

PEMBUATAN ALAT LABORATORIUM TEKNIK DIGITAL DASAR UNTUK IMPLEMENTASI MATAKULIAH TEKNIK DIGITAL PADA PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA BARAT

Budi Santosa, ST, MT¹, Ir. Yulisman, MT², Hariyadi, S.Kom, M.Kom³
Dosen Prodi Elektro, Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat^{1,2,3}
e-mail: budisantosa@umsb.ac.id¹, yulisman@umsb.ac.id², hariyadi@umsb.ac.id³

Abstrak

Sistem digital yang sudah mendominasi dalam perkembangan teknologi sekarang ini menjadikan topik ini penting untuk dipelajari dan dipahami di perguruan tinggi untuk menghasilkan seorang sarjana teknik yang siap untuk terjun ikut serta dalam kemajuan dunia yang begitu pesat. Pemahaman teknik digital di perguruan tinggi perlu adanya keseimbangan antara teori dan praktek. Praktikum diperlukan untuk memberikan pemahaman yang utuh terhadap terori yang dipelajari sehingga mahasiswa dapat mengembangkan terori-teori yang ada. Paraktikum laboratorium tentunya perlu ditunjang dengan ketersediaan peralatan laboratorium teknik digital yang baik, mudah dalam pengoperasian serta informatif. Modul Digital laboratorium FT-UMSB yang disajikan ini telah memperlihatkan hasil uji coba yang baik untuk digunakan sebagai media praktikum. Alat digital trainner ini terdiri dari Power Supply Modul, Input-Output Modul, Logic Gate Modul, Encoder-Decoder Modul dan Seven Segment Modul.

Kata kunci :Digitaltrainer, Digital kit, Labor Digital

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Laboratorium memiliki peran penting dalam memahami ilmu pengetahuan, di laboratorium dapat dilakukan percobaan-percobaan dan pembuktian teori sehingga dapat diterima kebenarannya sebagai sebuah ilmu pengetahuan. Kegiatan dilaboratorium didukung dengan peralatan uji coba, alat ukur, simulasi dan perlatan lain sesuai dengan bidang keilmuan yang akan dianalisa di laboratorium tersebut.

Teknik digital merupakan salah satu bidang keahlian yang dipelajari di Program Studi Teknik Elektro. Konsep-konsep dasar dan pengembangan aplikasi pada bidang teknik digital tidak cukup hanya dengan mempelajarinya secara teori namun untuk memahami teknik digital sangat dibutuhkan praktikum di laboratorium untuk melihat bentuk nyata dari teori yang dipelajari sehingga menghasilkan sebuah pemahaman yang utuh.

Praktikum teknik digital di laboratorium membutuhkan peralatan *Digital Trainer Set* sebagai bentuk nyata dari *hardware* dalam sebuah sistem digital. Melalui peralatan ini para praktikan benar-benar dapat melihan bagaimana sebuah sistem digital berkerja dan proses-proses logika yang terjadi dalam sistem digital yang dipresentasikan melalui alat ukur dan displai indikator.

1.2 Tujuan

Pembuatan *Universal Logic Gates and Digital IC Trainer* ini bertujuan sebagai alat peraga dan alat uji coba terhadap materi-materi perkuliahan Dasar Teknik Digital. Alat ini merupakan realisasi fisik dari teori digital. Alat yang akan dibuat hendaklah memiliki akurasi yang tinggi, informatif dan mudah dalam pengoperasiannya.

Hasil dari perancangan dan pembuatan alat praktikum Teknik Digital Dasar ini dapat digunakan sebagai alat praktikum di Laboratorium Dasar Teknik Elektro FT-UMSB sebagai sarana pembelajaran pada mata kuliah Dasar Teknik Digital.

1.3 Batasan Masalah

Universal Logic Gates and Digital IC Trainer yang akan bahas dalam proposal ini tidak mencakup seluruh materi yang ada pada Teknik Digital, mengingat cukup luas dan banyaknya

materi pembahasan di dalam Teknik Digital tersebut. Penulis membatasi materi kajian pembuatan *digital trainer* ini pada dasar-dasar teknik digital, yaitu sebagai berikut:

1. Modul Power Suplay.
2. Modul Input 12 saluran, Output 12 saluran dan Breadboard.
3. Modul Gerbang logika dasar; gerbang AND, gerbang OR, gerbang NOT, gerbang NAND, gerbang NOR, gerbang Ex-OR dan gerbang Ex-NOR.
4. Modul Encoder dan Decoder
5. Modul Seven Segment

2. TEORI PENUNJANG

2.1 Komponen Elektronika

2.1.1 Resistor

Resistor merupakan komponen dasar elektronika yang bisa berfungsi sebagai pengatur atau membatasi jumlah arus yang mengalir dalam suatu rangkaian listrik. Sesuai dengan namanya resistor bersifat resistif dan umumnya terbuat dari bahan karbon. Satuan resistansi dari resistor adalah Ohm yang dilambangkan dengan simbol Ω (*Omega*). Nilai resistansi sebuah resistor telah dicantumkan berupa kode warna melingkar pada badan resistor, ada juga resistor yang nilai resistensinya dapat diubah-ubah dengan memutar poros seperti Potensiometer, Rheostat dan Trimmer (Trimpot). Selain itu ada juga resistor yang nilai resistansinya dapat berubah bila terkena cahaya yaitu LDR (*Light dependent Resistor*) dan resistor yang nilai resistansinya bertambah bila terkena suhu panas yaitu PTC (*Positive Termal Coeffieient*) serta resistor yang nilai resistansinya akan berkurang bila terkena panas yang namanya NTC (*Negative Termal Coefficient*).

2.1.2 Kapasitor

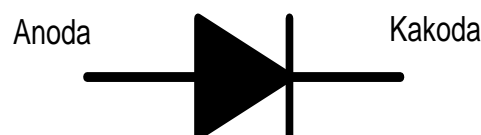
Kapasitor (*Condensator*) yang dalam rangkaian elektronika dilambangkan dengan huruf "C" adalah suatu komponen elektronika yang dapat menyimpan energi/muatan listrik di dalam medan magnet listrik, dengan cara mengumpulkan ketidakseimbangan internal dari muatan listrik. Kapasitor ditemukan oleh Michael Faraday (1791-1867). Satuan kapasitor disebut Farad (F). Satu Farad = $9 \times 10^{11} \text{ cm}^2$ yang artinya luas permukaan kepingan tersebut.

2.1.3 Induktor

Seutas kawat tembaga diberi aliran listrik, maka di sekeliling kawat tembaga akan terbentuk medan listrik. Dengan aturan tangan kanan dapat diketahui arah medan listrik terhadap arah arus listrik.

2.1.4 Dioda

Dioda ialah jenis tabung vakum yang memiliki dua buah elektroda. Pada dioda, plate diletakkan dalam posisi mengelilingi katoda sedangkan heater disisipkan di dalam katoda. Elektron pada katoda yang dipanaskan oleh heater akan bergerak dari katoda menuju plate.

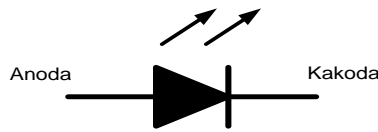


Gambar 2.5. Simbol Dioda

2.1.5 LED

LED adalah singkatan dari *Light Emitting Diode*, merupakan komponen yang dapat mengeluarkan emisi cahaya. LED merupakan produk temuan lain setelah dioda. Strukturnya juga sama dengan dioda, tetapi belakangan ditemukan bahwa elektron yang menerjang sambungan P-N juga melepaskan energi berupa energi panas dan energi cahaya. LED dibuat agar lebih efisien jika

mengeluarkan cahaya. Untuk mendapatkan emisi cahaya pada semikonduktor, doping yang dipakai adalah gallium, arsenic dan phosphorus. Jenis doping yang berbeda menghasilkan warna cahaya yang berbeda pula.



Gambar 2.10. Simbol LED

2.1.6 Transistor

Transistor merupakan komponen semikonduktor tiga terminal yang dinamai dengan emitor, basis dan kolektor. Transistor memiliki dua jenis yaitu transistor bipolar dan transistor unipolar. Transistor bipolar adalah transistor yang memiliki dua persambungan kutub. Transistor ini diibaratkan dua buah diode yang tergabung.

2.1.7 Integrated Circuit

Intergrated Circuit (IC) merupakan komponen semikonduktor aktif. IC merupakan kumpulan komponen-komponen elektronik yang terintegrasi ke sebuah komponen chip sehingga dapat meminimalkan jumlah komponen suatu rangkaian sehingga efisiensi biaya dan konsumsi energi lebih baik.

2.1.8 Power Suplly

Power suplai merupakan pasokan energi yang dibutuhkan sebuah piranti elektronik dalam melakukan kerjanya. Power suplai bertugas menyediakan daya yang sesuai dengan alat yang dicatunya. Peralatan elektronik pada umumnya membutuhkan sumber energi listrik arus searah (DC). Sedangkan energi yang disediakan PLN berupa listrik arus bolak balik (AC).

3. PERANGKAT ALAT

3.1. Konsep Pearancangan

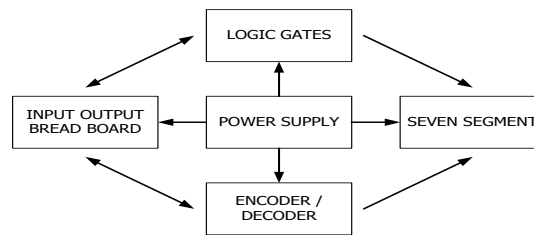
Modul praktikum dirancang agar praktis digunakan dan mampu memberikan informasi serta pemahaman terhadap praktikan sehingga selama praktikum, para praktikan dapat mengekspresikan pemikirannya kedalam media praktikum tanpa diganggu oleh proses praktikum yang rumit serta penggunaan alat yang sulit. Gambar-gambar layout dalam proses pembuatan modul menggunakan aplikasi Microsoft Visio.

Alat praktikum dibagi menjadi beberapa bagian sesuai dengan fungsi dan bidang teorinya masing-masing agar selama praktikum para peserta tidak dihadapi dengan peralatan yang besar dan terlihat rumit. Alat praktikum dibuat secara terpisah-pisah dan dapat di hubungkan dengan kabel selama praktikum.

Keuntungan alat praktikum berupa modular :

1. Memungkinkan untuk pengembangan alat sesuai dengan tuntutan kebutuhan praktikum laboratorium.
2. Praktis selama praktikum karena hanya menggunakan modul-modul yang dibutuhkan saja.
3. Memungkinkan untuk mengkombinasikan berbagai modul praktikum untuk banyak bidang teori yang akan dipraktikkan.
4. Teknik modular ini cocok untuk laboratorium yang masih dalam pengembangan peralatan praktikum karena dapat membuat modul yang multi fungsi terlebih dahulu.

Alat praktikum ini dirancang untuk modul praktikum teknik digital dengan rangkaian alat praktikum sesuai dengan blok diagram gambar 3.1 dibawa ini. Tiap-tiap modul dapat saling dihubungkan untuk mendapatkan fungsi yang diharapkan.



Gambar 3.1. Blok diagram modul praktikum teknik digital

3.1.1. Perancangan Layout

Alat praktikum dibuat dengan ukuran panjang yang sama untuk setiap modul dengan lebar yang menyesuaikan dengan kebutuhan masing-masing modul. Modul-modul dibuat dengan panjang yang sama agar selama praktikum modul-modul dapat disusun pada bidang praktikum dengan rapi.

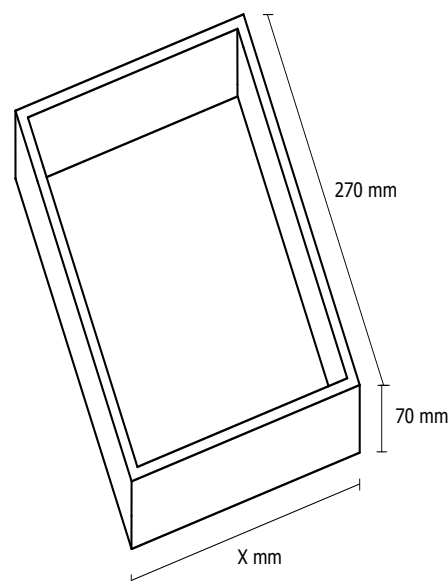
Layout modul dibuat dengan ukuran panjang 270 mm dan lebar yang bervariasi. Pemilihan panjang 270 mm mengacu kepada efisiensi penyusunan komponen pada modul. Angka 270 mm juga memungkinkan untuk print layout modul pada kertas ukuran A4, sehingga gambar yang digunakan terlihat lebih rapi menggunakan printer computer. Ukuran lebar layout sepenuhnya bergantung pada kebutuhan masing-masing modul saat perancangan layout berdasarkan susunan komponen yang digunakan.

3.1.2. Perancangan kotak modul

Kotak modul dibuat menggunakan bahan tripleks dengan ketebalan 12 mm yang setara dengan ketebalan papan kayu. Keuntungan menggunakan bahan tripleks adalah permukaan bahan yang sudah rata sehingga tidak membutuhkan peralatan pengerjaan kayu yang banyak.

Bahan kayu dipilih karena lebih mudah untuk dibentuk dan harga lebih terjangkau jika dibandingkan dengan bahan plat besi atau aluminium. Bahan kayu membutuhkan peralatan yang lebih sederhana dalam pengerjaan sehingga dapat dilakukan oleh seorang yang bukan profesional bidang tukang kayu.

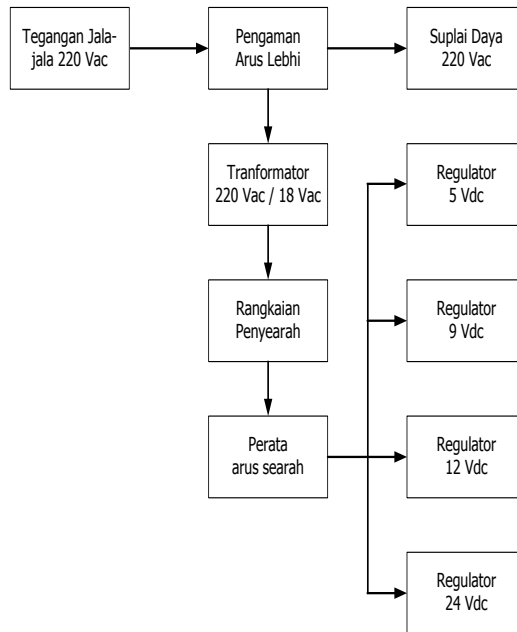
Kotak modul dibuat dengan ukuran yang mengacu kepada ukuran masing-masing layout dengan tinggi 70 mm. Tinggi 70 mm digunakan karena nilai ini merupakan ukuran tertinggi yang dibutuhkan untuk dimasukkan ke dalam kotak. Selama praktikum di bidang kerjapun ketebalan alat 70 mm dirasa masih nyaman untuk digunakan dan proses praktikum dapat berjalan dengan lancar dan nyaman.



Gambar 3.2. Kotak modul praktikum beserta ukurannya

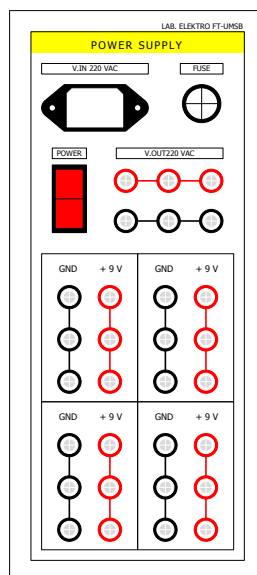
3.2. Power Supply Modul

Power supply merupakan pemasok energy untuk semua modul. Power suplai menurunkan tegangan listrik jala-jala PLN dari 220 Vac menjadi tegangan yang lebih rendah arus searah (DC).



Gambar 3.3. Blok diagram power suplai

Energi listrik yang disediakan oleh PLN masih dalam bentuk arus bolak balik dengan tegangan 220 V. Modul praktikum yang dibuat merupakan komponen elektronik yang membutuhkan arus searah dengan tegangan 5 Vdc, 9 Vdc 12 Vdc dan 24 Vdc. Power suplai ada dalam system analog dan dalam system switching, keduanya ini pada prinsipnya tetap mengacu kepada blok diagram pada gambar 3.3. untuk menyederhanakan proses pengerjaan kita menggunakan power suplay switching dengan tegangan 5 Vdc, 9 Vdc 12 Vdc dan 24 Vdc yang selanjutnya dipasangkan ke dalam kotak power suplai dengan layout yang lebih sederhana.



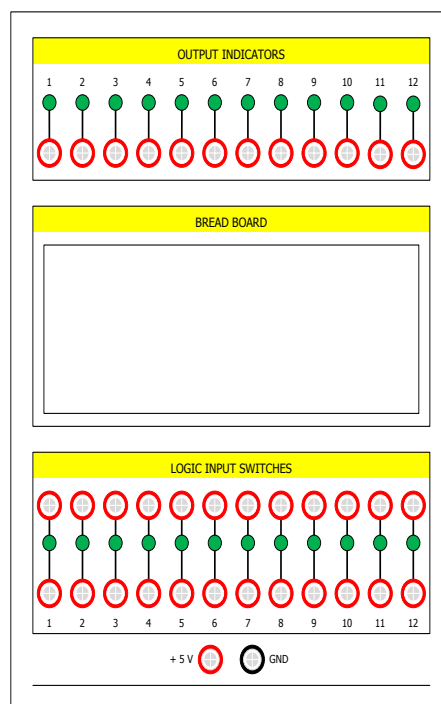
Gambar 3.4. Layout power supply modul

Spesifikasi modul power suplai sebagai berikut :

- Tegangan sumber 220 Vac, 50 Hz
- Slot power sumber 3 kaki
- 1 buah fuse lebut
- Saklar 'ON OFF' dengan lampu indicator
- Tegangan keluaran:
 - 3 saluran 220 Vac
 - 3 saluran 24 Vdc
 - 3 saluran 12 Vdc
 - 3 saluran 9 Vdc
 - 3 saluran 5 Vdc
- Dimensi : panjang 270 mm, lebar 120 mm dan tinggi 70 mm

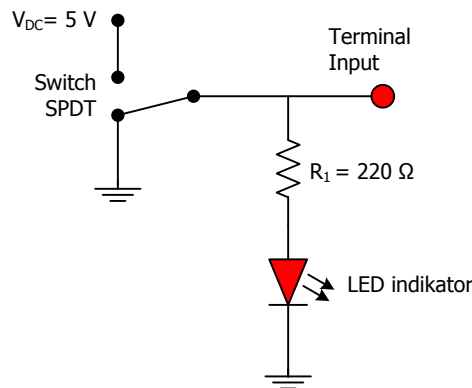
3.3. Switch Input Output Modul

Modul input dan output ini merupakan modul utama pada rangkaian alat praktikum yang dibuta. Modul ini terdiri dari tiga bagian yaitu bagian input, bagian output dan breadboard.



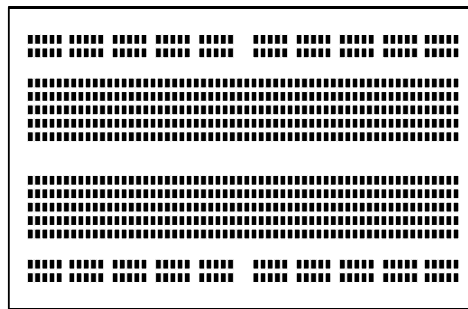
Gambar 3.5. Layout switch input output modul

Saluran tegangan 5 V pada modul merupakan sumber tegangan untuk bagian input yang melewati saklar terlebih dahulu sebagai pembuat fungsi digital untuk kondisi 'HIGH' dan 'LOW' atau 1 dan 0. Kondisi ini diimplementasikan berupa tegangan 5 V sebagai 'HIGH' dan tegangan 0 V sebagai 'LOW'. Terdapat LED indicator sebagai penanda kondisi 'ON' untuk 'HIGH' dan kondisi 'OFF' untuk 'LOW'. Tegangan yang dikendalikan dengan saklar tersebut dapat disalurkan melalui terminal output yang dapat di jumper ke rangkaian yang dipraktekkan.



Gambar 3.6. Rangkaian Input modul dengan LED indikator

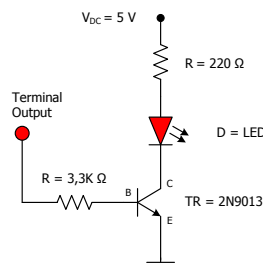
Breadboard merupakan sebuah media merangkaian komponen elektronika tanpa menyolder. Breadboard memiliki lubang-lubang pada permukaannya dan terdapat konduktor pada bagian dalamnya sehingga komponen dapat ditancapkan ke breadboard untuk membuat rangkaian sesuai dengan gambar kerja. Breadboard ini tentunya diperuntukan untuk ujicoba rangkaian atau praktek laboratorium karena komponen dapat dicopot kembali, namun untuk peralatan elektronik yang sesungguhnya harus menggunakan PCB dengan menyolderkan komponen agar mendapat sambungan yang lebih kuat serta ukurannya bisa disesuaikan dengan kebutuhan.



Gambar 3.7. Breadboard

Output indicator merupakan bagian yang berfungsi sebagai penanda ada atau tidak ada sinyal listrik dari rangkaian yang diujicoba, pada system digital juga dapat dipahami sebagai tanda pada situasi 'HIGH' atau 'LOW'.

Sinyal digital yang diproses pada komponen digital (IC digital) memiliki daya yang cukup kecil dengan penguatan untuk setiap tahapan proses yang kecil sesuai dengan level yang dibutuhkannya. Jika sinyal tersebut langsung dihubungkan ke LED indicator, hal ini dapat menyerap energy yang besar dan dapat menyebabkan gangguan pada proses digital. Sebagai solusinya dibutuhkan sebuah rangkaian driver sebagai penguat daya agar LED dapat menyala dengan baik namun tidak menimbulkan efek buruk terhadap system pada rangkaian digital.



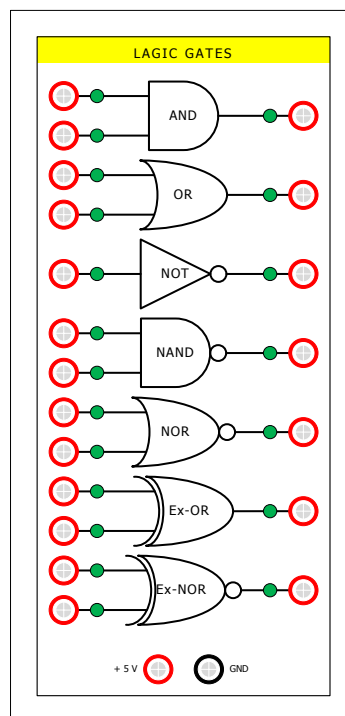
Gambar 3.8. Rangkaian driver LED

Speisifikasi modul Input Output

- Suplai tegangan DC 5 volt
- 12 saluran input dengan LED indikator
- 12 saluran output dengan LED indikator
- Rangkaian penguat untuk setiap LED indikator
- 1 buah breadboard
- Dimensi : panjang 270 mm, lebar 200 mm dan tinggi 70 mm

3.4. Logic Gate Modul

Logic gate modul merupakan media untuk memahami sifat dari gerbang dasar AND, OR, NOT, NAND, NOR, Ex-OR dan Ex-NOR. Modul ini dilengkapi dengan LED indikator pada setiap saluran input dan output gerbang logika tersebut, sehingga tanpa alat ukur kit dapat mengetahui status saluran-salurannya dalam keadaan 'ON / HIGH' atau 'OFF / LOW'.



Gambar 3.9. Layout logic gate modul

Modul ini dicatu dengan suplai tegangan 5 Vdc untuk mengaktifkan IC TTL yang ada didalamnya. IC TTL yang bekerja pada daya kecil juga mengharuskan kita menggunakan rangkaian driver sebagai penguat arus untuk mnghidupkan LED. Dalam prakteknya saluran input gerbang dapat dipicu dengan tegangan 5 Vdc atau menggunakan modul Input yang dijamper menggunakan kabel.

Gerbang logika sudah dikemas di dalam sebuah IC TTL sehingga dengan member suplai tegangan ke IC, kita sudah dapat mengaktifkan gerbang-gerbang logika yang ada di dalamnya. Berikut adalah IC TTL yang digunakan dalam membangun modul ini:

- 74LS00 : 4 buah gerbang NAND dengan 2 input
- 74LS04 : 8 buah gerbang NOT
- 74LS08 : 4 buah gerbang AND dengan 2 input
- 74LS02 : 4 buah gerbang NOR dengan 2 input
- 74LS32 : 4 buah gerbang OR dengan 2 input
- 74LS86 : 4 buah gerbang Ex-OR dengan 2 input
- 74LS266 : 4 buah gerbang Ex-NOR dengan 2 input

System digital mengenal nilai yang pasti antara ‘HOGH’ atau ‘LOW’ sehingga bituhkan rentang nilai kapan akan dianggap ‘LOW’ atau dianggap ‘HIGH’. Untuk IC TTL tegangan 0 – 0,5 Volt akan memberikan kondisi 0 dan tegangan 0,7 Volt akan memberikan kondisi 1 output digital.

Power suplai yang baik memberikan peran penting agar sistem dapat mengenali nilai variabelnya dengan tepat. pada modul Logic Gate ini setiap kaki input gerbang logika pada IC ditambahkan tahanan ke groud 10 K Ω untuk mendapatkan nilai ‘NOL’ saat modul Logic Gate tidak dihubungkan dengan modul IO. Kondisi ini memungkinkan komponen mendeteksi status LOW pada kaki input dan memberikan input yang tepat dan LED indicator input benar-benar dalam kondisi OFF.

Speisfikasi modul Input Output

- Suplai tegangan DC 5 volt
- 7 gerbang dasar dengan LED indicator pada tiap IO
- Rangkaian penguat arus arus untuk setiap LED indikator
- Dimensi : panjang 270 mm, lebar 130 mm dan tinggi 70 mm

3.5. Encoder – Decoder Modul

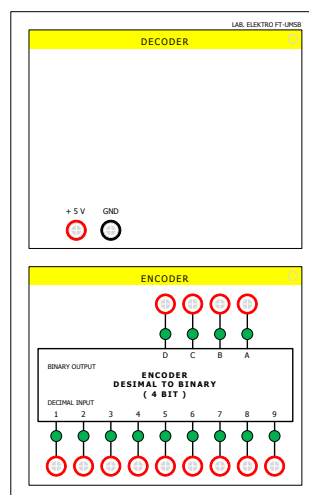
Modul encoder – decoder merupakan alat yang digunakan dalam praktikum dalam mengamati dan memahami proses pengubahan bilangan desimal ke biner dan dari biner ke desimal. Pemahaman sistem konversi bilangan ini diperlukan untuk memahami sistem komunikasi antara manusia dan sistem digital dan sebaliknya informasi yang diproses pada sistem digital dapat dipahami oleh manusia.

Alat ini terdiri dari modul encoder dan modul decoder yang dicatu dengan tegangan 5 Vdc untuk mengaktifkan komponen IC di dalamnya. Kedua modul ini sangat berkaitan, sehingga perlu memahaminya sekaligus. Masing-masing modul akan dijelaskan secara terpisah pada bagian ini.

3.5.1. Encoder Modul

Encoder pada modul ini akan mengkonversi bilangan desimal 0 sampai 9 menjadi bilangan biner pada 4 bit. Melalui alat ini dapat disimulasikan proses pengubahan bilangan desimal ke biner yang dapat diamati secara langsung melalui LED indikator pada setiap saluran input desimal dan output biner.

LED indikator menjadi penanda status dari saluran input dan output encoder. LED ON menandakan bahwa saluran tersebut sedang aktif dan sebaliknya LED OFF menandakan saluran pada kondisi tidak aktif.



Gambar 3.10. Layot Encoder modul

Encoder desimal ke binari menggunakan sebuah IC TTL 74147. IC ini dapat digunakan secara langsung tanpa komponen tambahan. Sebagai input desimal dapat menggunakan tegangan 5

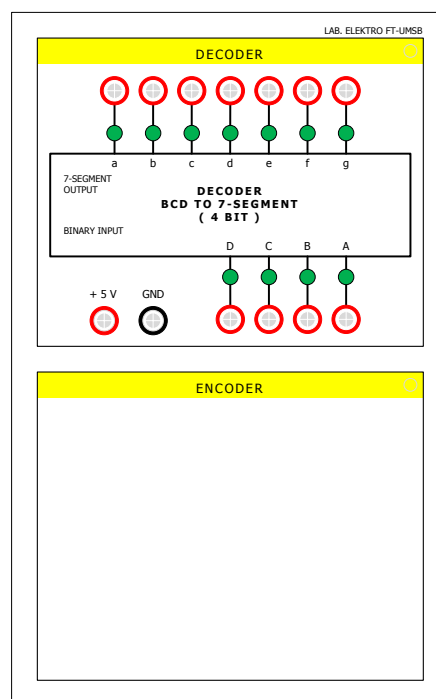
Vdc ke salah satu saluran input desimal. Jika tidak ada input yang diberikan, maka encoder menganggap input bernilai NOL dan menghasilkan output dalam biner 0 0 0 0.

LED indikator pada tiap saluran input dan output mendeteksi sinyal (tegangan) pada saluran dan memuncu transistor pada rangkain penguat arus untuk mengaktifkan LED. Rangkain penguat arus diperlukan untuk menghidupkan LED karena arus IO dari IC sangat terbgatas.

Kedua modul encoder dan decoder digabungkan ke dalam satu alat Modul Encoder Decoder karena keduanya saling terkait dan akan sangat membantu dalam memahami sistem ini selama praktikum.

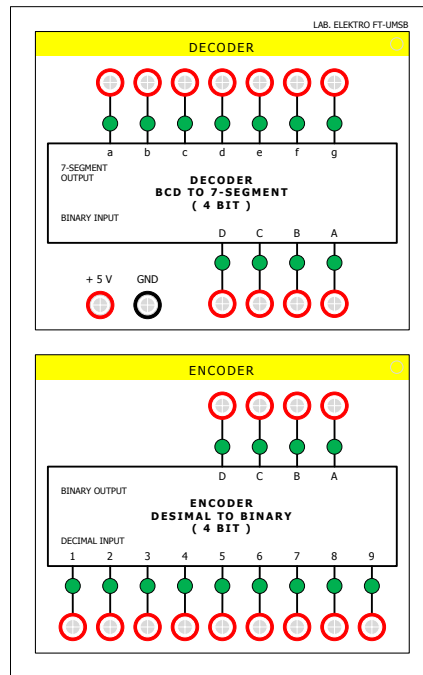
3.5.2.Decoder Modul

Decoder pada modul ini berfungsi untuk mengkonversi bilangan biner 4 bit menjadi bilangan desimal dari 0 sampai 9. Decoder diperlukan untuk mendeskripsikan nilai-nilai yang diproses oleh sistem digital menjadi bentuk yang dapat dipahami oleh indra manusia. Melalui alat ini dapat disimulasikan proses pengubahan bilangan biner ke desimal yang dapat diamati secara langsung melalui LED indikator pada setiap saluran input biner dan output 7-segment.



Gambar 3.11. Layout Decoder modul

Decoder biner ke 7-segment menggunakan sebuah IC TTL 7447. IC ini dapat digunakan secara langsung tanpa komponen tambahan. Sebagai input biner 4 bit dapat menggunakan tegangan 5 Vdc ke saluran input biner. Jika tidak ada input yang diberikan, maka decoder menganggap input bernilai 'NOL' 0 0 0 0 dan menghasilkan output dalam kode 7-segment a b c d e f g dengan nilai berurutan 1 1 1 1 1 1 0, maka jika output decoder dihubungkan ke komponen 7-segmen maka akan ditampilkan angka 0 pada display.



Gambar 3.12. Layout Encoder Decoder modul

Output encoder sejajar dengan input decoder, hal ini memungkinkan penggunaan sistem ini secara bersamaan untuk memahami teori encoder dan decoder secara menyeluruh.

Speisfikasi Modul Encoder Decoder

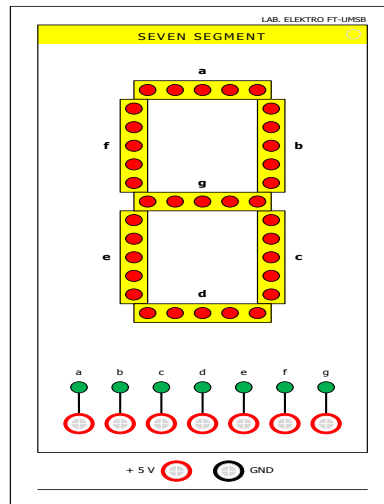
- Suplai tegangan DC 5 volt.
- Encoder menggunakan IC 74147, saluran input desisimal (0 – 9) dan saluran outpur biner 4 bit (D C B A).
- Decoder menggunakan IC 7447, saluran input biner 4 bit (D C B A) dan saluran output kode 7-segment (a b c d e f)
- Rangkaian penguat arus untuk setiap LED indikator
- Dimensi : panjang 270 mm, lebar 170 mm dan tinggi 70 mm

3.6. Seven Segment Modul

Modul seven segment sebagai media pembelajaran terhadap proses dekoder ke dalam bentuk displai angka. Sevent segment yang terdiri dari susunan LED atau Liqit dengan komfigurasi yang disusun sedemikian rupa sehingga cocok dengan komponen-komponen IC decoder yang telah dibahas sebelumnya. Modul seven segment dirancang agar lebih praktis sebagai alat prkatikum laboratorium.

Moudul sevent segment merujuk kepada seven segmen comon catoda, jadi untuk mengaktifkan setiap segmen input diberikan tegangan positif dan katoda setiap segment digabung ke ground. Untuk mendapatkan visual yang lebih besar, pada modul ini setiap segmen terdiri dari 5 buah LED yang disusun secara paralel dan dilengkapi dengan rangkaian penguat arus agar sinyal digital yang diberikan ke saluran input modul dapat mengaktifkan LED dengan baik.

Terminal tegangan 5 volt merupakan suplai daya untuk rangkaian penguat arus setiap segment dari seven segment karena input yang diberikan hanya memiliki daya yang kecil. Saluran input pada modul dengan simbol alfabet dihubungkan secara langsung ke komponen IC decoder binari to seven segment atau dapat diaktifkan dengan memberikan tegangan 5 volt menggunakan modul IO menggunakan kabel jamper sehingga dapat memahami tabel kebenaran seven segment.



Gambar 3.13. Layout seven segment modul

Untuk memperjelas hubungan tabel kebenaran antara binari dan seven segment, pada saluran input dilengkapi dengan LED indikator sebagai ekspresi status ON atau OFF setiap segmen.

4. PENGUJIAN DAN HASIL PENGAMATAN

4.1. Maksud dan Tujuan

Pada pengujian ini dilakukan pengambilan data pengoperasian alat yang dibuat dan selanjutnya akan dianalisa untuk mendapatkan hasil unjuk kerja alat sebagai alat praktikum laboratorium. Pengujian hanya bermaksud apakah alat dapat beroperasi dengan baik, dapat merespon input yang diberikan serta memberikan output sesuai dengan teori dan fungsi alat tersebut.

Pengujian menggunakan alat ukur dan power suplai standar laboratorium untuk mendapatkan besaran yang tepat. Dalam pengujian tidak ditekankan pada tingkat ketelitian yang tinggi karena pada prinsipnya modul yang dibuat bertujuan sebagai alat peraga dalam memahami kerja peralatan pada sistem digital.

NO.	SWITCHES	POSISI OFF		POSISI ON	
		Vdc	LED	Vdc	LED
1	SW 1	0.00	off	5.00	on
2	SW 2	0.00	off	5.00	on
3	SW 3	0.00	off	5.00	on
4	SW 4	0.00	off	5.00	on
5	SW 5	0.00	off	5.00	on
6	SW 6	0.00	off	5.00	on
7	SW 7	0.00	off	5.00	on
8	SW 8	0.00	off	5.00	on
9	SW 9	0.00	off	5.00	on
10	SW 10	0.00	off	5.00	on
11	SW 11	0.00	off	5.00	on
12	SW 12	0.00	off	5.00	on

4.2. Pengujian Power Supply Modul

Modul power suplai memiliki 5 jenis tegangan keluaran yaitu : 5 Vdc, 9 Vdc, 12 Vdc, 24 Vdc dan 220 Vac. Sebagai standar power suplai dalam praktikum tentunya diharapkan power suplay dapat memberikan suplai energi dengan kualitas yang baik. Pada pengujian ini akan diambil data sebagai berikut :

- Pengukuran tegangan terminal keluaran modul menggunakan voltmeter digital dengan ketelitian bilangan dua desimal.
- Pengukuran tegangan ripple terminal keluaran Vdc menggunakan osiloscope dan membandingkan dengan standar tegangan ripple kecil dari 5% tegangan nomianl.

Tabel 4.1 Pengukuran Power Suplai

NO.	TERMINAL OUTPUT	TEGANGAN		V. RIPLE	
		Pengukuran	Standar	Pengukuran	Standar
1	5 Vdc		4,75 – 5,25		< 0,25
2	9 Vdc		8,55 – 9,45		< 0,45
3	12 Vdc		11,4 – 12,6		< 0,6
4	24 Vdc		22,8 – 25,2		< 1,2
5	220 Vac		209 – 231	-	-

Berdasarkan data pengukuran tegangan suplai pada tabel di atas dapat dilihat bahwa output tegangan sesuai dengan tegangan yang diharapkan dan tegangan riplenya berada pada nilai yang ditoleransi sehingga memenuhi kriteria untuk digunakan sebagai suplai daya alat praktikum laboratorium teknik digital.

4.3. Pengujian Switch Input Output Modul

4.3.1. Pengujian Switches Input

Switch input menggunakan saklar DPST untuk memilih antara tegangan positif dan ground sehingga besaran yang dikeluarkan pada terminal input memiliki dua kondisi 5 Volt atau 0 Volt (ground). Pengujian switch input harus memenuhi kondisi tegangan 0 Vdc pada posisi OFF, tegangan 5 Vdc dan LED indikator hidup pada posisi ON.

Tabel 4.2 pengukuran switch input

Berdasarkan data pengukuran unjuk kerja switch input dapat dilihat bahwa alat dapat bekerja dengan baik sesuai dengan yang diharapkan dalam mengatur tegangan dan dapat diaplikasikan dalam praktikum laboratorium.

4.3.2. Pengujian Breadboard

Breadboard berfungsi sebagai terminal-terminal komponen dalam menyusun suatu rangkaian elektronika. Pengujian dapat dilakukan dengan menggunakan Ohmmeter untuk melihat kondisi konduktor-konduktor pada breadboard dalam kondisi yang baik. Konduktor yang baik akan memberikan tahanan yang sangat rendah bila diuji dengan menggunakan Ohmmeter.

Berdasarkan pengujian dapat disimpulkan bahwa kondisi breadboard dalam kondisi yang baik dan dapat digunakan sebagai alat praktikum laboratorium.

4.3.3. Pengujian Indikator Output

Indikator output berfungsi sebagai display penanda ada atau tidak adanya sinyal (tegangan) pada rangkaian uji coba. Rangkaian indikator output yang menggunakan transistor penguat arus yang berfungsi sebagai saklar untuk LED dengan memicu tegangan pada kaki basis transistor. Rangkaian penguat bertujuan agar tidak banyak menyerap arus listrik dari rangkaian digital yang arusnya terbatas. Rangkaian bekerja dengan baik jika pada saat tidak ada tegangan pada terminal (basis transistor) maka LED pada dan jika ada tegangan pada terminal maka LED menyala dengan terang.

Tabel 4.3. pengukuran terminal output

NO.	OUTPUT TERMINAL	LED	
		0 V	5 V
1	Out 1	off	on
2	Out 2	off	on
3	Out 3	off	on
4	Out 4	off	on
5	Out 5	off	on
6	Out 6	off	on
7	Out 7	off	on
8	Out 8	off	on
9	Out 9	off	on
10	Out 10	off	on
11	Out 11	off	on
12	Out 12	off	on

Tabel pengamatan di atas memperlihatkan bahwa status LED on dan off dengan baik saat terminal output diberi tegangan pemacu 5 Vdc. sehingga dapat dipahami bahwa alat berfungsi dengan baik dan dapat diaplikasi sebagai alat praktikum laboratorium.

4.4. Pengujian Logic Gate Modul

Logic gate modul yang terdiri dari 7 gerbang logika dasar dapat diuji dengan menghubungkan saluran masukan dengan tegangan 5 Vdc dengan ditandai oleh menyalnya LED saluran input dan saluran keluarannya akan merespon sesuai dengan sifat masing-masing gerbang logika yang ditandai oleh menyalnya LED pada saluran keluaran gerbang logika tersebut.

Tabel.4.4. Pengamatan gerbang AND

LOGIC TEST	INPUT				OUTPUT	
	B		A		Q	
	Vdc	LED	Vdc	LED	Vdc	LED
00	0.00	off	0.00	off	0.00	off
01	0.00	off	5.00	on	0.00	off
10	5.00	on	0.00	off	0.00	off
11	5.00	on	5.00	on	5.00	on

Tabel.4.5. Pengamatan gerbang OR

LOGIC TEST	INPUT				OUTPUT	
	B		A		Q	
	Vdc	LED	Vdc	LED	Vdc	LED
00	0.00	off	0.00	off	0.00	off
01	0.00	off	5.00	on	5.00	on
10	5.00	on	0.00	off	5.00	on
11	5.00	on	5.00	on	5.00	on

Tabel.4.6. Pengamatan gerbang NOT

LOGIC TEST	INPUT		OUTPUT	
	A		Q	
	Vdc	LED	Vdc	LED
0	0.00	off	5.00	on
1	5.00	on	0.00	off

Tabel.4.7. Pengamatan gerbang NAND

LOGIC TEST	INPUT				OUTPUT	
	B		A		Q	
	Vdc	LED	Vdc	LED	Vdc	LED
00	0.00	off	0.00	off	5.00	on
01	0.00	off	5.00	on	5.00	on
10	5.00	on	0.00	off	5.00	on
11	5.00	on	5.00	on	0.00	off

Tabel.4.8. Pengamatan gerbang NOR

LOGIC TEST	INPUT				OUTPUT	
	B		A		Q	
	Vdc	LED	Vdc	LED	Vdc	LED
00	0.00	off	0.00	off	5.00	on
01	0.00	off	5.00	on	0.00	off
10	5.00	on	0.00	off	0.00	off
11	5.00	on	5.00	on	0.00	off

Tabel.4.9. Pengamatan gerbang Ex-OR

LOGIC TEST	INPUT				OUTPUT	
	B		A		Q	
	Vdc	LED	Vdc	LED	Vdc	LED
00	0.00	off	0.00	off	0.00	off
01	0.00	off	5.00	on	5.00	on
10	5.00	on	0.00	off	5.00	on
11	5.00	on	5.00	on	0.00	off

Tabel.4.10. Pengamatan gerbang Ex-NOR

LOGIC TEST	INPUT				OUTPUT	
	B		A		Q	
	Vdc	LED	Vdc	LED	Vdc	LED
00	0.00	off	0.00	off	5.00	on
01	0.00	off	5.00	on	0.00	off
10	5.00	on	0.00	off	0.00	off
11	5.00	on	5.00	on	5.00	on

4.5. Pengujian Encoder – Decoder Modul

4.5.1. Encoder Modul

Modul encoder mengkonversi bilangan desimal menjadi bilangan biner. Input encoder terdiri dari 9 saluran sebagai bilangan desimal dan 4 saluran output sebagai bilangan biner 4 bit. LED indikator pada saluran input dan saluran output berfungsi sebagai penanda status saluran tersebut. LED ON menandakan saluran dalam kondisi aktif (1) dan LED OFF menandakan saluran dalam kondisi tidak aktif (0). Pengamatan dilakukan dengan mengaktifkan saluran input dengan tegangan 5 Vdc dan mengamati LED input berfungsi dengan baik dan melihat status pada saluran-saluran output serta LED indikatornya.

Tabel 4.11. Pengamatan Encoder Modul

BILANGAN DESIMAL	INPUT		OUTPUT								BILANGAN BINER
	SALURAN	LED	D	LED	C	LED	B	LED	A	LED	
0	-	-	0	off	0	off	0	off	0	off	0000
1	Saluran 1	on	0	off	0	off	0	off	1	on	0001
2	Saluran 2	on	0	off	0	off	1	on	0	off	0010
3	Saluran 3	on	0	off	0	off	1	on	1	on	0011
4	Saluran 4	on	0	off	1	on	0	off	0	off	0100
5	Saluran 5	on	0	off	1	on	0	off	1	on	0101
6	Saluran 6	on	0	off	1	on	1	on	0	off	0110
7	Saluran 7	on	0	off	1	on	1	on	1	on	0111
8	Saluran 8	on	1	on	0	off	0	off	0	off	1000
9	Saluran 9	on	1	on	0	off	0	off	1	on	1001

Encoder mengkonversi bilangan desimal ke bilangan biner dengan nilai yang sama. Pada tabel pengamatan dapat dilihat nilai bilangan yang sama antara bilangan desimal dan bilangan biner sehingga dapat disimpulkan bahwa encoder bekerja dengan benar. LED indikator menyala pada setiap saluran yang aktif dan pada setiap saluran yang tidak aktif. Berdasarkan hasil pengujian dan pengamatan modul encoder dapat bekerja dengan baik dan dapat digunakan sebagai alat praktikum laboratorium.

4.5.2 Decoder Modul

Modul decoder BCD to seven segment berfungsi mengkonversi bilangan biner menjadi display 7-segmen sehingga dapat nilai bilangan dapat dipahami oleh pandangan manusia (display angka bilangan desimal). Saluran input terdiri dari 4 saluran (4 bit) dengan LED indikator sebagai penanda status aktif atau tidak aktif dari tiap saluran. Saluran output terdiri dari 7 saluran dengan LED indikator sebagai penanda status tiap saluran.

Tabel.4.12. Pengamatan input decoder

BILANGAN DESIMAL	INPUT								BILANGAN BINER
	D	LED	C	LED	B	LED	A	LED	
0	0	off	0	off	0	off	0	off	0000
1	0	off	0	off	0	off	1	on	0001
2	0	off	0	off	1	on	0	off	0010
3	0	off	0	off	1	on	1	on	0011
4	0	off	1	on	0	off	0	off	0100
5	0	off	1	on	0	off	1	on	0101
6	0	off	1	on	1	on	0	off	0110
7	0	off	1	on	1	on	1	on	0111
8	1	on	0	off	0	off	0	off	1000
9	1	on	0	off	0	off	1	on	1001

Tabel.4.13. Pengamatan output decoder

BILANGAN BINER	OUTPUT													
	a	LED	B	LED	C	LED	D	LED	E	LED	F	LED	G	LED
0000	1	on	1	on	1	on	1	on	1	on	1	on	0	off
0001	0	off	1	on	1	on	0	off	0	off	0	off	0	off
0010	1	on	1	on	0	off	1	on	1	on	0	off	1	on
0011	1	on	1	on	1	on	1	on	0	off	0	off	1	on
0100	0	off	1	on	0	off	0	off	1	on	1	on	1	on
0101	1	on	0	off	1	on	1	on	0	off	1	on	1	on
0110	0	off	0	off	1	on	1	on	1	on	1	on	1	on
0111	1	on	1	on	1	on	0	off	0	off	0	off	0	off
1000	1	on	1	on	1	on	1	on	1	on	1	on	1	on
1001	1	on	1	on	1	on	0	off	0	off	1	on	1	on

Tabel pengamatan input decoder memperlihatkan data bahwasanya seluruh LED indikator dapat berfungsi dengan baik. Tabel pengamatan output indikator memperlihatkan hasil konversi menggunakan BCD to 7-segmet yang sesuai dengan tabel kebenaran konverter tersebut dan seluruh LED indikator dapat bekerja dengan baik sesuai fungsinya. Berdasarkan pengujian dan data pengamatan maka dapat disimpulkan bahwa modul endcoder decoder dapat bekerja dengan baik dan dapat dipergunakan sebagai alat praktikum laboratorium.

4.6. Pengujian Seven Segment Modul

Seven segment modul merupakan perbesaran dari komponen 7-segment yang disusun menggunakan deretan LED agar dapat memberikan tampilan yang lebih besar. 7-segment berfungsi untuk mendeskripsikan hasil konversi BCD to 7-segment menjadi sebuah display berupa angka desimal yang dapat dilihat dengan mata.

Konfigurasi tiap segmet modul sesuai dengan konfigurasi komponen 7-segment comon catoda, kondisi ini memungkinkan menaktifkan segmen-segmen dengan memberikan tegangan 5 Vdc ke saluran masukan modul. Pengujian hanya bertujuan membuktikan kebenaran dari konfigurasi segment-segmen dan membuktikan rangkaian penguat arus untuk tiap segment berfungsi dengan baik.

Tabel 4.14. Pengamatan 7-Segment

INPUT													DISPLAI ANGKA	
a LED	B LED	C LED	D LED	E LED	F LED	G LED								
1	on	1	on	1	on	1	on	1	on	1	on	0	off	0
0	off	1	on	1	on	0	off	0	off	0	off	0	off	1
1	on	1	on	0	off	1	on	1	on	0	off	1	on	2
1	on	1	on	1	on	1	on	0	off	0	off	1	on	3
0	off	1	on	0	off	0	off	1	on	1	on	1	on	4
1	on	0	off	1	on	1	on	0	off	1	on	1	on	5
0	off	0	off	1	on	1	on	1	on	1	on	1	on	6
1	on	1	on	1	on	0	off	0	off	0	off	0	off	7
1	on	1	on	1	on	1	on	1	on	1	on	1	on	8
1	on	1	on	1	on	0	off	0	off	1	on	1	on	9

Tabel pengamatan memperlihatkan unjuk kerja alat yang baik, setiap LED indikator berfungsi dengan baik dan konfigurasi segment tersusun dengan benar sehingga menghasilkan display angka yang tepat sesuai dengan karakteristik kompoen 7-segment comon catoda. Berdasarkan pengujian dan data pengamatan dapat disimpulkan bahwa modul 7-segment dapat beroperasi dengan baik dan dapat dipergunakan sebagai alat praktikum laboratorium.

5. SIMPULAN DAN SARAN

5.1. Simpulan

Pengujian dan pembahasan yang dilakukan terhadap perancangan dan pembuatan alat praktikum teknik digital yang dibahas dalam tulisan ini dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Modul-modul praktikum digital dibuat berdasarkan teori maktuliah Teknik Digital yang ada di Jurusan Teknik Elektro FT-UMSB.
2. Alat praktikum laboratorium tekni digital masih dapat dikembangkan untuk tingkat yang lebih lanjut sesuai dengan kebutuhan karena dibuat secara modular.
3. Power suplai menyediakan tegangan 5 Vdc, 9 Vdc, 12 Vdc, 24 Vdc dan 220 Vac, merupakan tegangan yang sering dibutuhkan dalam rangkaian elektronika.
4. Modul IO dapat beroperasi dengan baik dan dapat melakukan berbagai uji coba pada breadboar yang tersedia dalam memahami teknik digital muali dari dasar hingga tinggkat yang lebih tinggi.
5. Modul Gerbang Logika, Modul Encoder Decoder dan Modul 7-Segment merupakan media pembelajaran dalam memahami bagaimana sebuah sistem bekerja yang dibahas secara terpisah agar dapat dikembangkan dalam teori yang lebih komplit.
6. Seluruh modul yang bibuat dalam tugas akhir ini dapat beroperasi dengan baik dan dapat digunakan sebagai alat praktikum laboratorium.

5.2 Saran

1. Alat yang dibuat dalam tugas akhir ini hanya mampu dipergunakan untuk praktikum dasar, sehingga masih dibutuhkan pengembangan alat untuk masa yang akan datang.
2. Praktikum laboratorium membutuhka alat-alat ukur yang memenuhi standar alat ukur laboratorium agar selama paraktikum tidak terjadi kesalahan dalam pembacaan nilai dan salah dalam menyimpulkan.
3. Seluruh alat-alat laboratorium butuh pemeliharaan dan kalibrasi secara berkala.

Tempat penyimpanan alat-alat laboratorium harus memenuhi standar kebersihan, kelembaban dan keamanan dari bernturan benda lain

REFERENSI

Tarigan, Pernantin, "Dasar Teknik Digital", 2012, Graha Ilmu, Yokyakarja.

- Tokheim, Roger, “ Digital Electronics Principles and Applications”, Seventh Edition, 2008, Mc Graw-Hil,US.
- Hariyadi, S., and M. Kom. "Digital Trainer Laboratorium Teknik Elektro Ft-Umsb." *Menara Ilmu* 11.75 (2017).
- Maini, Anl K., “Digital Electronics Principles, Devices and Applications”, 2007, Weley, England.
- Winder, Steve, “Power Supplies for LED Drivers”, 2008, Elsevier & Newnes, UK.
- Wasito S., “ Data Sheet Book 1 Data IC Linier, TTL dan CMOS”, 1994, Elex Media Komputindo, Jakarta.