 kali, pesan “IC IS MALFUNCTION!” dikirim melalui komunikasi serial, dan tulisan “FAULTY!” ditampilkan di LCD. Sebaliknya, jika kedua hasil pembacaan sesuai dengan logika yang diberikan, buzzer akan berbunyi dua kali singkat, pesan “IC IS WORKING PROPERLY!” dikirim melalui serial, dan tampilan “OK” muncul di LCD. Komunikasi serial dilakukan menggunakan protokol UART dengan pengaturan baud rate 57600 melalui register UBRR0 dan UCSR0, sedangkan pengiriman data ke LCD dilakukan secara bertahap dalam dua nibble melalui mekanisme kontrol RS dan EN serta fungsi delay untuk menjaga kestabilan sinyal.

CHAPTER 3

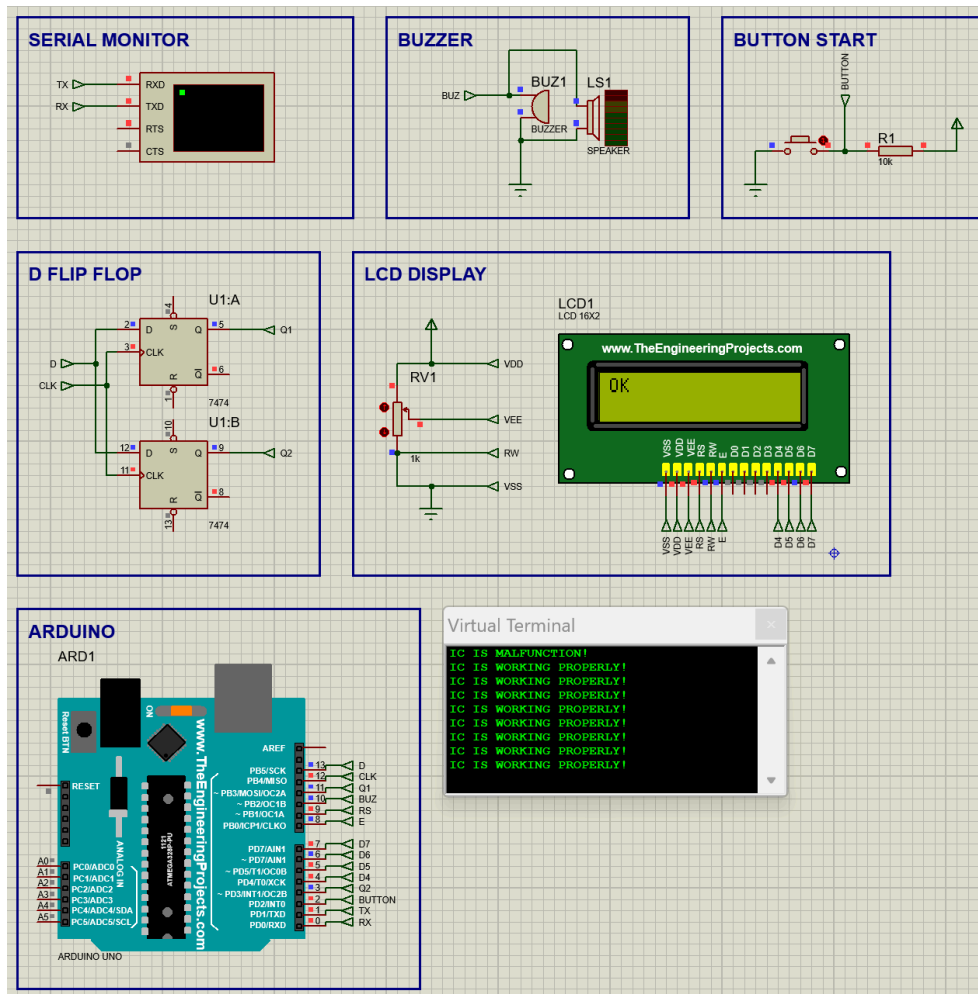
Pengujian dan Evaluasi

3.1 Pengujian

Pengujian sistem dilakukan untuk memverifikasi fungsionalitas dan keandalan rangkaian IC Validator dengan menggunakan dua pendekatan, yaitu simulasi dan implementasi fisik. Simulasi dilakukan melalui software Proteus untuk menguji logika kerja sistem secara virtual dan memastikan setiap bagian kode memberikan respons yang sesuai. Sementara itu, implementasi fisik dilakukan dengan merangkai komponen secara langsung pada breadboard guna memastikan bahwa sistem dapat berjalan stabil dan memberikan hasil yang akurat dalam kondisi nyata.

3.1.1 Simulasi Proteus

Simulasi awal dilakukan menggunakan perangkat lunak Proteus untuk menguji seluruh komponen dalam sistem, termasuk IC D Flip-Flop, mikrokontroler ATmega328P, dan LCD. Selama proses simulasi, seluruh fungsi berjalan sesuai harapan tanpa kendala. Program yang ditanamkan pada mikrokontroler mampu membaca input secara akurat dan menghasilkan output yang tepat menuju LCD serta perangkat output lainnya.



3.1.2 Implementasi Rangkaian

Implementasi fisik dilakukan dengan menyusun komponen pada breadboard berdasarkan rancangan skematik yang telah diuji melalui simulasi Proteus. Komponen utama dalam implementasi ini meliputi:

- Arduino Uno sebagai pengendali utama sistem
- IC 74LS74 (D Flip-Flop)
- LCD 16x2 untuk menampilkan status IC
- Buzzer sebagai indikator suara
- Push button untuk memulai pengujian
- Resistor pull-up untuk kestabilan sinyal input tombol

Setelah semua komponen dirangkai, program ditanamkan ke dalam mikrokontroler ATmega328P. Pengujian dilakukan dengan menggunakan dua kondisi IC: satu IC dalam

kondisi baik dan satu IC yang telah disimulasikan rusak. Hasil pengujian menunjukkan bahwa alat dapat mendeteksi kondisi IC secara akurat. Buzzer berbunyi dua kali singkat dan LCD menampilkan "OK" saat IC bekerja dengan baik, serta buzzer berkedip dan LCD menampilkan "FAULTY!" saat IC rusak.

Namun dalam kenyataannya, di implementasi fisik, LCD kami tidak bekerja sesuai simulasi. Hal ini terjadi karena keterbatasan perangkat fisik kami sehingga kami hanya bisa menggunakan LCD I2C dengan serial adapter yang terpasang sedangkan di simulasi tidak memerlukannya. Akibat dari hal ini adalah LCD tidak menampilkan karakter “OK” maupun “FAULTY” melainkan hanya backlight dan kotak-kotak putih.



3.2 Hasil

Hasil dari pengujian menunjukkan bahwa IC Validator bekerja sesuai dengan ekspektasi di simulasi:

- Pada saat IC dalam kondisi normal, sistem menghasilkan output Q yang sesuai dengan nilai D saat terjadi rising edge pada Clock. Output pada buzzer terdengar dua kali singkat dan LCD menampilkan pesan "OK".
- Pada saat IC dalam kondisi rusak (salah satu flip-flop tidak merespon sinyal Clock), sistem mendeteksi ketidaksesuaian tersebut. Buzzer berbunyi dalam

pola berkedip sebanyak enam kali, LCD menampilkan “FAULTY!”, dan pesan error dikirimkan melalui komunikasi serial.

Sistem memberikan feedback yang jelas baik secara visual maupun auditori, yang sangat membantu dalam proses validasi IC. Namun, pada rangkaian fisik LCD tidak bekerja karena keterbatasan perangkat.

3.3 Evaluasi

Setelah dilakukan pengujian menyeluruh melalui simulasi dan implementasi fisik, berikut adalah evaluasi dari sistem IC Validator:

Kelebihan:

- Sistem bekerja secara mandiri dan tidak memerlukan perangkat tambahan untuk menguji IC.
- Memberikan hasil pengujian dengan cepat dan akurat.
- Indikator visual dan suara sangat membantu dalam memverifikasi kondisi IC.
- Struktur kode modular mempermudah debugging dan pengembangan lebih lanjut.

Kekurangan:

- Sistem masih terbatas untuk jenis IC D Flip-Flop (74LS74) dan belum mendukung jenis IC lainnya.
- Layout pada breadboard cukup padat, sehingga rentan terhadap gangguan sinyal atau koneksi yang lepas.
- Belum dilengkapi dengan proteksi tegangan untuk menjaga IC dari kesalahan sambungan.

Potensi pengembangan:

- Menambahkan kompatibilitas untuk jenis IC logika lainnya seperti AND, OR, dan JK Flip-Flop.
- Mengimplementasikan proteksi overcurrent dan overvoltage.
- Membuat PCB agar lebih stabil dan portabel.
- Menggunakan perangkat fisik LCD yang sesuai.

CHAPTER 4

Kesimpulan

Proyek IC Validator berhasil diwujudkan sebagai alat bantu untuk memverifikasi fungsi IC D Flip-Flop tipe 74LS74. Sistem ini menggunakan mikrokontroler ATmega328P dan diprogram dengan bahasa assembly AVR untuk mencapai kendali yang presisi dan efisiensi tinggi.

Melalui pengujian simulasi dan fisik, sistem terbukti mampu mendeteksi perbedaan antara IC yang berfungsi dengan baik dan IC yang rusak, serta memberikan umpan balik secara real-time melalui buzzer, LCD, dan komunikasi serial.

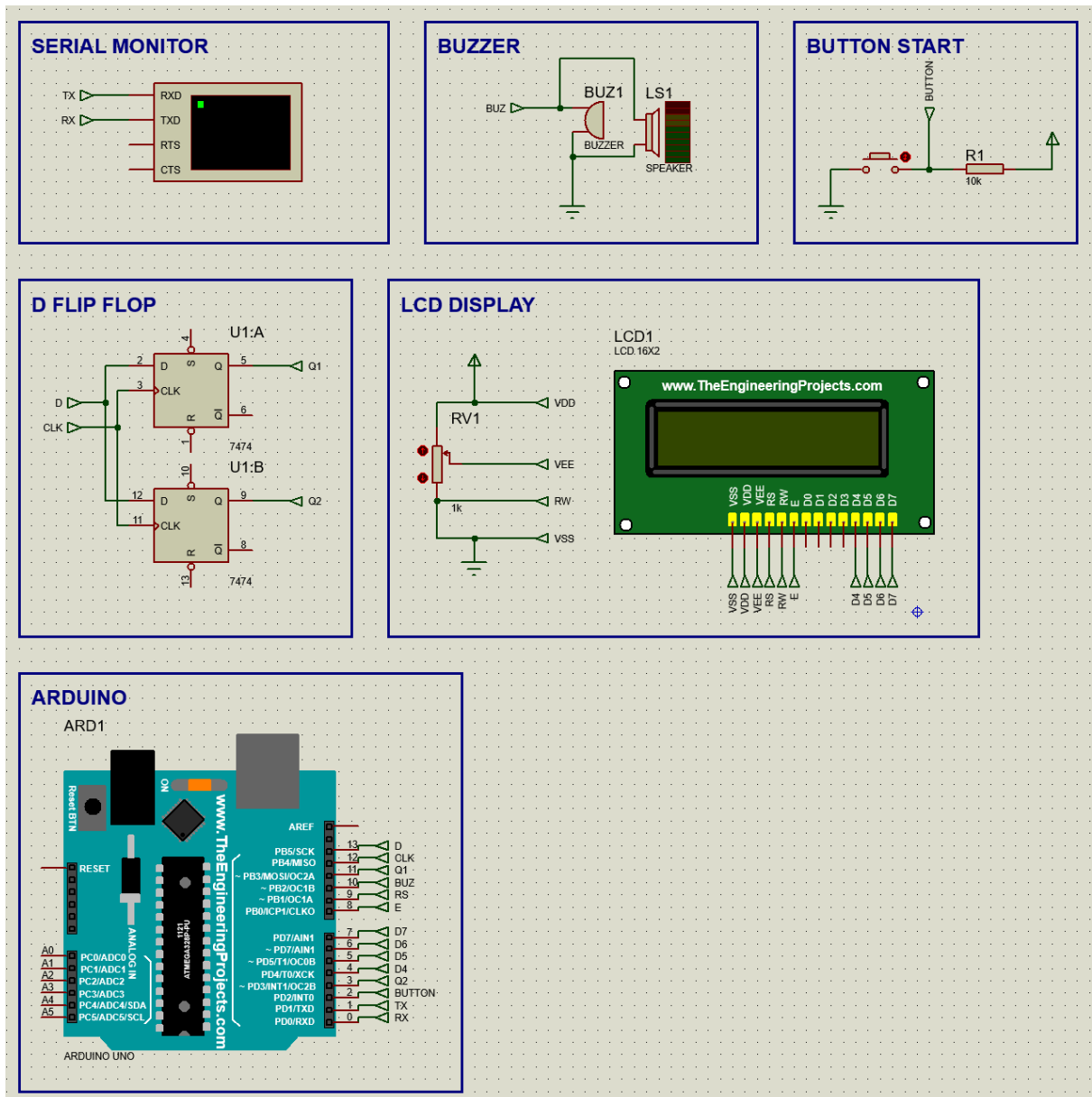
Dengan rancangan yang sederhana namun efektif, IC Validator diharapkan dapat menjadi alat bantu praktis dalam proses troubleshooting maupun edukasi dasar mengenai logika digital dan kerja flip-flop.

Referensi

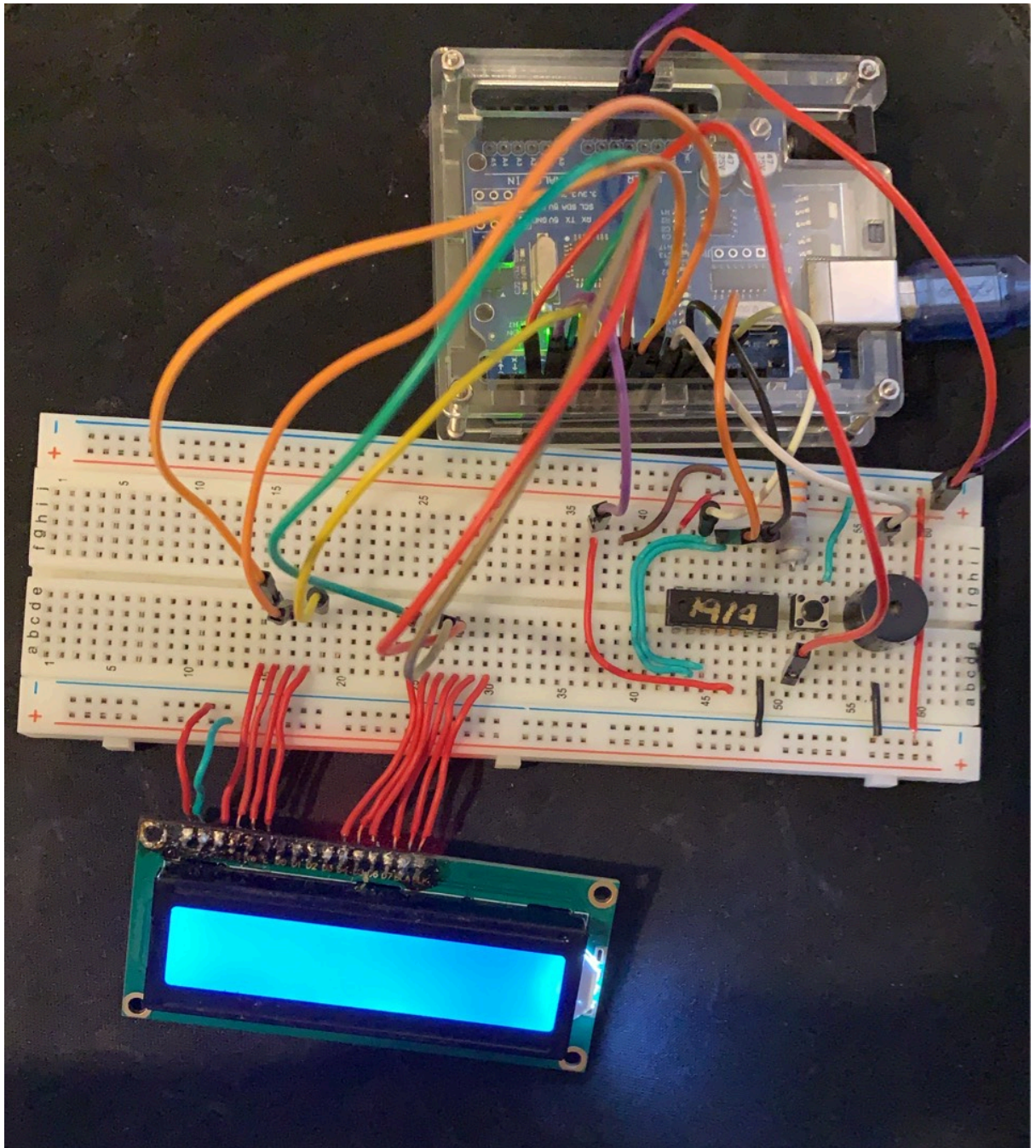
- [1] Atmel, “ATmega328P 8-bit AVR Microcontroller with 32K Bytes In-System Programmable Flash DATASHEET,” 2015. [Online]. Available: https://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/Atmel-7810-Automotive-Microcontrollers-ATmega328P_Datasheet.pdf
- [2] “AVR ® Instruction Set Manual AVR ® Instruction Set Manual.” [Online]. Available: <https://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/AVR-Instruction-Set-Manual-Datasheet-40002198A.pdf>
- [3] EdgrantHS, “GitHub - EdgrantHS/Finpro-SSF,” *GitHub*, 2024. [Online]. Available: <https://github.com/EdgrantHS/Finpro-SSF> (accessed May 18, 2025).

APPENDICES

Appendix A: Project Schematic



Appendix B: Documentation



Appendix C: Github Repository

<https://github.com/Tianrider/Integrated-Circuit-Validator.git>