



**PENGEMBANGAN MODUL INTERAKTIF UNTUK PEMBELAJARAN
GERBANG LOGIKA MENGGUNAKAN RANGKAIAN IC DIGITAL DI
LABORATORIUM FTI UNIVERSITAS DINAMIKA**



LAPORAN KERJA PRAKTIK

**Program Studi
S1 Teknik Komputer**

**UNIVERSITAS
Dinamika**

Oleh:

PUNDHARIKA DUTA SUSILONINGTYAS

22410200016

FAKULTAS TEKNOLOGI DAN INFORMATIKA

UNIVERSITAS DINAMIKA

2025

**PENGEMBANGAN MODUL INTERAKTIF UNTUK PEMBELAJARAN
GERBANG LOGIKA MENGGUNAKAN RANGKAIAN IC DIGITAL DI
LABORATORIUM FTI UNIVERSITAS DINAMIKA**

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan
Mata Kuliah Kerja praktik



Disusun Oleh:

Nama : Pundharika Duta Susiloningtyas
Nim : 22410200016
Program : S1 (Strata Satu)
Jurusan : Teknik Komputer

**FAKULTAS TEKNOLOGI DAN INFORMATIKA
UNIVERSITAS DINAMIKA**

2025

LEMBAR PENGESAHAN

PENGEMBANGAN MODUL INTERAKTIF UNTUK PEMBELAJARAN GERBANG LOGIKA MENGGUNAKAN RANGKAIAN IC DIGITAL DI LABORATORIUM FTI UNIVERSITAS DINAMIKA


Laporan Kerja Praktik oleh
Pundharika Duta Susiloningtyas
NIM: 22410200016
Telah diperiksa, diuji, dan disetujui

Surabaya, 8 Juli 2025

Disetujui:

Pembimbing

cn=Weny Indah Kusumawati,
o=Undika, ou=Prodi S1 TK - FTI,
email=weny@dinamika.ac.id,
c=ID
2025.07.11 11:17:48 +07'00'


Weny Indah Kusumawati, S.Kom., M.MT.
NIDN. 0721047201

Penyelia

laboratorium
UNIVERSITAS

Dinamika

Teguh Sutanto, M.Kom.
NIDN. 0713027801

Mengetahui,

Ketua Program Studi S1 Teknik Komputer



cn=Pauladie Susanto, o=Universitas
Dinamika, ou=PS S1 Teknik Komputer,
email=pauladie@dinamika.ac.id, c=ID
2025.07.11 11:27:52 +07'00'

Pauladie Susanto, S.Kom., M.T.
NIDN. 0729047501



“Education is not preparation for life, education is life itself.”

John Dewey

UNIVERSITAS
Dinamika



*Saya persembahkan karya ini untuk keluarga, dosen pembimbing, rekan-rekan,
dan semua pihak yang telah memberi dukungan, bimbingan, serta semangat
selama proses kerja praktik ini berlangsung.*

UNIVERSITAS
Dinamika

**PERNYATAAN
PERSETUJUAN PUBLIKASI DAN KEASLIAN KARYA ILMIAH**

Sebagai mahasiswa **Universitas Dinamika**, Saya :

Nama : **Pundharika Duta Susiloningtyas**
NIM : **22410200016**
Program Studi : **S1 Teknik Komputer**
Fakultas : **Teknologi dan Informatika**
Jenis Karya : **Laporan Kerja Praktik**
Judul Karya : **PENGEMBANGAN MODUL INTERAKTIF UNTUK
PEMBELAJARAN GERBANG LOGIKA
MENGUNAKAN RANGKAIAN IC DIGITAL DI
LABORATORIUM FTI UNIVERSITAS DINAMIKA**

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa :

1. Demi pengembangan Ilmu Pengetahuan, Teknologi dan Seni, Saya menyetujui memberikan kepada **Universitas Dinamika** Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif (*Non-Exclusive Royalty Free Right*) atas seluruh isi/sebagian karya ilmiah Saya tersebut diatas untuk disimpan, dialihmediakan, dan dikelola dalam bentuk pangkalan data (*database*) untuk selanjutnya didistribusikan atau dipublikasikan demi kepentingan akademis dengan tetap mencantumkan nama Saya sebagai penulis atau pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.
2. Karya tersebut diatas adalah hasil karya asli Saya, bukan plagiat baik sebagian maupun keseluruhan. Kutipan, karya, atau pendapat orang lain yang ada dalam karya ilmiah ini semata-mata hanya sebagai rujukan yang dicantumkan dalam Daftar Pustaka Saya.
3. Apabila dikemudian hari ditemukan dan terbukti terdapat tindakan plagiasi pada karya ilmiah ini, maka Saya bersedia untuk menerima pencabutan terhadap gelar keserjanaan yang telah diberikan kepada Saya.


Demikian surat pernyataan ini Saya buat dengan sebenar-benarnya.

Surabaya, 9 Juni 2025

Pundharika Duta Susiloningtyas
NIM: 22410200016

ABSTRAK

Modul interaktif berperan penting dalam meningkatkan efektivitas pembelajaran, terutama dalam memahami konsep dasar sistem digital seperti gerbang logika. Kerja Praktik ini bertujuan untuk mengembangkan modul interaktif pembelajaran gerbang logika menggunakan rangkaian IC digital di Laboratorium FTI Universitas Dinamika. Pengembangan modul ini diharapkan dapat membantu mahasiswa dalam memahami konsep gerbang logika secara lebih aplikatif dan interaktif. Metode yang digunakan dalam pengembangan modul ini meliputi analisis kebutuhan, perancangan sistem, implementasi perangkat keras berbasis IC digital, serta pengujian untuk memastikan keakuratan dan efektivitasnya dalam mendukung pembelajaran. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa modul interaktif ini dapat digunakan sebagai alat bantu dalam praktik laboratorium, memungkinkan mahasiswa untuk mengamati langsung bagaimana gerbang logika bekerja melalui simulasi rangkaian yang nyata. Dengan adanya modul ini, diharapkan pembelajaran gerbang logika menjadi lebih menarik, mudah dipahami, serta meningkatkan kemampuan analisis mahasiswa dalam bidang teknik digital. Selain itu, proyek ini juga berkontribusi dalam pengembangan metode pembelajaran berbasis teknologi yang lebih inovatif di lingkungan akademik.



Kata Kunci: Modul Interaktif, Gerbang Logika, IC Digital, Pembelajaran Teknik Digital, Laboratorium.

UNIVERSITAS
Dinamika

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, karena berkat rahmat dan hidayah-Nya, penulis dapat menyelesaikan Laporan Kerja Praktik yang berjudul “Pengembangan Modul Interaktif untuk Pembelajaran Gerbang Logika Menggunakan Rangkaian IC Digital di Laboratorium FTI Universitas Dinamika” tepat pada waktunya. Laporan ini disusun sebagai salah satu syarat akademik dalam menyelesaikan Kerja Praktik pada Program Studi Teknik Komputer di Universitas Dinamika..

Dalam penyusunan laporan ini, penulis mendapatkan banyak dukungan, bimbingan, serta bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Budi Jatmiko, M.Pd selaku Rektor Universitas Dinamika.
2. Ibu Weny Indah Kusumawati, S.Kom., M.MT., selaku Dosen Pembimbing yang telah memberikan arahan dan masukan dalam penyusunan laporan ini.
3. Bapak Charisma Dimas Affandi, S.T., dan Edwin David Effendy, S.Kom., selaku Pembimbing Lapangan di Laboratorium FTI, Universitas Dinamika yang telah memberikan kesempatan dan bimbingan selama pelaksanaan kerja praktik.
4. Seluruh staf dan karyawan Laboratorium FTI, Universitas Dinamika, yang telah membantu dan memberikan pengalaman berharga selama kerja praktik.
5. Keluarga, sahabat, dan rekan-rekan yang selalu memberikan dukungan moral serta motivasi kepada penulis.

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan untuk perbaikan ke depannya. Semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi pembaca serta menjadi referensi bagi mahasiswa lain dalam melaksanakan kerja praktik.

Surabaya, 9 Juni 2025

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRAK	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan	2
1.5 Manfaat	2
BAB II GAMBARAN UMUM PERUSAHAAN	4
2.1 Sejarah Universitas Dinamika	4
2.2 Visi dan Misi Universitas Dinamika	5
2.3 Profil Laboratorium FTI Universitas Dinamika	6
2.4 Lokasi Laboratorium FTI Universitas Dinamika	6
2.5 Staff Laboratorium FTI	7
BAB III LANDASAN TEORI	8
3.1 Sistem Digital	8
3.2 Gerbang Logika	8
3.3 Flip - Flop	13
3.4 <i>Integrated Circuit</i> (IC)	14
3.5 Printed Circuit Board (PCB)	16
3.6 Easily Applicable Graphical Layout Editor (<i>EAGLE</i>)	17
3.7 Trainer Kit / Modul Praktikum	19

BAB IV DESKRIPSI PEKERJAAN	20
4.1 Prosedur Penelitian.....	20
4.2 Analisis Kebutuhan	20
4.3 Desain Sistem.....	22
4.3.1 Desain Skematik dan PCB	22
4.3.2 Layout Pin Header.....	23
4.4 Simulasi dan Implementasi	24
4.4.1 Pengadaan Alat dan Bahan.....	24
4.4.2 Proses Pencetakan PCB	25
4.4.3 Perakitan dan Penyolderan.....	25
4.4.4 Uji Awal Modul	26
4.5 Pengujian dan Evaluasi	27
4.5.1 Prosedur Pengujian Alat.....	28
4.5.2 Tabel Kebenaran dan Hasil Uji.....	31
BAB V PENUTUP.....	39
5.1 Kesimpulan	39
5.2 Saran.....	40
DAFTAR PUSTAKA	41

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 3.1 Tabel Kebenaran Gerbang Logika AND	9
Tabel 3.2 Tabel Kebenaran Gerbang Logika OR	10
Tabel 3.3 Tabel Kebenaran Gerbang Logika NOT	10
Tabel 3.4 Tabel Kebenaran Gerbang Logika NAND	11
Tabel 3.5 Tabel Kebenaran Gerbang Logika NOR	11
Tabel 3.6 Tabel Kebenaran Gerbang Logika XOR	12
Tabel 3.7 Tabel Kebenaran Gerbang Logika XNOR	13
Tabel 4.1 Daftar Kebutuhan Alat dan Fungsinya	21
Tabel 4.2 Rincian Alat dan Bahan.....	24
Tabel 4.3 Hasil Pengujian Gerbang AND	32
Tabel 4.4 Hasil Pengujian Gerbang OR	32
Tabel 4.5 Hasil Pengujian Gerbang NAND	33
Tabel 4.6 Hasil Pengujian Gerbang NOR	34
Tabel 4.7 Hasil Pengujian Gerbang XOR	35
Tabel 4.8 Hasil Pengujian Gerbang NOT	36
Tabel 4.9 Hasil Pengujian D FF	37
Tabel 4.10 Hasil Pengujian JK FF.....	37
Tabel 4. 11 Hasil Pengujian BCD to 7-Segment.....	38

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 3.1 Sistem Digital.....	8
Gambar 3.2 Simbol Gerbang AND	9
Gambar 3.3 Simbol Gerbang OR	9
Gambar 3.4 Simbol Gerbang NOT	10
Gambar 3.5 Simbol Gerbang NAND	11
Gambar 3.6 Simbol Gerbang NOR	11
Gambar 3.7 Simbol Gerbang XOR	12
Gambar 3.8 Simbol Gerbang XNOR	12
Gambar 3.9 SR Flip-Flop	13
Gambar 3.10 D Flip-Flop	14
Gambar 3.11 JK Flip-Flop	14
Gambar 3.12 Printed Circuit Board (PCB)	16
Gambar 3.13 Lapisan PCB.....	16
Gambar 3.14 Editor Papan EAGLE	18
Gambar 3.15 Hasil CAM Processor	18
Gambar 4.1 Tahapan Pengerjaan.....	20
Gambar 4.2 Layout PCB Bottom Layer.....	23
Gambar 4.3 Posisi Semua Komponen (Top Layer)	23
Gambar 4.4 Penempatan Socket dan Pin Header	25
Gambar 4.5 Proses Penyolderan Modul Awal.....	26
Gambar 4.6 Uji Gerbang Logika Modul Awal	27
Gambar 4.7 Uji Flip-Flop Modul Awal dengan Osiloskop	27
Gambar 4.8 Menyambungkan Kabel USB micro ke Port Daya	28
Gambar 4.9 LED Indikator Daya dalam Menyala sebagai Tanda Alat Aktif.....	29
Gambar 4.10 Koneksi Kabel Jumper ke Input IC	29
Gambar 4.11 LED Menyala saat Output Logika Aktif	30
Gambar 4.12 Tampilan Output pada 7-Segment Hasil dari IC Decoder.....	30
Gambar 4.13 Hasil Pengujian Gerbang AND	31
Gambar 4.14 Hasil Pengujian Gerbang OR	32

Gambar 4.15 Hasil Pengujian Gerbang NAND	33
Gambar 4.16 Hasil Pengujian Gerbang NOR	34
Gambar 4.17 Hasil Pengujian Gerbang XOR	35
Gambar 4.18 Hasil Pengujian Gerbang NOT	36
Gambar 4.19 Hasil Pengujian D FF	36
Gambar 4.20 Hasil Pengujian JK FF.....	37
Gambar 4. 21 Hasil Pengujian BCD to 7-Segment.....	38



UNIVERSITAS
Dinamika

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Teknologi digital telah menjadi bagian penting dalam dunia elektronik, terutama dalam bidang Teknik Komputer dan Teknik Elektro. Gerbang logika merupakan konsep dasar dalam sistem digital yang digunakan untuk berbagai aplikasi, seperti rangkaian pengendali, sistem komunikasi, dan perangkat komputasi. Pemahaman mengenai gerbang logika menjadi krusial bagi mahasiswa yang ingin mendalami bidang ini.

Di dunia akademik, pembelajaran mengenai gerbang logika dan rangkaian digital sering kali dilakukan melalui teori di kelas. Namun, tanpa praktik langsung, mahasiswa sering kesulitan dalam memahami bagaimana gerbang logika bekerja dalam sistem nyata. Oleh karena itu, diperlukan alat bantu pembelajaran interaktif yang dapat membantu mahasiswa menghubungkan konsep teori dengan aplikasi praktis.

Trainer kit Digital adalah salah satu alat yang dapat digunakan untuk mendukung pembelajaran sistem digital. *Trainer kit* ini memungkinkan mahasiswa untuk melakukan eksperimen dan simulasi gerbang logika serta *Flip-Flop* dengan menggunakan rangkaian digital sederhana. Untuk menampilkan hasil logika dari rangkaian yang dibuat, *trainer kit* ini akan menggunakan LED sebagai indikator output. Dengan demikian, mahasiswa dapat melihat secara langsung perubahan kondisi logika berdasarkan input yang diberikan.

Dalam pengembangan *trainer kit* ini, diperlukan perancangan skema rangkaian dan *layout* PCB (*Printed Circuit Board*) yang optimal agar perangkat dapat digunakan dengan mudah. Oleh karena itu, kerja praktik ini bertujuan untuk merancang skema rangkaian dan desain jalur PCB menggunakan software *EAGLE*, sehingga *trainer kit* dapat diproduksi dan digunakan dalam pembelajaran sistem digital.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan, perumusan masalah dalam kerja praktik ini adalah:

1. Bagaimana merancang *trainer kit* digital yang dapat digunakan sebagai alat bantu pembelajaran gerbang logika dan rangkaian digital?
2. Bagaimana mendesain skema rangkaian elektronik yang sesuai dengan konsep sistem digital menggunakan software *EAGLE*?
3. Bagaimana menentukan *layout* PCB yang optimal agar mudah dipahami, dirakit, dan disolder?

1.3 Batasan Masalah

Agar pembahasan dalam laporan ini lebih fokus dan terarah, maka batasan masalah dalam kerja praktik ini adalah:

1. *Trainer kit* digital yang dirancang hanya mencakup rangkaian gerbang logika dasar, *Flip-Flop*, dan output menggunakan LED serta 7-Segment sebagai indikator logika.
2. Pembuatan fisik PCB dilakukan oleh pihak lain, sehingga tahap produksi seperti pencetakan PCB, etching, dan finishing tidak termasuk dalam lingkup kerja praktik ini.

1.4 Tujuan

Berdasarkan uraian latar belakang dan rumusan masalah di atas, dalam kerja praktik ini didapatkan tujuan pembuatan laporan adalah mengembangkan modul interaktif untuk pembelajaran gerbang logika menggunakan rangkaian IC digital.

1.5 Manfaat

Manfaat yang diperoleh dari pengembangan modul interaktif untuk pembelajaran gerbang logika menggunakan rangkaian IC digital yaitu:

1. Menghasilkan modul interaktif yang dapat digunakan secara langsung dalam pembelajaran gerbang logika.
2. Mempermudah pengguna dalam melakukan eksperimen sistem digital dengan tampilan output LED sebagai indikator logika.

3. Memudahkan pengguna dalam pemahaman terkait rangkaian digital.



UNIVERSITAS
Dinamika

BAB II

GAMBARAN UMUM PERUSAHAAN

2.1 Sejarah Universitas Dinamika

Pembangunan teknologi dan informasi menjadi hal penting dalam pembangunan dan pengembangan nasional. 2 hal tersebut juga harus diiringi dengan pengetahuan di bidang ekonomi dan bisnis untuk bisa bersaing di era yang terus berkembang.

Tidak terlupe kebudayaan dan seni harus tetap di pertahankan agar identitas bangsa tidak musnah. Melalui kemajuan teknologi informasi dan ekonomi Negara bisa berkembang dan menjawab seluruh tantangan. Melalui 4 hal utama, kritis dalam menyelesaikan suatu permasalahan, kreatif dalam menciptakan inovasi, berkolaborasi dengan seluruh pihak, serta membangun komunikasi seluas-luasnya untuk terciptanya suatu hubungan yang baik.

Melalui pemikiran - pemikiran para pendiri yang terdiri dari Laksda. TNI (Purn) Mardiono, Ir. Andrian A.T., Ir. Handoko A. T., Dra. Suzana Surodjo, dan Dra. Rosy Merianti, Ak. maka pada tanggal 30 April 1983, Yayasan Putra Bhakti membuka pendidikan tinggi yang fokus dalam bidang teknologi informasi dengan nama AKIS (Akademi Komputer dan Informatika Surabaya).

Pada tanggal 10 Maret 1984 ijin operasional penyelenggara program Diploma III Manajemen Informatika diberikan kepada AKIS melalui SK Kopertis Wilayah 7 Jawa Timur. dan di tanggal 19 juni 1984 AKIS memperoleh status terdaftar dari (DIKTI). Lokasi pada waktu itu berada di Ketintang Surabaya.

Waktu terus berjalan, kebutuhan akan pendidikan informasi terus meningkat. Yayasan Putra Bhakti memutuskan untuk merubah akademi menjadi sekolah tinggi.

Pada tanggal 20 maret 1986 AKIS berubah menjadi Sekolah Tinggi Manajemen Informatika Dan Teknik Komputer Surabaya, yang lebih dikenal STIKOM Surabaya. Dengan perkembangan yang sangat pesat pada tanggal 11 Desember 1987, STIKOM Surabaya membangun kampus pertama di Jalan Kutisari 66 Surabaya, yang diresmikan oleh Pak Wahono sebagai Gubernur Jawa timur pada saat itu.

Sesuai perkembangan jumlah mahasiswa, STIKOM Surabaya membangun gedung baru yang berlokasi di Jalan raya Kedung Baruk 98 pada September 1997. Tepat pada 28 Oktober 1997, menjadi awal pemasangan tiang pancang pertama kampus baru STIKOM Surabaya. Tahun 2012 STIKOM mengalami penyesuaian nama menjadi Sekolah Tinggi Manajemen Informatika dan teknik komputer Surabaya (STMIK STIKOM Surabaya).

Perkembangan teknologi informasi yang sangat pesat harus diselaraskan dengan bidang-bidang lainnya. Dengan demikian teknologi informasi tidak hanya berfungsi sebagai alat bantu tetapi dapat dioptimalkan untuk meningkatkan daya saing.

Seiring dengan perubahan zaman serta kebutuhan masyarakat pada tanggal 4 September 2014, STIKOM Surabaya resmi berubah bentuk menjadi Institut, dengan nama Institut Bisnis dan Informatika STIKOM Surabaya, yang memiliki 2 Fakultas dan 9 program studi. Harapan dan cita-cita dari para pendiri yang penuh dengan perjuangan dan lika liku kehidupan, telah membawa perubahan yang begitu besar.

Pada tanggal 29 Juli 2019, menjadi sejarah yang besar bagi kita semua. Melalui surat keputusan Riset Dikti, Institut bisnis dan informatika STIKOM Surabaya resmi berubah bentuk menjadi UNIVERSITAS DINAMIKA, dengan 3 fakultas yakni Fakultas Teknologi dan Informatika (FTI), Fakultas Ekonomi dan Bisnis (FEB), dan Fakultas Desain dan Industri Kreatif (FDIK).

2.2 Visi dan Misi Universitas Dinamika

2.2.1 Visi

Menjadi *smart entrepreneurial university* berskala global yang produktif dalam berinovasi.

2.2.2 Misi

1. Menyelenggarakan dan mengembangkan pendidikan berbasis teknologi informasi yang bermutu dan berdaya saing global.
2. Melaksanakan penelitian yang berfokus pada pengembangan inovasi untuk mewujudkan *entrepreneurial university*.

3. Melakukan pengabdian untuk menyebarluaskan ipteks dan hasil inovasi bagi kesejahteraan masyarakat.
4. Melaksanakan kemitraan berskala global.
5. Mengembangkan bisnis dan kewirausahaan secara otonom yang akuntabel dan transparan.

2.3 Profil Laboratorium FTI Universitas Dinamika

Laboratorium Fakultas Teknologi dan Informatika (FTI) Universitas Dinamika (Stikom Surabaya) merupakan fasilitas yang mendukung kegiatan belajar mengajar, penelitian, dan pengembangan teknologi informatika. Laboratorium FTI melayani kebutuhan Mahasiswa dan Dosen dari program studi di bawah naungan Fakultas Teknologi dan Informatika, yaitu Program Studi D3 Sistem Informasi, S1 Sistem Informasi, dan S1 Teknik Komputer. Salah satu yang menjadi fokus utama laboratorium adalah menyediakan platform untuk eksperimen dan pengembangan solusi IoT, termasuk integrasi sensor, aktuator, dan konektivitas cloud untuk membangun sistem pintar. Dengan fokus utama ini, fasilitas dalam bentuk Laboratorium IoT menjadi upaya untuk mendukung hal tersebut.

Laboratorium *Internet of Things* merupakan laboratorium dimiliki oleh bagian Laboratorium Fakultas Teknologi Informasi (FTI). Laboratorium IoT adalah salah satu unit penunjang matakuliah – matakuliah dengan tema *embedded system* dan perancangan sistem *Internet of Things* yang memiliki tugas pokok melayani mahasiswa dalam melaksanakan kuliah, praktikum, dan kegiatan – kegiatan lain yang menunjang pemahaman teori maupun penerapan (praktik) mengenai *embedded system* dan *Internet of Things*.

2.4 Lokasi Laboratorium FTI Universitas Dinamika

Lokasi Laboratorium FTI Universitas Dinamika yaitu di lantai 6, Gedung Biru Universitas Dinamika Jalan Raya Kedung Baruk No.98, Surabaya.



Gambar 2.1 Lokasi Perusahaan
(Sumber: <https://maps.app.goo.gl/ehoSpUa4S6YqKWxa6>)

2.5 Staff Laboratorium FTI



Gambar 2.2 Struktur Organisasi
(Sumber: <https://labfti.dinamika.ac.id/laboran/>)

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Sistem Digital

Sistem digital merupakan sistem elektronika yang setiap rangkaian penyusunnya melakukan pengolahan sinyal diskrit (Irpah, 2023). Pada istilah, sistem digital mengacu pada elemen-elemen seperti *hardware*, *software*, dan *networking* (Rifqi Mulyawan, 2025). Fungsi sistem digital adalah untuk mengukur nilai yang bersifat tetap dan tidak teratur dalam bentuk diskrit berupa digit-digit atau angka-angka (Irpah, 2023). Sistem digital seringkali berisi perangkat seperti gerbang logika, *Flip-Flop*, dan *counter*. Contoh penerapan sistem digital ada pada pengiraan (*Computing*) seperti komputer digital dan kalkulator, komunikasi seperti radar dan antena, serta kawalan automasi seperti mesin dan robot, serta penggunaan lainnya adalah aplikasi *handphone*, LCD dan kamera (desaingrafis09, 2016).



Gambar 3.1 Sistem Digital

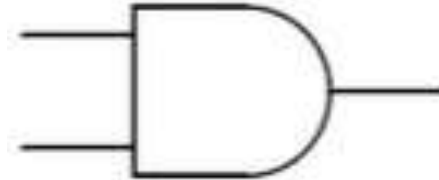
(Sumber: <https://desaingrafis09.blogspot.com/2016/03/pengertian-sistem-digital-dasar.html>)

3.2 Gerbang Logika

Untuk merancang ataupun mendesain suatu sistem yang dikendalikan oleh input digital dan menghasilkan sebuah *output* yang bergantung pada rangkaian itu sendiri, gerbang logika menjadi hal yang sering digunakan (Setiawan, 2021). Gerbang logika atau *logic gates* adalah dasar pembentuk sistem elektronika digital yang berfungsi untuk mengubah satu atau beberapa *Input* menjadi suatu sinyal *Output* logis. Gerbang logika mengolah bilangan biner dengan teori aljabar boolean yang hanya memiliki 2 kode simbol, yaitu 0 dan 1. Terdapat 7 jenis gerbang logika yang umum untuk digunakan, seperti berikut ini: (Hindarto, 2019).

A. Gerbang AND

Simbol operasi dari gerbang logika AND adalah tanda titik (".") atau tidak memakai tanda sama sekali. Keluaran dari gerbang AND akan bernilai 1 jika semua masukan bernilai logika 1. Gerbang AND akan menghasilkan keluaran logika 0 jika salah satu atau kedua masukan bernilai logika 0.



Gambar 3.2 Simbol Gerbang AND

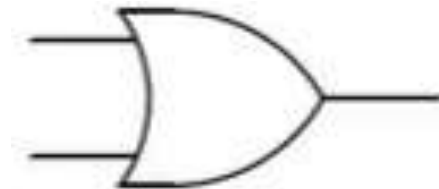
(Sumber: <https://id.gofreedownload.net/free-vector/vector-clip-art/and-logic-functions-digital-electronics-clip-art-114198/>)

Tabel 3.1 Tabel Kebenaran Gerbang Logika AND

INPUT		OUTPUT
X	Y	Z
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

B. Gerbang OR

Simbol operasi dari gerbang logika OR adalah tanda *plus* ("+"). Keluaran dari gerbang OR akan bernilai 0 jika semua masukan bernilai logika 0. Gerbang OR akan menghasilkan keluaran logika 1 jika salah satu atau kedua masukan bernilai logika 1.



Gambar 3.3 Simbol Gerbang OR

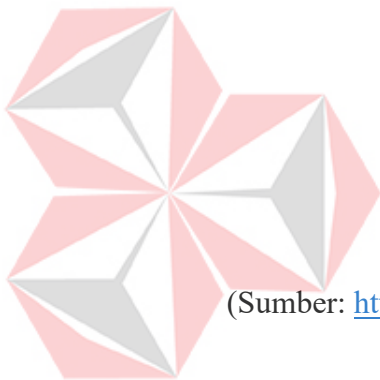
(Sumber: <https://id.gofreedownload.net/free-vector/vector-clip-art/or-logic-functions-digital-electronics-clip-art-116044/>)

Tabel 3.2 Tabel Kebenaran Gerbang Logika OR

INPUT		OUTPUT
X	Y	Z
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

C. Gerbang NOT

Simbol operasi dari gerbang logika NOT adalah tanda *minus* (""). Keluaran dari gerbang NOT adalah kebalikan dari masukan. Dengan ini, gerbang NOT disebut juga sebagai *Inverter* (Pembalik). Gerbang OR akan menghasilkan keluaran logika 1 jika masukan bernilai 0, sebaliknya jika masukan bernilai 1 maka keluaran logikanya adalah 0.



Gambar 3.4 Simbol Gerbang NOT

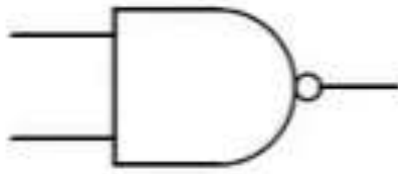
(Sumber: <https://id.gofreedownload.net/free-vector/vector-clip-art/not-logic-functions-digital-electronics-clip-art-113597/>)

Tabel 3.3 Tabel Kebenaran Gerbang Logika NOT

INPUT	OUTPUT
X	Z
0	1
1	0

D. Gerbang NAND

Gerbang NAND adalah kombinasi dari Gerbang AND dengan Gerbang NOT. Arti dari NAND adalah NOT AND, maka hasil keluaran gerbang NAND adalah kebalikan dari keluaran gerbang AND.



Gambar 3.5 Simbol Gerbang NAND

(Sumber: <https://id.gofreedownload.net/free-vector/vector-clip-art/nand-logic-functions-digital-electronics-clip-art-114650/>)

Tabel 3.4 Tabel Kebenaran Gerbang Logika NAND

INPUT		OUTPUT
X	Y	Z
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

E. Gerbang NOR

Gerbang NOR adalah kombinasi dari Gerbang OR dengan Gerbang NOT. Arti dari NOR adalah NOT OR, maka hasil keluaran gerbang NOR adalah kebalikan dari keluaran gerbang OR.



Gambar 3.6 Simbol Gerbang NOR

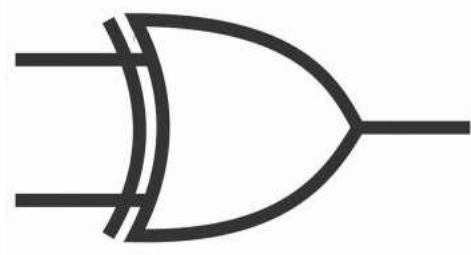
(Sumber: <https://id.gofreedownload.net/free-vector/vector-clip-art/digital-logic-gates-clip-art-127194/>)

Tabel 3.5 Tabel Kebenaran Gerbang Logika NOR

INPUT		OUTPUT
X	Y	Z
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

F. Gerbang XOR

XOR atau Exclusive OR memiliki 2 masukan dan 1 keluaran logika. Gerbang XOR akan menghasilkan keluaran logika 1 jika semua masukan mempunyai nilai logika yang berbeda, sebaliknya nilai keluaran logika akan bernilai 0 ketika logika masukannya sama.



Gambar 3.7 Simbol Gerbang XOR

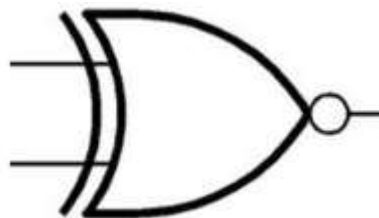
(Sumber: <https://www.electronicclinic.com/exclusive-or-gate-xor-working-principle-circuit-diagram/>)

Tabel 3.6 Tabel Kebenaran Gerbang Logika XOR

INPUT		OUTPUT
X	Y	Z
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

G. Gerbang XNOR

Gerbang XNOR adalah kombinasi dari Gerbang XOR dengan Gerbang NOT. Arti dari XNOR adalah NOT XOR, maka hasil keluaran gerbang XNOR adalah kebalikan dari keluaran gerbang XOR.



Gambar 3.8 Simbol Gerbang XNOR

(Sumber: <https://www.geeksforgeeks.org/xnor-gate/>)

Tabel 3.7 Tabel Kebenaran Gerbang Logika XNOR

INPUT		OUTPUT
X	Y	Z
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	1

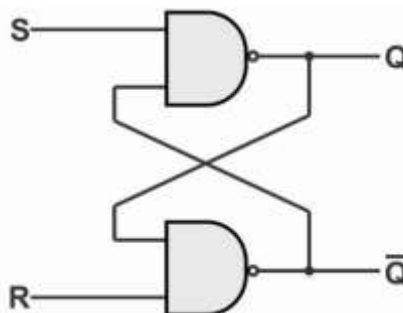
Untuk masukan dan keluaran pada sebuah gerbang logika hanya memiliki 2 *level*. *Level* tersebut pada umumnya dapat disebut dengan *High & Low*, atau *True & False*, ON & OFF, maupun bilangan biner itu sendiri 1 dan 0.

3.3 Flip - Flop

Flip-Flop adalah suatu rangkaian elektronika yang memiliki dua kondisi stabil dan dapat digunakan untuk menyimpan informasi. *Flip-Flop* mempunyai dua keluaran yang salah satu keluarannya merupakan komplemen keluaran yang lain. *Flip-Flop* merupakan dasar dari penyimpanan data memori pada komputer maupun *smartphone*, juga sebagai penghitung detak dan penyinkronisasian *input* sinyal waktu variabel untuk beberapa sinyal waktu referensi. Beberapa jenis *Flip-Flop* diantaranya: (Hindarto, 2019)

A. Set Reset (S-R) *Flip-Flop*

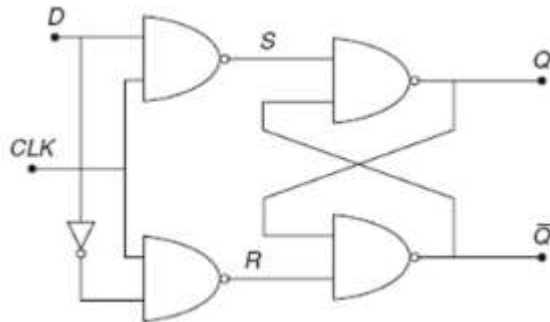
S dan R merupakan masukan dari *Flip-Flop* ini, dengan dua keluaran juga yaitu Q dan \bar{Q} . S-R sendiri memiliki beberapa jenis rangkaian, namun pada umumnya terbuat 2 gerbang logika NOR maupun 2 gerbang logika NAND.

Gambar 3.9 SR *Flip-Flop*

(Sumber: <https://www.electronicclinic.com/rs-flip-flop-circuits-using-nand-gates-and-nor-gates/>)

B. D Flip-Flop

D *Flip-Flop* hanya terdapat 1 masukan yaitu D. *Flip-Flop* ini adalah modifikasi dari S-R *Flip-Flop*, dengan tambahan yang dilakukan adalah gerbang logika NOT dari S ke R.

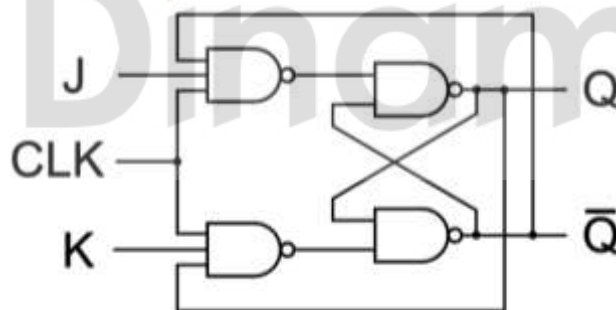


Gambar 3.10 D *Flip-Flop*

(Sumber: <https://electronics-club.com/flip-flop-types-truth-table-applications/>)

C. J-K Flip-Flop

J-K memiliki tiga pin dengan dua pin untuk memasukkan data yaitu pin J dan K, dan satu pin untuk clock. Gerbang-gerbang dasar yang ada pada J-K *Flip-Flop* adalah gerbang AND dan NOR.



Gambar 3.11 JK *Flip-Flop*

(Sumber: <https://www.electronicshub.org/technology-trends/learn-electronics/flip-flop-rs-jk-t-d>)

3.4 Integrated Circuit (IC)

Integrated Circuit (IC) atau sirkuit terpadu merupakan komponen dasar yang sangat penting dalam perkembangan teknologi elektronik modern. IC adalah perangkat elektronik berbasis semikonduktor yang menggabungkan berbagai komponen seperti transistor, resistor, kapasitor, dan dioda ke dalam satu chip kecil. Komponen-komponen tersebut saling terhubung di dalam *chip* dan dikemas dalam

satu paket miniatur yang dapat digunakan dalam berbagai rangkaian elektronik (Gupta & Sharma, 2018).

Dahulu, sebuah IC hanya dapat memuat beberapa gerbang logika. Kini, dengan teknologi *Very Large Scale Integration* (VLSI), satu IC dapat menampung miliaran transistor (Gupta & Sharma, 2018). Kemajuan ini memungkinkan desain perangkat elektronik menjadi semakin kecil, hemat daya, dan memiliki performa tinggi.

Fungsi utama dari sebuah IC dapat dikelompokkan menjadi tiga kategori: pemrosesan sinyal, penyimpanan informasi, dan pengendalian sistem. Misalnya, mikroprosesor digunakan untuk pengolahan data, *chip* memori untuk penyimpanan informasi, dan IC pengendali untuk mengatur fungsi logika dan daya dalam sistem elektronik (Cadence PCB Solutions, 2023). Aplikasi IC saat ini sangat luas, mulai dari komputer, telepon pintar, peralatan rumah tangga, sistem otomotif, hingga perangkat IoT (*Internet of Things*) (Cadence PCB Solutions, 2023).

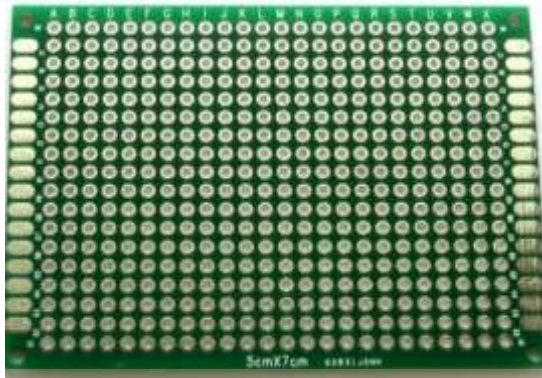
IC dibagi menjadi dua jenis utama berdasarkan karakteristik sinyal yang diproses, yaitu:

- **Analog atau Linear IC**, yang menangani sinyal kontinu. Contohnya meliputi penguat operasional, regulator tegangan, dan pembanding tegangan. Linear IC banyak digunakan dalam aplikasi *audio*, sensor, dan komunikasi (Cadence PCB Solutions, 2023; Gupta & Sharma, 2018).
- **Digital IC**, yang memproses sinyal dalam bentuk biner (0 dan 1). Contoh umum digital IC antara lain *logic gate*, *Flip-Flop*, *counter*, dan *memory chip*. Digital IC sangat dominan digunakan dalam komputer dan sistem digital lainnya (Gupta & Sharma, 2018).

Selain fungsinya, IC juga memiliki berbagai jenis kemasan (*packaging*) yang berperan dalam melindungi *chip* dari kerusakan fisik dan lingkungan, serta menyediakan konektivitas dengan papan sirkuit cetak (PCB). Desain paket yang baik harus memperhatikan aspek kelistrikan, mekanik, termal, dan biaya (Gupta & Sharma, 2018).

3.5 Printed Circuit Board (PCB)

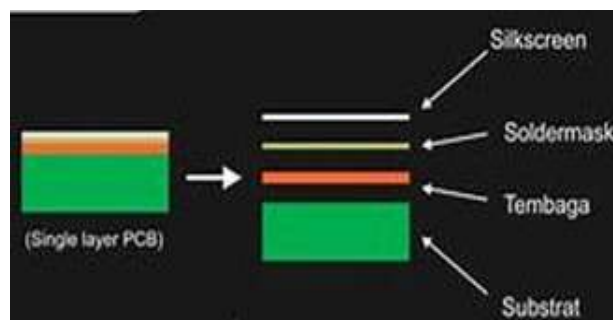
PCB atau *Printed Circuit Board* jika diterjemahkan adalah papan rangkaian cetak. PCB merupakan papan dengan struktur *sandwich* yang dilaminasi oleh lapisan konduktif dan isolasi. PCB digunakan sebagai tempat peletakan atau menghubungkan komponen-komponen elektronika. PCB memerlukan upaya desain tambahan untuk menata sirkuit (Wikipedia, 2025b).



Gambar 3.12 Printed Circuit Board (PCB)

(Sumber: <https://www.globalwellpcb.com/ms/apa-itu-pcb-universal/>)

PCB memiliki beberapa lapisan, *Silkscreen* yang merupakan cetakan huruf, angka dan simbol pada PCB, *Soldermask* merupakan bagian PCB yang tidak disolder, Tembaga (*Copper*) adalah tembaga tipis yang dilaminasi pada lapisan landasan, dan Substrat adalah lapisan dasar atau landasan dari PCB (Dickson, 2018).



Gambar 3.13 Lapisan PCB

(Sumber: <https://caramesin.com/pcb-adalah/>)

PCB menjadi komponen yang sering digunakan dalam aktivitas elektronika. Hal ini dikarenakan PCB dirancang agar ringkas dan hemat ruang sehingga menjadikannya ideal dalam penggunaan untuk perangkat elektronik miniatur. PCB

memberikan integritas sinyal yang lebih baik daripada metode pemasangan kabel lainnya (Seth, n.d.).

3.6 Easily Applicable Graphical Layout Editor (*EAGLE*)

EAGLE adalah sebuah aplikasi otomasi untuk mendesain elektronik. *EAGLE* dapat mendesain skema dan perutean untuk menghubungkan jalur secara otomatis berdasarkan koneksi dari skema yang telah dibuat oleh pengguna, namun perutean ini juga bisa dilakukan secara manual atau dimodifikasi sesuai keinginan atau kebutuhan pengguna (Wikipedia, 2025a). *EAGLE* memiliki beberapa fitur untuk mendukung aplikasinya, diantaranya: (Scarpino, 2014)

A. Pustaka Komponen

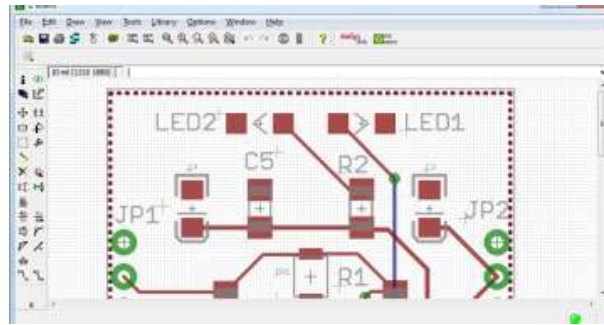
Pustaka komponen adalah rangkaian komponen, yang merupakan salah satu fitur penting untuk alat desain sirkuit. Pada aplikasi *EAGLE*, pustaka didefinisikan dalam file *.lbr dan format untuk berkas ini adalah *eXtensible Markup Language* (XML).

B. Editor Skematik

Dalam bagian editor skematik ini, pengguna dapat memilih dan menghubungkan komponen skematik yang dibutuhkan oleh pengguna. Editor skematik memudahkan perancangan rangkaian awal. Pengguna juga dapat memberikan nama dan nilai komponen sesuai kebutuhannya.

C. Editor Papan

Editor papan adalah representasi tata letak papan sirkuit yang sebenarnya. Komponen yang ditambahkan pengguna pada editor skematik akan otomatis tersedia pada file ini, hanya saja pengguna perlu menata ulang posisi perangkat yang sesuai dengan komponen dalam skema. Pada editor papan peletakan komponen tidak hanya mencakup koordinat x dan y, tetapi juga peletakan komponen mana yang berada di lapisan atas dan komponen yang di lapisan bawah.



Gambar 3.14 Editor Papan *EAGLE*
(Sumber: <https://www.informit.com/articles/>)

D. Editor Perangkat

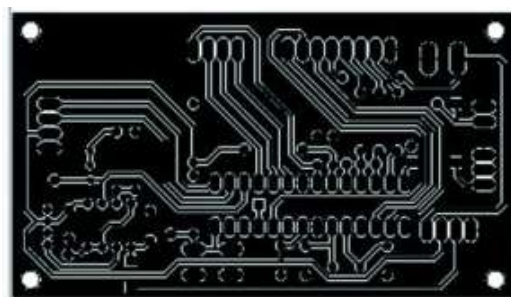
Editor perangkat merupakan fitur *EAGLE* yang disediakan untuk menata simbol dan paket komponen.

E. Autorouter

Fitur ini adalah langkah penting yang perlu dilakukan pada pembuatan skema untuk papan PCB atau pada proses editor papan, hal ini dikarenakan *Autorouter* membuat koneksi di antara perangkat atau perutean. Sesuai dengan namanya, *autorouter* berarti fitur ini dapat membuatkan rute secara otomatis sesuai dengan skema yang dibuat oleh pengguna, hanya saja kelemahannya pada *autorouter* memungkinkan beberapa komponen tidak dilakukan perutean sehingga memerlukan beberapa proses agar rute pada beberapa komponen yang belum tersambung, dapat tersambung semua. Namun jika membahas rute, pengguna juga bisa membuat atau menambahkan rute secara manual melalui fitur router.

F. Prosesor CAM

Prosesor CAM mengonversi desain *EAGLE* ke dalam format yang berbeda.



Gambar 3.15 Hasil CAM Processor
(Sumber: <https://www.elektormagazine.de/articles/pcb-by-cnc-part-1-mill-deine-pcb>)

EAGLE kini memiliki beberapa versi yang dapat diinstal oleh pengguna. Fitur-fitur yang canggih dan user-friendly membuat banyak desainer elektronik menjadikan *EAGLE* sebagai pilihan untuk membantu dalam mendesain PCB yang efisien dan efektif (firmansaif, 2024).

3.7 Trainer Kit / Modul Praktikum

Trainer kit atau modul praktikum merupakan media pembelajaran yang dirancang untuk mendukung kegiatan praktik di bidang teknik digital. Media ini memegang peranan penting dalam meningkatkan pemahaman konsep abstrak seperti gerbang logika, *Flip-Flop*, *counter*, dan rangkaian digital lainnya, yang sulit dipahami secara mendalam apabila hanya disampaikan dalam bentuk teori.

Penggunaan *trainer kit* dalam pembelajaran memungkinkan mahasiswa memperoleh pengalaman langsung melalui praktik (*hands-on*), yang berdampak positif terhadap perkembangan keterampilan psikomotorik dan pemahaman konseptual. *Trainer kit* dirancang agar mahasiswa dapat melihat secara nyata hasil dari perubahan logika input, seperti pada IC TTL, dan mengamati langsung outputnya melalui indikator LED maupun *seven segment display* (Kadir et al., 2024).

Trainer kit juga merupakan solusi terhadap keterbatasan perangkat praktik di laboratorium atau ruang kelas, terutama dalam pembelajaran teknik digital. Dalam beberapa kasus, keterbatasan jumlah alat praktikum menyebabkan proses pembelajaran tidak berjalan maksimal. Oleh karena itu, pengembangan *trainer kit* yang fleksibel dan portabel menjadi kebutuhan yang mendesak untuk mendukung kelancaran proses pembelajaran (Ekawati et al., 2021; Kadir et al., 2024).

Proses pengembangan *trainer kit* umumnya menggunakan pendekatan sistematis, seperti model ADDIE dan ASSURE, yang meliputi tahap analisis kebutuhan, perancangan media, pengembangan prototipe, implementasi, serta evaluasi media. Pendekatan ini memastikan media yang dihasilkan benar-benar sesuai dengan tujuan pembelajaran dan mudah diimplementasikan di lapangan (Ekawati et al., 2021; Kaempfer, 2018; Wahyudi et al., 2019).

BAB IV

DESKRIPSI PEKERJAAN

4.1 Prosedur Penelitian

Prosedur pengerjaan merupakan tahapan awal dalam kegiatan kerja praktik ini, yang bertujuan untuk mengembangkan modul interaktif pembelajaran gerbang logika menggunakan rangkaian IC digital. Modul ini dirancang berdasarkan kebutuhan pembelajaran di Laboratorium FTI Universitas Dinamika, dengan melalui serangkaian tahapan mulai dari analisis kebutuhan hingga uji coba alat. Prosedur ini disusun agar pengerjaan proyek berjalan sistematis dan sesuai dengan kebutuhan laboratorium.



Gambar 4.1 Tahapan Pengerjaan

4.2 Analisis Kebutuhan

Tahap ini dilakukan untuk mengidentifikasi kebutuhan laboratorium terhadap alat bantu pembelajaran logika dasar, khususnya gerbang logika digital. Kebutuhan ini meliputi jenis IC yang digunakan, antarmuka pengguna, jenis *output* (misalnya LED), serta sistem koneksi yang memudahkan mahasiswa untuk belajar secara langsung. Hasil analisis menunjukkan bahwa *trainer kit* harus memenuhi kebutuhan berikut:

- Mengakomodasi semua jenis gerbang logika dasar dan kompleks (AND, OR, NOT, NAND, NOR, XOR, XNOR).
- Mampu menampilkan hasil logika menggunakan LED.
- Dilengkapi dengan *Flip-Flop* dasar (JK dan D) untuk demonstrasi rangkaian sekuensial.
- Menggunakan saklar digital (*switch*) sebagai input logika manual.
- Dirancang dengan pin header agar fleksibel dan mudah dikonfigurasi ulang oleh mahasiswa.

Analisis kebutuhan ini juga menjadi dasar untuk menentukan alat dan bahan, seperti jenis IC TTL, LED, resistor, konektor pin header, serta bahan dasar PCB.

Tabel 4.1 Daftar Kebutuhan Alat dan Fungsinya

No	Komponen	Fungsi Utama	Keterangan
1	Switch digital	Sebagai input logika	Digunakan untuk memberikan sinyal 0 atau 1 secara manual
2	IC 74HC08	Gerbang logika AND	Terdapat 4 gerbang AND dalam satu IC
3	IC 74HC32	Gerbang logika OR	Terdapat 4 gerbang OR dalam satu IC
4	IC 74HC04	Gerbang logika NOT	Terdapat 6 gerbang NOT dalam satu IC
5	IC 74HC86	Gerbang logika XOR	Terdapat 4 gerbang XOR dalam satu IC
6	IC 74LS74	Flip-Flop jenis D	Terdapat 2 D Flip-Flop dalam satu IC
7	IC 7476	Flip-Flop jenis J-K	Terdapat 2 J-K Flip-Flop dalam satu IC
8	IC 74LS47	Decoder BCD to 7-Segment	Digunakan untuk mengendalikan tampilan angka pada 7-segment anoda
9	IC NE555	Timer/Clock generator	Digunakan untuk menghasilkan sinyal clock ke rangkaian Flip-Flop
10	LED	Output indikator logika	Menyala sesuai output logika
11	7-Segment (Anoda)	Tampilan angka digital	Mengubah output logika menjadi tampilan angka (anoda umum)
12	Resistor (1K Ω)	Pembatas arus LED dan 7-segment	Nilai resistor disesuaikan untuk membatasi arus ke komponen output

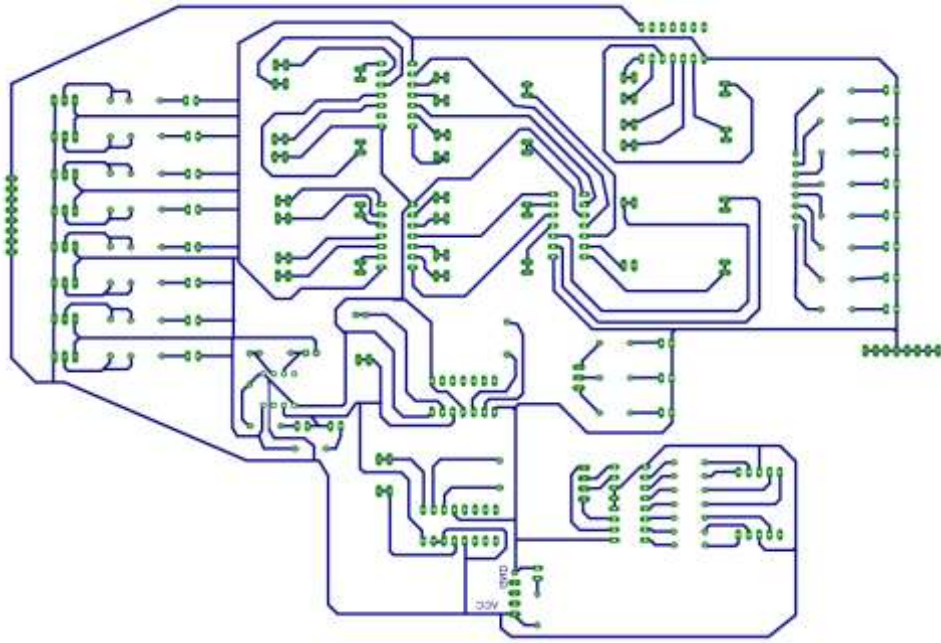
No	Komponen	Fungsi Utama	Keterangan
13	Kapasitor (100 μ F)	Penyaring dan stabilisasi tegangan	Digunakan bersama IC NE555 untuk kestabilan pulsa
14	Pin Header	Konektor antar komponen	Memudahkan koneksi antar input-output dengan kabel jumper
15	PCB Polos	Media rangkaian fisik	Tempat menempelkan dan menyolder semua komponen
16	Catu Daya (5–12V)	Menyuplai tegangan DC untuk seluruh rangkaian	Menggunakan adaptor atau sumber DC eksternal sesuai kebutuhan IC dan LED

4.3 Desain Sistem

Desain sistem dilakukan berdasarkan hasil Analisis kebutuhan. Setelah kebutuhan ditetapkan, tahap berikutnya adalah merancang sistem secara keseluruhan. Desain ini mencakup skematik rangkaian dan *layout* PCB yang dirancang menggunakan software *EAGLE*.

4.3.1 Desain Skematik dan PCB

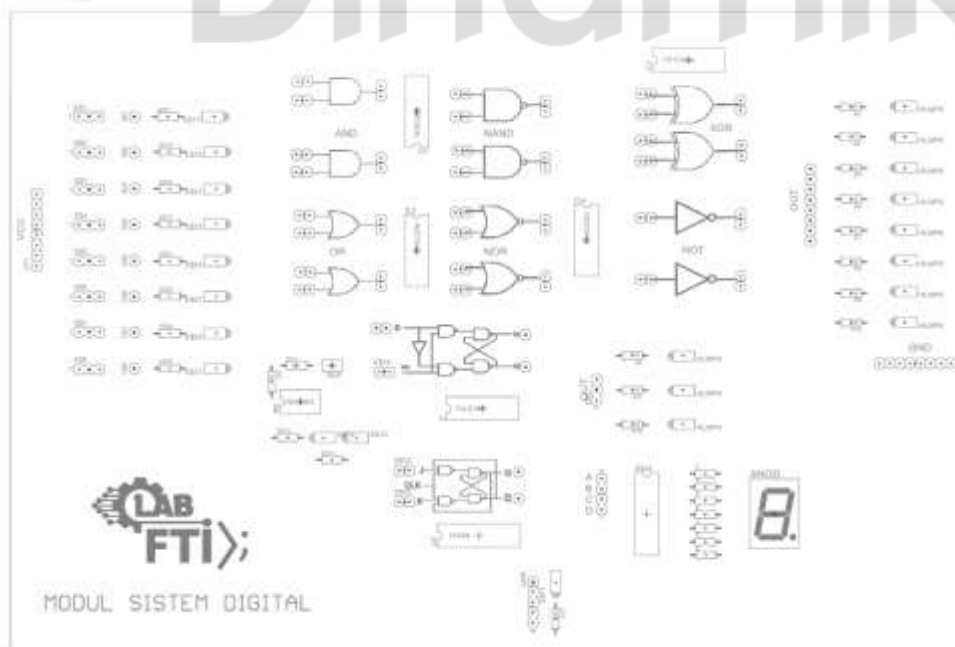
Skematik dirancang menggunakan *EAGLE*. Rangkaian disusun modular berdasarkan fungsi logika. Setiap bagian diberi label IC yang sesuai dan dirancang agar jalur input-output tidak saling bersilangan untuk mempermudah pemahaman pengguna. Desain skematik mencakup pengaturan rangkaian IC gerbang logika (AND, OR, NOT, NAND, NOR, XOR, XNOR), tombol *input*, dan LED sebagai indikator *output*. Setelah skematik selesai, dilakukan desain *layout* PCB yang memperhatikan kerapian jalur, kemudahan penyolderan, dan posisi konektor.



Gambar 4.2 *Layout PCB Bottom Layer*

4.3.2 Layout Pin Header

Trainer kit dirancang menggunakan konektor pin header sebagai antarmuka utama antara *input* (tombol) dan *output* (LED), yang memudahkan mahasiswa melakukan koneksi secara manual menggunakan kabel jumper.



Gambar 4.3 Posisi Semua Komponen (*Top Layer*)

4.4 Simulasi dan Implementasi

Setelah desain selesai, tahap selanjutnya adalah implementasi secara fisik, yang meliputi pengadaan alat dan bahan, proses pencetakan PCB, perakitan komponen, penyolderan, serta uji awal alat.

4.4.1 Pengadaan Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam proyek ini dirinci pada Tabel 4.2 berikut:

Tabel 4.2 Rincian Alat dan Bahan

No	Nama Komponen	Spesifikasi / Tipe	Jumlah	Satuan
1	IC 74HC08	Gerbang AND	1	buah
2	IC 74HC32	Gerbang OR	1	buah
3	IC 74HC04	Gerbang NOT	1	buah
4	IC 74HC86	Gerbang XOR	1	buah
5	IC 74LS74	D Flip-Flop	1	buah
6	IC 7476	JK Flip-Flop	1	buah
7	IC 74LS47	Decoder BCD to 7-Segment	1	buah
8	IC NE555	Timer / Clock Generator	1	buah
9	LED	-	22	buah
10	Resistor	1K Ω	31	buah
11	Kapasitor Elektrolit	100 μ F	1	buah
12	Slide Switch 3 Kaki	SPDT	8	buah
13	7-Segment Display	Anoda Umum	1	buah
14	Pin Header (Male)	1x40 strip, dipotong	3	strip
15	Pin Header (Female)	1x40 strip, dipotong	1	strip
16	PCB Polos	FR4 1-sisi	1	lembar
17	Timah Solder	Diameter 0.8 mm	1	gulung
18	Solder	-	1	unit
19	Bor Mini / PCB Drill	-	1	unit
20	Adaptor / Power Supply	5–12V DC	1	unit

4.4.2 Proses Pencetakan PCB

Setelah desain *layout* PCB selesai dibuat menggunakan *software EAGLE*, proses pencetakan fisik PCB tidak dilakukan secara mandiri, melainkan diserahkan kepada pihak ketiga yang menyediakan jasa pembuatan PCB. File *layout* dalam format Gerber dikirimkan kepada penyedia jasa, yang kemudian melakukan proses cetak menggunakan metode profesional, termasuk *etching* dan pengeboran otomatis. Penggunaan jasa ini dipilih untuk memastikan kualitas hasil cetak yang rapi, presisi, dan dapat mempercepat proses implementasi tanpa harus melakukan pencetakan secara manual.

4.4.3 Perakitan dan Penyolderan

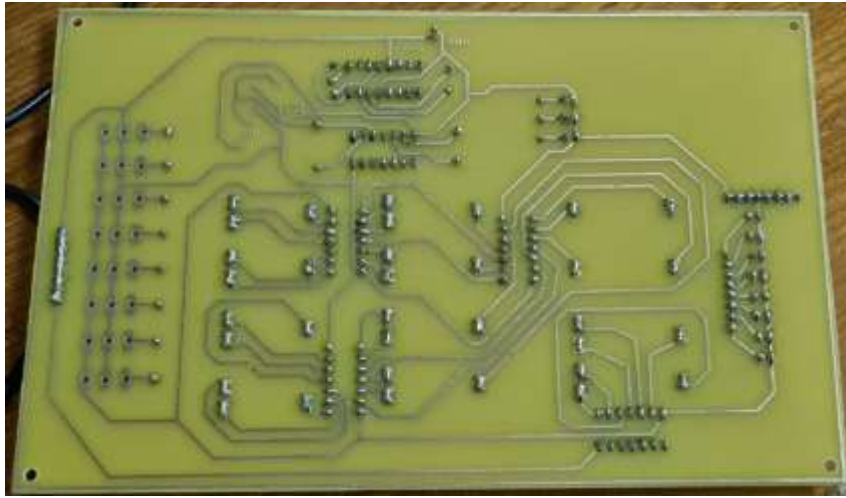
Komponen elektronik seperti IC, resistor, dan LED dipasang pada PCB sesuai dengan *layout*. Setelah semua komponen terpasang, dilakukan proses penyolderan secara hati-hati agar tidak terjadi short circuit dan semua sambungan kuat. Proses dilakukan secara manual dengan langkah-langkah:

- Penempatan IC, resistor, LED, dan header dengan orientasi yang benar.



Gambar 4.4 Penempatan Socket dan Pin Header

- Penyolderan menggunakan solder listrik dan kawat timah.



Gambar 4.5 Proses Penyolderan Modul Awal

- Pembersihan sisa fluks dan pengecekan fisik terhadap koneksi antar komponen.
- Pemeriksaan konektivitas jalur menggunakan multimeter.

4.4.4 Uji Awal Modul

Setelah perakitan selesai, dilakukan uji awal untuk memastikan bahwa semua rangkaian berfungsi. Tujuannya untuk memastikan bahwa:

- Catu daya bekerja dengan baik dan aman.
- Setiap gerbang logika memberikan output yang sesuai dengan tabel kebenaran.
- *Flip-Flop* merespons input clock dan data sesuai prinsip kerjanya.

Pengujian dilakukan dengan memberikan input pada tombol dan memeriksa apakah output LED menyala sesuai dengan logika gerbang yang diinginkan. Pengujian menggunakan *power supply* DC, multimeter, dan kabel jumper.



Gambar 4.6 Uji Gerbang Logika Modul Awal



Gambar 4.7 Uji *Flip-Flop* Modul Awal dengan Osiloskop

4.5 Pengujian dan Evaluasi

Pengujian dilakukan secara menyeluruh pada setiap rangkaian logika. Setiap input kombinasi diberikan untuk memastikan bahwa output sesuai dengan tabel kebenaran dari masing-masing jenis gerbang logika. Evaluasi dilakukan terhadap hasil pengujian, apakah alat dapat digunakan sebagai media pembelajaran dan sejauh mana alat ini membantu mahasiswa dalam memahami materi gerbang logika digital.

4.5.1 Prosedur Pengujian Alat

Pengujian dilakukan secara langsung untuk memastikan bahwa seluruh fungsi dari *trainer kit* digital berjalan sesuai dengan logika yang dirancang. Pengujian dilakukan dengan memberi input dari switch digital dan mengamati hasil keluaran pada LED maupun tampilan 7-segment. Berikut adalah tahapan dalam prosedur pengujian:

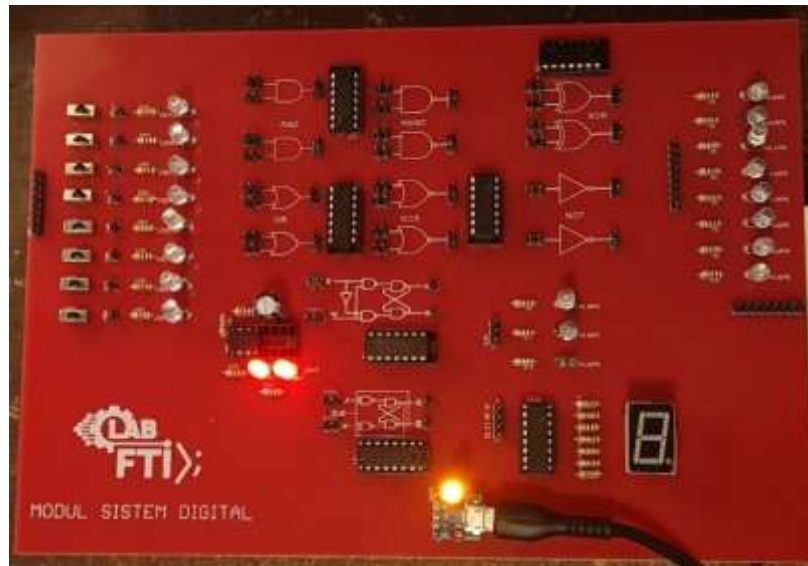
A. Penyediaan Daya

Langkah awal dalam proses pengujian alat adalah penyediaan daya pada *trainer kit*. *Trainer kit* ini dirancang untuk menerima suplai daya melalui koneksi USB micro. Untuk itu, pengguna perlu menghubungkan kabel USB micro dari adaptor daya atau port USB komputer ke port daya yang tersedia pada PCB *trainer kit*.



Gambar 4.8 Menyambungkan Kabel USB *micro* ke Port Daya

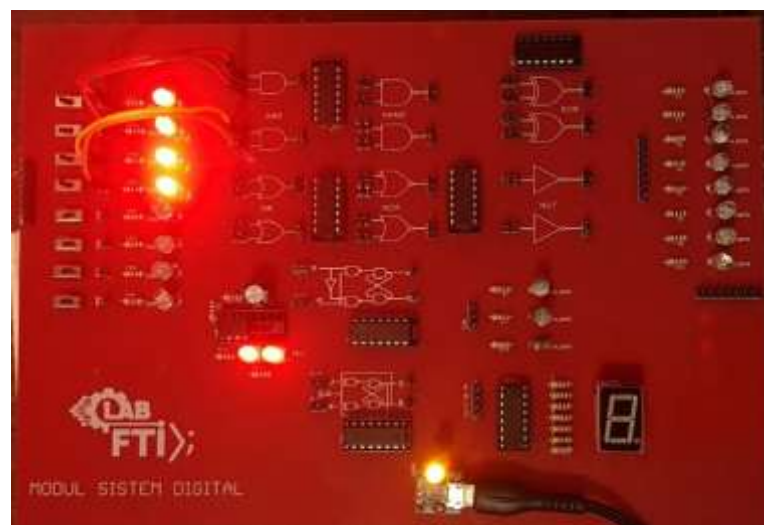
Setelah kabel tersambung dengan baik, akan terlihat LED indikator daya menyala. LED ini berfungsi sebagai penanda bahwa rangkaian telah menerima tegangan dan siap untuk digunakan. Jika LED tidak menyala, maka perlu diperiksa kembali sambungan daya dan kondisi kabel USB yang digunakan.



Gambar 4.9 LED Indikator Daya dalam Menyala sebagai Tanda Alat Aktif

B. Pemberian Input

Setelah memastikan bahwa alat dalam kondisi menyala, langkah selanjutnya adalah memberikan sinyal input ke rangkaian. Sinyal ini diberikan melalui switch 3 kaki tipe SPDT yang berfungsi sebagai sumber logika digital manual. Kaki tengah switch dihubungkan ke *pin header* sebagai *input*, sementara dua kaki lainnya dihubungkan ke logika HIGH (melalui tegangan positif) dan logika LOW (melalui ground), menggunakan konfigurasi *pull-up* atau *pull-down* resistor. Pengguna dapat mengubah posisi switch untuk memilih nilai logika yang diinginkan.



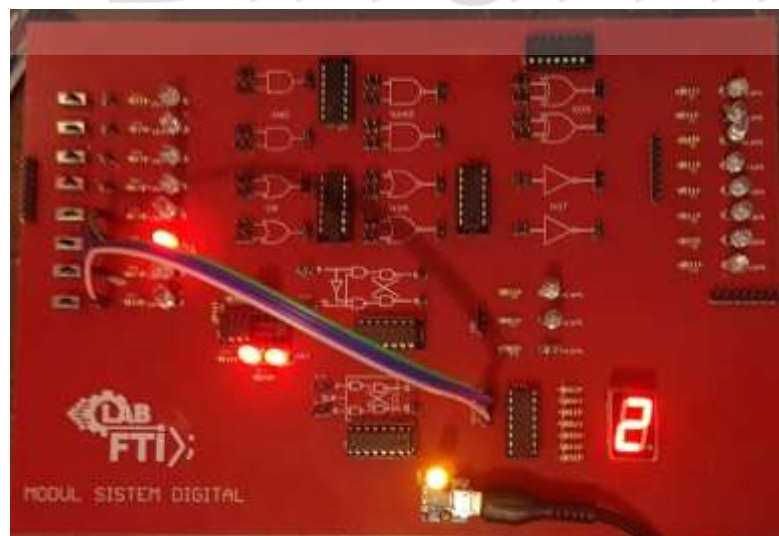
Gambar 4.10 Koneksi Kabel *Jumper* ke *Input* IC

C. Pengamatan Output

Setelah input diberikan, hasil dari proses logika dapat diamati pada output. LED indikator akan menyala atau mati berdasarkan hasil keluaran dari IC logika. Untuk output berbentuk angka, seperti pada rangkaian yang menggunakan IC decoder 74LS47, hasil keluaran akan ditampilkan pada modul 7-segment display. Pengamatan dilakukan untuk mencocokkan output yang ditampilkan dengan kondisi input yang diberikan.



Gambar 4.11 LED Menyala saat *Output* Logika Aktif



Gambar 4.12 Tampilan *Output* pada 7-Segment Hasil dari IC Decoder

D. Pengujian Tiap Fungsi Logika

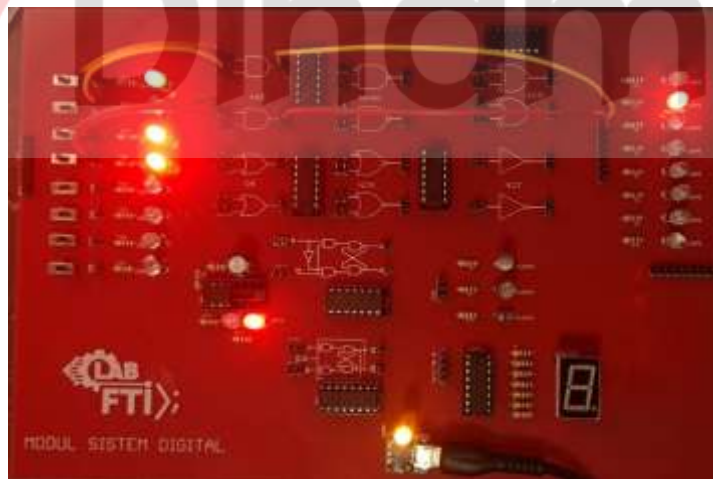
Setiap jenis gerbang logika dan *Flip-Flop* diuji satu per satu untuk memastikan fungsinya berjalan sesuai desain. Input diberikan dalam berbagai kombinasi logika, lalu dicatat respon output-nya. Hasil ini dibandingkan dengan tabel kebenaran untuk setiap jenis gerbang atau *Flip-Flop*, seperti AND, OR, NOT, XOR, NAND, NOR, D *Flip-Flop*, dan JK *Flip-Flop*. Langkah ini bertujuan untuk memastikan bahwa alat bekerja sesuai teori dan dapat digunakan sebagai media pembelajaran.

4.5.2 Tabel Kebenaran dan Hasil Uji

Untuk memastikan bahwa hasil output dari *trainer kit* sesuai dengan teori, dilakukan pengujian terhadap setiap jenis gerbang logika dan *Flip-Flop*. Berikut ini adalah tabel kebenaran dan hasil pengujian:

A. Hasil Pengujian Gerbang AND

Pengujian gerbang logika AND dilakukan menggunakan IC 74HC08 seperti pada Gambar 4.13 dengan hasil pengujian gerbang logika disajikan dalam bentuk tabel seperti pada Tabel 4.3.



Gambar 4.13 Hasil Pengujian Gerbang AND

Tabel 4.3 Hasil Pengujian Gerbang AND

INPUT		OUTPUT
A	B	Z
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

Logika dari hasil pengujian gerbang AND memiliki *output* 0 jika salah satu atau kedua *input* bernilai 0, dan *output* 1 jika kedua *input* bernilai 1.

B. Hasil Pengujian Gerbang OR

Pengujian gerbang logika OR dilakukan menggunakan IC 74HC32 seperti pada Gambar 4.14 dengan hasil pengujian gerbang logika disajikan dalam bentuk tabel seperti pada Tabel 4.4.



Gambar 4.14 Hasil Pengujian Gerbang OR

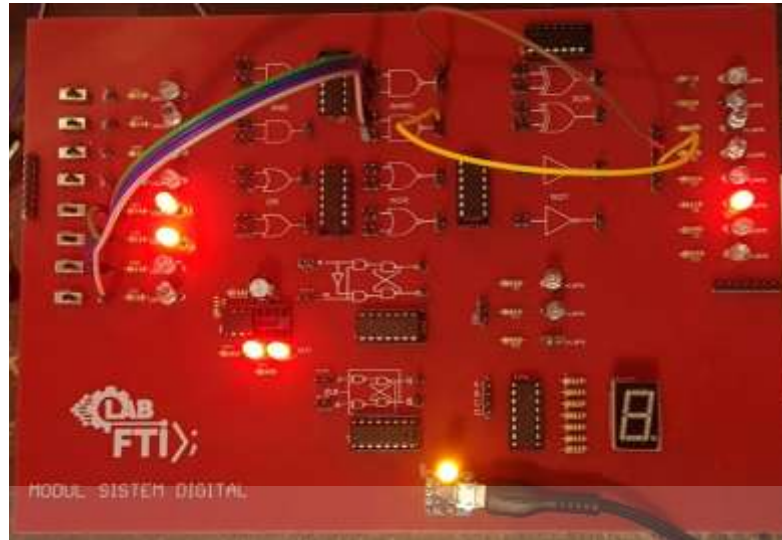
Tabel 4.4 Hasil Pengujian Gerbang OR

INPUT		OUTPUT
A	B	Z
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

Logika dari hasil pengujian gerbang OR memiliki *output* 1 jika salah satu atau kedua *input* bernilai 1, dan *output* 0 jika kedua *input* bernilai 0.

C. Hasil Pengujian Gerbang NAND

Pengujian gerbang logika NAND dilakukan menggunakan gabungan dari IC 74HC08 dan IC 74HC04 seperti pada Gambar 4.15 dengan hasil pengujian gerbang logika disajikan dalam bentuk tabel seperti pada Tabel 4.5.



Gambar 4.15 Hasil Pengujian Gerbang NAND

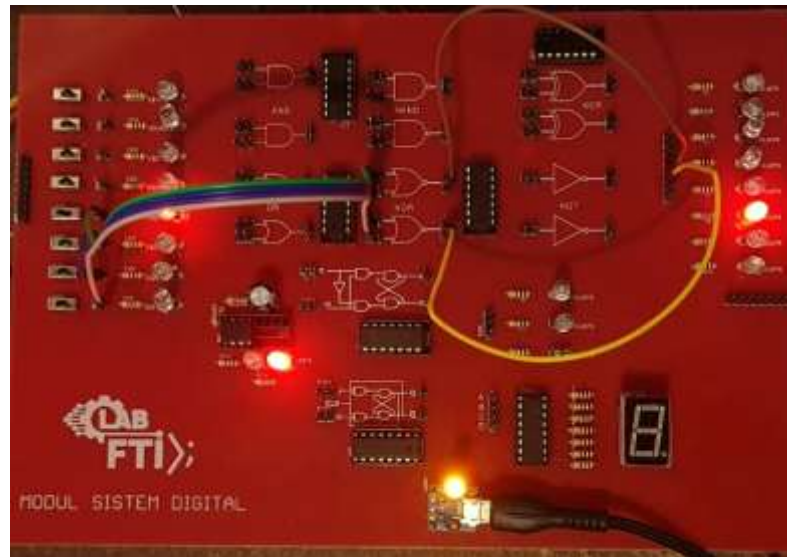
Tabel 4.5 Hasil Pengujian Gerbang NAND

INPUT		OUTPUT
A	B	Z
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

Logika dari hasil pengujian gerbang NAND memiliki *output* 1 jika salah satu atau kedua *input* bernilai 0, dan *output* 0 jika kedua *input* bernilai 1.

D. Hasil Pengujian Gerbang NOR

Pengujian gerbang logika NOR dilakukan menggunakan gabungan dari IC 74HC32 dan IC 74HC04 seperti pada Gambar 4.16 dengan hasil pengujian gerbang logika disajikan dalam bentuk tabel seperti pada Tabel 4.6.



Gambar 4.16 Hasil Pengujian Gerbang NOR

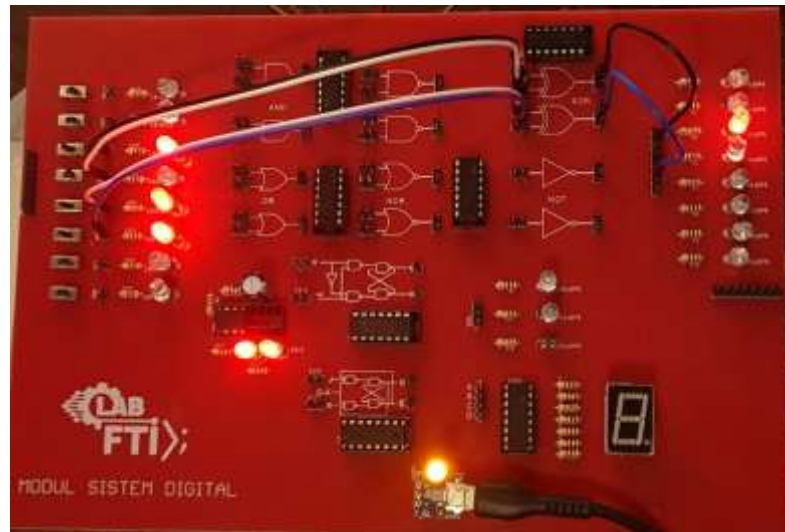
Tabel 4.6 Hasil Pengujian Gerbang NOR

INPUT		OUTPUT
A	B	Z
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

Logika dari hasil pengujian gerbang NOR memiliki *output* 0 jika salah satu atau kedua *input* bernilai 1, dan *output* 1 jika kedua *input* bernilai 0.

E. Hasil Pengujian Gerbang XOR

Pengujian gerbang logika XOR dilakukan menggunakan IC 74HC86 seperti pada Gambar 4.17 dengan hasil pengujian gerbang logika disajikan dalam bentuk tabel seperti pada Tabel 4.7.



Gambar 4.17 Hasil Pengujian Gerbang XOR

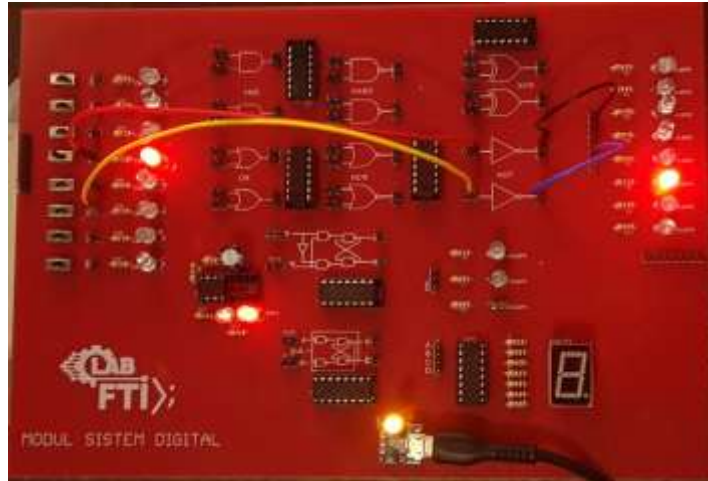
Tabel 4.7 Hasil Pengujian Gerbang XOR

INPUT		OUTPUT
A	B	Z
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

Logika dari hasil pengujian gerbang XOR memiliki *output* 1 jika kedua *input* memiliki nilai yang berbeda, dan *output* 0 jika kedua *input* memiliki nilai yang sama.

F. Hasil Pengujian Gerbang NOT

Pengujian gerbang logika NOT dilakukan menggunakan IC 74HC04 seperti pada Gambar 4.18 dengan hasil pengujian gerbang logika disajikan dalam bentuk tabel seperti pada Tabel 4.8.



Gambar 4.18 Hasil Pengujian Gerbang NOT

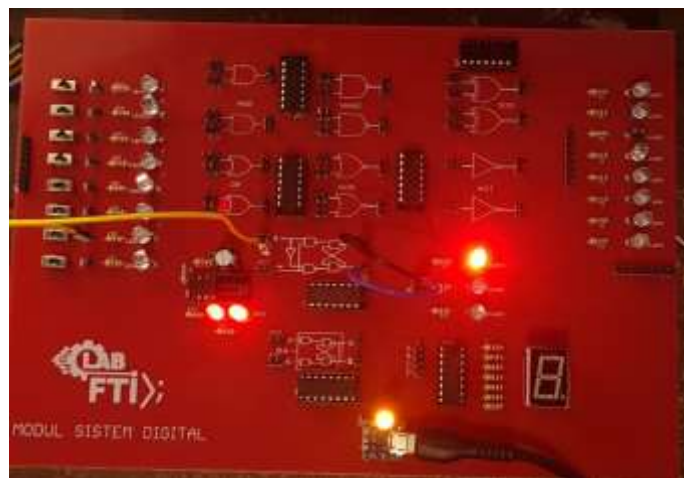
Tabel 4.8 Hasil Pengujian Gerbang NOT

INPUT	OUTPUT
0	1
1	0

Logika dari hasil pengujian gerbang NOT memiliki *output* 1 jika *input* bernilai 0, dan *output* 0 jika *input* bernilai 1.

G. Hasil Pengujian D FF

Pengujian D *Flip-Flop* dilakukan menggunakan IC 74LS74, memberikan input pada pin D dan untuk pin Clock otomatis mendapat nilai dari NE555 seperti pada Gambar 4.19 dengan hasil pengujian *Flip-Flop* disajikan dalam bentuk tabel seperti pada Tabel 4.9.



Gambar 4.19 Hasil Pengujian D FF

Tabel 4.9 Hasil Pengujian D FF

D	Q
0	0
1	1

Hasil pengujian dari D *Flip-Flop* memiliki *output* Q yang sama dengan nilai dari *input*. Jika *input* D bernilai 0, maka *output* Q adalah 0 dan *input* D bernilai 1, maka *output* Q adalah 1.

H. Hasil Pengujian JK FF

Pengujian JK *Flip-Flop* dilakukan menggunakan IC 7476, memberikan input pada pin J dan pin K, sedangkan untuk pin Clock otomatis mendapat nilai dari NE555 seperti pada Gambar 4.20 dengan hasil pengujian *Flip-Flop* disajikan dalam bentuk tabel seperti pada Tabel 4.10.



Gambar 4.20 Hasil Pengujian JK FF

Tabel 4.10 Hasil Pengujian JK FF

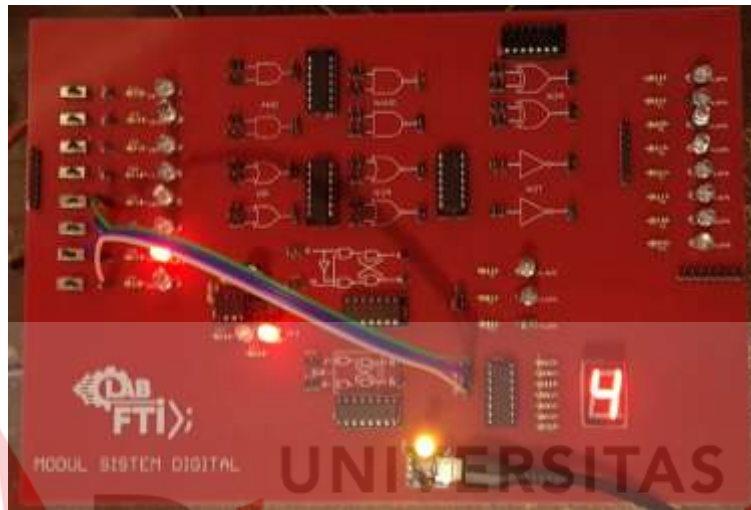
J	K	Q
0	0	Q_0
0	1	0
1	0	1
1	1	$\overline{Q_0}$

Hasil pengujian dari JK *Flip-Flop* memiliki *output* 0 jika *input* K bernilai 1 dan *input* J bernilai 0, sedangkan *output* akan 1 jika *input* K bernilai 0 dan *input* J bernilai 1. Pada saat kedua *input* bernilai 0, maka *output* akan menampilkan keluaran yang sama dengan yang sebelumnya, dan saat kedua *input* bernilai 1,

maka *output* akan menampilkan kebalikan dari keluaran sebelumnya, dan dalam hal ini dapat menyebabkan indikator *output* berkedip.

I. Hasil Pengujian BCD to 7-Segment

Pengujian BCD to 7 Segment dilakukan menggunakan IC 74LS47, memberikan *input* pada pin A, B, C, dan D seperti pada Gambar 4.21 dengan hasil pengujian disajikan dalam bentuk tabel seperti pada Tabel 4.11.



Gambar 4. 21 Hasil Pengujian BCD to 7-Segment

Tabel 4. 11 Hasil Pengujian BCD to 7-Segment

D	C	B	A	Display
0	0	0	0	0
0	0	0	1	1
0	0	1	0	2
0	0	1	1	3
0	1	0	0	4
0	1	0	1	5
0	1	1	0	6
0	1	1	1	7
1	0	0	0	8
1	0	0	1	9

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pelaksanaan dan pengujian dari pengembangan modul interaktif pembelajaran gerbang logika menggunakan rangkaian IC digital, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Modul *trainer kit* berhasil dirancang dan diimplementasikan sebagai media pembelajaran praktikum sistem digital dasar. Perangkat ini mengintegrasikan berbagai jenis gerbang logika (AND, OR, NOT, NAND, NOR, XOR, XNOR), serta *flip-flop* jenis D dan JK, yang dirangkai secara modular menggunakan IC TTL dan disusun dalam bentuk rangkaian PCB.
2. Proses perancangan dilakukan menggunakan perangkat lunak *EAGLE*, dimulai dari pembuatan skematik hingga penyusunan *layout* PCB yang memperhatikan aspek keterbacaan jalur, kemudahan penyolderan, serta tata letak komponen yang sistematis. Hal ini bertujuan untuk mempermudah mahasiswa dalam memahami alur logika serta menghindari kesalahan koneksi fisik.
3. *Trainer kit* yang dikembangkan menggunakan indikator LED dan *7-segment* sebagai *output*, serta *slide switch* 3 pin tipe SPDT sebagai *input* manual, memungkinkan mahasiswa untuk melakukan pengujian logika secara *real-time* dan interaktif. Penggunaan pin header sebagai antarmuka koneksi memberikan fleksibilitas dan kemudahan konfigurasi ulang rangkaian sesuai kebutuhan.
4. Pengujian terhadap semua fungsi logika menunjukkan hasil yang sesuai dengan *truth table* masing-masing gerbang dan *flip-flop*. Hal ini menunjukkan bahwa alat telah berfungsi secara akurat dan dapat digunakan secara efektif untuk memperkuat pemahaman konseptual mahasiswa terhadap materi logika digital.
5. Pengembangan modul ini juga memberikan kontribusi nyata terhadap kebutuhan laboratorium, khususnya dalam mengatasi keterbatasan alat praktik yang selama ini tersedia. Selain itu, modul ini dapat dijadikan prototipe awal untuk pengembangan perangkat pembelajaran yang lebih kompleks.
6. Secara keseluruhan, hasil kerja praktik ini menunjukkan bahwa proses perancangan perangkat keras digital melalui pendekatan sistematis, mulai dari

desain skematik hingga implementasi fisik, dapat memberikan pengalaman belajar, sekaligus mendukung peningkatan kualitas pembelajaran berbasis praktik di Laboratorium FTI Universitas Dinamika.

5.2 Saran

Saran untuk pengembangan trainer kit pembelajaran gerbang logika ke depan adalah sebagai berikut:

1. Modul dapat dikembangkan lebih lanjut dengan menambahkan rangkaian digital kompleks seperti counter, shift register, dan multiplexer agar cakupan praktik lebih luas dan mendalam.
2. Integrasi dengan mikrokontroler seperti Arduino dapat menjadi alternatif untuk menyuplai sinyal input dinamis, seperti clock pulse, serta membuka kemungkinan simulasi logika yang lebih kompleks dan terprogram.
3. Dokumentasi teknis seperti user manual dan lembar kerja praktikum sebaiknya disusun secara sistematis agar mahasiswa dapat menggunakan alat secara mandiri dan efisien.
4. Uji coba modul dalam skala kelas dengan melibatkan pengguna akhir (mahasiswa dan dosen) dapat dilakukan untuk memperoleh umpan balik secara langsung guna peningkatan fungsi dan efektivitas alat.

DAFTAR PUSTAKA

- Cadence PCB Solutions. (2023). *Integrated Circuit Function*.
<https://resources.pcb.cadence.com/blog/2023-integrated-circuit-function>
- desaingrafis09. (2016). *Pengertian Sistem Digital Dasar, Sistem digital*.
 Desaingrafis09.Blogspot.Com.
<https://desaingrafis09.blogspot.com/2016/03/pengertian-sistem-digital-dasar.html>
- Dickson, K. (2018). *Pengertian PCB (Printed Circuit Board) dan Jenis-jenis PCB*.
<https://Teknikelektronika.Com/>. <https://teknikelektronika.com/pengertian-pcb-printed-circuit-board-jenis-jenis-pcb/>
- Ekawati, R., Permata, E., Fatkhurrohman, M., Irwanto, I., & Afridah, S. (2021). Pengembangan Media Pembelajaran Trainer Kit Teknik Digital berbasis Cooperative Learning Approach. *Lectura: Jurnal Pendidikan*, 12(2).
<https://doi.org/10.31849/lectura.v12i2.7486>
- firmansaif. (2024). *Mengenal Software EAGLE_ Fitur, Kelebihan, dan Cara Menggunakannya*. ElectricalIsMe. <https://electricalisme.com/mengenal-software-eagle/>
- Gupta, V., & Sharma, P. (2018). Fundamental of Integrated Circuit. *International Journal of Latest Technology in Engineering*, VII(Iv), 4–6. www.ijltemas.in
- Hindarto, H. (2019). Sistem Digital. In *Sistem Digital*.
<https://doi.org/10.21070/2019/978-602-5914-60-7>
- Irpah. (2023). *Sistem Digital : Pengertian, Kelebihan Dan Kekurangan, Perbedaan Dengan Analog Sumber: Sistem Digital : Pengertian, Kelebihan dan Kekurangan, Perbedaan dengan analog*. https://praktekotodidak.com/sistem-digital/#google_vignette
- Kadir, N., Asmara, B. P., & Wiranto, I. (2024). Rancang Bangun Modul Praktikum Dasar-Dasar Teknik Digital. *Jambura Journal of Electrical and Electronics Engineering*, 6(1), 82–92. <https://doi.org/10.37905/jjee.v6i1.21450>
- Kaempf, S. (2018). PENGEMBANGAN TRAINER KIT DIGITAL DAN MIKROKONTROLER UNTUK MEDIA PEMBELAJARAN ELEKTRONIKA DASAR DI SEKOLAH MENENGAH KEJURUAN. *Visual Global Politics*, 8(4), 99–103. <https://doi.org/10.4324/9781315856506>
- Rifqi Mulyawan. (2025). *Digital System: Pengertian, Apa itu Sistem Digital? Tujuan dan Fungsi, Manfaat, Contoh serta Perbedaannya dengan Analog System!*
<https://Rifqimulyawan.Com/>
<https://rifqimulyawan.com/blog/pengertian-digital-system/>
- Scarpino, M. (2014). *Designing Circuit Boards with EAGLE: Make High-Quality*

PCBs at Low Cost: ProQuest Tech Books. Prentice Hall.

Seth. (n.d.). *What is a Printed Circuit Board (PCB).* <https://electronicsreference.com/>. <https://electronicsreference.com/printed-circuit-board-pcb/>

Setiawan, R. (2021). *Gerbang Logika dan Tabel Kebenaran.* Dicoding. <https://www.dicoding.com/blog/gerbang-logika-dan-tabel-kebenaran/>

Wahyudi, I. H., Bintoro, J., Pendidikan, P., Elektronika, T., Pendidikan, P., Elektronika, T., Prodi, D., Teknik, P., Praktikum, M., & Digital, B. (2019). *PENGEMBANGAN MEDIA PEMBELAJARAN TRAINER BASIC DIGITAL.* 2(2), 61–67.

Wikipedia. (2025a). *EAGLE (program).* Wikimedia Foundation. [https://en.wikipedia.org/wiki/EAGLE_\(program\)](https://en.wikipedia.org/wiki/EAGLE_(program))

Wikipedia. (2025b). *Printed circuit board.* Wikipedia. https://en.wikipedia.org/wiki/Printed_circuit_board



UNIVERSITAS
Dinamika