

**INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
KONSENTRASI ELEKTRONIKA**



**PERANCANGAN DAN PEMBUATAN OTOMATISASI
TEMPAT PARKIR MENGGUNAKAN TEKNOLOGI
VHDL**

SKRIPSI

Disusun Oleh :

LIDYA OKTAVIA

NIM : 9917055

APRIL 2005

AMERICAN JOURNAL OF MATHEMATICS
CONTAINING ORIGINAL RESEARCHES
ON THE THEORY OF NUMBERS
AND THE THEORY OF ALGEBRA

EDITED BY SIMON DENIÈRE
AND
J. VAN DER LINDEN
BRUXELLES

1973

1973

PROFESSOR
OF MATHEMATICS

1973

LEMBAR PERSETUJUAN

“PERANCANGAN DAN PEMBUATAN OTOMATISASI TEMPAT PARKIR MENGGUNAKAN TEKNOLOGI VHDL”

SKRIPSI

Disusun dan Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh
Gelar Sarjana Teknik

Disusun Oleh :

LIDYA OKTAVIA
99.17.055

Diperiksa dan disetujui
Dosen Pembimbing I

(Ir. Soetikno)

Diperiksa dan disetujui
Dosen Pembimbing II

(Ir. Mimien Mustikawati)
NIP.P. 1030000352



Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Elektro

(Ir. F. Yudi Limpraptono.MT)
NIP.Y. 1039500274

MILIK
PERPUSTAKAAN
ITN MALANG

JURUSAN T ELEKTRO S-1
KONSENTRASI T ELEKTRONIKA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO S-1
KONSENTRASI TEKNIK ELEKTRONIKA

BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

Nama Mahasiswa : Lidya Oktavia
NIM : 99.17.055
Jurusan : Teknik Elektro S-1
Konsentrasi : Teknik Elektronika
Judul Skripsi : Perancangan dan Pembuatan Otomatisasi Tempat Parkir
Menggunakan Teknologi VHDL

Dipertahankan dihadapan Team Penguji Skripsi Jenjang Strata Satu (S-1) Pada :

Hari : Kamis
Tanggal : 31 Maret 2005
Dengan Nilai : 80.14 (A) *Sm*

Panitia Ujian Skripsi



Ketua

(Ir. Mochtar Asroni, MSME)
NIP.Y.1018100036

Sekretaris

(Ir.F.Yudi Lipraptono, MT)
NIP.Y.1039500274

Anggota Penguji

Penguji Pertama

(Ir. Mohammad Luqman, MS)

Penguji Kedua

(Ir. Eko Nurcahvo)

ABSTRAKSI

“PERANCANGAN DAN PEMBUATAN OTOMATISASI TEMPAT PARKIR MENGGUNAKAN TEKNOLOGI VHDL”

Disusun oleh : Lidya Oktavia, 99.17.055, Teknik Elektro/Elektronika S-1

Diperiksa dan disetujui

Dosen Pembimbing I : Ir. Soetikno

Dosen Pembimbing II : Ir. Mimien Mustikawati

Kata Kunci : *VHDL, Photo detector, Limit Detektor, IC SPLD GAL22V10, Software Warp R5.2, FSM (Finite State Machine).*

Dalam skripsi ini dibahas sebuah perancangan dan pembuatan suatu alat tempat parkir otomatis berbasis teknologi VHDL. Dengan perancangan ini diharapkan proses pembayaran biaya parkir dilakukan secara otomatis. Pada prinsipnya perancangan ini digunakan untuk menggantikan proses kerja tangan menjadi kerja mekanik yang dikendalikan oleh suatu kontrol elektronika.

Proses kerja dari alat tempat parkir otomatis ini dilakukan oleh IC SPLD GAL22V10 sebagai sistem kontrol utama yang akan mengatur pergerakan-pergerakan motor-motor yang ada. Adapun pengontrolan yang dilakukan berdasarkan inputan dari *detector* yang dipasang. *Detector* tersebut antara lain berupa photodiode yang digunakan sebagai *detector* cahaya (*photo detector*) yang mendeteksi pancaran cahaya dari infra merah dan *limit detector* berupa *limit switch*. Semua *detector* tersebut dipasang sedemikian rupa sehingga dapat digunakan sebagai masukan yang akan menentukan aksi apa yang akan dilakukan oleh pengontrol utama. Untuk program dibuat dengan menggunakan bantuan *software Warp R5.2*. Program dirancang dengan menggunakan *Active-HDL FSM*. Untuk proses kompilasi digunakan *Galaxy* serta untuk simulasi digunakan *Active-HDL Sim*.

KATA PENGANTAR

Syukur Alhamdulillah saya panjatkan kehadiran Allah SWT, karena berkat rahmat dan karunia-Nya penyusun dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul

“Perancangan Dan Pembuatan Otomatisasi Tempat Parkir Menggunakan Teknologi Vhdl”

Penyusunan skripsi merupakan salah satu persyaratan yang harus ditempuh mahasiswa jurusan Teknik Elektronika di Institut Teknologi Nasional Malang untuk memperoleh gelar sarjana teknik. Pada kesempatan kali ini tidak lupa penyusun menyampaikan terima kasih kepada :

1. Ibu dan Bapak, serta keluarga tercinta yang memberi dukungan berupa moril maupun materil, perhatian serta dorongan semangat.
2. Bapak Dr. Ir. Abraham Lomi, MSEE selaku Rektor Institut Teknologi Nasional Malang.
3. Bapak Ir. Mochtar Asroni, MSME selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri.
4. Bapak Ir. Yudi Limpraptono, MT selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro.
5. Bapak Ir. Soetikno selaku Dosen Pembimbing I.
6. Ibu Ir. Mimien Mustikawati selaku Dosen Pembimbing II.
7. Semua pihak yang tidak dapat saya sebutkan satu per satu.

Penyusun mengharapkan saran dan kritik yang membangun dari pembaca. Harapan saya semoga laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi kita semua. Amin.

Malang, April 2005

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PERSETUJUAN	ii
ABSTRAKSI	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Perancangan	2
1.4 Batasan Masalah.....	2
1.5 Metodologi Pembahasan	3
1.6 Sistematika Penulisan.....	3
BAB II LANDASAN TEORI	5
2.1 Hardware Description Language (HDL).....	5
2.1.1 Latar Belakang VHDL	6
2.1.2 Kelebihan VHDL	7
2.1.2.1 Efisien dan fleksibel (Power and Flexibility).....	7
2.1.2.2 Desain alat yang mandiri (Device Independent Design)	7

2.1.2.3 Portabilitas (Portability)	7
2.1.2.4 Kemampuan Benchmark (Benchmarking Capabilities).....	8
2.1.2.5 Quick Time toMarket and Low Cost.....	8
2.2 Konsep Dasar VHDL	9
2.2.1 Deklarasi Entity.....	10
2.2.2 Deklarasi Architecture.....	13
2.2.2.1 Declaration Component.....	15
2.2.2.2 Concurrent Statement.....	16
2.2.2.3. Sequential Statement	17
2.2.3 Operator Dalam VHDL.....	21
2.2.4 Ekspresi Sinyal Clock	22
2.3 Generic Array Logic (GAL).....	23
2.3.1 GAL22V10.....	24
2.4 Rangkaian Clock	28
2.5 Induktor	30
2.6 Infra Merah.....	32
2.6.1 Light Emitting Diode (LED) Infra-Red.....	34
2.7 Photodioda.....	36
2.8 Limit Switch.....	37
2.9 Optocoupler.....	38
2.10 Transistor Sebagai Saklar.....	38

2.11 Relay.....	40
2.12 Motor Arus Searah	41
2.12.1 Pengertian Motor Arus Searah	41
2.12.2 Prinsip Dasar Motor Arus Searah.....	41
2.12.3 Konstruksi Motor DC	42
2.13 Solenoid.....	44
2.14 ADC0804.....	45
2.15 IC 74LS47.....	46
2.16 Seven Segment.....	48
BAB III PERENCANAAN DAN PEMBUATAN ALAT	49
3.1 Perencanaan Perangkat Lunak	50
3.1.1 Diagram Blok Sistem pada Pintu Masuk	50
3.1.2 Diagram Blok Sistem pada Pintu Keluar	50
3.1.3 Diagram Blok Rangkaian Penghitung Jumlah Kendaraan.....	51
3.2. Perencanaan Perangkat Keras.....	52
3.2.1. Rangkaian Clock.....	52
3.2.2 Rangkaian Sensor Infra Merah.....	53
3.2.3 Rangkaian Limit Switch.....	55
3.2.4 Rangkaian Driver Motor	55
3.2.5 Rangkaian ADC (Analog to Digital Converter).....	57
3.2.6 Rangkaian Pembangkit Frekuensi	58
3.2.7 Perencanaan Induktor.....	59

3.3 Perencanaan Perangkat Lunak	61
3.3.1 Perencanaan Perangkat Lunak.....	61
BAB IV PENGUJIAN ALAT	65
4.1 Pendahuluan	65
4.2 Pengujian Rangkaian	65
4.2.1 Pengujian Rangkaian Clock	65
4.2.2 Rangkaian Sensor Infra Merah	68
4.2.3. Rangkaian Limit Switch.....	71
4.2.4. Pengujian Rangkaian Osilator Kristal.....	75
4.2.5. Pengujian Lilitan (Induktor).....	76
4.2.6. Pengujian Rangkaian Sensor Jenis Logam	76
4.2.7. Rangkaian Driver	77
4.2.8. Pengujian Keseluruhan Alat.....	80
BAB V PENUTUP	84
5.1. Kesimpulan.....	84
5.2. Saran	84

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Deskripsi Desain dengan VHDL pada Segala Simulator dan Alat Apapun.....	8
Gambar 2.2	Hubungan Antar Desain <i>Entity</i> dan <i>Architecture Body</i>	10
Gambar 2.3	Blok Diagram IC GAL 22V10.....	25
Gambar 2.4	Konfigurasi Macrocell GAL 22V10.....	26
Gambar 2.5	Konfigurasi Pin IC GAL 22V10	27
Gambar 2.6	Blok Diagram Internal IC NE555.....	28
Gambar 2.7	Rangkaian Dasar Multivibrator Astabil IC 555	30
Gambar 2.8	Spektrum Cahaya dan Respon Mata Manusia	33
Gambar 2.9	Dioda Infra Merah	35
Gambar 2.10	Cara Memberi Tegangan Pada Led IR	36
Gambar 2.11	Konstruksi Silikon Photodioda.....	36
Gambar 2.12	Cara Memberi Tegangan pada Photodioda.....	37
Gambar 2.13	Rangkaian <i>Limit Switch</i>	37
Gambar 2.14	Simbol Optocoupler.....	38
Gambar 2.15	<i>Transistor</i> Sebagai Saklar	39
Gambar 2.16	Simbol <i>Relay</i>	41
Gambar 2.17	Kaidah Tangan Kiri	42
Gambar 2.18	Konstruksi Dasar Motor DC	43
Gambar 2.19	Prinsip Kerja Solenoid.....	45
Gambar 2.20	Konfigurasi Pin ADC0804.....	46

Gambar 2.21 Konfigurasi Pin IC TTL 74LS47.....	46
Gambar 2.22 Bentuk Tampilan <i>Seven Segment</i>	48
Gambar 3.1 Blok Diagram Pintu Masuk.....	49
Gambar 3.2 Blok Diagram Pintu Keluar.....	50
Gambar 3.3 Blok Diagram Sistem Pengontrol Lapangan parkir.....	50
Gambar 3.4 Rangkaian <i>Clock/Multivibrator Astabil</i>	53
Gambar 3.5 Rangkaian Pemancar Infra Merah dan Penerima Photodiode	54
Gambar 3.6 Rangkaian Limit Switch	55
Gambar 3.7 Rangkaian Driver Motor.....	57
Gambar 3.8 Rangkaian ADC	58
Gambar 3.9 Rangkaian Pembangkit Frekuensi	59
Gambar 4.1 Skema Pengujian Rangkaian Clock.....	67
Gambar 4.2 Data Pengujian Rangkaian Clock.....	67
Gambar 4.3 Rangkaian Pengujian Pemancar Infra Merah dan Penerima Photodiode.....	69
Gambar 4.4 Rangkaian Pengujian Rangkaian Limit Switch.....	73
Gambar 4.5 Rangkaian Pengujian Driver	78

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Operator dalam VHDL.....	21
Tabel 2.2	Konfigurasi logika output macrocell GAL 22V10	27
Tabel 2.3	Spektrum gelombang elektromagnetik.....	33
Tabel 2.4	Tabel kebenaran IC 74LS47	47
Tabel 4-1	Hasil pengukuran tegangan output pada rangkaian penerima photodiode	70
Tabel 4-2	Perbandingan antara pengukuran dan perhitungan tegangan	71
Tabel 4-3	Hasil pengukuran tegangan pada rangkaian limit switch.....	74
Tabel 4-4	Perbandingan antara pengukuran dan perhitungan tegangan pada rangkaian limit switch	75
Tabel 4-5	Hasil pengujian osilator kristal yang dibandingkan dengan karakteristiknya.....	76
Tabel 4-6	Hasil perhitungan dan pengujian induktor	76
Tabel 4-7	Hasil pengujian sensor jenis uang logam	77
Tabel 4-8	Pengukuran arus basis (I_b) dan arus kolektor (I_c) pada transistor BD 139 rangkaian driver motor.....	79
Tabel 4-9	Perbandingan antara pengujian dan perhitungan I_c dengan persentase simpangan dan ketelitian pada rangkaian driver.....	80
Tabel 4-10	Perbandingan antara pengujian dan perhitungan I_b dengan persentase simpangan dan ketelitian pada rangkaian driver.....	80

Tabel 4-11 Hasil Pengujian Rangkaian ADC dan Selenoid Pemilih	
Koin Mobil.....	81
Tabel 4-12 Hasil Pengujian Rangkaian ADC dan Selenoid Pemilih	
Koin Motor	81
Tabel 4-13 Hasil Pengujian Rangkaian Pintu Masuk pada Jenis Kendaraan	
Motor	81
Tabel 4-14 Hasil Pengujian Rangkaian Pintu Masuk pada Jenis Kendaraan	
Mobil	82
Tabel 4-15 Hasil Pengujian Rangkaian Pintu Keluar pada Jenis Kendaraan	
Motor	82
Tabel 4-16 Hasil Pengujian Rangkaian Pintu Keluar pada Jenis Kendaraan	
Mobil	83

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pada era globalisasi yang makin maju, telah memicu segala bidang ilmu pengetahuan dan dunia pendidikan untuk membuat inovasi-inovasi sehingga segala hal akan menjadi lebih mudah. Elektronika merupakan salah satu ilmu penting yang sangat berpengaruh pada perkembangan teknologi jaman sekarang.

Salah satu teknologi modern pada bidang studi elektronika adalah teknologi VHDL (Very High Speed Integrated Circuit Hardware Description Language). VHDL dipakai untuk menggambarkan perangkat keras untuk tujuan simulasi, pemodelan, dan tes perancangan dari suatu sistem digital sesuai dengan karakteristik yang diinginkan asal sesuai dengan bahasa pemrogramannya.

Pada suatu tempat parkir biasanya terdapat pintu masuk dan pintu keluar. Dimana pada pintu-pintu tersebut terdapat penjaga yang mengontrol keluar masuknya kendaraan baik itu roda dua ataupun roda empat yang parkir.

Dengan adanya hal tersebut maka penyusun mempunyai gagasan untuk membuat suatu pengontrol tempat parkir untuk mobil dan motor tanpa adanya penjaga di pintu masuk dan keluar. Dengan adanya sensor yang mampu membedakan antara motor dan mobil maka tarif parkir bisa ditentukan. Bila koin yang dimasukkan sesuai dengan jenis kendaraan maka palang akan terbuka dan kartu parkir keluar. Untuk keluar dari tempat parkir digunakan kartu parkir, kartu parkir akan dibaca oleh pembaca kartu pada pintu keluar.

1.2 Rumusan Masalah

Mengacu dalam permasalahan diatas, maka skripsi ini dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut :

1. Bagaimana merancang dan membuat sistem kontrol dengan menggunakan VHDL untuk diterapkan pada proses pengontrolan suatu tempat parkir.
2. Bagaimana membuat perangkat lunak sehingga menghasilkan pengendalian seperti yang diinginkan.
3. Bagaimana membuat dan merancang alat agar dapat bekerja sesuai yang diharapkan dan dapat diproses oleh VHDL.

Sehubungan dengan permasalahan diatas, maka dalam skripsi ini dipilih judul :

**“PERANCANGAN DAN PEMBUATAN OTOMATISASI TEMPAT
PARKIR MENGGUNAKAN TEKNOLOGI VHDL”**

1.3 Tujuan Perancangan

- Merancang dan membuat alat untuk mengontrol suatu tempat parkir yang dapat bekerja secara otomatis berbasis VHDL.
- Untuk mengontrol suatu tempat parkir yang dapat bekerja secara otomatis dan lebih efisien dalam pengoperasiannya.

1.4 Batasan Masalah

Agar permasalahan tidak meluas, maka perlu dilakukan pembatasan masalah yang antara lain :

1. IC yang digunakan adalah VHDL (GAL 22V10).
2. Koin yang digunakan yaitu uang logam Rp. 500,- dan Rp. 1000,-.
3. Tidak membahas konstruksi alat.
4. Tidak membahas power supply yang digunakan.
5. Tidak membahas sistem pengamanan.

1.5 Metodologi Pembahasan

Metodologi yang digunakan dalam penelitian skripsi ini adalah :

1. Studi Pustaka

Memperoleh data dengan cara membaca dan mempelajari buku literatur yang ada hubungannya dengan penyusunan skripsi ini.

2. Studi Lapangan

Memperoleh data dengan cara praktek langsung dalam pembuatan alat.

3. Pengolahan Data

Mengolah data dengan jalan membuat analisa dan menarik kesimpulan dari hasil pengujian data yang ada.

1.6 Sistematika Penulisan

Agar sistematis dan dapat mencapai pemahaman yang tepat maka skripsi ini disusun dalam beberapa bab, yaitu :

BAB I Pendahuluan

Meliputi Latar belakang, Rumusan masalah, Tujuan, Batasan Masalah, Metodologi Penulisan, dan Sistematika pembahasan.

BAB II Landasan Teori

Meliputi teori penunjang yang membantu dlm pembuatan alat.

BAB III Perencanaan dan Pembuatan Alat

Meliputi berbagai hal yang berkenaan dengan perancangan perangkat keras maupun perangkat lunak.

BAB IV Pengujian Alat

BAB V Penutup

Meliputi kesimpulan dan yang didapat selama perancangan dan pembuatan

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Hardware Description Language (HDL)

VHDL (*Very High Speed Integrated Circuit Hardware Description Language*) dipakai untuk menggambarkan perangkat keras untuk tujuan simulasi, pemodelan, tes perancangan dan dokumentasi dari suatu system digital. Bahasa ini merupakan format yang kompleks dan mencukupi untuk perwakilan dari fungsi dan detail hubungan dalam suatu sistem digital. Beberapa HDL terdiri dari sumber yang sederhana dan notasi yang dapat menggantikan diagram skematik dari suatu circuit digital. HDL ini bisa berupa program simulasi yang bisa digunakan untuk menguji desain atau membentuk perangkat keras secara otomatis. HDL memiliki aturan-aturan tersendiri seperti sistematika program sampai dengan *syntax* (aturan penulisan kalimat) yang digunakan. Teknologi ini terbagi berdasarkan jumlah *gate* yang ada, yaitu :

- Untuk jumlah gerbang kurang dari 500 termasuk PLD (*Programmable Logic Device*).
- Untuk jumlah gerbang antara 500 sampai 5.000 termasuk CPLD (*Complex Programmable Logic Device*).
- Untuk jumlah gerbang antara 5.000 sampai 10.000 termasuk FPGA (*Field Programmable Gate Array*).
- Untuk jumlah gerbang antara 10.000 sampai 20.000 termasuk ASIC (*Application Specific Integrated Circuit*)

2.1.1 Latar Belakang VHDL

Untuk mendesain suatu sistem digital yang kompleks, para perancang menghabiskan banyak waktu untuk merubah format yang menggunakan kelebihan rancangan dan simulator yang bervariasi, VHDL ditemukan karena keinginan untuk sebuah rancangan gabungan dan bahasa pemrograman yang ada untuk mengkomunikasikan data yang didesain dengan menggunakan tingkat penggambaran yang berbeda-beda tanpa harus merubah format pemrogramannya.

Pada saat itu tidak ada bahasa pendeskripsian perangkat keras yang dapat memuaskan keinginan perancang, yaitu menggunakan tingkat pendeskripsian yang berbeda tanpa harus merubah format pemrogramannya. Karena itu Departemen Pertahanan Amerika Serikat (*The United States Department of Defense, DoD*) pada tahun 1981 mensponsori pembuatan bahasa pendeskripsian perangkat keras di Woods Hole, Massachusetts. Pembuatan ini diatur oleh Institut Analisa Pertahanan (IDA) untuk mempelajari banyak metode pendeskripsian perangkat keras.

Pada tahun 1983 DoD memperkenalkan *VHSIC Hardware Description Language* yang biasa disebut dengan VHDL (VHSIC sendiri singkatan dari *Very High Speed Integrated Circuits*), dan pada bulan Desember 1987 secara formal VHDL menjadi bahasa pendeskripsian perangkat keras dengan standart IEEE 1076. Tahun 1988, Milsted 454 meminta agar semua ASIC (*Application Specific Integrated Circuit*) dideskripsikan dalam VHDL. Sehingga pada tahun 1993, IEEE 1076 diperbaharui menjadi IEEE 1164. IEEE 1076,3 menjadi standart sintesa VHDL.

2.1.2 Kelebihan VHDL

Setiap teknisi di dalam industri elektronika sudah seharusnya mempelajari HDL untuk bisa berkompetisi dengan yang lain. Dengan VHDL, dapat dibuat ribuan gerbang yang mana membutuhkan waktu berbulan-bulan bila mendesain menggunakan skema atau persamaan Boole. Kelebihan-kelebihan yang dimiliki VHDL antara lain :

2.1.2.1 Efisien dan fleksibel (*Power and Flexibility*)

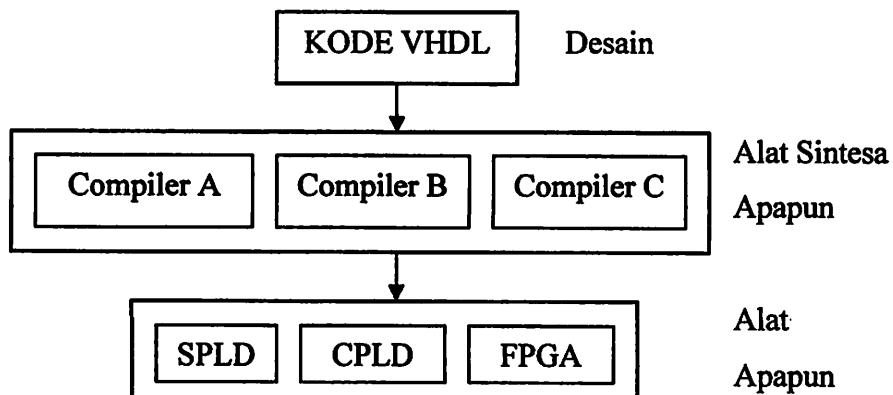
VHDL merupakan bahasa yang dapat menulis kode deskripsi dengan efisiensi untuk kontrol logika yang kompleks. VHDL dapat menggunakan berbagai pustaka desain (*Design Libraries*) yang dapat digunakan baik untuk desain maupun simulasi.

2.1.2.2 Desain alat yang mandiri (*Device Independent Design*)

VHDL memungkinkan untuk mendesain alat tanpa harus memilih terlebih dahulu pada alat apa desain tersebut diimplementasikan. Dengan demikian, waktu yang ada bisa dikonsentrasikan pada desainnya. VHDL juga mengizinkan untuk menggunakan berbagai macam diskripsi desain.

2.1.2.3 Portabilitas (*Portability*)

Karena VHDL merupakan standart, tiap diskripsi desain dapat dipakai pada berbagai macam simulator, berbagai alat sintesa, dan berbagai platform.



Gambar 2.1 Deskripsi Desain dengan VHDL pada Segala Simulator dan Alat Apapun¹

2.1.2.4 Kemampuan *Benchmark* (*Benchmarking Capabilities*)

Dengan VHDL memungkinkan untuk mendesain menggunakan *architecture* (*Software*) dari alat pensintesa yang berbeda-beda tidak perlu memilih terlebih dahulu apakah akan menggunakan PLD, CPLD, atau FPGA. Desain dan sintesa dilakukan terlebih dahulu, baru dipilih IC apa yang cocok dengan permintaan desain tersebut. Sehingga IC yang ada bisa saling dibandingkan untuk memperoleh IC yang paling tepat untuk desain yang dibuat.

2.1.2.5 *Quick Time toMarket and Low Cost*

Dengan VHDL, kecepatan proses dapat ditingkatkan dan biaya untuk sebuah desain dapat ditekan. Sebuah IC PLD dapat menggantikan banyak IC logika biasa, bahkan IC ASIC dapat menggantikan sampai dengan 100.000 buah

¹ Kevin Skahill, *VHDL for Programmable Logic*, Addison-Wesley, United States, 1996, halaman 6

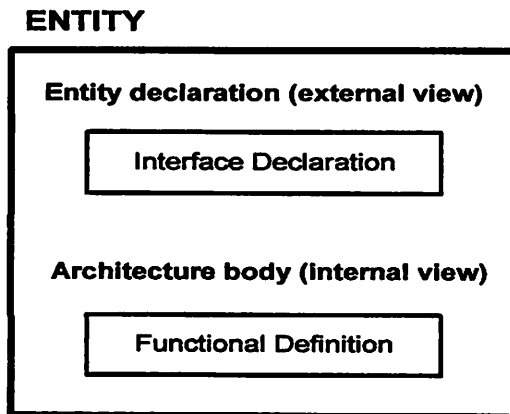
gerbang. IC ini dikatakan *programmable* karena fungsi-fungsi khusus untuk pemakaian tertentu ditentukan oleh pemilihan pemutusan oleh beberapa gerbang pada saat dibiarkan tetap terhubung. Proses pemutusan sikring dapat dilakukan oleh sipembuat sesuai dengan instruksi. Hal ini disebut dengan *programming*.

2.2 Konsep Dasar VHDL

Dalam pembuatan desain VHDL, bergantung pada alat bantu (*tools*) yang digunakan, antar perusahaan satu dengan yang lain berbeda-beda, ada alat bantu yang dapat menghasilkan kode VHDL dari skema rangkaian ada juga yang tidak. Tetapi pada dasarnya, kode VHDL merupakan kode berbasis teks, yang bisa dibuat dengan menggunakan berbagai macam program kata (*word processor*) seperti notepad, edit, ws, dan ms word. Azas bangunan dari desain entity VHDL terdiri dari 2 unsur, yaitu :

- *Entity declaration*
- *Architecture body*

Desain entity merupakan abstraksi dari suatu desain yang menggambarkan suatu sistem secara lengkap.



Gambar 2.2 Hubungan Antar Desain *Entity* dan *Architecture Body*²

2.2.1 Deklarasi *Entity*

Deklarasi *entity* menggambarkan *I/O* dari desain *entity*. Deklarasi *entity* sama dengan skematik simbol yang menjelaskan hubungan komponen dalam suatu desain. *Signal I/O* di deklarasi *entity* didefinisikan sebagai *port* yang sama dengan pin dari skematik simbol. Pendeklarasian suatu komponen atau sistem digital didasarkan pada :

- Jumlah *port* yang ada atau yang digunakan
- Arah *port* yang digunakan sama dengan *input*, *output*, atau dua arah (*bidirectional*)
- Tipe dari *port* tersebut merupakan *bus* (seperti *data bus*, *address bus*, dan lain sebagainya) ataukah *single bit data* (seperti pada *input enable*). Struktur penulisan *entity declaration* harus mengandung unsur *name* dan *port*

² Ibid, halaman 108

declaration. Untuk penulisan nama atau identitas, memiliki aturan sebagai berikut :

- Karakter pertama harus sebuah huruf dan tidak boleh numeric
- Karakter terakhir tidak boleh ada sebuah tanda spasi (“ ”)
- Dua tanda spasi secara berurutan juga tidak diperbolehkan

Port declaration menjelaskan nama-nama pin *I/O* rangkaian digital suatu desain. Di dalam *port declaration* terdapat *direction (mode)*, yang menjelaskan kondisi *I/O*. Selain itu terdapat pula *data type* yang menjelaskan tipe data yang digunakan (sesuai standar IEEE 1076/1164). Ada 4 macam *direction (mode)*, yaitu :

1. *IN* merupakan *Unidirection data input* (Aliran data berasal dari luar *entity* masuk ke dalam *entity*).
2. *OUT* merupakan *Unidirection data output* (Aliran data berasal dari dalam *entity* keluar *entity*).
3. *BUFFER* merupakan *data output* dengan *internal feedback* (digunakan sebagai *port* dan *driver* dalam bagian *architecture*). Mode ini serupa dengan mode *OUT* tetapi bedanya mode *BUFFER* dapat berfungsi sebagai *internal feedback*. Mode *BUFFER* tidak dapat berfungsi sebagai *bidirectional port* karena mode ini tidak bisa dikendalikan dari luar *entity*.
4. *INOUT* merupakan *Bidirection signal*. Signal *driver* dapat berasal dari dalam atau luar *entity*. Mode *INOUT* ini digunakan untuk signal yang benar-benar *Bidirectional*, kalau tidak akan mengurangi kemampuan membaca kode sehingga sulit menentukan sumber signal.

Untuk data type ada 2 macam yang digunakan berdasarkan standar IEEE, yaitu :

- Berdasarkan standar IEEE 1076/93, yaitu : *Boolean*, *Bit*, *Bit_vector* dan *Integer*.
- Berdasarkan standar IEEE 1164, yaitu *Std Ulogic*, *std Logic* dan *std_Logic Vector*.

Struktur penulisan *Entity Declaration* adalah sebagai berikut :

Entity *entity_name* is

Port(

[signal] {identifier{,identifier}:[mode]signal_type

[signal] {identifier{,identifier}:[mode]signal_type});

End [Entity][*Entity_name*];

Contoh :

Entity *adder* is port (

a,b : in std_logic_vector(3 downto 0);

cin : in std_logic;

sum : out std_logic_vector(3 downto 0);

cout : out std_logic);

end *adder*;

2.2.2 Deklarasi *Architecture*

Setiap bagian deklarasi *architecture* selalu dihubungkan dengan deklarasi *entity*. Isi dari bagian deklarasi *architecture* menggambarkan fungsi dari *entity* dan menjelaskan hubungan antara desain *entity* masukan dan keluaran. Pada deklarasi *entity* hanya memberikan informasi bagian apa saja yang digunakan sebagai masukan dan keluaran, sedangkan pada deklarasi *architecture* memberikan gambaran secara detail tentang fungsi dari masukan dan keluaran tersebut. Ada 3 jenis pendeskripsian dari suatu *architecture body*, yaitu :

- ***Struktural description***

Perencanaan pada deskripsi struktural didasarkan pada pemakaian komponen (*logical gate*) dan hubungan antar komponen-komponen tersebut (*a set of interconnected component*). Deskripsi ini menggambarkan tipe gerbang secara mendasar dan juga menggambarkan input, output, dan node-node gerbang internal. Namun cara model ini tidak dapat digunakan pada sistem yang kompleks.

- ***Dataflow description***

Deskripsi dataflow (aliran data) memberikan spesifikasi proses data transfer (pengiriman data dari sinyal ke sinyal atau dari input ke output tanpa *statement sequential*). Jadi model ini hanya menjelaskan aliran informasi dari suatu register (input) ke register lain (output). Sedangkan perbedaannya dengan deskripsi behavioral adalah bila deskripsi behavioral menggunakan proses-proses,

sedangkan deskripsi dataflow tidak menggunakan sistem digital secara lebih spesifik. Deskripsi dataflow biasanya menggunakan statement *when-else* untuk menggambarkan sistem yang akan dirancang.

▪ ***Behavioral description***

Perencanaan pada deskripsi behavioral didasarkan pada proses pengerjaan statement antar input dan output secara sequential atau berurutan (*step by step*) dengan menggunakan sequential statement. Keuntungan dari deskripsi behavioral yang merupakan *high level description* adalah tidak perlu memfokuskan pada implementasi gerbang dari desain tetapi difokuskan pada keakuratan model fungsi. Jadi deskripsi behavioral hanya menjelaskan tingkah laku fungsional dari sistem yang dirancang serta respon rangkaian terhadap berbagai sinyal masukan. Tingkah laku sistem diterapkan secara algoritmik tanpa memperlihatkan bagaimana strukturnya diimplementasikan. Deskripsi ini biasanya menggunakan statement *if-then* atau *if-then-else*. Yang termasuk *sequential statement*, yaitu :

- a. *Process statement*
- b. *If-then-else statement*
- c. *Case-when statement*
- d. *For-loop statement*
- e. *While-loop statement*

Struktur penulisan *Architecture Body* adalah sebagai berikut :

Architecture *architecturename* of *entityname* is

Declarations ...

Begin

Concurrentstatement ...

End [architecture] [*architecturename*];

2.2.2.1 Declaration Component

Library adalah suatu tempat *directory* yang dipanggil pada saat mengkompilasi format desain unit. Dalam VHDL biasanya digunakan 2 *library*, yaitu :

- *IEEE library*
- *Work library*

IEEE Library tempat menyimpan desain unit IEEE standar seperti *package std_1164* dan *numeric_std*. Dalam perintahnya digunakan *library clause* : *library IEEE dan Work library* tempat menyimpan desain unit yang dirancang. Setelah merancang desain unit dan desain tersebut ingin digunakan kembali maka desain dapat ditempatkan dalam *library work*, untuk keperluan desain yang lebih besar lagi.

Packages adalah desain unit yang dapat digunakan untuk membuat *type*, *component*, *function* dan deklarasi lain untuk desain unit lain. Sebuah *package* terdiri dari sebuah *package declaration* dan *option package body*. Penulisannya adalah : `Use library_name.Package_name.item;`

Package declaration digunakan untuk mendeklarasikan item-item seperti : *Signal*, *type* dan *component*.

Signal menyatakan *wire-wire* yang menghubungkan antar komponen, *type* mendefinisikan *state* pada *state machine* dan *component* digunakan untuk memanggil *library component*. *Entity declaration*, *Architecture body* dan *package declaration* semuanya desain unit yang digabung dalam satu *file*. Karena *Entity declaration* dan *package declaration* merupakan desain unit utama maka dipisah dalam *library* dan *use*.

2.2.2.2 Concurrent Statement

Concurrent statement merupakan pernyataan yang selalu digunakan dalam *architecture dataflow*, yang tidak mementingkan urutan pengerjaan. Semua penugasan dalam *architecture* ini dieksekusi secara bersamaan. Di bawah ini merupakan beberapa perintah jenis *concurrent*.

1. Boolean Equation

Deskripsi :

```
relation { and relation }
| relation { or relation }
| relation { xor relation }
| relation { nand relation }
| relation { nor relation }
```

Contoh :

```
Architecture boole is
```

begin

v <= (a and b and c) or d;

w <= a or b or c;

x <= a xor b xor c;

y <= a nand b nand c;

z <= a nor b;

end bool;

2. *When-else conditional signal statement*

Deskripsi :

{ expression when condition else } expression;

Contoh :

Architecture *whenelse* is

Begin

x <= '1' when b = c else '0';

y <= j when state = idle else

k when state = first_state else

l when state = second state else

m when others;

end *whenelse*;

2.2.2.3. *Sequential Statement*

Berbeda dengan perintah jenis *concurrent*, perintah jenis ini dikerjakan secara berurutan. Perintah ini selalu digunakan dalam *architecture behavioral* yang mempunyai pengerjaan yang sama dengan pengerjaan bahasa pemrograman

tingkat tinggi. Suatu ciri khas yang dimiliki deskripsi *behavioral* adalah *process statement*, yang diikuti oleh *sensitivity list*. *Sensitivity list* mendefinisikan *signal* mana yang akan menyebabkan proses dieksekusi. Di bawah ini merupakan beberapa perintah *sequential*. Kemiripan deskripsi *behavioral* dengan bahasa pemrograman tingkat tinggi menyebabkan deskripsi *behavioral* relatif jauh lebih mudah untuk dipahami.

1. Process Statement

Deskripsi :

```
[process_label:] process (sensitivity_list)
```

```
    Declaration ...
```

```
begin
```

```
    Sequentialstatements ...
```

```
end process [process_label];
```

Contoh:

```
New_process: process (rst,clk)
```

```
    Constantlatch:std_logic_vector(5 downto 0):="000000";
```

```
begin
```

```
    wait until clk='1';
```

```
    if (rst='1') then
```

```
        q <= latch;
```

```
    elsif (en='1') then
```

```
        q <= data;
```

```
    else
```

```
        q <= q;
```

end if;

end new_process;

2. *if-then-else Statement*

Deskripsi:

If *condition* **then** *sequence_of_statements*

{elseif *condition* **then** *sequence_of_statement***}**

[else *sequence_of_statement***]**

end if;

Contoh:

If (count:="00") **then**

 a <= b;

elseif (count:="10") **then**

 a <= c;

else

 a <= d;

end if;

3. *case-when Statement*

Deskripsi :

case *expression* **is**

(when *identifier* | *expression* | *discrete_range* | **others=>**

*sequence_of_statement***)**

end case;

Contoh :

Case count **is**

```

when "00" =>
  a <= b;

when "10" =>
  a <= c;

when others =>
  a <= d;

end case;

```

4. *for-loop Statement*

Deskripsi:

```

[looplabel:] for parametername in range loop
  sequentialstatement ...
end loop [looplabel];

```

Contoh:

```

Type opcode is (idle,start,stop,clear);

```

...

```

for I in 0 to 7 loop

```

```

  V:= V xor A(I);

```

```

  For J in Opcode loop

```

```

    S <= J;

```

```

    Wait for 10 ns;

```

```

  End loop;

```

```

End loop;

```

5. *while-loop Statement*

Deskripsi:

```
[looplabel:] while condition loop
```

```
    sequentialstatements ...
```

```
end loop [looplabel];
```

Contoh:

While going loop

```
    Count= count+1;
```

```
    Wait until clock = '1';
```

```
End loop;
```

2.2.3 Operator Dalam VHDL

Dalam VHDL terdapat operator-operator yang masing-masing memiliki fungsi tersendiri dan dapat dilihat pada tabel dibawah.

Tabel 2.1 Operator dalam VHDL

Fungsi	Operator
Logika	not, and, or, nand, nor, xor
Relasi	=, /=, <, <=, >, >=
Aritmatika	+, -, *, /, **, mod, rem, abs
Tanda	+, -
Penggabung	&

Untuk operator dalam kelompok logika hanya dapat digunakan oleh tipe BOOLEAN, BIT, dan ARRAY. Operator dalam kelompok relasi dapat digunakan oleh semua macam tipe dan hasilnya dalam bentuk BOOLEAN (true atau false). Operator dalam kelompok aritmatika hanya dapat digunakan oleh tipe INTEGER

dan REAL. Pada tabel di atas terdapat operator '**' yang berarti pangkat, sedangkan 'mod' singkatan dari modulo (hasil bagi bulat), 'rem' singkatan dari remainder (sisa hasil pembagian), dan 'abs' singkatan dari absolute value (harga mutlak).


Operator dalam kelompok tanda hanya dapat digunakan oleh tipe INTEGER dan REAL, juga untuk tanda positif dan negatif. Sedangkan untuk penggabungan '&' digunakan untuk menggabungkan dua buah ARRAY menjadi satu, contohnya: ('1','0','0')&('1','1','1') menjadi ('1','0','0','1','1','1').


2.2.4 Ekspresi Sinyal *Clock*

Sebuah *clock* dalam VHDL didefinisikan sebagai sebuah sinyal *input* periodik yang mempunyai perubahan *level* serta mempunyai tepi naik dan turun. Ekspresi yang menyatakan level sinyal *clock* dituliskan sebagai :

Clock = '0'; atau Clock = '1';,

yang berarti kondisi sinyal *clock* berada pada level '0' atau '1'. Sedangkan untuk ekspresi yang menyatakan perubahan pada tepi clock ditulis sebagai berikut :]

clock'even and clock = '0'; atau → 

clock'even and clock = '1'; → 

Namun bila jenis signal clock yang tidak mendapat perhatian dapat digunakan ekspresi :

clock'event;

2.3 Generic Array Logic (GAL)

GAL merupakan array gerbang logika (*array of logic gate*) yang dapat diprogram oleh pemakai. GAL termasuk kelompok PLD (*Programmable Logic Device*) yang gerbang AND-Nya dapat diprogram tapi gerbang OR-nya tidak dapat diprogram (*Programmable AND - fixed OR*). GAL juga termasuk dalam EEPLD (*Electrically Erasable PLD*) yaitu PLD yang dapat dihapus secara listrik. Pada GAL penghapusan ini terjadi dalam skala waktu milisekon atau lebih tepatnya sekitar 50 milisekon. Ada beberapa keuntungan jika kita menggunakan komponen GAL ini, seperti :

- GAL difabrikasi dengan teknologi Very High Speed EECMOS¹ (*Electrical Erasable CMOS*) yang mempunyai kemampuan test dan keandalan tinggi.
- Konsumsi daya yang rendah.
- Mempunyai *Output Logic Macro Cells* (OLMCs) sehingga perancang dapat membuat konfigurasi output yang diinginkan.
- Dapat mengganti fungsi PAL dalam semua jenis aplikasi (emulasi PAL).

GAL dalam sistem penghapusannya jauh lebih cepat bila dibandingkan dengan EPLD yang menggunakan sinar ultraviolet. EPLD dengan teknologi UVC MOS (Ultraviolet CMOS) akan membutuhkan waktu hapus sekitar 15 menit sedangkan untuk GAL hanya membutuhkan waktu hapus sekitar 50 milisekon.

Terdapat beberapa jenis GAL sesuai dengan kapasitas dari susunan OLMC-nya yaitu : GAL16V8, GAL20V8, GAL22V10, GAL6001 dan masih ada beberapa komponen GAL yang lain. Perbedaan mendasar dari komponen-komponen GAL ini adalah terletak pada jumlah pin yang tersedia (baik yang

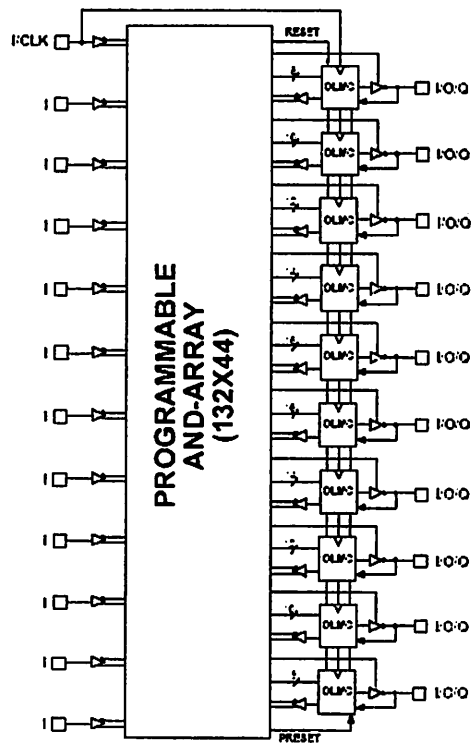
digunakan sebagai input atau yang digunakan sebagai I/O), banyaknya susunan gerbang AND serta jumlah dari OLMC yang disediakan.

Di pasaran terdapat beberapa jenis IC 22V10 yang diproduksi oleh beberapa pabrik seperti AMD (*Advance Micro Devices*), NS (*National Semiconductor*), Samsung dan lainnya. Dalam penyusunan tugas akhir penulis menggunakan IC GAL keluaran LATTICE dengan tipe GAL22V10.

2.3.1 GAL22V10

Komponen ini memiliki spesifikasi antara lain :

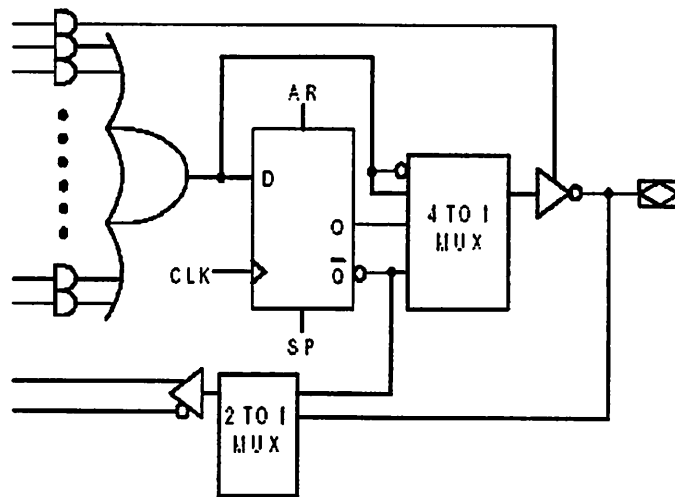
- Jumlah *input* yang memungkinkan sebanyak 22 buah dan *output* sebanyak 10 buah.
- Memiliki masukan *Asynchrnous Reset* (AR) dan *synchronunus Preset* (SP) pada setiap D flip-flop yang dapat diprogram.
- Jumlah *macrocell* sebanyak 10 buah.



Gambar 2.3 Blok Diagram IC GAL 22V10³

IC GAL 22V10 memiliki struktur AND dan OR sama dengan IC PALCE22V10. Polaritas *output macrocell* IC PALCE22V10 dikontrol oleh dua bit selector S0 dan S1. Jika PALCE22V10 digunakan sebagai *register output* maka pin 1 berfungsi sebagai *clock* dengan keluaran 3 state buffer yang sudah terkondisi *enable*.

³ www.latticesemi.com, *Data Sheet GAL22V10*, Lattice Semiconductor Corp., 2002, halaman



Gambar 2-4 Konfigurasi Macrocell GAL 22V10 ⁴

Apabila masukan AR dan SP tidak digunakan maka keduanya harus dikondisikan low atau dihubungkan ke ground. Untuk bisa mengaktifkan SP harus menunggu picuan transisi low ke high sinyal CLK, tetapi pada pengaktifan AR dapat segera tanpa harus menunggu sinyal CLK.

Komponen GAL22V10 ini sama dengan komponen PALCE22V10 yang banyak dijual dipasaran baik itu jumlah macrocellnya maupun jumlah pin-pin I/O yang disediakan. Inovasi lain dari 22V10 selain macrocell adalah disediakan distribusi produk term yang bervariasi. GAL 22V10 memberikan fasilitas 22 Input dan 10 Output dan didalam GAL22V10 juga terdapat 10 macrocell dimana masing-masing macrocell mempunyai atau dilengkapi dengan multiplexer. Pada umumnya waktu delay propagasi (*propagation delay time*) atau sejumlah waktu yang diperlukan agar output kombinasian menjadi valid setelah input diberikan

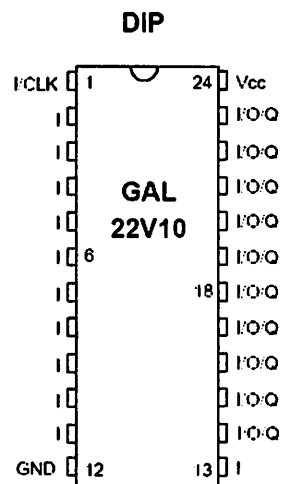
⁴ Ibid, halaman 3

ke pin-pin IC dari GAL22V10 adalah tidak lebih dari 4 nano detik untuk versi standar.

Pada setiap macrocell 22V10 terdapat 2 bit selector S0 dan S1 yang digunakan untuk menentukan polaritas dan jenis masing-masing output-outputnya.

Tabel 2.2 Konfigurasi Logika Output Macrocell GAL 22V10⁵

S1	S0	Konfigurasi
0	0	Register / Aktif Low
0	1	Register / Aktif High
1	0	Kombinasi / Aktif Low
1	1	Kombinasi / Aktif High



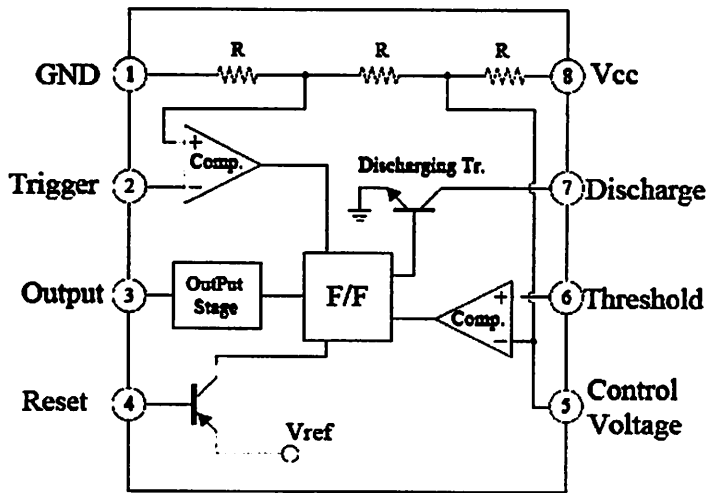
Gambar 2.5 Konfigurasi Pin IC GAL 22V10⁶

⁵ Kevin Skahill, *VHDL for Programmable Logic*, Addison-Wesley, United States, 1996, halaman 42

⁶ Ibid, halaman 1

2.4 Rangkaian Clock

Pada rangkaian clock digunakan IC pewaktu 555. IC pewaktu 555 pertama diperkenalkan sekitar tahun 1971 oleh Signetics Corporation yaitu SE555/NE555, IC tersebut disebut “IC Waktu Mesin”.



Gambar 2.6 Blok Diagram Internal IC NE555⁷

IC 555 dapat dirancang dengan dua cara kerja, yaitu sebagai multivibrator *astabil* (bergerak bebas) dan sebagai multivibrator *monostabil*. Pada rangkaian clock, IC 555 digunakan sebagai multivibrator *astabil*. Jika pewaktu tersebut bekerja sebagai sebuah *multivibrator astabil*, maka keluarannya beralih dari tingkat yang tinggi ke tingkat yang rendah dan kembali lagi. Lamanya kondisi ‘*high*’ dan kondisi ‘*low*’ ditentukan oleh sebuah jaringan kapasitor dan tahanan yang dihubungkan dari luar pewaktu tersebut.

Tegangan yang diberikan untuk IC ini berkisar antara 4,5 Volt sampai dengan 16 Volt. Komponen dasar 555 terdiri atas output driver, *discharge*

⁷ www.fairchildsemi.com, *Data Sheet NE555*, 2002, halaman 1.

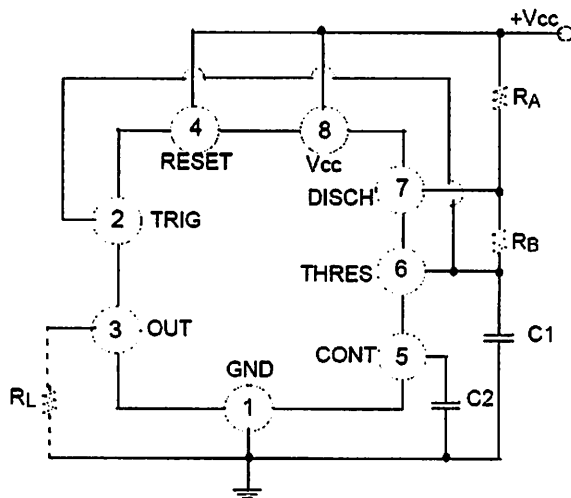
transistor, control Flip-Flop (FF) dan 2 buah komparator. FF mengendalikan transistor pembuang muatan (*discharge* transistor) dan output level/state dikontrol oleh reset (pin 4) atau satu dari kedua komparator. Sebuah komparator dikontrol oleh tegangan pentrigger dan yang lain oleh tegangan *threshold*. Agar IC 555 beroperasi sebagai astabil diperlukan 2 buah resistor dan timing kapasitor.

Misalnya kapasitor terisi muatan oleh Vcc melalui RA dan RB. Output pin 3 tinggi, discharge transistor (pin 7) OFF. Ketika tegangan kapasitor mencapai $\frac{2}{3} * VCC$ (akibat pengisian muatan), threshold comparator (pin6) bekerja, output menjadi rendah, discharge transistor(pin 7) ON (tegangan sekitar 0 volt).

Muatan kapasitor dibuang melalui RB dan pin 7 ke ground. Tetapi komparator bekerja ketika tegangan pada pin 4(reset) menjadi dibawah $\frac{1}{3} * VCC$, output menjadi tinggi lagi, discharge transistor OFF dan kapasitor terisi lewat RA dan RB lagi. Begitu seterusnya sehingga menghasilkan osilasi.

Waktu yang diperlukan untuk mengubah dari $\frac{1}{3}$ menjadi $\frac{2}{3} * VCC$ adalah $0,671 R C$. Yaitu pengisian kapasitor melalui RA dan RB. Ini adalah waktu selama output tinggi atau $t_H = 0,671 (RA+RB) * C$

Waktu pembuangan kapasitor output adalah rendah. Waktu ini adalah waktu pembuangan dari $\frac{2}{3} * VCC$ menjadi $\frac{1}{3} * VCC$ juga $0,67 R C$. Tetapi pembuangan hanya melalui RB saja. $t_L = 0,671 RB * C$



Gambar 2.7 Rangkaian Dasar Multivibrator Astabil IC 555⁸

Untuk rangkaian mutivibrator astabil, frekuensinya dapat dicari dengan

rumus :

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1,44}{(RA + 2RB) \cdot C_1} \quad 9$$

2.5 Induktor

Induktor (disebut juga induktansi) yang dibentuk oleh kumparan atau gulungan kawat yang tersusun sedemikian rupa, sehingga bila terdapat arus yang mengalir melalui kumparan, maka fluks magnet yang ditimbulkan oleh arus akan berubah dan menginduksi ggl lawan dari dalam kumparan. Kekuatan atau intensitas medan magnet dalam kumparan dapat dihitung dengan rumus :

$$H = \frac{NI}{l} \quad 4)$$

⁸ Ibid, halaman 5

⁹ Ibid, halaman 7

⁴⁾ Joseph A. Edminister (1985), M.S.E, *Elektromagnetika*, Erlangga, Jakarta, 1997, halaman 141.

dimana : H = intensitas (kekuatan) medan magnet (A/m)

N = banyaknya lilitan

I = arus yang mengalir (A)

l = panjang penampang lilitan (m)

Kuat medan magnet H bergantung pada muatan-muatan (yang bergerak) dan tidak tergantung pada mediumnya. Medan gaya yang dikaitkan dengan H adalah kerapatan fluks magnetik B , yang diberikan oleh :

$$B = \mu \cdot H \quad 5)$$

dimana : B = kerapatan fluks magnetik (Tesla)

μ = permeabilitas medium ($\mu = \mu_0 \cdot \mu_r$)

H = intensitas medan magnet

Permeabilitas ruang bebas μ_0 mempunyai nilai $4\pi \times 10^{-7}$ dengan satuan Henry per meter (H/m). Permeabilitas relatif μ_r medium adalah suatu bilangan murni yang sangat dekat dengan satu, kecuali untuksebilangan kecil bahan ferromagnetik.

Sedangkan untuk menghitung fluks magnetik kumparan adalah :

$$\Phi = B \cdot S \quad 6)$$

dimana : Φ = fluks magnetik (Weber)

B = kerapatan fluks magnetik (T)

S = luas penampang kumparan (m^2)

Untuk kumparan yang berintikan udara, Induktansi dari lilitan primer dan lilitan sekundernya dapat dihitung dengan rumus baku sebagai berikut :

⁵⁾ Ibid, halaman 115.

⁶⁾ Ibid, halaman 115.

$$L = \frac{31,6N^2r_1^2}{6r_1 + 9l + 10(r_2 - r_1)} (\mu\text{H}) \quad 7)$$

dimana : L = Induktansi (μH)

N = banyaknya lilitan

l = panjang inti

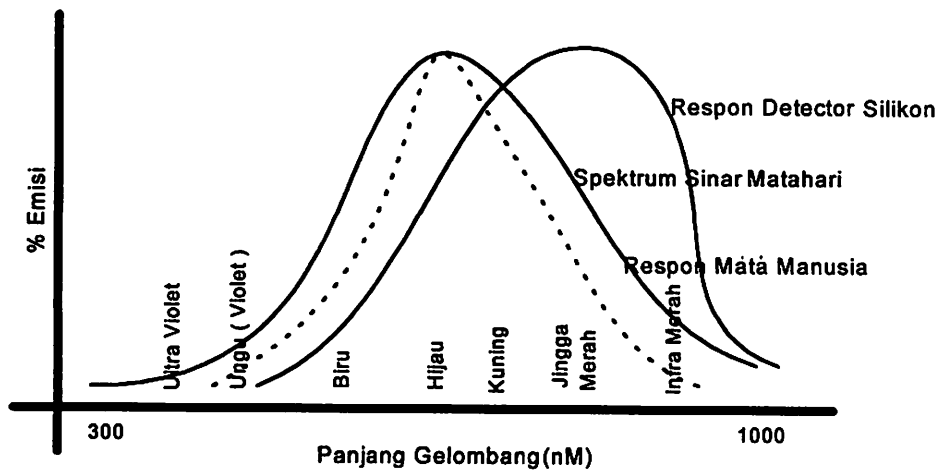
r_1 = jari-jari lilitan dari titik tengah inti sampai lapisan pertama

r_2 = jari-jari lilitan dari titik tengah inti sampai lapisan terakhir

2.6 Infra Merah

Spektrum cahaya juga termasuk gelombang elektromagnetik dan dapat dikelompokkan dalam beberapa macam, yaitu cahaya tampak dan cahaya tak tampak. Didalam cahaya kompleks, dua sifat itu menjadi satu, contohnya cahaya matahari yang didalamnya memiliki macam-macam cahaya yang biasa disebut pelangi. Infra merah termasuk golongan cahaya yang tidak tampak oleh mata kita. Yang memiliki panjang gelombang cahaya infra merah ini antara $0,7 \times 10^6$ m sampai 100×10^6 m.

⁷⁾ Ibid, halaman 140.



Gambar 2.8 Spektrum Cahaya dan Respon Mata Manusia

Gelombang elektromagnetik dapat dibagi dalam beberapa daerah, yaitu : gelombang radio, gelombang mikro, sinar infra red, sinar ultraviolet, sinar X dan sinar gamma. Spektrum gelombang elektromagnetik diatas dapat dilihat dalam tabel berikut ini :

Tabel 2.3 Spektrum Gelombang Elektromagnetik

Panjang Gelombang (meter)	Frekuensi	Jenis Gelombang
$10^{-13} - 10^{-15}$	$10^{21} - 10^{23}$	Sinar Gamma
$10^{-9} - 10^{-12}$	$10^{17} - 10^{20}$	Sinar x
$10^{-7} - 10^{-9}$	$10^{15} - 10^{17}$	Ultra Violet
$10^{-6} - 10^{-7}$	$10^{14} - 10^{15}$	Cahaya Tampak
$10^{-3} - 10^{-6}$	$10^{11} - 10^{14}$	Infra Red
$10^{-1} - 10^{-3}$	$10^9 - 10^{11}$	Gelombang Mikro
$10^5 - 10^{-1}$	$10^3 - 10^9$	Gelombang Radio

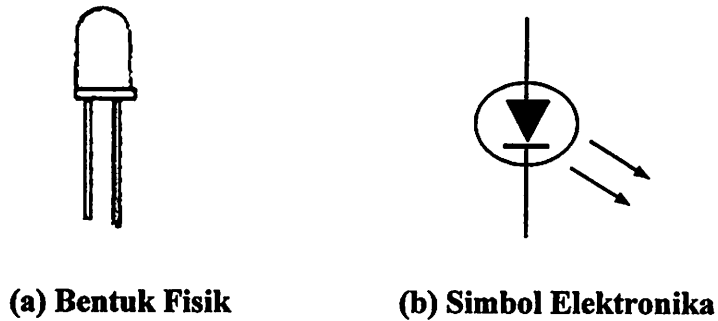
Sifat dari spektrum infra merah tidak berbeda jauh dengan cahaya tampak, diantaranya dapat memancarkan cahaya yang merupakan satu garis lurus dan dapat menembus benda-benda transparan, serta dapat pula dipantulkan oleh benda yang memantulkan cahaya, misalnya : cermin. Spektrum infra red banyak digunakan untuk keperluan elektromagnet, terutama untuk alat yang menggunakan pengaturan dari jarak jauh atau system yang menggunakan remote controle. Beberapa keuntungan penggunaan spektrum infra red adalah :

- Infra red mempunyai panjang gelombang yang relative pendek pada daerah frekuensi tertentu dengan panjang gelombang 0,7 sampai 10^{-6} m.
- Pemancar infra red membutuhkan sumber tegangan kecil.
- Tidak mengganggu media transmisi lainnya untuk kepentingan umum, sehingga tidak memerlukan ijin khusus.
- Spektrum infra red merupakan cahaya yang tidak tampak oleh mata, sehingga dapat digunakan untuk keperluan rahasia.

2.6.1 Light Emitting Diode (LED) Infra-Red

Selain oleh matahari, cahaya jenis ini dapat dibangkitkan melalui teknologi difusi pada dioda semikonduktor yang biasa disebut LED (Light Emitting Dioda). Sedangkan dioda sendiri juga banyak jenisnya termasuk yang bisa memancarkan cahaya saat dialiri arus forward padanya, electron dari pita konduksi melewati junction dan jatuh kedalam hole pita valensi, sehingga electron-elektron tersebut memancarkan energi. Pada dioda biasa energi ini dipancarkan melalui panas dan dioda yang tidak memancarkan cahaya contohnya

dioda zener maupun dioda penyearah. Lambang dan bentuk dari LED infra red tersebut dapat dilihat pada gambar gambar di bawah ini :

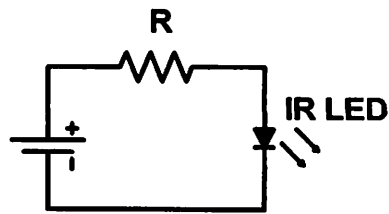


Gambar 2.9 Dioda Infra Merah

LED Infra-Red digunakan untuk menghasilkan emisi infra merah, dimana emisi tersebut tergantung dari bahan yang menyusunnya. Untuk LED infra-red berbahan Galium Arsenid (GaAs) mempunyai panjang gelombang antara 900-940 nm, sedangkan untuk LED infra-red berbahan Galium Aluminium Arsenid (GaAlAs) memiliki panjang gelombang 880 nm.

Umumnya setelah LED menyala, tegangan pada LED bertahan stabil pada 1,2 Volt. Arus yang diperbolehkan lewat pada LED adalah antara 10-100 mA. Agar LED tidak rusak oleh arus yang dikeluarkan sumber, maka perlu diberikan pelawan R. R tersebut dapat dicari dengan rumus :

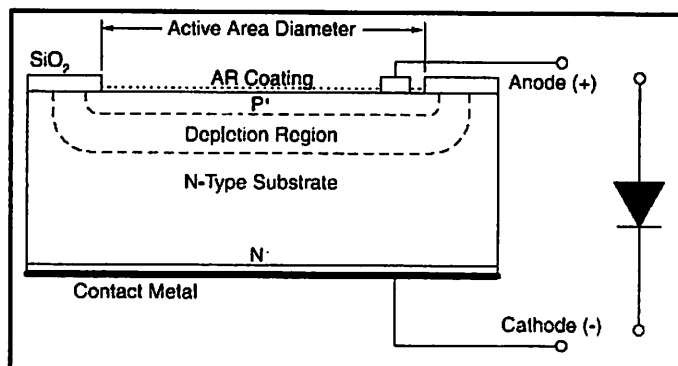
$$R = \frac{V_{cc} - V_{infra}}{I_{infra}}$$



Gambar 2.10 Cara Memberi Tegangan Pada Led IR

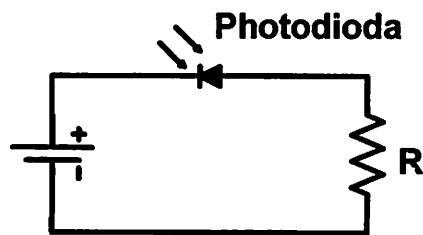
2.7 Photodioda

Bentuk dari photodioda mirip dengan LED infra-red. Komponen ini peka terhadap cahaya.



Gambar 2.11 Konstruksi Silikon Photodioda

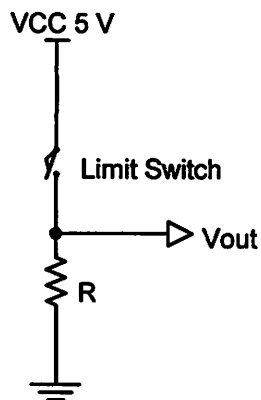
Bila photodioda diberi cahaya maka perlawanannya akan turun. Makin kuat cahayanya makin kecil harga perlawanannya. Namun bila tidak ada cahaya yang mengenainya dan dioda tersebut diberi tegangan muka terbalik maka perlawanannya akan sangat besar.



Gambar 2.12 Cara Memberi Tegangan pada Photodiode

2.8 Limit Switch

Limit Switch merupakan saklar yang berfungsi untuk memberikan keluran high dan low. *Limit Switch* mempunyai dua kondisi yaitu *Normaly Open (NO)* dan *Normaly Close (NC)*.



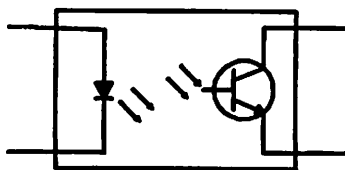
Gambar 2.13 Rangkaian *Limit Switch*

Pada rangkaian di atas, saat *limit switch* pada posisi terbuka maka tegangan keluaran (V_{out}) sebesar 0 V, sedangkan pada posisi tertutup maka tegangan keluaran sebesar 5 V. V_{out} dapat dicari dengan menggunakan persamaan berikut :

$$V_{out} = (I \cdot R)$$

2.9 Optocoupler

Sebuah *optocoupler* juga disebut *optoisolator* yang menggabungkan *led* pada sisi *input* dan *phototransistor* pada sisi *output* dalam satu kemasan. Sumber tegangan pada sisi *input* terdapat resistor seri yang berfungsi untuk mengatur arus *led*. Perubahan pada sumber tegangan menghasilkan perubahan arus pada *led*, dimana perubahan arus ini akan masuk pada *phototransistor*. Dalam *phototransistor* cahaya masuk melalui sebuah jendela dan mengenai sambungan kolektor basis. Hal ini mengakibatkan perubahan tegangan pada kaki kolektor dan emitor. Hal inilah yang menyebabkan kombinasi *led* dan *phototransistor* disebut dengan *optocoupler*. Keuntungan pokok *optocoupler* adalah terjadinya isolasi elektrik antara rangkaian *input* dan *output*. Dengan *optocoupler* hanya terdapat kontak *input* dan *output* dalam bentuk pancaran sinar saja.

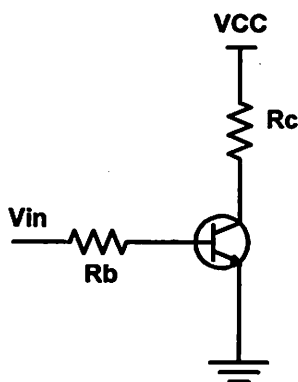


Gambar 2.14 Simbol Optocoupler

2.10 Transistor Sebagai Saklar

Transistor yang paling umum digunakan dalam sistem elektronika digunakan sebagai komponen aktif dengan konfigurasi penguat. Dalam kondisi ini *transistor* bekerja pada daerah linier. Transistor difungsikan dalam dua kondisi non-linier yaitu *cut off region* (mati) dan *saturation region* (jenuh). Pada kondisi *cut off* transistor dapat dipersamakan sebagai saklar terbuka sedangkan pada

kondisi saturasi disamakan sebagai saklar tertutup. Konfigurasi yang paling umum digunakan yaitu *mode common emitter* seperti ditunjukkan pada gambar.



Gambar 2.15 Transistor Sebagai Saklar

Dari gambar diatas terlihat *transistor* dikendalikan dari bias pada *input* basis. Pada saat tegangan *input* mencapai diatas tegangan *threshold* dari *transistor* ($V_{be} \leq 0,6$ Volt) maka transistor akan mencapai saturasi. Arus kolektor mengalir sangat besar dari kolektor ke emitor sehingga tegangan V_{cc} menjadi rendah. Jika pada kondisi sebaliknya tegangan *input* dibawah tegangan *threshold* ($V_{be} < 0,6$ volt) maka transistor menjadi *cut off*. Arus kolektor tidak dapat mengalir dari kolektor ke emitor sehingga tegangan V_{cc} menjadi tinggi. Perhitungan untuk besarnya nilai resistor dapat digunakan persamaan sebagai berikut :

$$R_c = \frac{V_{cc}}{I_c}$$

$$I_b = \frac{I_c}{H_{fe}}$$

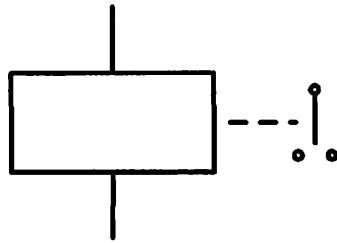
$$R_b = \frac{V_{in} - V_{be}}{I_b}$$

2.11 Relay

Relay adalah komponen elektronika yang umumnya digunakan untuk menghidupkan rangkaian kontrol dan peralatan listrik lainnya, yang menarik arus relatif kecil namun demikian *relay* dapat mengontrol tegangan dan arus yang lebih besar dengan menggunakan efek penguatan (*Amplifier Effect*). *Amplifier effect* didapat dengan memanfaatkan tegangan kecil untuk mengoperasikan koil dan *relay*. Kemudian *relay* tersebut digunakan untuk mengubah-ubah posisi kontak. Kontak pada *relay* dapat digunakan untuk mensaklar tegangan yang lebih besar sampai 460 volt. Aliran arus yang digunakan untuk mengatur koil *relay* terpisah dari arus listrik dan dikontrol oleh kontak-kontak pada *relay* tersebut.

Pada dasarnya *relay* dapat dikatakan sebagai kuda beban yang mengontrol suatu rangkaian elektronika dengan cara membuka dan menutup kontak pada rangkaian lain (rangkaiannya internal). Apabila kontak *relay* adalah *normally open* maka arus terbuka bila *relay* tidak dialiri arus. Sebaliknya pada titik kontak *relay* dialiri arus. Pada kedua kondisi tersebut kontak-kontak dari *relay* akan berubah keadaannya apabila *relay* dialiri arus listrik.

Terdapat berbagai jenis konfigurasi yang berbeda dari *relay* tergantung pada jumlah dari *break*, *pole* dan *throw*. Sebagai contoh sebuah *relay* dapat digambarkan sebagai *single-pole double-throw (SPDT)* atau *double-pole double-throw (DPDT)*.



Gambar 2.16 Simbol Relay

2.12 Motor Arus Searah

2.12.1 Pengertian Motor Arus Searah

Motor arus searah (*Direct Current*) adalah suatu mesin yang berfungsi mengubah tenaga listrik arus searah menjadi tenaga mekanik dimana tenaga gerak tersebut berupa putaran rotor.

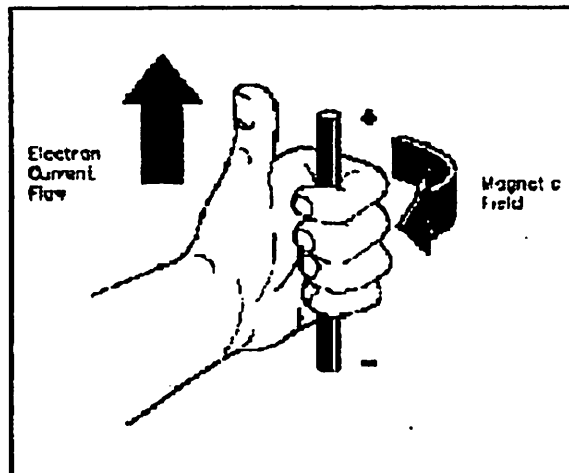
2.12.2 Prinsip Dasar Motor Arus Searah

Prinsip kerja motor arus searah atau motor DC berdasarkan pada penghantar yang dialiri arus listrik ditempatkan dalam suatu medan magnet, maka penghantar tersebut akan mengalami gaya. Gaya tersebut menimbulkan torsi yang akan menimbulkan rotasi mekanik, sehingga motor akan berputar. Motor arus searah berputar harus membutuhkan syarat-syarat sebagai berikut :

- Adanya garis gaya magnet (fluks), antara kutub yang ada di stator.
- Penghantar yang dialiri arus ditempatkan pada jangkar yang berada dalam medan magnet tadi.
- Pada penghantar timbul gaya yang menghasilkan torsi.

Setiap arus yang mengalir melalui sebuah konduktor akan menimbulkan medan magnet. Arah medan magnet dapat ditentukan dengan kaidah tangan kiri.

Ibu jari tangan menunjukkan arah aliran arus listrik sedangkan jari-jari yang lain menunjukkan arah medan magnet yang timbul, seperti yang ditunjukkan oleh gambar 2-17 berikut ini :



Gambar 2.17 Kaidah Tangan Kiri

Adapun besarnya gaya yang bekerja pada kawat tersebut dapat dirumuskan dengan :

$$F = B \cdot L \cdot I \text{ (Newton)}$$

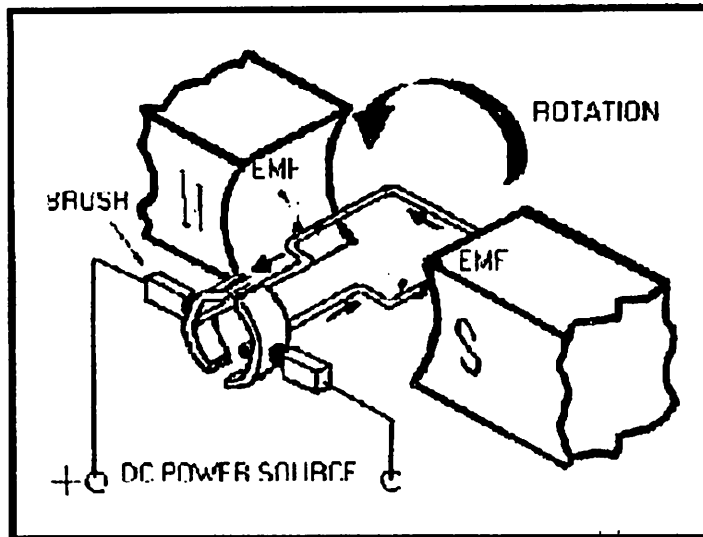
Dimana B = Kerapatan fluks magnet (Weber)

L = Panjang penghantar (Meter)

I = Arus listrik (Ampere)

2.12.3 Konstruksi Motor DC

Motor Arus Searah mempunyai bagian yang diam (*stator*) dan bagian yang berputar (*rotor*). Bagian stator terdiri dari badan motor (*body*).



Gambar 2.18 Konstruksi Dasar Motor DC

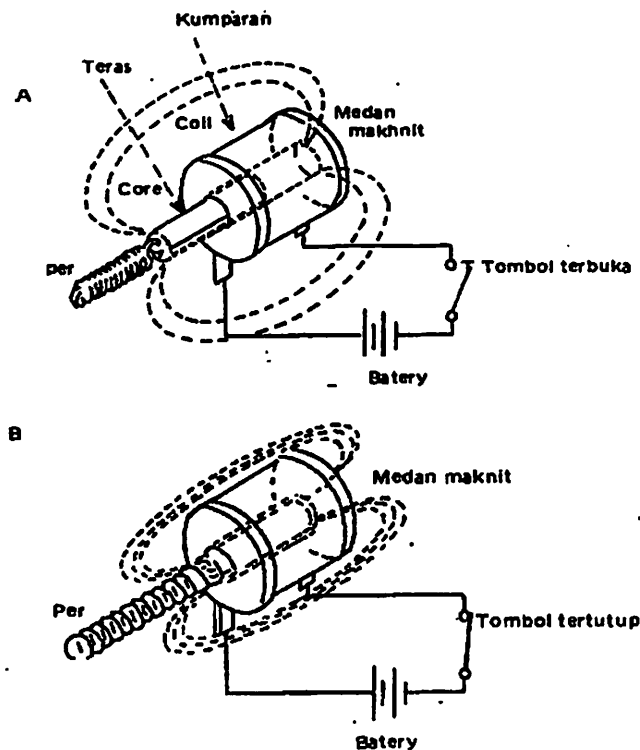
Pada gambar 2.18 di atas tampak sebuah konstruksi dasar motor DC, pada gambar diatas terlihat bahwa pada saat terminal motor diberi tegangan DC maka arus elektron akan mengalir melalui konduktor dari terminal negatif menuju ke terminal positif. Karena konduktor berada diantar medan magnet maka akan timbul medan magnet juga pada konduktor yang arahnya seperti terlihat pada gambar 2.18 diatas. Arah garis gaya medan magnet yang dihasilkan oleh magnet permanen adalah dari kutub utara menuju kutub selatan. Sementara pada konduktor yang dekat dengan kutub selatan, arah garis gaya medan magnet disisi sebelah bawah searah dengan garis gaya magnet permanen sedangkan disisi sebelah atas arah garis gaya magnet berlawanan arah dengan garis gaya magnet permanen. Ini menyebabkan medan magnet disisi sebelah bawah lebih rapat daripada sisi sebelah atas. Dengan demikian konduktor akan terdorong ke arah atas. Sementara pada konduktor yang dekat dengan kutub utara, arah garis gaya magnet disisi sebelah atas searah dengan garis gaya magnet permanen sedangkan

disisi sebelah bawah arah garis gaya magnet berlawanan arah dengan garis gaya magnet permanen. Ini menyebabkan medan magnet disisi sebelah atas lebih rapat daripada sisi sebelah bawah. Dengan demikian konduktor akan terdorong ke arah bawah. Pada akhirnya konduktor akan membentuk gerakan berputar berlawanan dengan jarum jam seperti terlihat pada gambar 2.18 di atas.

2.13 Solenoid

Solenoid merupakan alat yang sanggup mengubah sinyal listrik menjadi tenaga mekanik. Konstruksi solenoid terdiri dari kawat yang digulung (kumparan) berbentuk silinder. Tuas besi ditengah solenoid dapat bergerak bebas untuk meluncur ke dalam dan ke luar kumparan.

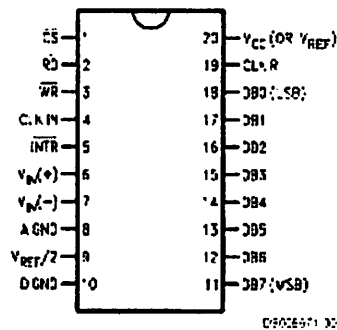
Sistem kerja solenoid menggunakan prinsip elektromagnet. Bila tegangan disalurkan pada kumparan itu, akan timbul medan elektromagnetik di sekeliling kumparan, sehingga tuas besi ditarik ke dalam kumparan oleh gaya magnet (gambar B). Per yang diletakkan pada tuas menarik tuas besi ke luar kumparan saat tidak ada gaya magnet.



Gambar 2.19 Prinsip Kerja Solenoid

2.14 ADC0804

ADC0804 merupakan IC CMOS yang dapat mengkonversikan tegangan masukan analog menjadi keluaran digital dengan tingkat revolusi 8-bit. Mode kerja yang banyak dipakai pada ADC0804 adalah mode *free-running*. Dengan mode ini ADC akan bekerja secara terus-menerus. Mode tersebut dihasilkan dengan cara menghubungkan pin 5 INTR dengan pin 3 WR pada mode CS = '0'. Saat proses konversi tersebut CS harus diberi *signal 'low'*, WR diberi *signal rendah* sesaat, dan INTR akan sibuk sampai kondisi EOC (End of Conversion). Dan pada proses pembacaan CS dan RD harus diberi *signal 'low'*.

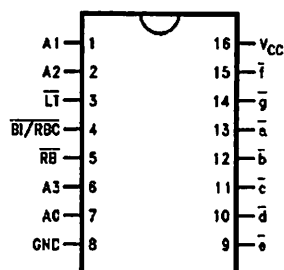


Gambar 2.20 Konfigurasi Pin ADC0804 ¹⁰⁾

ADC0804 telah dilengkapi dengan *internal clock (self-clocking)* dengan menambahkan komponen eksternal R dan C, antara pin 4 (CLK-IN) dengan pin 19 (CLK- R) yang telah dilengkapi dengan gerbang Schmitt-trigger. Frekuensi *clock* yang terjadi dapat dihitung dengan rumus :

$$f_{clock} = \frac{1}{1,1.R.C} \quad 11)$$

2.15 IC 74LS47



Gambar 2.21 Konfigurasi Pin IC TTL 74LS47

IC TTL 74LS47 merupakan *decoder* untuk mengubah *Binary Code Decimal (BCD)* ke seven segment dengan *open-collector output*. Keterangan LS

¹⁰⁾ www.national.com, *Data Sheet ADC0804*, 1999, halaman 1.

¹¹⁾ *ibid*, halaman 23.

pada seri IC ini adalah 'L' berarti Low Power dan 'S' berarti Schottky. Didalamnya tersusun oleh jenis dioda schottky sehingga akan mencegah pemborosan arus. Dioda schottky adalah jenis semikonduktor dengan menggunakan metal, seperti emas, perak, platinum pada satu sisinya. IC 74LS47 mempunyai 4 bit *input data BCD*, *Lamp Test (LT)*, *Ripple Blanking Input (RBI)* dan *Blanking Input* atau *Ripple Blanking Output (BI/RBO)* serta *Segment Output*. *Decoder* ini akan mengubah *BCD* ke *seven segmen* seperti pada tabel berikut :

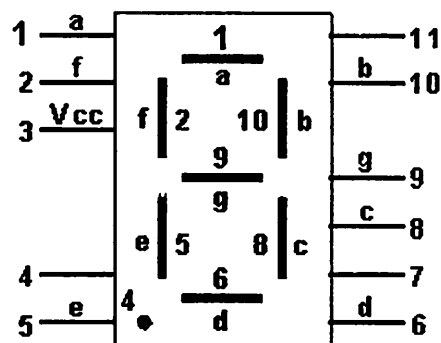
Tabel 2.4 Tabel Kebenaran IC 74LS47

DESIMAL	BCD (8421)	SEGMENT (a b c d e f g)
0	0000	0 0 0 0 0 0 1
1	0001	1 0 0 1 1 1 1
2	0010	0 0 1 0 0 1 0
3	0011	0 0 0 0 1 1 0
4	0100	1 0 0 1 1 0 0
5	0101	0 1 0 0 1 0 0
6	0110	0 1 0 0 0 0 0
7	0111	0 0 0 1 1 1 1
8	1000	0 0 0 0 0 0 0
9	1001	0 0 0 0 1 0 0

2.16 Seven Segment

Seven Segment merupakan salah satu dari sekian banyak jenis tampilan. Sesuai dengan namanya, maka tampilan ini memiliki pola 7 batang yang membentuk angka 8. Tampilan *seven segment* dapat menampilkan angka-angka dari 0 sampai 9 dan juga bentuk huruf A sampai F (dimodifikasi).

Dalam Skripsi ini *seven segment* digunakan untuk menampilkan jumlah cetakan yang sudah dibuat. *Seven segment* terdapat dua jenis yaitu *Common Anode* dan *Common Catode*. *Seven segment* ini akan digabungkan dengan dekoder 74LS47, dimana tampilan yang akan terjadi adalah seperti pada tabel 2-4. Sesuai dengan tabel kebenaran IC 74LS47 maka jenis *seven segment* yang digunakan yaitu *Common Anode*.



Gambar 2.22 Bentuk Tampilan *Seven Segment*

BAB III

PERENCANAAN DAN PEMBUATAN ALAT

Karena alat ini bekerja menggunakan gabungan antara *hardware* dan *software*, maka pada perencanaan dan pembuatan alat dibagi dalam dua sub-bab, yaitu :

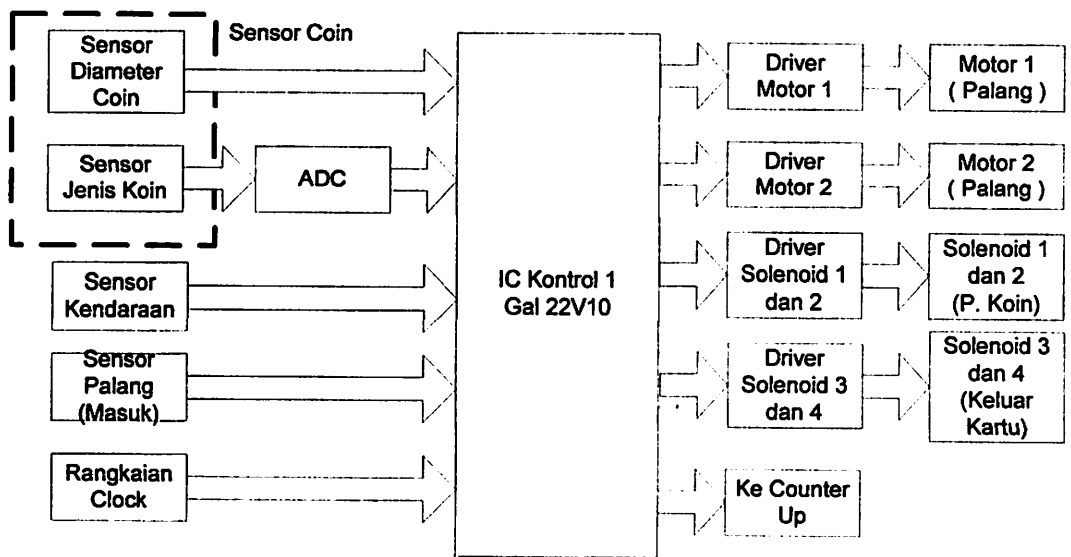
- a. Perencanaan perangkat lunak.
- b. Perencanaan perangkat keras.

Spesifikasi Alat :

- 1.Koin yang digunakan hanya Rp. 500,- dan Rp. 1000,-.
- 2.Alat hanya diperuntukkan untuk motor dan mobil beroda empat.
- 3.Kapasitas parkir baik mobil maupun motor masing-masing 9 kendaraan.
- 4.Untuk mekanik sistem pemilihan koin dan pengeluaran kartu parkir digunakan solenoid sebagai penggerakannya.
- 5.Untuk palang pintu, masing-masing palang pintu yaitu pintu masuk dan keluar terdapat 2 buah motor penggerak.
- 6.Untuk pemindahan kartu dari mesin pintu keluar ke mesin pintu masuk dilakukan oleh seorang operator.

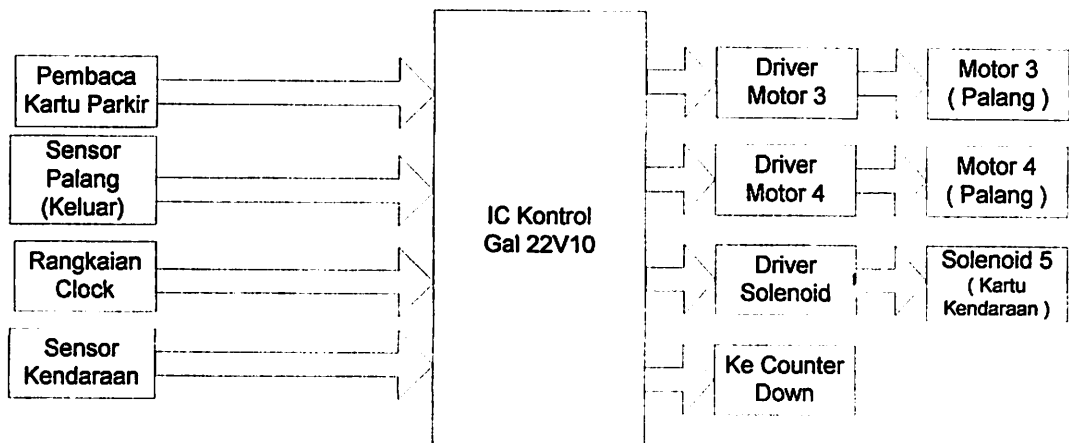
3.1 Perencanaan Perangkat Lunak

3.1.1 Diagram Blok Sistem pada Pintu Masuk



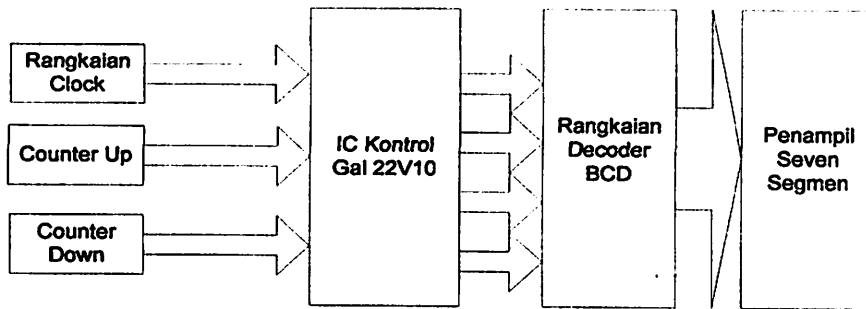
Gambar 3.1 Blok Diagram Pintu Masuk

3.1.2 Diagram Blok Sistem pada Pintu Keluar



Gambar 3.2 Blok Diagram Pintu Keluar

3.1.3 Diagram Blok Rangkaian Penghitung Jumlah Kendaraan



Gambar 3.3 Blok Diagram Sistem Pengontrol Lapangan parkir

Fungsi dari masing-masing blok diagram adalah sebagai berikut :

- **Sensor Koin**
Digunakan untuk mendeteksi koin yang dimasukkan.
- **ADC**
Digunakan untuk mengubah besaran analog menjadi digital dari sensor coin.
- **Sensor Kendaraan**
Digunakan untuk mengontrol membedakan antara motor dan mobil.
- **Sensor Palang Masuk**
Digunakan untuk menentukan membuka dan menutupnya palang masuk.
- **Rangkaian Clock**
Rangkaian clock dibentuk dengan menggunakan IC NE555 yang dapat mengeluarkan pulsa digital *high* dan *low* secara kontinyu pada frekuensi tertentu. Pulsa-pulsa *clock* sangat penting bagi rangkaian logika *sequential* karena pulsa clock menentukan waktu antar-langkah suatu urutan.

- IC kontrol

IC kontrol digunakan untuk mengolah semua masukan dan menjalankan semua keluaran.

- Driver Motor / Solenoid

Digunakan untuk menguatkan sinyal, sehingga keluaran dari IC kontrol bisa digunakan untuk menggerakkan motor atau solenoid.

- Rangkaian Penghitung Jumlah Kendaraan

Digunakan untuk menghitung keluar masuknya kendaraan serta untuk mengetahui penuh tidaknya tempat parkir.

3.2. Perencanaan Perangkat Keras

3.2.1. Rangkaian *Clock*

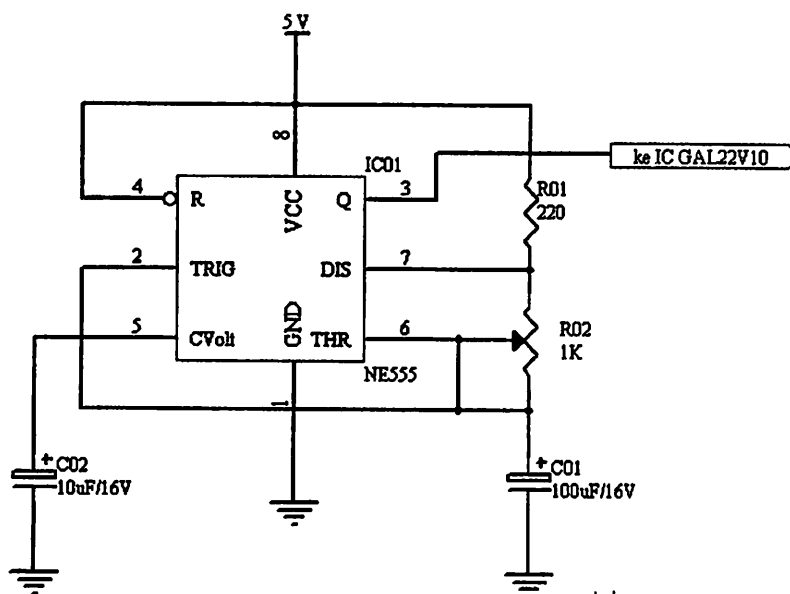
Rangkaian pembangkit pulsa (*clock*) untuk IC VHDL menggunakan IC pewaktu tunggal NE555. Karena alat ini tidak memerlukan respon frekuensi yang cepat, maka frekuensi yang dipakai adalah rendah. Pada alat ini menggunakan frekuensi 20 Hz dan untuk mendapatkan frekuensi yang diinginkan maka dicari dengan perhitungan :

$$f = \frac{1,44}{[R_1 + (2R_2)] \times C_1}$$

$$R_2 = \frac{\left(\frac{1,44}{f \times C_1} - R_1 \right)}{2}$$

$$R_2 = \frac{\left(\frac{1,44}{20 \times 100 \cdot 10^{-6}} - 220 \right)}{2}$$

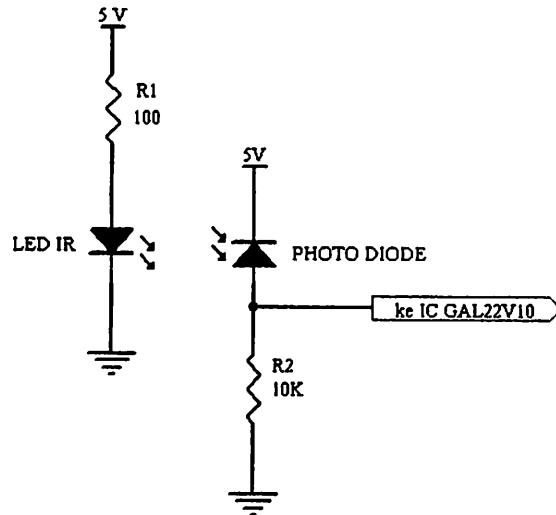
$$R_2 = \frac{500}{2} = 250\Omega$$



Gambar 3.4 Rangkaian *Clock/Multivibrator Astabil*

3.2.2 Rangkaian Sensor Infra Merah

Rangkaian sensor infra merah menggunakan *led* infra merah sebagai pemancarnya dan photodiode sebagai penerimanya. Sensor ini difungsikan untuk memberikan sinyal masukan pada IC GAL 22V10 berupa *high* atau *low*, sinyal tersebut akan digunakan untuk menentukan mulai bergerak dan berhentinya motor serta sebagai pendeteksian adanya kartu parkir dan untuk mendeteksi diameter koin.



Gambar 3.5 Rangkaian Pemancar Infra Merah dan Penerima Photodioda

Umumnya tegangan penyalaaan *Infra red* 1,2 Volt dan arus *typicalnya* 10 – 100 mA (diambil $I_{\text{infra}} = 40\text{mA}$). Maka :

$$R_1 = \frac{V_{cc} - V_{\text{infra}}}{I_{\text{infra}}}$$

$$R_1 = \frac{5 - 1,2}{40 \times 10^{-3}}$$

$$R_1 = 95 \quad \Omega$$

Hasil diatas dapat diambil nilai terdekatnya yaitu 100 Ω . Dan untuk mencari R pada photodioda adalah sebagai berikut :

$$R_2 = \frac{V_{cc}}{I_{\text{photo}}}$$

$$R_2 = \frac{5}{0,52 \cdot 10^{-3}}$$

$$R_2 = 9,43 \text{ k}\Omega \approx 10 \text{ k}\Omega$$

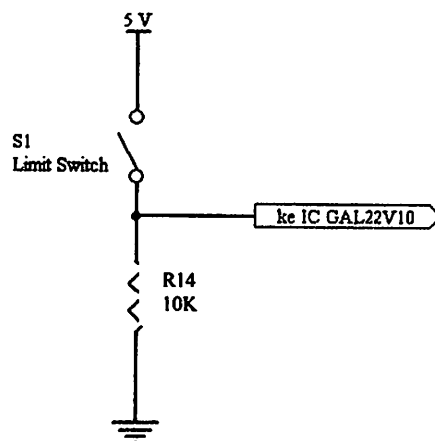
3.2.3 Rangkaian *Limit Switch*

Sebagaimana rangkaian sensor infra merah, rangkaian *limit switch* digunakan untuk memberikan sinyal masukan pada IC GAL 22V10 berupa *high* atau *low*, sinyal tersebut akan digunakan untuk mendeteksi jenis kendaraan.

Rangkaian *limit switch* ini berguna untuk membentuk logika *high* pada saat *limit switch* ditekan. Demikian sebaliknya, jika *limit switch* tidak ditekan maka output rangkaian adalah *low*. Arus yang mengalir melalui R saat *limit switch* ditekan adalah :

$$I = \frac{V_{cc}}{R}$$

$$= \frac{5}{10.000} = 0,0005 \text{ A}$$



Gambar 3.6 Rangkaian Limit Switch

3.2.4 Rangkaian Driver Motor

Rangkaian driver motor terdiri dari komponen *optocoupler*, *transistor*, dioda, resistor dan *relay*. Pada gambar 3.7 digunakan *optocoupler* dengan tipe 4N25 yang berfungsi sebagai isolator untuk mengisolasi IC GAL dari adanya arus

balik yang terjadi pada rangkaian driver motor. Jika tegangan keluaran dari IC GAL 5 volt dan untuk membuat aktif *optocoupler* diperlukan arus *forward* $I_f = 10$ mA dan tegangan *forward* $V_f = 1,5$ volt maka untuk mencari nilai R_1 yaitu :

$$R_1 = \frac{V_{cc} - V_f}{I_f} = \frac{5 - 1,5}{10 \cdot 10^{-3}} = 350 \Omega$$

Karena nilai R_1 sebesar 350Ω tidak ada dipasaran maka menggunakan resistor dengan nilai 330Ω .

Didalam 4N25 terdapat *transistor* jenis NPN yang dapat dipicu oleh cahaya *led*. Transistor ini peka terhadap cahaya sehingga bisa disebut juga phototransistor. Bila *led* menyala maka pada basis *transistor* akan terjadi loncatan elektron yang bias menimbulkan adanya arus basis dan membuat I_c mengalir atau transistor menjadi saturasi. Untuk mengaktifkan *relay* diperlukan *transistor* NPN tipe BD 139.

Diketahui $V_{be} = 0,7$ volt

$$V_{ce \text{ sat}} = 0,5 \text{ Volt}$$

$$H_{fe} = 50$$

$$R_{\text{relay}} = 400 \Omega$$

$$V_{cc} = 12 \text{ Volt}$$

Sehingga R_2 dapat dihitung sebagai berikut :

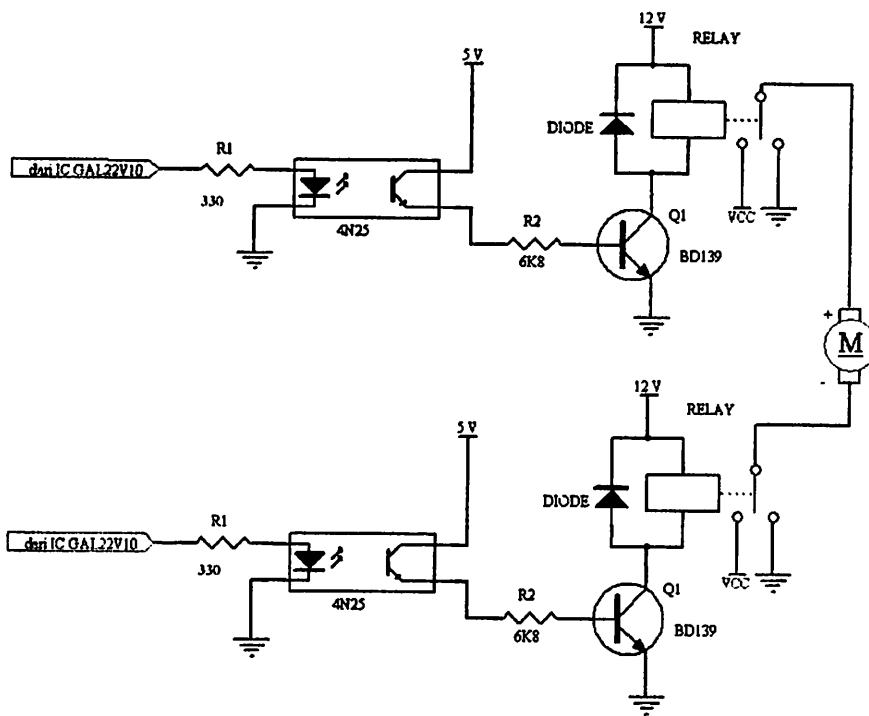
$$I_{\text{relay}} = \frac{V_{cc} - V_{ce \text{ sat}}}{R_{\text{relay}}} = \frac{12 - 0,5}{400} = 28,75 \text{ mA}$$

$$I_b = \frac{I_{\text{relay}}}{H_{fe}} = \frac{28,75 \times 10^{-3}}{50} = 0,575 \text{ mA}$$

$$R_2 = \frac{V_{cc} - V_{be} - V_{ce \text{ sat}}}{I_b} = \frac{5 - 0,7 - 0,5}{0,575 \times 10^{-3}} = 6,6 \text{ K}\Omega$$

Karena nilai R_2 sebesar $6,6 \text{ K}\Omega$ tidak ada dipasaran maka menggunakan resistor dengan nilai $6,8 \text{ K}\Omega$.

Komponen tambahan yang diperlukan seperti dioda yang dipasang secara terbalik pada kaki kumparan *relay* untuk mencegah tegangan induksi yang dihasilkan oleh kumparan *relay* sesaat setelah *relay* dimatikan. *Relay* yang digunakan adalah *relay* 12 V.



Gambar 3.7 Rangkaian Driver Motor

3.2.5 Rangkaian ADC (Analog to Digital Converter)

Tegangan yang keluar dari lilitan sekunder merupakan tegangan AC, sehingga harus disearahkan agar dapat dideteksi oleh ADC. ADC0804

mempunyai *range* tegangan antara +0V- +5V, sehingga perlu ditambahkan zener 5 Volt sebagai pengaman serta penstabil tegangan.

Untuk operasi normal ADC0804 menggunakan tegangan referensi +5V, sehingga jangkauan masukan analognya mulai dari 0 Volt – 5 Volt. ADC0804 memiliki internal clock yang diaktifkan dengan menghubungkan sebuah resistor eksternal (R) antara pin CLK-IN dan CLK-R serta sebuah kapasitor eksternal (C) antara CLK-IN dan Ground. Dengan $R=10K\Omega$ dan $C=150pF$, maka frekuensi clock yang dihasilkan adalah:

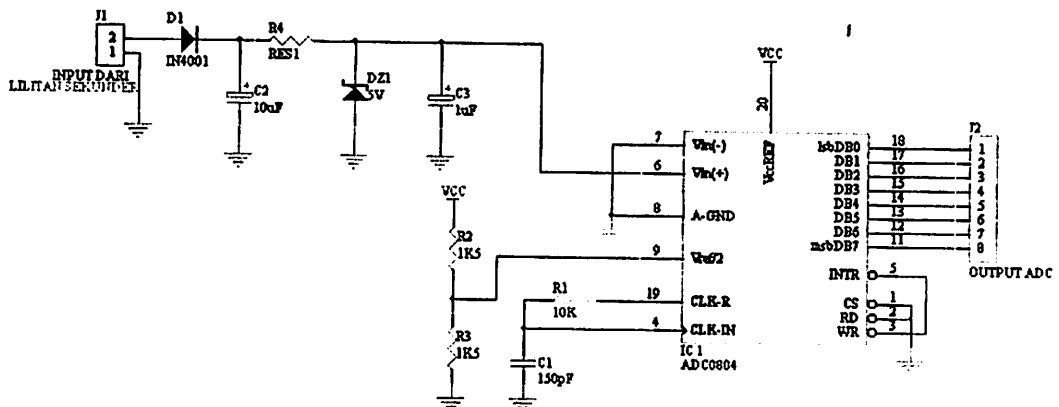
$$f = \frac{1}{1,1 \cdot R_c \cdot C}$$

$$f = \frac{1}{1,1 \cdot 10K \cdot 150 \cdot 10^{-12}}$$

$$f = 606,06KHz$$

Keluaran dari ADC0804 ini berupa bit-bit yang diperlukan oleh IC VHDL.

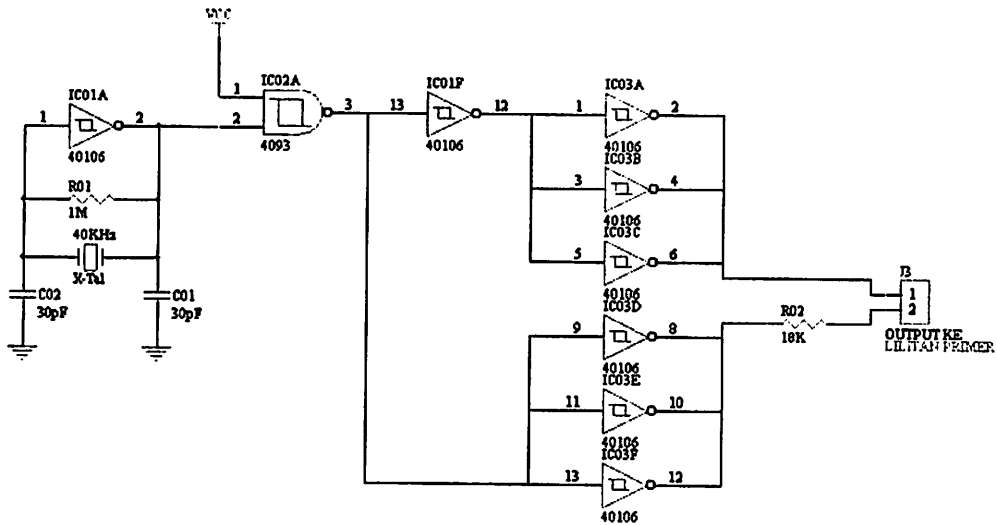
Rangkaian dari ADC adalah sebagai berikut :



Gambar 3.8 Rangkaian ADC

3.2.6 Rangkaian Pembangkit Frekuensi

Rangkaian pembangkit frekuensi terdiri atas osilator kristal 75 KHz, schmit trigger, dan kontrol gate.



Gambar 3.9 Rangkaian Pembangkit Frekuensi

Capasitor C1 dan C2 berfungsi untuk mencegah sinyal DC masuk ke rangkaian. IC schmit trigger menggunakan IC CMOS 40106 dan 4093. IC schmit trigger tersebut disamping untuk memperbaiki sinyal input dari kristal, juga untuk menguatkan arus agar diperoleh daya yang optimal. Output pembangkit frekuensi dihubungkan ke lilitan primer dari induktor. Bagian pembangkit frekuensi ini menggunakan kristal karena kristal itu sendiri memberikan sinyal output yang stabil.

3.2.7 Perencanaan Induktor

Dalam perancangan alat ini digunakan induktor yang terdiri dari lilitan primer dan lilitan sekunder. Lilitan primer difungsikan sebagai penerima yang diberi tegangan oleh frekuensi input dari osilator kristal, sedangkan lilitan sekunder difungsikan untuk menghasilkan frekuensi yang ditumpangi tegangan output. Hal ini terjadi apabila induktor dalam keadaan tanpa coin ataupun pada saat dilalui coin/logam.

Untuk mengetahui kemampuan induktor dalam mendeteksi coin/logam maka terlebih dahulu dicari kekuatan medan magnet (H) dari induktor (lilitan primer) :

$$H = \frac{N \cdot I}{l}$$

$$H = \frac{100 \cdot 1,1}{2,3 \cdot 10^{-2}}$$

$$H = 0,478 \cdot 10^4 \text{ A/m}$$

Selain kekuatan medan magnet, kerapatan fluks magnetik (B) dan fluks magnetik (Φ) juga mempengaruhi sensitivitas lilitan. Untuk permeabilitas ruang bebas μ_0 mempunyai nilai $4\pi \cdot 10^{-7}$. Permeabilitas relatif μ_r , adalah suatu bilangan murni yang sangat dekat dengan satu. Maka :

$$B = \mu \cdot H$$

$$= 4\pi \cdot 10^{-7} \times 0,478 \cdot 10^4$$

$$= 6 \cdot 10^{-3} \text{ Wb/m}^2$$

$$\Phi = B \cdot S$$

$$= 6 \cdot 10^{-3} \times 3,2 \cdot 10^{-2} \times 1,8 \cdot 10^{-2}$$

$$= 3,46 \cdot 10^{-6} \text{ Wb}$$

Sedangkan besar kecilnya induktansi untuk lilitan primer adalah :

$$L = \frac{31,6 \cdot N^2 \cdot r_1^2}{6r_1 + 9l + 10(r_2 - r_1)} (\mu\text{H})$$

$$L = \frac{31,6 \cdot 100^2 \cdot (2,803 \cdot 10^{-2})^2}{[6 \cdot 2,803 + 9 \cdot 1,8 + 10 \cdot (0,001)] \cdot 10^{-2}} (\mu\text{H})$$

$$L = \frac{248,275}{0,33028} (\mu\text{H})$$

$$L = 751,71 \cdot 10^{-6} \text{ H} = 0,751 \text{ mH}$$

Dan untuk induktansi pada lilitan sekunder adalah :

$$L = \frac{31,6.600^2 \cdot (2,804 \cdot 10^{-2})^2}{[6.2,804 + 9.1,8 + 10 \cdot (0,004)] \cdot 10^{-2}} (\mu\text{H})$$

$$L = \frac{8944,284}{0,33064} (\mu\text{H})$$

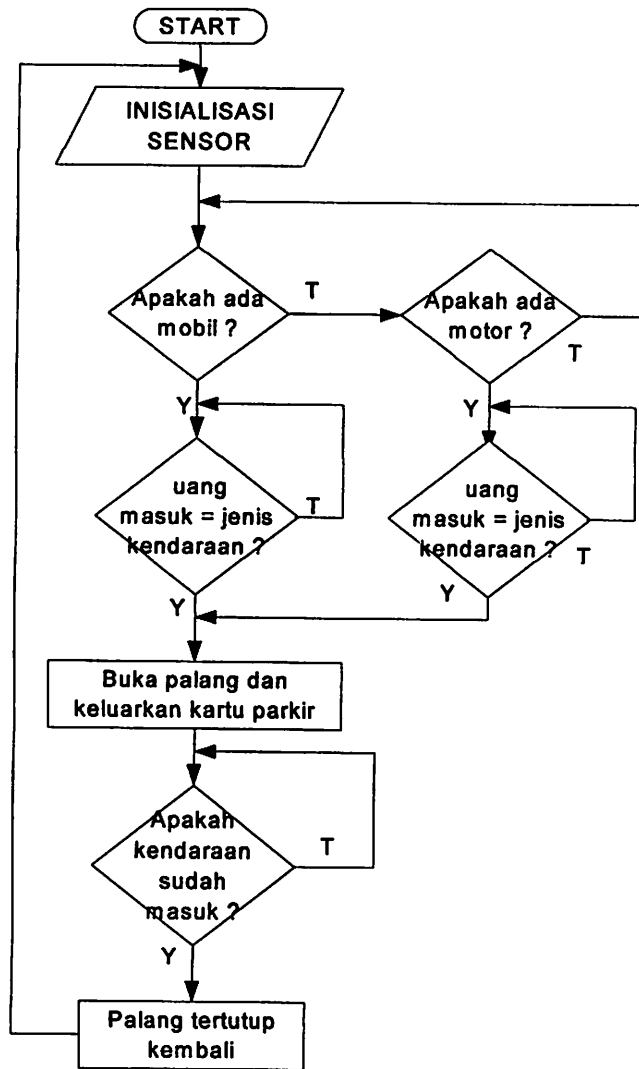
$$L = 27051,43 \cdot 10^{-6} \text{H} = 27,051 \text{ mH}$$

3.3 Perencanaan Perangkat Lunak

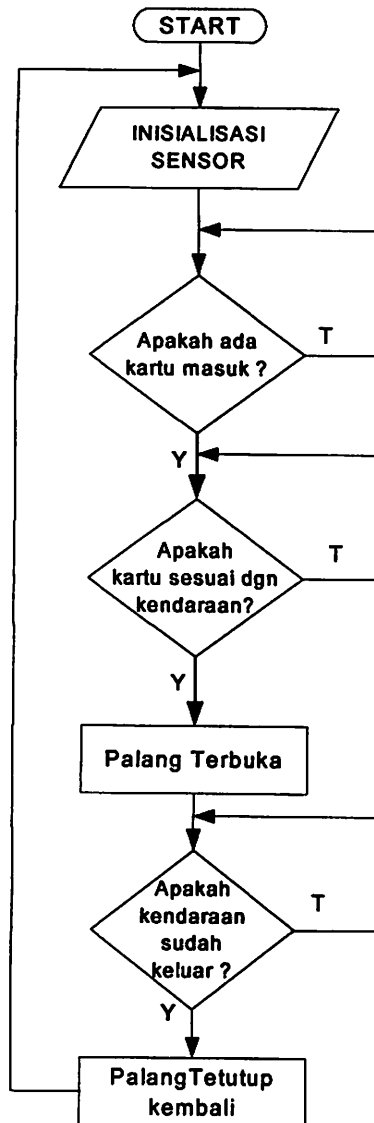
3.3.1 Perencanaan Perangkat Lunak

Perangkat Lunak yang digunakan dalam perancangan alat ini adalah *Warp2 Release 5.2*. *Warp2R5.2* ini keluaran dari Cypress Semiconductor yang telah memenuhi standar IEEE untuk bahasa pemrograman VHDL (Galaxy untuk editor HDL, Active-HDL Simulator untuk simulasinya, dan Active-HDL.FSM untuk State Machine). Hasil kompilasi dari Active-HDL dan Galaxy inilah yang berekstensi JED yang dapat diisikan ke IC GAL 22V10. Program yang telah dibuat dengan menggunakan deskripsi Behavioral, karena pemrograman dengan tipe deskripsi ini dilakukan dengan mempelajari kelakuan dari alat yang akan dibuat, yaitu bagaimana respon sinyal output jika diberi sinyal input atau kontrol. Sistem pembuatan software-nya mengikuti diagram alir berikut ini:

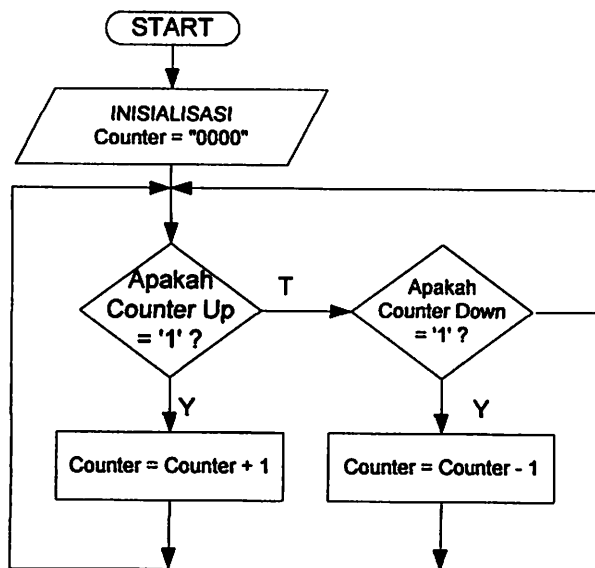
- **Flow Chart untuk Pintu Masuk**



- **Flow Chart untuk Pintu Keluar**



- **Flow Chart untuk Penghitung Jumlah Kendaraan**



BAB IV

PENGUJIAN ALAT

4.1 Pendahuluan

Secara umum, pengujian ini bertujuan untuk mengetahui apakah alat dapat bekerja sesuai dengan spesifikasi perencanaan yang telah ditetapkan. Pengujian dilakukan pada masing-masing blok rangkaian penyusun sistem. Adapun pengujian alat dilakukan pada setiap blok dari sistem yang meliputi :

1. Rangkaian *Clock*
2. Rangkaian Sensor Infra Merah
3. Rangkaian *Limit Switch*
4. Rangkaian Osilator Kristal
5. Rangkaian Sensor Jenis Logam
6. Rangkaian Sensor Diameter Koin
7. Rangkaian Driver Motor
8. Perangkat Lunak

4.2 Pengujian Rangkaian

4.2.1 Pengujian Rangkaian Clock

▪ Tujuan

Dalam pengujian ini bertujuan untuk :

1. Mengetahui besarnya frekuensi output dari rangkaian clock yang telah dirancang.

2. Membandingkan hasil perhitungan dan pengukuran sehingga diperoleh persentase simpangan / kesalahan dan ketelitaian.

- **Peralatan yang Digunakan**

- Oscilloscope
- Multimeter digital DT-830B
- Power Supply 5 Volt
- Rangkaian Clock yang telah dirancang

- **Tahap-Tahap Pengujian**

1. Membuat dan merangkai rangkaian *clock* sesuai dengan yang telah dirancang.
2. Menetapkan besarnya hambatan pada R02 sesuai dengan yang direncanakan yaitu 250 Ω agar diperoleh secara perhitungan besarnya frekuensi yang diinginkan yaitu 20 Hz.
3. Mengukur besarnya frekuensi dengan menggunakan *oscilloscope* pada pin 3 IC NE555 yang merupakan output dari rangkaian *clock*.

Untuk mencari penyimpangan dan ketelitian digunakan rumus :

$$(\%) \text{ Simpangan} = \frac{\text{Selisih Data Perhitungan dan Pengukuran}}{\text{Data Perhitungan}} \times 100\%$$

$$(\%) \text{ Ketelitian} = 100\% - (\%) \text{ Simpangan}$$

Berikut merupakan skema pengujian dari rangkaian *clock* :

$$\begin{aligned}
 (\%) \text{ Error} &= \frac{\text{Selisih Data Perhitungan dan Pengukuran}}{\text{Data Perhitungan}} \times 100\% \\
 &= \frac{19.90 - 20}{20} \times 100\% \\
 &= 0,5 \%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 (\%) \text{ Ketelitian} &= 100 \% - (\%) \text{ Error} \\
 &= 100 \% - 0,5 \% \\
 &= 95 \%
 \end{aligned}$$

4.2.2 Rangkaian Sensor Infra Merah

▪ Tujuan

Untuk mengetahui apakah rangkaian sensor infra merah bekerja dengan baik dan mampu mengkondisikan keluarannya menjadi dua kondisi *high* dan *low*.

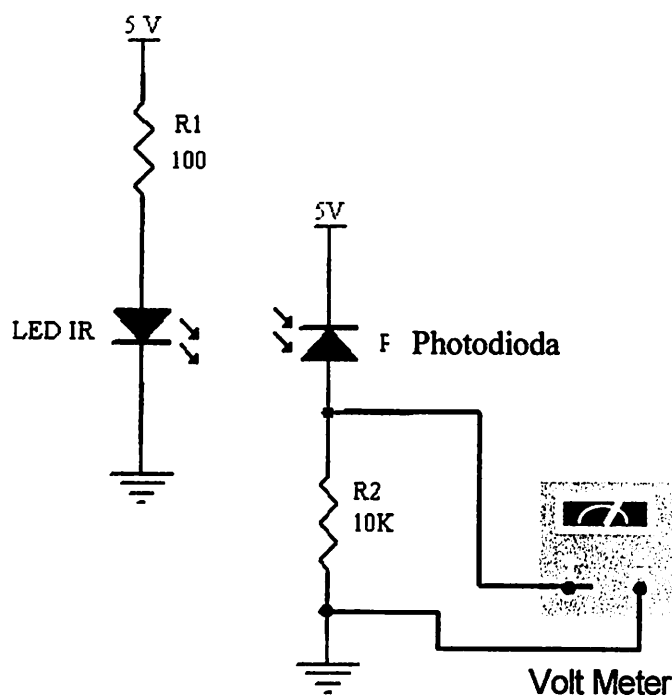
▪ Peralatan yang Digunakan

- Multimeter digital DT-830B
- Power Supply 5 Volt
- Rangkaian Sensor Infra Merah yang telah dirancang

▪ Tahap-Tahap Pengujian

1. Membuat dan merangkai rangkaian sensor infra merah sesuai dengan yang telah dirancang.
2. Menghubungkan rangkaian dengan catu daya sebesar 5 volt.

3. Mengukur besarnya arus dan tegangan dengan menggunakan *multimeter* pada keluaran rangkaian sensor infra merah.
4. Pengujian sensor dilakukan sesuai dengan gambar 4-3 berikut ini:



Gambar 4-3. Rangkaian Pengujian Pemancar Infra Merah dan Penerima Photodioda

5. Memasukkan hasil pengukuran tegangan pada tabel 4-1.

- Hasil Pengujian

Tabel 4-1. Hasil Pengukuran Tegangan Output pada Rangkaian Penerima Photodioda

No	Sensor	Metode	Pengukuran (Volt)					Rata – rata	
			1	2	3	4	5		
1	Photodioda 1 (palang atas)	Langsung	Terhalang	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,260
			Tidak	4,52	4,61	4,62	4,62	4,62	4,598
2	Photodioda 2 (palang bawah)	Langsung	Terhalang	0,27	0,26	0,26	0,27	0,27	0,266
			Tidak	4,66	4,66	4,65	4,66	4,64	4,654
3	Photodioda 3 (palang_a)	Langsung	Terhalang	0,26	0,27	0,26	0,26	0,27	0,264
			Tidak	4,62	4,61	4,62	4,62	4,62	4,618
4	Photodioda 4 (palang_b)	Langsung	Terhalang	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,260
			Tidak	4,69	4,69	4,68	4,67	4,66	4,678
5	Photodioda 5 (sensor kartu)	Pantulan	Terhalang	4,68	4,63	4,65	4,66	4,69	4,662
			Tidak	0,26	0,26	0,26	0,26	0,27	0,262
6	Photodioda (coin 1000)	Langsung	Terhalang	0,26	0,26	0,26	0,27	0,26	0,262
			Tidak	4,62	4,61	4,62	4,62	4,62	4,618
7	Photodioda (coin 500)	Langsung	Terhalang	0,25	0,26	0,26	0,25	0,26	0,256
			Tidak	4,66	4,66	4,65	4,66	4,64	4,654

- Analisa Hasil Pengujian

Analisa perhitungan rangkaian penerima photodioda :

Diketahui : $I_{PD} = 0,5 \text{ mA}$ (dari data sheet)

$R_2 = 10 \text{ K}\Omega$

Sehingga : $V_{out} = I_{PD} \cdot R$

$$= 0,5 \cdot 10^{-3} \times 10 \cdot 10^3$$

$$= 5 \text{ Volt}$$

Dari data diatas didapat simpangan relatif tiap tiap data dengan menggunakan persamaan dibawah ini:

$$\% \text{Simpangan} = \frac{\text{pengukuran} - \text{pehitungan}}{\text{perhitungan}} \times 100\%$$

$$\% \text{Simpangan} = \frac{4,598 - 5}{5} \times 100\% = 8,00\%$$

Sedangkan untuk mencari ketelitiannya digunakan rumus sebagai berikut :

$$\% \text{Ketelitian} = 100\% - \% \text{Simpangan}$$

$$= 100\% - 8,00\%$$

$$= 92,00\%$$

Tabel 4-2. Perbandingan Antara Pengukuran dan Perhitungan Tegangan Output pada Rangkaian Penerima Photodioda

Photo dioda	Perhitungan (Volt)		Rata-rata Pengukuran (Volt)		Error (%)		Ketelitian (%)	
	Ter-halang	Tidak Ter-halang	Ter-halang	Tidak Ter-halang	Ter-halang	Tidak Ter-halang	Ter-halang	Tidak Ter-halang
1	0	5	0,260	4,598	~	8,00 %	~	92,00 %
2	0	5	0,266	4,654	~	6,92 %	~	93,08 %
3	0	5	0,264	4,618	~	7,64 %	~	92,36 %
4	0	5	0,260	4,678	~	6,44 %	~	93,56 %
5	5	0	4,662	0,262	6,76 %	~	93,24 %	~
6	0	5	0,262	4,618	~	7,64 %	~	92,36 %
7	0	5	0,256	4,654	~	6,92 %	~	93,08 %

4.2.3. Rangkaian Limit Switch

- Tujuan

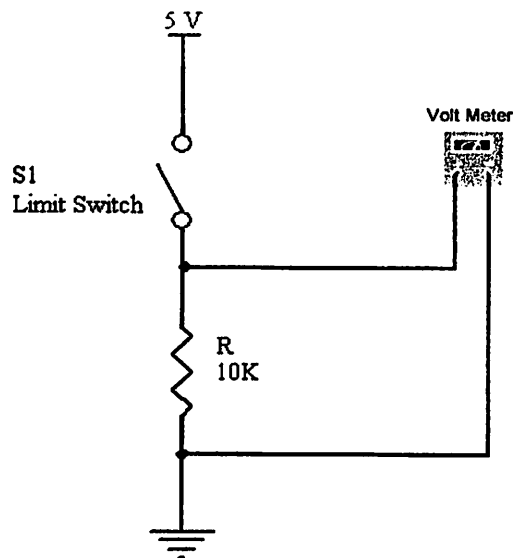
Untuk mengetahui apakah rangkaian sensor infra merah bekerja dengan baik dan mampu mengkondisikan keluarannya menjadi dua kondisi *high* dan *low*.

▪ **Peralatan yang Digunakan**

- Multimeter digital DT-830B
- Power Supply 5 Volt
- Rangkaian Limit Switch yang telah dirancang

▪ **Tahap-Tahap Pengujian**

1. Membuat dan merangkai rangkaian sensor limit switch sesuai dengan yang telah dirancang.
2. Menghubungkan rangkaian dengan catu daya 5 volt.
3. Mengukur besarnya arus dan tegangan dengan menggunakan *multimeter* pada keluaran rangkaian sensor infra merah.
4. Pengujian rangkaian limit switch dilakukan sesuai dengan gambar 4-4 berikut ini:



Gambar 4-4. Rangkaian Pengujian Rangkaian Limit Switch

5. Memasukkan hasil pengukuran tegangan pada tabel 4-3.

- Hasil Pengujian

Tabel 4-3. Hasil Pengukuran Tegangan pada Rangkaian Limit Switch

No	Sensor	Posisi Limit Swtch	Pengukuran (Volt)					Rata – rata
			1	2	3	4	5	
1	Limit Switch 1	Ditekan	4,88	4,88	4,88	4,87	4,87	4,876
		Tidak	0,52	0,51	0,52	0,52	0,52	0,518
2	Limit Switch 2	Ditekan	4,86	4,86	4,86	4,87	4,86	4,862
		Tidak	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52	0,520
3	Limit Switch 3	Ditekan	4,87	4,87	4,86	4,87	4,86	4,866
		Tidak	0,52	0,51	0,51	0,51	0,51	0,512
4	Limit Switch 4	Ditekan	4,88	4,87	4,87	4,88	4,87	4,874
		Tidak	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52	0,520
5	Limit Switch 5	Ditekan	4,86	4,87	4,87	4,87	4,87	4,868
		Tidak	0,51	0,52	0,52	0,52	0,52	0,518
6	Limit Switch 6	Ditekan	4,87	4,87	4,88	4,88	4,87	4,874
		Tidak	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52	0,520

- Analisa Hasil Pengujian

Dari hasil pengukuran dapat dianalisa besarnya tegangan keluaran pada limit switch tersebut.

$$I = \frac{V_{cc}}{R} = \frac{5}{10 \cdot 10^3} = 0,0005 A = 0,5 \text{ mA}$$

Pada saat limit switch ditekan maka tegangan keluaran yang dihasilkan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} V_{out} &= I \times R \\ &= 0,5 \cdot 10^{-3} \times 10 \cdot 10^3 \\ &= 5 \text{ volt} \end{aligned}$$

Pada saat limit switch tidak ditekan maka tegangan keluaran yang dihasilkan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$V_{out} = \text{ground} = 0 \text{ volt.}$$

Tabel 4-4. Perbandingan Antara Pengukuran dan Perhitungan Tegangan pada Rangkaian Limit Switch

Limit Switch	Perhitungan (Volt)		Rata-rata Pengukuran (Volt)		Error (%)		Ketelitian (%)	
	Ditekan	Tidak Ditekan	Ditekan	Tidak Ditekan	Ditekan	Tidak Ditekan	Ditekan	Tidak Ditekan
1	5	0	4,876	0,518	2,46 %	~	97,54 %	~
2	5	0	4,862	0,520	2,76 %	~	97,24 %	~
3	5	0	4,866	0,512	2,68 %	~	97,32 %	~
4	5	0	4,874	0,520	2,52 %	~	97,48 %	~
5	5	0	4,868	0,518	2,64 %	~	97,36 %	~
6	5	0	4,874	0,520	2,52 %	~	97,48 %	~

4.2.4. Pengujian Rangkaian Osilator Kristal

Pengujian rangkaian osilator kristal ini ditujukan untuk mengetahui seberapa besar sensitivitas dari kristal 40 KHz.

Untuk mencari penyimpangan dan ketelitian digunakan rumus :

$$(\%) \text{ Simpangan} = \frac{\text{Data ideal} - \text{Data aktual}}{\text{Data ideal}} \times 100\%$$

$$(\%) \text{ Simpangan} = \frac{5 - 5,125}{5} \times 100\% = 2,50\%$$

$$(\%) \text{ Ketelitian} = 100\% - (\%) \text{ Simpangan}$$

$$(\%) \text{ Ketelitian} = 100\% - 2,5\% = 97,5\%$$

**Tabel 4-5. Hasil Pengujian Osilator Kristal
Yang Dibandingkan Dengan Karakteristiknya**

No.	Karakteristik Osilator Kristal		Hasil Pengujian		Error (%)		Ketelitian (%)	
	Vp-p (V)	f (KHz)	Vp-p (V)	f (KHz)	Vp-p	f	Vp-p	f
1.	5	40	5,125	40,26	2,50	0,650	97,50	99,35
2.	5	40	5,062	40,17	1,24	0,425	98,76	99,58
3.	5	40	5,093	40,31	1,86	0,775	98,14	99,23
4.	5	40	5,114	40,25	2,28	0,625	97,72	99,38
5.	5	40	5,094	40,43	1,88	1,075	98,12	98,93

4.2.5. Pengujian Lilitan (Induktor)

Untuk mengetahui ketepatan dan keakuratan lilitan (induktor) maka dilakukan pengujian terhadap masing-masing lilitan secara perhitungan dan secara pengukuran dengan LCR Meter.

Tabel 4-6. Hasil Perhitungan Dan Pengujian Induktor

Perhitungan L (mH)		Pengukuran L (mH)		Error (%)		Ketelitian (%)	
Primer	Sekunder	Primer	Sekunder	Primer	Sekunder	Primer	Sekunder
0,751	27,051	0,77	26,00	2,53	3,885	97,47	96,115

4.2.6. Pengujian Rangkaian Sensor Jenis Logam

Dalam pengujian sensor jenis logam meliputi penggabungan dari rangkaian osilator kristal 40 Khz, lilitan, dan rangkaian ADC.

Tabel 4-7. Hasil Pengujian Sensor Jenis Uang Logam

No.	Uang Logam	Tegangan Keluaran (Volt)	ADC (Biner)
1.	Tanpa uang	1,44	11000110
2.	Rp 1000,-	1,47	11001001
3.	Rp 500,-	1,46	11001000
4.	Rp 100,- (kuning)	1,45	11000111
5.	Rp 100,- (putih)	1,47	11001001
6.	Rp 50,- (kuning)	1,44	11000110
7.	Rp 50,- (putih)	1,44	11000110

Dari hasil pengujian terlihat bahwa masing-masing uang logam memiliki tegangan yang berbeda-beda. Hasil biner dari rangkaian ADC diperlukan oleh IC VHDL untuk membedakan uang mana yang diterima dan uang mana yang tidak diterima. Karena ada beberapa koin yang mempunyai tegangan keluaran yang sama maka untuk koin Rp. 100 (putih) dan Rp. 50 tidak dipakai.

4.2.7. Rangkaian Driver

- **Tujuan**

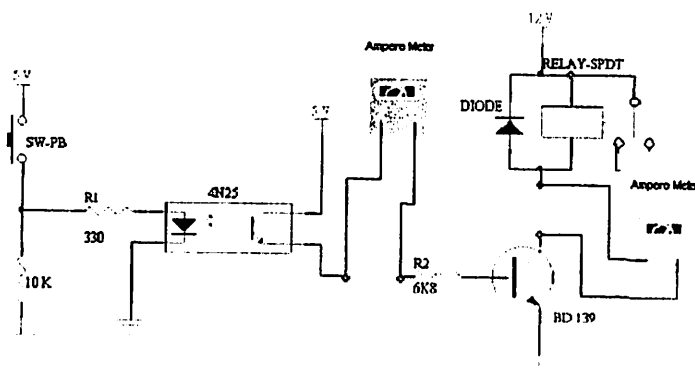
1. Mengetahui besarnya tegangan keluaran dari rangkaian driver motor yang telah dirancang.
2. Membandingkan hasil perhitungan dan pengukuran sehingga diperoleh persentase simpangan / kesalahan dan ketelitian.

- **Peralatan yang Digunakan**

- Multimeter digital DT-830B
- Power Supply 5 Volt dan 12 Volt
- Rangkaian Driver yang telah dirancang

- **Tahap-Tahap Pengujian**

1. Membuat dan merangkai rangkaian driver sesuai dengan yang telah dirancang.
2. Mengukur besarnya tegangan keluaran rangkaian driver dengan menggunakan *multimeter*.
3. Pengujian rangkaian driver dilakukan sesuai dengan gambar 4-5 berikut ini:



Gambar 4-5. Rangkaian Pengujian Driver

4. Memasukkan hasil pengukuran arus basis dan arus kolektor pada tabel 4-8.

- Hasil Pengujian

Tabel 4-8. Pengukuran Arus Basis (I_b) dan Arus Kolektor (I_c) pada Transistor BD 139 Rangkaian Driver Motor

Pengukuran	Arus Basis (I_b)	Arus Kolektor (I_c)
1	0,624 mA	30,00 mA
2	0,623 mA	29,50 mA
3	0,623 mA	29,40 mA
4	0,625 mA	29,40 mA
5	0,623 mA	30,00 mA

- Analisa Hasil Pengujian

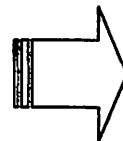
- Analisa Rangkaian Driver Relay

Diketahui : $V_{ce(sat)} = 0,5 \text{ V}$

$H_{fe} = 45$

$R_{relay} = 400 \Omega$

$V_{cc} = 12 \text{ Volt}$



*Dari data sheet
Transistor BD139*

Sehingga :

$$I_c = \frac{V_{cc} - V_{ce(sat)}}{R_{relay}} = \frac{12 - 0,5}{400} = \frac{11,5}{400} = 28,75 \text{ mA}$$

$$I_b = \frac{I_c}{H_{fe}} = \frac{28,75 \times 10^{-3}}{45} = 0,64 \text{ mA}$$

Dari perhitungan di atas maka dapat dicari presentase kesalahan dan ketelitian sebagai berikut :

**Tabel 4-9. Perbandingan Antara Pengujian Dan Perhitungan
Ic dengan Persentase Simpangan Dan Ketelitian
pada Rangkaian Driver**

No	Perhitungan (mA)	Pengukuran (mA)	Error (%)	Ketelitian (%)
1	28,75	30.00	4,34 %	95,66 %
2	28,75	29,5	2,61 %	97,39 %
3	28,75	29,4	2,26 %	97,74 %
4	28,75	29,4	2,26 %	97,74 %

**Tabel 4-10. Perbandingan Antara Pengujian Dan Perhitungan
Ib dengan Persentase Simpangan Dan Ketelitian
pada Rangkaian Driver**

No	Perhitungan (mA)	Pengukuran (mA)	Error (%)	Ketelitian (%)
1	0,64	0,623	2,66 %	97,34 %
2	0,64	0,623	2,66 %	97,34 %
3	0,64	0,623	2,66 %	97,34 %
4	0,64	0,625	2,34 %	97,66 %

4.2.8. Pengujian Keseluruhan Alat

Pengujian keseluruhan alat ini digunakan untuk mengetahui kemampuan dari alat. Pada tahap ini akan dilakukan pengujian terhadap keseluruhan sistem baik secara mekanik maupun secara elektronik yang telah digabungkan.

Adapun hasil pengujian tersebut adalah sebagai berikut :

Tabel 4-11. Hasil Pengujian Rangkaian ADC dan Solenoid Pemilih Koin Mobil

Tahap	Kegiatan	Reaksi
1	Sensor jenis kendaraan ditekan	-
2	Memasukkan koin tidak sesuai dengan jenis kendaraan	- Solenoid 1 membuka - Solenoid 2 membuka
3	Memasukkan koin sesuai dengan jenis kendaraan	- Solenoid 1 membuka - Solenoid 2 tetap tertutup

Tabel 4-12. Hasil Pengujian Rangkaian ADC dan Solenoid Pemilih Koin Motor

Tahap	Kegiatan	Reaksi
1	Sensor jenis kendaraan ditekan	-
2	Memasukkan koin tidak sesuai dengan jenis kendaraan	- Solenoid 1 membuka - Solenoid 2 membuka
3	Memasukkan koin sesuai dengan jenis kendaraan	- Solenoid 1 membuka - Solenoid 2 tetap tertutup

Tabel 4-13. Hasil Pengujian Rangkaian Pintu Masuk pada Jenis Kendaraan Motor

Tahap	Kegiatan	Reaksi
1	Sensor jenis kendaraan ditekan	-
2	Diameter koin sesuai	- motor 1 berputar, membuka palang sebelah kanan - motor 2 tidak berputar, tidak membuka palang sebelah kiri
3	Sensor palang atas pintu masuk terhalang	- motor 1 berhenti - motor 2 tetap - solenoid motor bergerak mengeluarkan kartu untuk motor
4	Sensor tutup palang pintu masuk ditekan 2 kali	- motor 1 berputar, menutup palang sebelah kanan - motor 2 tetap
5	Sensor palang bawah pintu masuk terhalang	- motor 1 berhenti - motor 2 tetap

Tabel 4-14. Hasil Pengujian Rangkaian Pintu Masuk pada Jenis Kendaraan Mobil

Tahap	Kegiatan	Reaksi
1	Sensor jenis kendaraan ditekan	-
2	Diameter koin sesuai	- motor 1 berputar, membuka palang sebelah kanan - motor 2 berputar, membuka palang sebelah kiri
3	Sensor palang atas pintu masuk terhalang	- motor 1 berhenti - motor 2 berhenti - solenoid mobil bergerak mengeluarkan kartu untuk mobil
4	Sensor tutup palang pintu masuk ditekan 2 kali	- motor 1 berputar, menutup palang sebelah kanan - motor 2 berputar, menutup palang sebelah kiri
5	Sensor palang bawah pintu masuk terhalang	- motor 1 berhenti - motor 2 berhenti

Tabel 4-15. Hasil Pengujian Rangkaian Pintu Keluar pada Jenis Kendaraan Motor

Tahap	Kegiatan	Reaksi
1	Kartu untuk motor dimasukkan	- motor 1 berputar, membuka palang sebelah kanan - motor 2 tidak berputar, tidak membuka palang sebelah kiri
2	Sensor palang atas pintu keluar terhalang	- motor 1 berhenti - motor 2 tetap
3	Sensor tutup palang pintu keluar ditekan 2 kali	- motor 1 berputar, menutup palang sebelah kanan - motor 2 tetap
4	Sensor palang bawah pintu keluar terhalang	- motor 1 berhenti - motor 2 tetap

Tabel 4-16. Hasil Pengujian Rangkaian Pintu Masuk pada Jenis Kendaraan Mobil

Tahap	Kegiatan	Reaksi
1	Kartu untuk mobil dimasukkan	- motor 1 berputar, membuka palang sebelah kanan - motor 2 berputar, membuka palang sebelah kiri
2	Sensor palang atas pintu keluar terhalang	- motor 1 berhenti - motor 2 berhenti
3	Sensor tutup palang pintu keluar ditekan 2 kali	- motor 1 berputar, menutup palang sebelah kanan - motor 2 berputar, menutup palang sebelah kiri
4	Sensor palang bawah pintu keluar terhalang	- motor 1 berhenti - motor 2 berhenti

BAB V

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Dari hasil perancangan dan pembuatan otomatisasi tempat parkir berbasis teknologi VHDL , maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Rangkaian kontrol dapat bekerja sesuai dengan program yang telah dirancang.
2. Pada pengujian rangkaian pintu masuk jika jenis kendaraan motor maka palang pintu kanan yang terbuka dan yang kiri tetap atau tertutup dan mesin pada pintu masuk mengeluarkan kartu parkir untuk motor.
3. Pada pengujian rangkaian pintu masuk jika jenis kendaraan mobil maka palang pintu kanan dan kiri terbuka dan mesin pada pintu masuk mengeluarkan kartu parkir untuk mobil.
4. Pada pengujian rangkaian pintu keluar jika jenis kendaraan motor maka hanya palang pintu kanan yang terbuka.
5. Pada pengujian rangkaian pintu keluar jika jenis kendaraan mobil maka palang pintu kanan dan kiri terbuka.

5.2. Saran

Dari seluruh proses pembuatan sampai pada pengujian alat, didapatkan beberapa saran-saran sebagai berikut :

1. Dapat dikembangkan dengan menggunakan uang kembalian.

2. Uang yang digunakan dikembangkan menjadi uang kertas.
3. Kartu yang digunakan dapat diganti dengan kartu yang sudah dilengkapi barcode sebagai pengaman.

DAFTAR PUSTAKA

1. Nasional Semiconductor Corporation Data Sheet, November 2000
2. S. Wasito, *VADEMEKUM ELEKTRONIKA*, PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta 2001.
3. Millman, Halkias, Barmawi M dan O. Tjia. M, *ELEKTRONIKA TERPADU JILID 1*, Erlangga 1992 Jakarta.
4. J. Carr Joseph, *Sensor and Circuits*, PTR Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey 07632 1993
5. Skahill, Kevin, *CYPRESS SEMICONDUCTOR, VHDL FOR PROGRAMMABLE LOGIC*, Addison-Wesley Publishing Company, inc, 1996