

Trainer Gerbang Logika Digital Berbasis Arduino Mega 2560

Septian Surya Alfi T.M.¹

¹Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Islam Kadiri

Email: ssuryaalfitm@gmail.com

Abstrak

Materi Rangkaian Digital merupakan komponen penting yang perlu di pelajari oleh mahasiswa Teknik Elektro karena di dunia elektronik tidak luput dari yang namanya Rangkaian Digital. Untuk memudahkan hal tersebut maka peneitian ini dengan menggunakan mikrokontrol Arduino Mega 2560 dapat membuat modul praktikum yang simpel dan mudah di pahami. masukan yang dihasilkan adalah dengan menggerakkan posisi toggle switch dan untuk indikator keluaran adalah lampu led, dan pengujian gerbang logika dilakukan dengan beberapa cara yaitu pengujian rangkaian kombinasional gerbang logika AND, OR, NOT, NAND, NOR, XOR, dan XNOR, masing-masing di uji dari 2 input 1 output, 3 input 1 output dan 4 input 1 output. Dan rangkaian sekuensial RS Flip-Flop, D Flip-Flop, T Flip-Flop, JK Flip-Flop, hasil pengujian yang diperoleh, masing-masing rangkaian kombinasional sudah sesuai dengan tabel kebenaran gerbang logika.

Kata kunci: Gerbang logika, Rangkaian Digital, Trainer, Arduino Mega

Abstract

Digital circuit materials is an important compnent that needs to be studied by electrical engineering students because in the electronic world they are not immune from the name digital circuits. To facilitate this, this research by using the Arduino Mega 2560 microcontroller can make a practical module that is simple and easy to understand by providing input that results from moving the toggle switch position and for the output indicator is an LED light, and logic gate testing is done in several ways i.e. testing kombinasional logic gates AND, OR, NOT, NAND, NOR, XOR and, XNOR, each tested from 2 inputs to 1 outputs, 3 inputs to 1 outputs and 4 inputs to 1 outputs. And the sequential series of RS flip-flop, D flip-flop, T flip-flop, JK flip-flop, the test results obtained, each analyzed whether in accordance with the logic gate truth table.

Keywords: Digital circuits, Logic gates, Trainer.

1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi yang pesat memberikan dampak pada media pembelajaran. Media pembelajaran dalam bidang pendidikan melahirkan banyak terobosan baru dalam meningkatkan efisiensi dan efektivitas dalam proses belajar. Banyak sekolah dan lembaga pendidikan melakukan investasi untuk mengembangkan infrastruktur bagi penggunaan teknologi dalam bidang pendidikan peluang-peluang itu pula dimanfaatkan oleh masyarakat pendidikan dengan mengembangkan berbagai media pembelajaran.

Metode pendidikan pada bidang Teknik Elektro merupakan gabungan dari perkuliahan materi dan perkuliahan praktikum, untuk perkuliahan praktikum perlu alat peraga yang dapat menunjang dan membantu para mahasiswa dalam membantu menyelesaikan setiap percobaan atau eksperimen dalam penerapan materi atau teori yang telah diterima.

Permasalahan utama yang muncul di dunia pendidikan sekolah maupun perguruan tinggi adalah bagaimana mencerna materi pelajaran yang telah di berikan, oleh karena itu diperlukan trainer gerbang logika untuk mempraktikkan khususnya materi gerbang logika. Penelitian tentang pembuatan emulasi gerbang logika tunggal multifungsi menggunakan mikrokontrol AT Mega 8a pernah dilakukan untuk mengimplementasikan gerbang logika [1].

Alat praktikum merupakan suatu yang sangat penting bagi mahasiswa teknik khususnya Teknik elektro di Universitas Islam Kadiri. Karena dengan adanya alat praktikum mahasiswa dapat menerapkan materi atau teori yang didapat dalam perkuliahan. Contohnya pada mata kuliah rangkaian digital yang banyak digunakan untuk berbagai aplikasi [2], [3]. Berdasarkan masalah tersebut maka penulis merancang alat peraga untuk di gunakan pada mata kuliah tersebut dalam penelitian dengan judul “Trainer Gerbang Logika Digital Berbasis Arduino Mega 2560”.

2. STUDI PUSTAKA

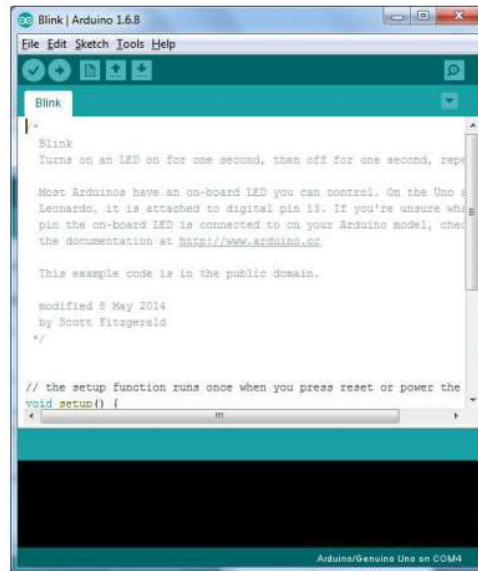
2.1 Arduino mega 2560

Arduino mega 2560 adalah piranti mikrokontroler menggunakan ATmega2560. Modul ini memiliki 54 digital input atau output. Dimana 14 pin 6 digunakan untuk PWM *output* dan 16 pin digunakan sebagai *analog output*, 4 pin untuk UART, 16 MHz osilator kristal, koneksi USB, *power jack* ICSP *header*, dan tombol *reset*. Modul ini memiliki segala yang dibutuhkan untuk memprogram mikrokontroler seperti kabel USB dan catu daya melalui adaptor atau baterai. Semua ini diberikan untuk mendukung pemakain mikrokontroler Arduino, hanya terhubung ke komputer dengan kabel USB atau listrik dengan adaptor dari AC ke DC atau baterai untuk memulai pemakaian. Arduino Mega kompatibel dengan *shield* yang dirancang untuk Arduino Duemilanove, Decimila maupun UNO [4].



Gambar 1. Arduino Mega 2560 [4]

Arduino bisa dimasukkan perintah atau program dengan aplikasi Arduino IDE menggunakan komputer. Arduino IDE adalah perangkat lunak yang sangat canggih ditulis dengan menggunakan Java [5]. Arduino IDE adalah *software* yang sangat berperan untuk menulis program, meng-*compile* menjadi kode *biner* dan meng-*upload* ke dalam memori. Sedangkan kode program Arduino disebut dengan *sketch* yang memiliki struktur yang mirip seperti Bahasa C [6].



Gambar 2. Tampilan Arduino IDE dengan sketch [5]

2.2 Gerbang Logika

Gerbang logika adalah suatu entitas dalam elektronika dan matematika boolean yang mengubah satu atau beberapa masukan logika menjadi sebuah sinyal keluaran logika. Gerbang logika beroperasi pada sistem bilangan biner [7]. Gerbang logika terutama diimplementasikan secara elektronis menggunakan diode atau transistor, akan tetapi dapat pula dibangun menggunakan susunan komponen-komponen yang memanfaatkan sifat-sifat elektromagnetik [8]. Gerbang logika yang dibahas dalam penelitian ini ada 7 macam gerbang antara lain: Gerbang AND, Gerbang OR, Gerbang NOT, Gerbang NAND, Gerbang NOR, Gerbang XOR, dan Gerbang XNOR

Gerbang AND adalah gerbang yang mempunyai dua atau lebih dari dua sinyal masukan tetapi hanya memiliki satu sinyal keluaran. Gerbang AND mempunyai sifat bila sinyal keluaran ingin berlogika 1 maka semua sinyal masukan harus berlogika 1 dan jika salah satu masukan berlogika 0 maka sinyal masukan akan berlogika 0.

Gerbang OR adalah gerbang yang mempunyai dua atau lebih dari dua sinyal masukan tetapi hanya satu sinyal keluaran. Gerbang OR mempunyai sifat bila salah satu atau dari sinyal masukan berlogika 1, maka sinyal keluaran akan berlogika 1 dan jika kedua sinyal masukan berlogika 0 maka sinyal keluaran akan berlogika 0.

Gerbang NOT adalah gerbang yang hanya memiliki satu sinyal masukan dan satu sinyal keluaran. Gerbang NOT disebut juga dengan inverter (pembalik) karena menghasilkan keluaran yang berlawanan dengan masukan atau inputnya. Gerbang

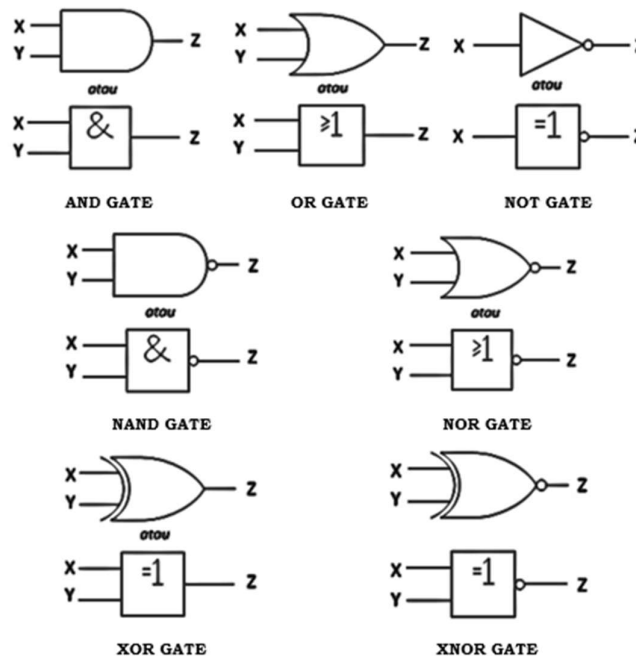
NOT memiliki sifat jika ingin mendapatkan sinyal keluaran berlogika 0 maka sinyal masukan harus berlogika 1. Dan jika ingin sinyal keluaran berlogika 1 maka sinyal masukan harus berlogika 0.

Gerbang NAND adalah gerbang yang mempunyai dua atau lebih dari dua sinyal masukan tetapi hanya memiliki satu sinyal keluaran. Gerbang NAND mempunyai sifat bila sinyal keluaran ingin berlogika 0 maka semua sinyal masukan harus berlogika 1 dan jika salah satu sinyal masukan berlogika 0 maka sinyal keluaran akan berlogika 0.

Gerbang NOR adalah gerbang yang mempunyai dua atau lebih dari dua sinyal masukan tetapi hanya satu sinyal keluaran. Gerbang NOR mempunyai sifat bila sinyal keluaran ingin berlogika 1 maka semua sinyal masukan harus berlogika 0. Dan jika salah satu atau semua sinyal masukan berlogika 1 maka sinyal keluaran akan berlogika 0.

Gerbang XOR adalah gerbang yang memiliki dua atau lebih dari dua sinyal masukan dan satu sinyal keluaran. Gerbang XOR memiliki sifat jika ingin sinyal keluaran berlogika 1 maka sinyal masukan harus berbeda. Dikarenakan gerbang XOR hanya mengenali sinyal yang berlogika 1 dalam jumlah ganjil untuk menghasilkan sinyal keluaran berlogika 1.

Gerbang XNOR adalah gerbang yang memiliki dua atau lebih dari dua sinyal masukan dan memiliki satu sinyal keluaran. Gerbang XNOR mempunyai sifat bila sinyal keluaran ingin berlogika 1 maka sinyal masukannya harus bernilai genap atau sama. (kedua sinyal masukan harus berlogika 1 atau 0).

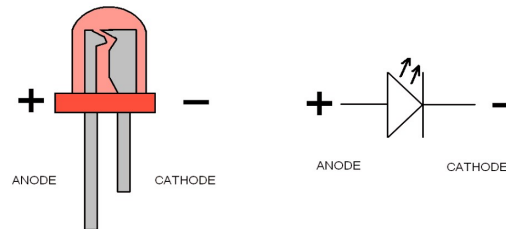


Gambar 3. Simbol-simbol gerbang logika

2.3 Light Emitting Diode (LED)

LED merupakan keluarga dari Dioda yang terbuat dari Semikonduktor. Cara kerjanya pun hampir sama dengan Dioda yang memiliki dua kutub yaitu kutub

Positif (P) dan Kutub Negatif (N). LED hanya akan memancarkan cahaya apabila dialiri tegangan maju (bias forward) dari Anoda menuju ke Katoda.



Gambar 4. Lampu LED

LED memancarkan cahaya ketika dialiri tegangan maju ini juga dapat digolongkan sebagai Transduser yang dapat mengubah Energi Listrik menjadi Energi Cahaya [9].

Tabel 1. Tabel Alokasi Pin Arduino untuk *output*

WARNA LED	TEGANGAN KERJA
Infra merah	1,6 volt
Merah	1,8-2,1 volt
Orange	2,2 volt
Kuning	2,4 Volt
Hijau	2,6 volt
Biru	3,0-3,5 volt
Putih	3,0-3,6 volt
Ultraviolet	3,5 volt

2.4 Toggle Switch

Toggle Switch atau saklar pengalih adalah saklar yang digerakkan oleh tuas atau *toggle* yang miring ke salah satu posisi dari dua posisi atau lebih untuk menghubungkan atau memutuskan aliran listrik. Kebanyakan saklar tuas atau *toggle switch* dirancang menetap pada satu posisi, namun ada juga jenis saklar tuas yang memiliki mekanisme pegas internal untuk mengembalikan tuas ke posisi tertentu.

Dalam pratikum digital selalu memerlukan perangkat masukan (*input*), *input* ini berupa logika dimana hanya memiliki dua keadaan yaitu *high* yang artinya logika bernilai = 1 atau bila diukur teganganya bernilai 5 volt, dan *low* yang artinya logika bernilai = 0, atau bila diukur tegangan nya bernilai 0 volt, oleh karena itu peneliti menambahkan *switch* sebagai media perangkat masukan [9].

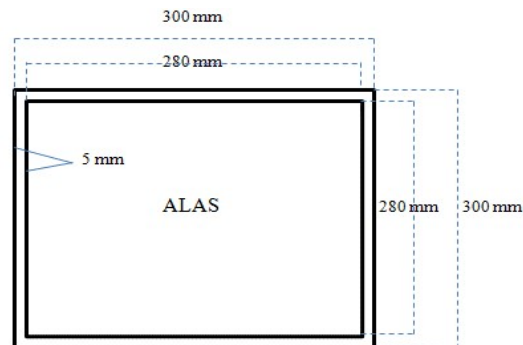


Gambar 5. Toggle Switch

3. METODE

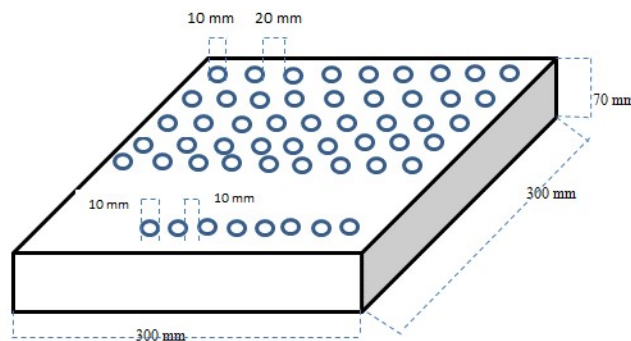
Tahapan pertama yang dilakukan adalah mendesain box tempat wadah komponen alat, akrilik dengan ketebalan 5 mm untuk alas dipotong dengan ukuran 300 x 300 mm 2 lembar, sedangkan untuk bagian samping dipotong dengan ukuran 300 x 70 mm jumlah 4 lembar, kemudian pada bagian alas atas dibuat lubang menggunakan bor ukuran diameter lubang 10 mm dengan jumlah 45 lubang tujuannya untuk tempat *banana plug female* yang nantinya akan berfungsi untuk indikator *input* dan *output* gerbang logika, Dan 8 lubang pada bagian bawah tujuannya untuk tempat *toggle switch* yang nantinya berfungsi untuk memasukkan nilai logika “1” dan “0”. Pada bagian samping di buat lubang persegi dengan ukuran 35 x 30 mm untuk tempat *connector* V_{CC} dan USB pada Arduino. bahan tersebut di rancang berbentuk kubus dan untuk penutup pada bagian atas diberikan 3 buah engsel akrilik.

Desain *box* tampak dari atas dengan ukuran yang sudah sesuai, desain *box* tampak dari atas dapat dilihat dari gambar 6.



Gambar 6. Desain Box Tampak atas

Selain desain dari tampak atas, desain *box* yang dapat dilihat dari perspektif 3 dimensi, *box* perspektif 3 dimensi dapat dilihat dari gambar 7.



Gambar 7. Desain Box Perspektif 3 Dimensi

Untuk tahap pembuatan skema yaitu meng-*impor* model Arduino Mega 2560 ke aplikasi Proteus 8. Kemudian mencari di *library* LED dengan jumlah 45 kemudian cari juga resistor dengan jumlah 45 dan sambungkan resistor dengan LED secara seri dan atur tata letak komponen sedemikian rupa. Pada tahap ketiga cari komponen *switch* di *library* dengan jumlah delapan dan tata sedemikian rupa. Pada tahap keempat menghubungkan masing-masing pin Arduino Mega 2560 ke rangkaian LED, resistor dan *switch*. Pada tahap kelima hubungkan kutub negatif LED ke pin *ground* Arduino dan *switch* hubungkan ke pin 5v Arduino. untuk lebih jelasnya lihat “tabel 2” sebagai berikut:

Tabel 2. Tabel Alokasi Pin Arduino untuk *output*

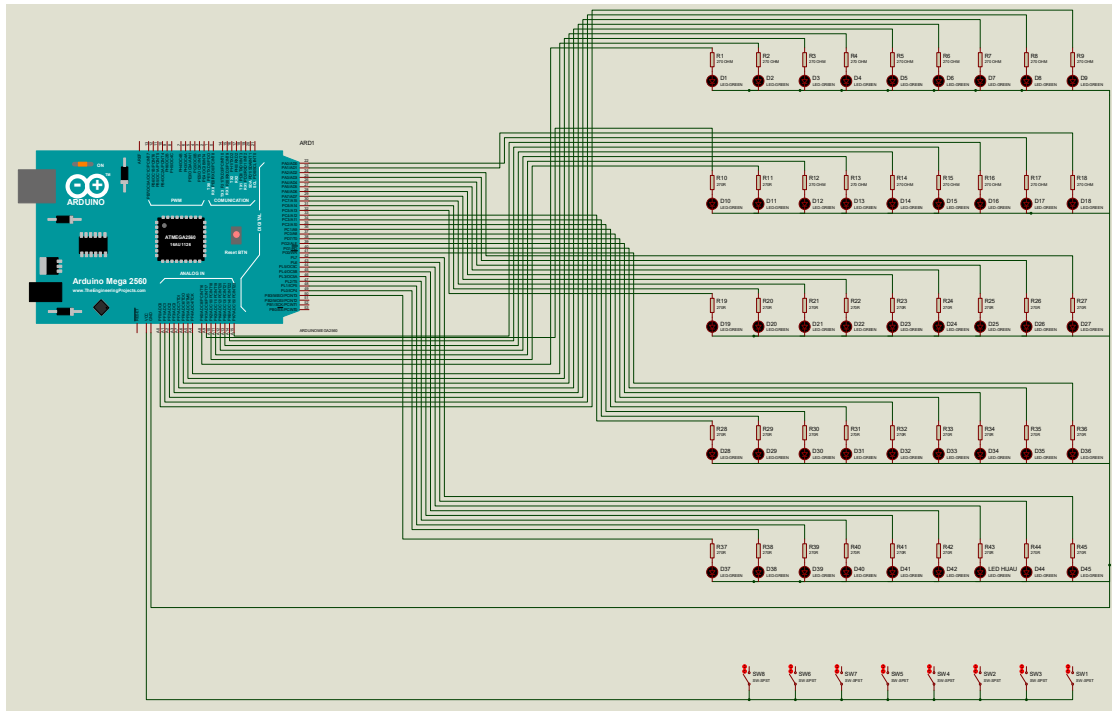
NOMOR PIN ARDUINO	NOMOR LED	NOMOR PIN ARDUINO	NOMOR LED	NOMOR PIN ARDUINO	NOMOR LED
A8	Led 1.1	A15	Led 2.7	36	Led 4.4
A7	Led 1.2	22	Led 2.8	37	Led 4.5
A6	Led 1.3	23	Led 2.9	38	Led 4.6
A5	Led 1.4	32	Led 3.1	39	Led 4.7
A4	Led 1.5	31	Led 3.2	40	Led 4.8
A3	Led 1.6	30	Led 3.3	41	Led 4.9
A2	Led 1.7	29	Led 3.4	50	Led 5.1
A1	Led 1.8	28	Led 3.5	49	Led 5.2
A0	Led 1.9	27	Led 3.6	48	Led 5.3
A9	Led 2.1	26	Led 3.7	47	Led 5.4
A10	Led 2.2	25	Led 3.8	46	Led 5.5
A11	Led 2.3	24	Led 3.9	45	Led 5.6
A12	Led 2.4	33	Led 4.1	44	Led 5.7
A13	Led 2.5	34	Led 4.2	43	Led 5.8
A14	Led 2.6	35	Led 4.3	42	Led 5.9

Dalam penelitian ini, lampu LED yang digunakan adalah lampu LED warna hijau. Mengacu data dari tabel 1, maka apabila ingin mencari nilai resistor yang dipasang secara seri terhadap LED dapat digunakan persamaan sebagai berikut:

$$R = \frac{(V_s - V_d)}{I} \quad (1)$$

$$= \frac{(5 - 2,6)}{0,02} = 120 \, \Omega$$

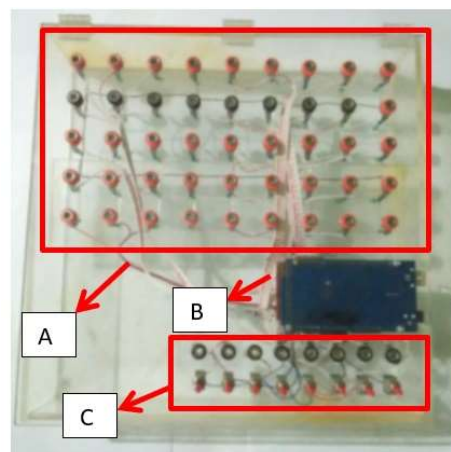
Skema rancangan alat simulasi gerbang logika menggunakan Arduino Mega 2560 seperti ditunjukkan oleh gambar 8 sebagai berikut.



Gambar 8. Skema rancangan alat simulasi gerbang logika menggunakan Arduino Mega 2560

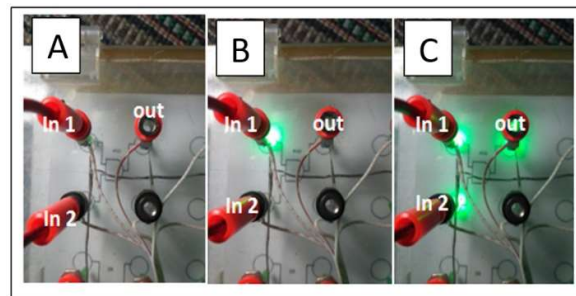
4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil rancang bangun alat simulasi gerbang logika menggunakan Arduino Mega 2560 merupakan hasil dari pemodelan yang dilakukan pada bab sebelumnya dimana pada pembahasan ini alat di buat secara real [10]. Dengan menggabungkan seluruh rangkaian, bahan dan komponen maka diperoleh hasil bentuk alat seperti gambar 9. Dari gambar 9 berikut, alat simulasi gerbang logika menggunakan Arduino Mega 2560 memiliki 3 bagian antara lain: A) merupakan blok keluaran menggunakan lampu LED; B) Arduino Mega 2560 yang digunakan sebagai kendali alat; C) Blok masukan menggunakan saklar togel/ *toggle switch*.



Gambar 9. Hasil rancang bangun alat simulasi gerbang logika menggunakan Arduino Mega 2560

4.1 Hasil Pengujian Skema 1 gerbang logika 2 input 1 output



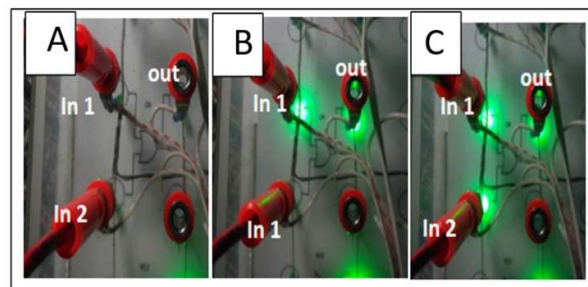
Gambar 10. hasil pengujian gerbang AND 2 input 1 output

Gambar 10 menunjukkan hasil dari simulasi gerbang AND 2 input 1 output. Gambar A ketika ke 2 input berlogika 0 dan gambar B salah 1 input berlogika dan gambar C adalah hasil ke 2 input berlogika 1.

Tabel 3. Hasil pengujian gerbang AND 2 input 1 output

IN 1	IN 2	OUT
0	0	0
1	0	0
0	1	0
1	1	1

Dari hasil pengujian simulasi gerbang AND pada “tabel 3” diatas menunjukkan hasil 4 kondisi dimana untuk mendapatkan output berlogika 1 maka input harus berlogika 1 semua dan jika salah satu arau semua input berlogika 0 maka output berlogika 0.



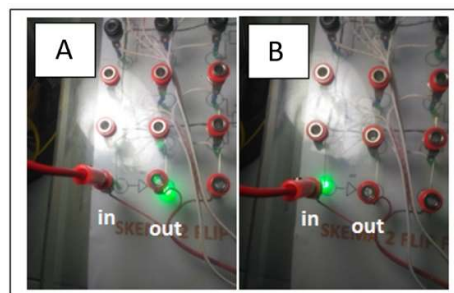
Gambar 11. hasil pengujian gerbang OR 2 input 1 output

Gambar 11 diatas menunjukkan hasil dari simulasi gerbang OR 2 input 1 output. Gambar A ketika ke 2 input berlogika 0 dan gambar B salah 1 input berlogika 1 dan gambar C adalah ketika 2 input berlogika 1.

Tabel 4. Hasil pengujian gerbang OR 2 *input* 1 *output*

IN 1	IN 2	OUT
0	0	0
1	0	1
0	1	1
1	1	1

Hasil pengujian simulasi gerbang OR pada “tabel 4” menunjukkan hasil 4 kondisi dimana untuk memperoleh *output* berlogika 1 maka salah satu atau semua *input* harus berlogika 1, jika semua *input* berlogika 0 maka *output* berlogika 0.



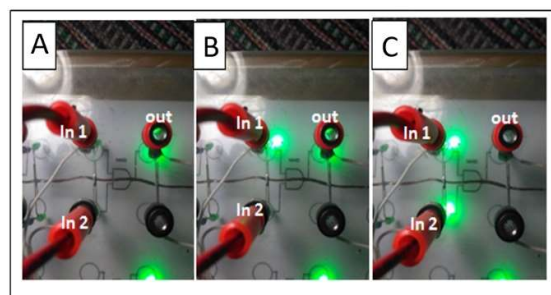
Gambar 12. hasil pengujian gerbang NOT

Gambar 12 diatas menunjukkan hasil dari simulasi gerbang NOT gambar A menunjukkan *input* berlogika 0 dan gambar B *input* berlogika 1.

Tabel 5. Hasil pengujian gerbang NOT

IN 1	OUT
0	1
1	0

Dari hasil pengujian simulasi gerbang OR pada “tabel 5” diatas menunjukkan hasil 2 kondisi dimana untuk mendapatkan *output* berlogika 1 maka semua *input* harus berlogika 0 dan sebaliknya.



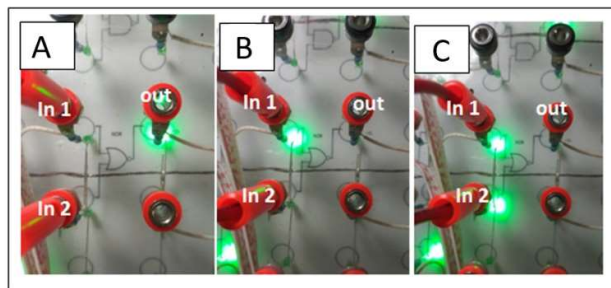
Gambar 13. hasil pengujian gerbang NAND 2 *input* 1 *output*

Gambar 13 diatas menunjukkan hasil dari simulasi gerbang NAND 2 *input* 1 *output*. Gambar A ketika ke 2 *input* berlogika 0 dan gambar B ketika salah 1 *input* berlogika 1 dan gambar C adalah ketika ke 2 *input* berlogika 1.

Tabel 6. Hasil pengujian gerbang NAND 2 *input* 1 *output*

IN 1	IN 2	OUT
0	0	1
1	0	1
0	1	1
1	1	0

Dari hasil pengujian simulasi gerbang NAND pada “tabel 6” diatas menunjukkan hasil 4 kondisi dimana untuk mendapatkan *output* berlogika 1 maka salah satu atau semua *input* harus berlogika 0. Jika semua *input* berlogika 1 maka *output* dari gerbang NAND tersebut berlogika 0.



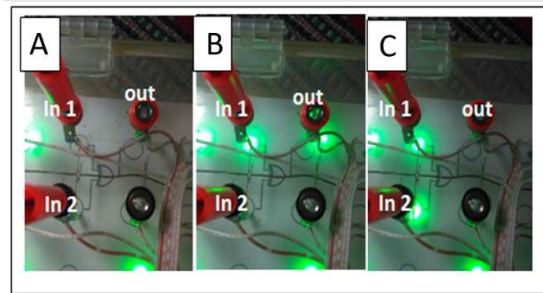
Gambar 14. hasil pengujian gerbang NOR 2 *input* 1 *output*

Gambar 14 diatas menunjukkan hasil dari simulasi gerbang NOR 2 *input* 1 *output* gambar A ketika ke 2 *input* berlogika 0 dan gambar B Ketika salah 1 *input* berlogika 1 dan gambar C adalah hasil ke 2 *input* berlogika 1.

Tabel 7. Hasil pengujian gerbang NOR 2 *input* 1 *output*

IN 1	IN 2	OUT
0	0	1
1	0	0
0	1	0
1	1	0

Dari hasil pengujian simulasi gerbang NOR pada “tabel 7” diatas menunjukkan hasil 4 kondisi dimana untuk mendapatkan *output* berlogika 1 maka semua *input* harus berlogika 0. Jika salah satu atau semua *input* berlogika 1 maka *output*-nya berlogika 0.



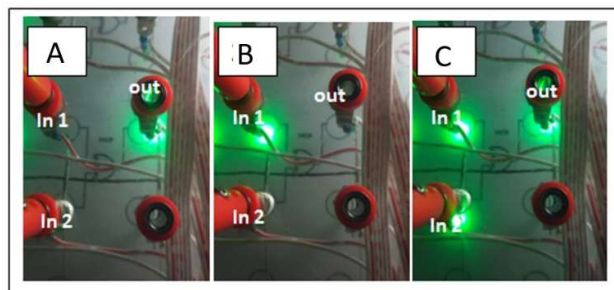
Gambar 15. hasil pengujian gerbang XOR 2 input 1 output

Gambar 15 diatas menunjukkan hasil dari simulasi gerbang XOR 2 *input* 1 *output* gambar A ketika ke 2 *input* berlogika 0 dan gambar B Ketika salah 1 *input* berlogika 1 dan gambar C adalah kondisi ketika ke 2 input berlogika 1.

Tabel 8. Hasil pengujian gerbang XOR 2 *input* 1 *output*

IN 1	IN 2	OUT
0	0	0
1	0	1
0	1	1
1	1	0

Dari hasil pengujian simulasi gerbang XOR pada “tabel 8” diatas menunjukkan hasil 4 kondisi dimana untuk mendapatkan *output* berlogika 1 maka *input* harus berlogika 1 dalam jumlah ganjil.



Gambar 16. hasil pengujian gerbang XNOR 2 input 1 output

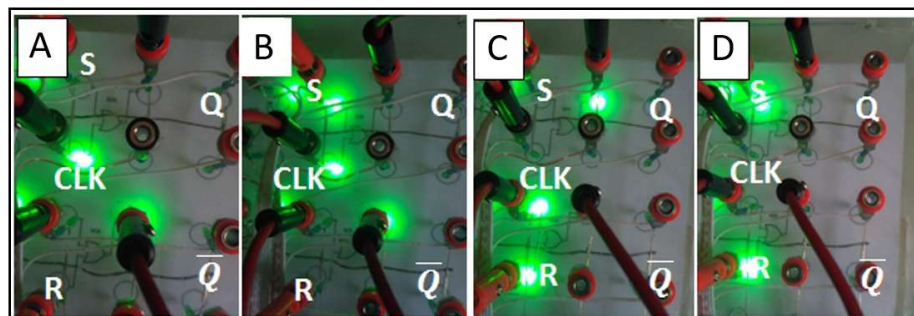
Gambar 16 diatas menunjukkan hasil dari simulasi gerbang XNOR 2 *input* 1 *output* gambar A ketika kondisi ke 2 *input* berlogika 0 dan gambar B ketika 1 *input* berlogika 1 dan gambar C adalah hasil ke 2 *input* berlogika 1.

Tabel 9. Hasil pengujian gerbang XNOR 2 *input* 1 *output*

IN 1	IN 2	OUT
0	0	1
1	0	0
0	1	0
1	1	1

Dari hasil pengujian simulasi gerbang XNOR pada “tabel 9” diatas menunjukkan hasil 4 kondisi dimana untuk mendapatkan *output* berlogika 1 maka *input* harus sama atau berjumlah genap. Hasil akhirnya adalah jika menginginkan *output* berloika 1 maka jumlah *input* yang berlogika 1 harus genap.

4.2 Hasil Pengujian Skema 2 Flip-Flop

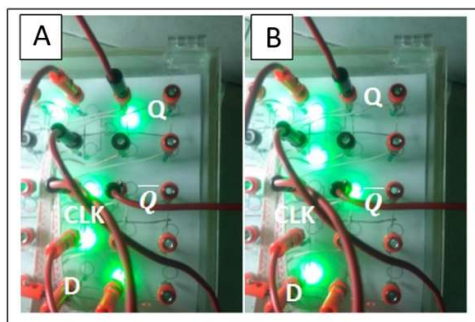


Gambar 17. Hasil pengujian SR Flip-Flop gerbang NOR

Tabel 10. Tabel pengujian SR flip-flop gerbang nor

INPUT			OUTPUT		KETERANGAN
S	R	CLK	Q	$\bar{Q}$	
0	0	$\uparrow$	Q^{-1}	Q^{-1}	Nilai terakhir
1	0	$\uparrow$	1	0	Stabil
0	1	$\uparrow$	0	1	stabil
1	1	$\uparrow$	X	X	terlarang

Dari hasil pengujian terhadap rangkaian SR Flip-Flop menggunakan gerbang NOR memiliki 2 keadaan stabil yaitu saat *output* $Q = 1$ dan $\bar{Q} = 0$, ke 2 saat $Q = 0$ dan $\bar{Q} = 1$.

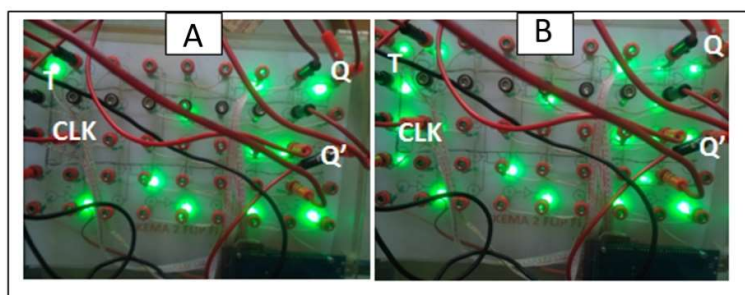


Gambar 17. Hasil pengujian D Flip-Flop

Tabel 11. Tabel pengujian D flip-flop

INPUT		OUTPUT		KET
D	CLK	Q	$\bar{Q}$	
0	↑	0	1	Reset Q ke 0
1	↑	1	0	Set Q ke 1
0	↓	1	0	Q^{-1}
1	↓	1	0	Q^{-1}

Dari pengujian yang disajikan dalam “tabel 11” D flip-flop hanya memiliki 2 kondisi, jika *input* data berlogika 1 maka *Reset* Q ke 0 dan D berlogika 0 maka *Set* Q ke 1.

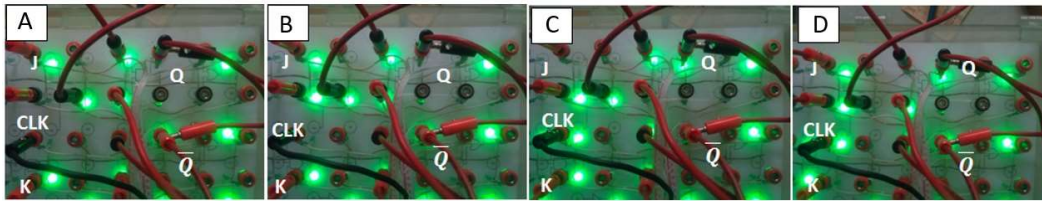


Gambar 17. Hasil pengujian T Flip-Flop

Tabel 12. Tabel pengujian T flip-flop

INPUT		OUTPUT	
CLK	T	Q	$\bar{Q}^{n+1}$
↑	0	0	0
↑	1	0	1
↓	0	1	1
↓	1	1	0

Dari pengujian yang disajikan dalam “tabel 12” T flip-flop hanya memiliki kondisi yaitu, pada saat input T berlogika 0 maka $Q_{n+1} = Q_n$. Pada saat input T berlogika 1 maka $Q_{n+1} = \neg Q_n$.



Gambar 18. Hasil pengujian T Flip-Flop

Tabel 13. Tabel pengujian JK flip-flop

INPUT			OUTPUT	
J	CLK	K	Q	$\bar{Q}$
X	0	X	Q^{-1}	Q_n^{-1}
X	1	X	Q^{-1}	Q_n^{-1}
0	↑	0	Q^{-1}	Q_n^{-1}
0	↑	1	0	1
1	↑	0	1	0
1	↑	1	Q_n^{-1}	Q^{-1}

Dari pengujian yang disajikan dalam “tabel 13”, JK flip-flop memiliki 3 *input* J, K, CLK Flip-Flop ini tidak ada kondisi terlarang maka berapapun inputan asalkan ada *clock* maka *output* akan berubah.

5. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian trainer gerbang logika digital berbasis Arduino Mega 2560 diperoleh kesimpulan bahwa penerapan trainer tersebut pada gerbang logika dapat menghasilkan bilangan 0 dan 1 sesuai yang diharapkan dengan memanfaatkan *toggle switch* untuk memasukkan bilangan 0 dan 1. Selain itu, gerbang logika digital berbasis Arduino Mega 2560 dapat diaplikasikan dengan baik pada rangkaian sekuensial seperti rangkaian Flip-Flop.

DAFTAR RUJUKAN

- [1] A. H. Saptadi, “EMULASI GERBANG LOGIKA TUNGGA MULTIFUNGSI MENGGUNAKAN MIKROPENGENDALI ATMEGA8A,” *MEDIA Elektr.*, vol. 10, no. 2, 2017.
- [2] I. Oktariawan, “Pembuatan sistem otomasi dispenser menggunakan mikrokontroler arduino mega 2560,” *J. Ilm. Tek. Mesin*, vol. 1, no. 2, 2013.

- [3] I. Tazi, K. Triyana, and D. Siswanta, "A novel Arduino Mega 2560 microcontroller-based electronic tongue for dairy product classification," in *AIP Conference Proceedings*, 2016, vol. 1755, no. 1, p. 170003.
- [4] Z. Oby, "Basic Arduino." Yogyakarta: Indobot Robotic Center, 2017.
- [5] D. Erwanto, "Pemanfaatan Pengolahan Citra Digital Pada Proses Quality Control Pengemasan Primer Obat Dengan Menggunakan Metode Normalisasi Warna," Fakultas Teknologi Industri UNISSULA, 2017.
- [6] M. A. Fikri, D. Erwanto, and D. E. Yuliana, "Rancang Bangun Alat Prediksi Kondisi Tubuh Ideal Menggunakan Metode Fuzzy Logic Sugeno," *Setrum Sist. Kendali-Tenaga-Elektron.-Telekomun.-Komput.*, Jun. 2018, doi: 10.36055/setrum.v7i1.3409.
- [7] S. S. Putro, "Pemanfaatan Aplikasi Electronic Workbench (EWB) Pada Mata Kuliah Logika Informatika Materi Gerbang Logika," in *Seminar Nasional Teknologi Pendidikan UM*, 2015, pp. 336–345.
- [8] I. Parinduri and S. N. Hutagalung, "Perangkaian Gerbang Logika Dengan Menggunakan MATLAB (SIMULINK)," *JURTEKSI J. Teknol. Dan Sist. Inf.*, vol. 5, no. 1, pp. 63–70, 2018.
- [9] B. Santosa and Y. Hariyadi, "PEMBUATAN ALAT LABORATORIUM TEKNIK DIGITAL DASAR UNTUK IMPLEMENTASI MATAKULIAH TEKNIK DIGITAL PADA PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA BARAT," *Menara Ilmu*, vol. 12, no. 11, 2018.
- [10] S. F. Barrett, "Arduino microcontroller processing for everyone!," *Synth. Lect. Digit. Circuits Syst.*, vol. 8, no. 4, pp. 1–513, 2013.