

Alat Pengujian IC Gerbang Logika Berbasis Arduino Mega 2560

DENI PUTRA^{1*}, DECY NATALIANA¹

¹Institut Teknologi Nasional Bandung
Email: wakden7@mhs.itenas.ac.id

Received 30 01 2023 | Revised 06 02 2023 | Accepted 06 02 2023

ABSTRAK

Fungsi logika dasar yaitu AND, OR, NOT, NAND, NOR, X-OR, dan X-NOR. Untuk melakukan pengecekan IC gerbang logika masih sangat kesulitan jika dilakukan oleh mahasiswa yang baru belajar Elektronika Digital. menyebabkan proses praktikum menjadi terhambat, dikarenakan pengecekan IC gerbang logika dilakukan secara manual. Pengecekan IC gerbang logika TTL dan CMOS adalah memberikan masukan yang bernilai satu atau high dari Arduino Mega 2560 pada seluruh masukan gerbang logika. Keluaran seluruh gerbang logika masuk ke Arduino untuk didata. Apabila nilai dari seluruh keluaran gerbang logika sesuai dengan tabel kebenaran, maka IC dalam kondisi bagus. Kondisi bagus tidaknya IC akan ditampilkan pada LCD, dan keypad sebagai masukan kode IC gerbang logika yang akan di uji. Alat ini menggunakan keypad sebagai masukan kode IC dan LCD sebagai tampilan kondisi IC gerbang logika. Arduino memberikan sumber pada tiap-tiap kaki masukan IC gerbang logika, dan Arduino membaca nilai keluaran pada IC gerbang logika untuk diproses.

Kata kunci: Arduino, LCD (Liquid Cristal Display), keypad, logic gate

ABSTRACT

The basic logic functions are AND, OR, NOT, NAND, NOR, X-OR, and X-NOR. To check logic gate ICs it is still very difficult if it is done by students who are just learning Digital Electronics. causing the practicum process to be hampered, because checking the logic gate IC is done manually. Checking the TTL and CMOS logic gate ICs is to provide one or high input from the Arduino Mega 2560 to all logic gate inputs. The output of all logic gates goes to Arduino for data. If the values of all logic gate outputs match the truth table, then the IC is in good condition. Whether the IC is good or not will be displayed on the LCD, and the keypad as input for the logic gate IC code to be tested. This tool uses a keypad as IC code input and LCD as a display of logic gate IC conditions. Arduino provides a source for each input leg of the logic gate IC, and Arduino reads the output value on the logic gate IC for processing.

Keywords: Arduino, LCD (Liquid Cristal Display), keypad, logic gate

1. PENDAHULUAN

Perguruan tinggi merupakan salah satu tempat untuk menuntut ilmu. Pada jurusan Teknik Elektro, mahasiswa maupun mahasiswi belajar tentang Elektronika Digital. IC gerbang logika adalah salah satu jenis sirkuit digital yang dibuat dari komponen utama transistor yang digabungkan sehingga membentuk dua keadaan ON/OFF. Dengan mengendalikan kondisi ON/OFF transistor pada IC digital, dapat dibuat berbagai fungsi logika. Ada beberapa fungsi logika dasar yaitu AND, OR, NOT, NAND, NOR, X-OR, dan X-NOR. Begitu juga dalam praktikum dibutuhkan komponen-komponen IC gerbang logika yang berfungsi dengan baik, sehingga proses praktikum bisa berjalan dengan lancar. Untuk melakukan pengecekan IC gerbang logika masih sangat kesulitan jika dilakukan oleh mahasiswa yang baru belajar Elektronika Digital. Hal ini menyebabkan proses praktikum menjadi terhambat, dikarenakan pengecekan IC gerbang logika dilakukan secara manual.

Mikrokontroller merupakan sistem komputer yang seluruh atau sebagian besar elemennya dikemas dalam satu chip IC sehingga sering juga disebut single chip microcomputer, yang masuk dalam katagori embedded computer (**Praviro, 2017**).

Dengan memasukkan kode IC yang akan dicek menggunakan keypad, IC yang akan dicek adalah IC berjenis TTL dan CMOS. Semua IC tersebut akan diberikan alamat, setelah memberikan alamat pada seluruh IC yang akan dicek maka sebagai penanda akan ditampilkan pada layar LCD 16x2 untuk menampilkan karakter kode IC dan kondisi "BAGUS" atau "RUSAK" (**Hermawan, 2013**).

Dari permasalahan yang sudah dijelaskan timbul ide untuk membuat sebuah alat yang dapat memastikan kondisi IC gerbang logika baik atau tidaknya dengan cepat yaitu "ALAT PENGUJIAN IC GERBANG LOGIKA BERBASIS ARDUINO MEGA 2560". Alat ini dibuat sesederhana mungkin agar nantinya dapat dioperasikan dengan mudah oleh mahasiswa maupun mahasiswi yang baru belajar Elektronika Digital.

2. PEMBAHASAN TEORI

Pada perancangan sistem ini ada beberapa teori singkat dan perangkat yang akan digunakan sebagai peralatan utama maupun sebagai peralatan pendukung. Untuk peralatan utama didasarkan kepada besarnya ketergantungan sistem terhadap alat yang bersangkutan begitupun sebaliknya dengan peralatan pendukung.

2.1. Gerbang Logika

Gerbang logika (logic gate) merupakan dasar pembentuk sistem elektronika digital yang berfungsi untuk mengubah satu atau beberapa input (masukan) menjadi sebuah sinyal output (keluaran). Gerbang logika beroperasi berdasarkan sistem bilangan biner yaitu bilangan yang hanya memiliki dua kode, yaitu 0 dan 1 dengan menggunakan teori aljabar Boolean (**Widjanarka, 2006**).

Gerbang logika yang diterapkan dalam sistem elektronika digital pada dasarnya menggunakan komponen-komponen elektronika seperti Integrated Circuit (IC), Transistor, Relay, Optik maupun Elemen Mekanikal. Terdapat 7 jenis gerbang logika dasar yang membentuk sebuah sistem elektronika digital, yaitu:

a. Gerbang AND

Gerbang AND memerlukan dua atau lebih masukan untuk menghasilkan hanya satu keluaran. Gerbang AND akan menghasilkan keluaran logika 1 jika semua masukan bernilai logika 1 dan akan menghasilkan keluaran logika 0 jika salah satu dari masukan bernilai logika 0. Simbol yang menandakan operasi gerbang logika AND adalah titik (".") atau tidak memakai tanda sama sekali. Contohnya: $Y=A.B$ atau $Y=AB$.

b. Gerbang OR

Gerbang OR memerlukan dua atau lebih masukan untuk menghasilkan hanya satu keluaran. Gerbang OR akan menghasilkan keluaran satu jika salah satu dari masukan bernilai logika 1 dan jika ingin menghasilkan keluaran logika 0, maka semua masukan harus bernilai logika 0. Simbol yang menandakan operasi logika OR adalah tanda plus ("+"). Contohnya $Y=A+B$.

c. Gerbang NOT

Gerbang NOT hanya memerlukan sebuah masukan untuk menghasilkan hanya satu keluaran. Gerbang NOT disebut juga dengan Inverter (pembalik) karena menghasilkan keluaran yang berlawanan dengan masukan. Jika ingin mendapatkan keluaran dengan nilai 0 maka masukan harus bernilai logika 1. Gerbang NOT biasanya dilambangkan dengan simbol minus ("−") di atas variable (komplemen).

d. Gerbang NAND

Gerbang NAND merupakan kombinasi dari gerbang AND dan gerbang NOT yang menghasilkan kebalikan dari keluaran gerbang AND. Gerbang NAND akan menghasilkan keluaran logika 0 apabila semua masukan pada logika 1.

e. Gerbang NOR

Gerbang NOR merupakan kombinasi dari gerbang OR dan gerbang NOT yang menghasilkan kebalikan dari keluaran gerbang OR. Gerbang NOR akan menghasilkan keluaran logika 0 jika salah satu dari masukan bernilai logika 1 dan jika ingin mendapatkan keluaran logika 1, maka semua masukan harus bernilai 0.

f. Gerbang X-OR (Exclusive OR)

Gerbang X-OR adalah singkatan dari exclusive OR yang terdiri dari dua masukan dan satu keluaran logika. Gerbang X-OR akan menghasilkan keluaran logika 1 jika semua masukan mempunyai nilai logika yang berbeda. Jika nilai masukan mempunyai nilai logika yang berbeda. Jika nilai logika masukan sama, maka akan memberikan keluaran logika 0.

g. Gerbang X-NOR (Exclusive NOR)

Gerbang X-NOR terdiri dari dua masukan dan satu keluaran X-NOR adalah singkatan dari exclusive NOR dan merupakan kombinasi dari gerbang X-OR dan gerbang NOT. Gerbang X-NOR akan menghasilkan keluaran logika 1 jika semua masukan bernilai logika yang sama dan akan menghasilkan keluaran logika 0 jika semua masukan bernilai logika berbeda. Hal ini merupakan kebalikan dari gerbang X-OR.

Tabel yang berisikan kombinasi-kombinasi variable masukan yang menghasilkan keluaran logis disebut dengan "Tabel kebenaran" atau "truth Table". Masukan dan keluaran pada gerbang logika hanya memiliki dua level. Kedua level tersebut pada umumnya dapat dilambangkan dengan:

1. High (tinggi) dan Low (rendah)
2. True (benar) dan False (salah)
3. On (hidup) dan Off (mati)
4. 1 dan 0

2.2. Arduino Mega 2560

Arduino Mega 2560 adalah papan pengembangan mikrokontroller yang berbasis Arduino dengan menggunakan chip ATmega2560. Board ini memiliki I/O yang cukup banyak, sejumlah

54 buah digital I/O pin (15 pin di antaranya adalah PWM), 16 pin analog input, 4 pin UART(serial port hardware). Arduino Mega 2560 dilengkapi dengan sebuah osilator 16 Mhz, sebuah port USB, power jack DC, ICSP header, dan tombol reset (**Mutasa, 2016**).

2.3. Keypad 4x4

Keypad adalah tombol-tombol yang disusun secara matriks (baris x kolom) sehingga dapat mengurangi penggunaan pin input. Sebagai contoh, keypad 4x4 cukup menggunakan delapan pin untuk enambelas tombol. Hal tersebut dimungkinkan karena rangkaian tombol disusun secara horizontal membentuk baris secara vertical membentuk kolom (**Syawal, 2016**).

2.4 LCD (Liquid Cristal Display)

Display elektronika adalah satu komponen elektronika yang berfungsi sebagai tampilan data, baik karakter, huruf maupun grafik. LCD (Liquid Cristal Display) adalah salah satu jenis display elektronika yang dibuat dengan teknologi CMOS yang bekerja dengan tidak menghasilkan cahaya tetapi memantulkan cahaya yang ada di sekelilingnya terhadap front-lit atau mentransmisikan cahaya dari back-lit. LCD (Liquid Cristal Display) berfungsi sebagai penampil data baik dalam bentuk karakter, huruf, angka maupun grafik (**Saputra, 2016**).

2.5 I2C Module

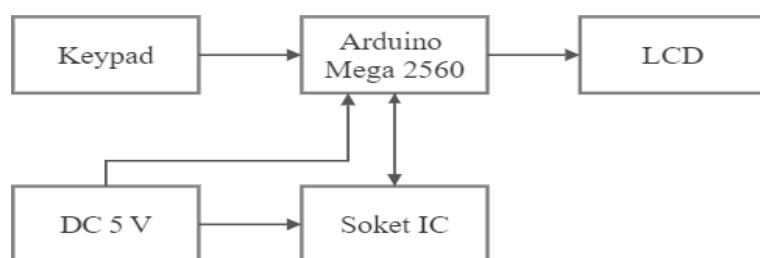
Inter Integrated Circuit atau sering disebut I2C adalah standar komunikasi serial dua arah menggunakan dua saluran yang didesain khusus untuk mengirim maupun menerima data. Sistem I2C terdiri dari saluran SCL (Serial Clock) dan SDA (Serial Data) yang membawa informasi data antara I2C dengan pengontrolnya (**Lady, 2016**).

3. METODOLOGI

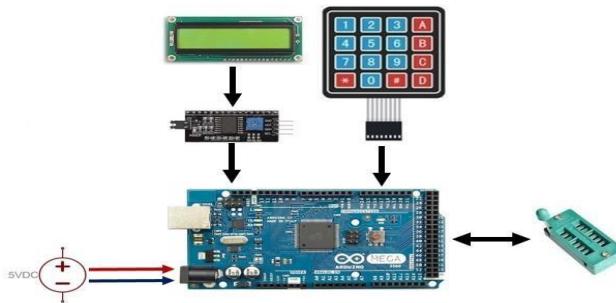
Untuk mencapai tujuan penelitian pada bab ini akan dijelaskan tahapan- tahapan perancangan hingga implementasi dari alat yang dibuat baik dari sisi perangkat keras maupun perangkat lunak.

3.1 Deskripsi Sistem

Sistem yang dirancang pada penelitian ini adalah merancang alat pengecejab IC gerbang logika.



Gambar 1. Block diagram kerja sistem

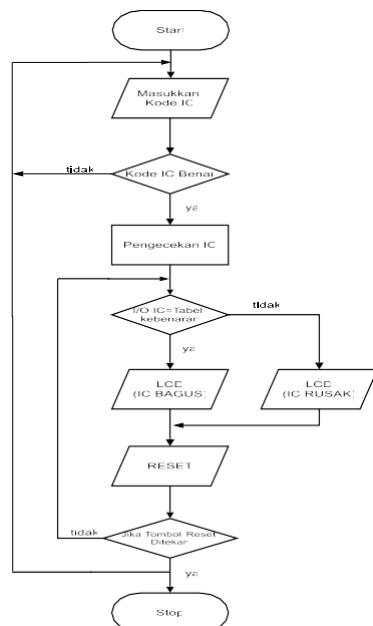


Gambar 2. Perancangan alat pengecekan IC

Pada saat IC gerbang logika diletakkan pada soket IC maka proses selanjutnya adalah memasukkan kode IC melalui keypad. Ketika kode IC gerbang logika sesuai dengan data yang ada pada Arduino Mega 2560, maka proses pengecekan output pada IC gerbang logika. Keadaan output sesuai dengan data jenis IC gerbang logika yang diletakkan pada soket IC, maka LCD akan menampilkan bahwasanya IC gerbang logika dalam keadaan baik. Ketika keadaan output tidak sesuai dengan data IC gerbang logika yang diletakkan pada soket IC maka LCD akan menampilkan bahwasanya IC gerbang logika dalam keadaan rusak.

3.2 Cara Kerja Sistem

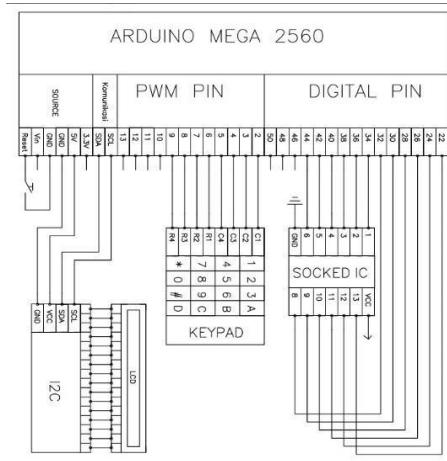
IC yang akan diuji diletakkan pada soket IC yang telah disediakan, langkah selanjutnya adalah memasukkan kode IC yang akan diuji melalui keypad sesuai dengan kode IC, ketika kode IC sesuai dengan data yang sudah ada maka akan dilakukan proses selanjutnya yaitu proses pengecekan IC yang akan diproses oleh Arduino Mega 2560. Jika Input dan Output sama dengan tabel kebenaran maka LCD akan menampilkan kondisi IC dalam keadaan BAGUS, dan apabila Input dan Output tidak sesuai dengan tabel kebenaran maka LCD akan menampilkan kondisi IC dalam keadaan RUSAK. Ketika semua proses telah selesai makan tombol reset ditekan agar sistem kembali ke seperti semula.



Gambar 3. Flowchart cara kerja sistem

3.3 Perancangan Alat

Pin-pin digital yang digunakan pada Arduino Mega 2560 adalah pin 22 sampai dengan pin 44, seperti yang terlihat pada Wiring diagram alat pengecekan IC juga menggunakan pin PWN untuk keypad, pin yang digunakan adalah pin 2 sampai dengan pin 9. Pin SCL dan SDA digunakan untuk LCD yang tersambung melalui module I2C. Penambahan tombol reset pada alat ini menggunakan pin Reset dan GND.



Gambar 4. Wiring diagram rangkaian pengecekan IC

3.4 Hasil Alat

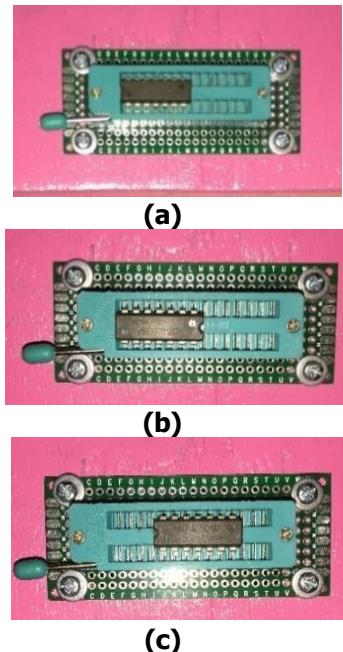


Gambar 5. Hasil akhir

Keterangan Gambar. 5 Hasil Akhir:

1. IC Gerbang Logika.
2. Socked IC Gerbang Logika.
3. LCD (Liquid Crystal Display).
4. Keypad.
5. Tombol Reset.

Tombol reset akan ditekan pada saat proses pengecekan selesai, agar pin pin Arduino yang bernilai satu atau HIGH kembali ke kondisi awal nol atau LOW. Contoh peletakan IC gerbang logika pada socket IC yang benar dan yang salah dapat dilihat pada Gbr. 6.



Gambar 6. Posisi IC, (a) posisi benar, (b) posisi salah, (c) posisi salah

Posisi IC gerbang logika harus sesuai dengan Gbr. 6, (a), agar IC gerbang logika dapat di uji. Gbr. 6, (b) IC gerbang logika tidak dapat di uji karna posisi kaki IC tidak sesuai dengan data pada program Arduino. Dan Gbr. 6, (c) IC gerbang logika tidak dapat di uji karna posisi kaki IC gerbang logika tidak sesuai dengan program Arduino.

4. PENGUJIAN

4.1 Pengujian Keypad dan LCD

Pengujian ini bertujuan untuk memasukkan kode IC gerbang logika. Kode gerbang logika akan ditampilkan pada LCD. Yang mana pada proyek akhir ini keypad hanya menggunakan tombol keypad angka untuk memasukkan kode IC dan tombol keypad "C" untuk menghapus tampilan pada LCD. LCD menggunakan I2C untuk menghemat pin pada Arduino Mega 2560. Berikut adalah gambar block diagram dari pengujian keypad dan LCD. Berikut adalah tabel percobaan dari keypad dan LCD.

Tabel 1. Pengujian Keypad dan Tampilan LCD

No	Penekanan Pada Keypad	Karakter Yang Muncul Pada LCD
1	Tekan 1	"1"
2	Tekan 2	"2"
3	Tekan 3	"3"
4	Tekan 4	"4"
5	Tekan 5	"5"
6	Tekan 6	"6"
7	Tekan 7	"7"
8	Tekan 8	"8"
9	Tekan 9	"9"
10	Tekan 0	"0"
12	Tekan #	Reset
15	Tekan C	LCD Clear

4.2 Pengujian IC TTL 7432

Tabel 2. Pengujian IC TTL 7432

Kondisi Input 1	Kondisi Input 2	Kondisi Output	Tampilan LCD
<i>HIGH</i>	<i>HIGH</i>	<i>HIGH</i>	7432 / IC BENAR KONDISI IC BAGUS
<i>HIGH</i>	<i>HIGH</i>	<i>HIGH</i>	
<i>HIGH</i>	<i>HIGH</i>	<i>HIGH</i>	
<i>HIGH</i>	<i>HIGH</i>	<i>HIGH</i>	
<i>LOW</i>	<i>LOW</i>	<i>LOW</i>	7432 / IC BENAR KONDISI IC BAGUS
<i>LOW</i>	<i>LOW</i>	<i>LOW</i>	
<i>LOW</i>	<i>LOW</i>	<i>LOW</i>	
<i>LOW</i>	<i>LOW</i>	<i>LOW</i>	

Kondisi Input 1	Kondisi Input 2	Kondisi Output	Tampilan LCD
<i>HIGH</i>	<i>HIGH</i>	<i>LOW</i>	7432 / IC BENAR KONDISI IC RUSAK
<i>HIGH</i>	<i>HIGH</i>	<i>LOW</i>	
<i>HIGH</i>	<i>HIGH</i>	<i>LOW</i>	
<i>HIGH</i>	<i>HIGH</i>	<i>LOW</i>	

4.3 Pengujian IC TTL 7408

Tabel 3. Pengujian IC TTL 7408

Kondisi Input 1	Kondisi Input 2	Kondisi Output	Tampilan LCD
<i>HIGH</i>	<i>HIGH</i>		7408 / IC BENAR KONDISI IC BAGUS
<i>HIGH</i>	<i>HIGH</i>	<i>HIGH</i>	
<i>HIGH</i>	<i>HIGH</i>	<i>HIGH</i>	
<i>HIGH</i>	<i>HIGH</i>	<i>HIGH</i>	
<i>LOW</i>	<i>LOW</i>	<i>LOW</i>	7408 / IC BENAR KONDISI IC BAGUS
<i>LOW</i>	<i>LOW</i>	<i>LOW</i>	
<i>LOW</i>	<i>LOW</i>	<i>LOW</i>	
<i>LOW</i>	<i>LOW</i>	<i>LOW</i>	

Kondisi Input 1	Kondisi Input 2	Kondisi Output	Tampilan LCD
<i>HIGH</i>	<i>HIGH</i>	<i>LOW</i>	7408 / IC BENAR KONDISI IC RUSAK
<i>HIGH</i>	<i>HIGH</i>	<i>LOW</i>	
<i>HIGH</i>	<i>HIGH</i>	<i>LOW</i>	
<i>HIGH</i>	<i>HIGH</i>	<i>LOW</i>	

4.4 Pengujian IC TTL 7404

Tabel 4. Pengujian IC TTL 7404

Kondisi Input 1	Kondisi Output	Tampilan LCD
<i>HIGH</i>	<i>LOW</i>	7404 / IC BENAR KONDISI IC BAGUS
<i>HIGH</i>	<i>LOW</i>	
<i>LOW</i>	<i>LOW</i>	7404 / IC BENAR KONDISI IC RUSAK
<i>LOW</i>	<i>LOW</i>	

4.5 Pengujian IC CMOS 4081

Tabel 5. Pengujian IC CMOS 4081

Kondisi Input 1	Kondisi Input 2	Kondisi Output	Tampilan LCD
<i>HIGH</i>	<i>HIGH</i>	<i>HIGH</i>	4081 / IC BENAR KONDISI IC BAGUS
<i>HIGH</i>	<i>HIGH</i>	<i>HIGH</i>	
<i>HIGH</i>	<i>HIGH</i>	<i>HIGH</i>	
<i>HIGH</i>	<i>HIGH</i>	<i>HIGH</i>	
<i>LOW</i>	<i>LOW</i>	<i>LOW</i>	4081 / IC BENAR KONDISI IC BAGUS
<i>LOW</i>	<i>LOW</i>	<i>LOW</i>	
<i>LOW</i>	<i>LOW</i>	<i>LOW</i>	
<i>LOW</i>	<i>LOW</i>	<i>LOW</i>	

Kondisi Input 1	Kondisi Input 2	Kondisi Output	Tampilan LCD
<i>HIGH</i>	<i>HIGH</i>	<i>LOW</i>	4081 / IC BENAR KONDISI IC RUSAK
<i>HIGH</i>	<i>HIGH</i>	<i>LOW</i>	
<i>HIGH</i>	<i>HIGH</i>	<i>LOW</i>	
<i>HIGH</i>	<i>HIGH</i>	<i>LOW</i>	

4.6 Pengujian IC CMOS 4069

Tabel 6. Pengujian IC CMOS 4069

Kondisi Input 1	Kondisi Output	Tampilan LCD
	<i>LOW</i>	7404 / IC BENAR KONDISI IC BAGUS
<i>HIGH</i>	<i>LOW</i>	
<i>LOW</i>	<i>LOW</i>	7404 / IC BENAR KONDISI IC RUSAK
<i>LOW</i>	<i>LOW</i>	

4.6 Pembahasan Akhir

Alat pengecekan IC gerbang logika ini menggunakan Arduino Mega 2560 sebagai proses pengecekan IC gerbang logika. Pengecekan IC gerbang logika menggunakan dua kondisi, yang mana kondisi awal keseluruhan input diberikan nilai satu atau high dan pada kondisi kedua keseluruhan input diberikan nilai nol atau low.

Alat ini menggunakan keypad untuk memasukkan kode IC gerbang logika yang diuji. Tombol keypad yang berfungsi adalah tombol angka dari 0 sampai dengan 9, tombol C berfungsi sebagai LCD clear dan tombol # berfungsi sebagai reset, yang mana reset ini berfungsi untuk mengatur kondisi input dan output pada Arduino Mega 2560 ke kondisi awal atau kondisi dimana keseluruhan pin pada Arduino Mega 2560 bernilai 0 atau low.

LCD pada alat ini berfungsi sebagai tampilan bagus tidaknya kondisi IC gerbang logika yang sedang diuji. LCD hanya menampilkan kode IC, benar tidaknya kode IC dan kondisi IC gerbang logika, contoh "7432 / KODE IC BENAR KONDISI IC BAGUS".

Sumber VCC dan GND pada IC gerbang logika tidak diambil dari Arduino Mega 2560, sumber VCC dan GND gerbang logika menggunakan sumber utama, yang mana sumber utama digunakan juga oleh Arduino Mega 2560.

Posisi IC gerbang logika harus sesuai, agar IC gerbang logika dapat diuji, jika salah dalam peletakan IC gerbang logika pada socket IC maka IC tidak dapat diuji.

5. KESIMPULAN

Alat ini menggunakan keypad sebagai masukan kode IC gerbang logika dan LCD sebagai tampilan kondisi bagus tidaknya IC gerbang logika. Arduino memberikan sumber pada tiap-tiap kaki masukan IC gerbang logika, dan Arduino membaca nilai keluaran pada IC gerbang logika untuk diproses. Kondisi IC gerbang logika dinyatakan bagus apabila nilai keluaran keseluruhan IC sesuai dengan tabel kebenaran, kondisi IC gerbang logika dinyatakan rusak apabila salah satu nilai keluaran IC tidak sesuai dengan tabel kebenaran.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih disampaikan kepada pihak yang telah membantu dan mendoakan dalam kegiatan pembuatan alat ini, sehingga alat ini dapat berjalan seperti apa yang sudah direncanakan. Dan penulis ucapan juga terima kasih kepada dosen pembimbing yang telah membantu dalam pembuatan makalah penulisan. Atas dukungannya penulis ucapan terima kasih sebesar-besarnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Prawiro, R. Pengembangan Alat IC Tester Gerbang Logika Dengan Mikrokontroler Atmega 32A Pada Praktikum Elektronika Dasar II. Universitas Islam Negeri Walisongo. Semarang. 2017.
- Hermawan, Y. Pengujian IC TTL Berbasis Microkontroller. Universitas Sanata Darma. Yogyakarta. 2013.
- Widjanarka N, W. Teknik Digital, Jakarta, Erlangga, 2006
- Mutasa, T. A. Miniatur Sistem Informasi Parkir Berbasis Arduino Mega. Politeknik Aceh. Banda Aceh. 2016.
- Syawal, F. Rancang Bangun Alat Penakar Volume Minyak Berbasis Arduino Mega. Politeknik Aceh. Banda Aceh. 2016.
- Saputra, I. Prototype Penyiraman Tanaman Otomatis Berbasis Arduino Uno. Politeknik Aceh. Banda Aceh. 2016.
- Lady. I2C/SPI LCD Bacpad. Datasheet. Parallax Inc. Tanggal 16 Desember. 2016.