



UNIVERSITI TEKNIKAL MALAYSIA MELAKA  
FAKULTI KEJURUTERAAN ELEKTRONIK DAN KEJURUTERAAN KOMPUTER

BORANG PENGESAHAN STATUS LAPORAN  
PROJEK SARJANA MUDA II

Tajuk Projek : PROGRAMABLE LOGIC DEVICES(PLD) - BASED MOTION  
CONTROLLED VEHICLE  
Sesi :  
Pengajian : 2003-2007

Saya SHAHRIZAN BIN MAZLAN mengaku membenarkan Laporan Projek Sarjana Muda ini disimpan di Perpustakaan dengan syarat-syarat kegunaan seperti berikut:

1. Laporan adalah hakmilik Universiti Teknikal Malaysia Melaka.
2. Perpustakaan dibenarkan membuat salinan untuk tujuan pengajian sahaja.
3. Perpustakaan dibenarkan membuat salinan laporan ini sebagai bahan pertukaran antara institusi pengajian tinggi.
4. Sila tandakan (  ):

SULIT\*

(Mengandungi maklumat yang berdarjah keselamatan atau kepentingan Malaysia seperti yang termaktub di dalam AKTA RAHSIA RASMI 1972)

TERHAD\*

(Mengandungi maklumat terhad yang telah ditentukan oleh organisasi/badan di mana penyelidikan dijalankan)

TIDAK TERHAD

Disahkan oleh:

  
(TANDATANGAN PENULIS)

Alamat Tetap: NO 109, BLOK A, KELOMPOK 12,  
KUARTERS KLIA, NILAI,  
71800 NEGERI SEMBILAN

  
(COP DAN TANDATANGAN PENYELIA)

**NOR ZAIDI B HARON**  
Pensyarah  
Fakulti Kej Elektronik dan Kej Komputer (FKEKK),  
Universiti Teknikal Malaysia Melaka (UTeM),  
Karung Berkunci 1200,  
Ayer Keroh, 75450 Melaka

Tarikh: 07/05/07

Tarikh: 7/5/07

PERGERAKAN KENDERAAN TERKAWAL MENGGUNAKAN PERANTI  
LOGIK BOLEH PROGRAM (PLD)

SHAHRIZAN BIN MAZLAN

Laporan ini dikemukakan sebagai memenuhi sebahagian daripada syarat untuk  
penganugerahan Ijazah Sarjana Muda Kejuruteraan Elektronik (Kejuruteraan  
Telekomunikasi) Dengan Kepujian.


Fakulti Kejuruteraan Elektronik dan Kejuruteraan Komputer  
Universiti Teknikal Malaysia Melaka

APRIL 2007

“Saya akui bahawa saya telah membaca karya ini pada pandangan saya karya ini adalah memadai dari skop dan kualiti untuk tujuan penganugerahan Ijazah Sarjana Muda Kejuruteraan Elektronik (Kejuruteraan Telekomunikasi) Dengan Kepujian.”

Tandatangan	: .....
Nama Penyelia	: Encik Nor Zaidi Bin Haron
Tarikh	: ..... 2/5/07 .....

“Saya akui laporan ini adalah hasil kerja saya sendiri kecuali ringkasan dan petikan yang tiap- tiap satunya telah saya jelaskan sumbernya.”

Tandatangan : .....  .....

Nama Penulis : SHAHRIZAN BIN MAZLAN

Tarikh : ..... 07/05/07 .....

Untuk keluarga tersayang, penyelia, rakan-rakan dan semua pihak yang banyak membantu secara langsung dan tidak langsung.....

## PENGHARGAAN

Terlebih dahulu ingin saya memanjatkan syukur ke hadrat Allah S.W.T kerana dengan limpah kurnia-Nya Projek Sarjana Muda ini dapat disiapkan. Penghargaan yang teragung saya berikan kepada **ibu dan ayah serta adik-beradik** saya diatas segala bantuan, sokongan dan doa yang telah diberikan. Tanpa mereka pasti projek ini sukar untuk dilaksanakan.

Sekalung penghargaan dan terima kasih kepada penyelia saya iaitu **En. Nor Zaidi Bin Haron** yang telah banyak memberi dorongan, bimbingan dan bantuan dalam menjayakan projek ini. **Nik Jom A/L Eh Kan**, saya amat menghargai segala pengorbanannya dalam membantu saya dari segi bantuan fizikal dan mental serta dan kata-kata dorongan untuk saya terus menyiapkan projek saya ini. Tidak lupa juga kepada para pensyarah UTeM yang pernah mengajar saya. Jutaan terima kasih yang tidak terhingga diucapkan. Dengan ilmu yang telah diberikan, ia dapat membantu dalam menyiapkan projek ini.

Akhir sekali kepada rakan-rakan seperjuangan, sahabat baik saya, **Syahidul Amin Bin Abd Rahman** yang telah banyak membantu, memberi sokongan moral dan semangat yang tidak putus-putus agar saya terus tabah dalam menempuh segala dugaan sepanjang bergelar seorang pelajar.

Segala kebaikan yang telah diberikan, pasti tidak akan saya lupakan. Ketahuilah dengan segala sokongan dan bantuan kalian, dapat mendorong saya dalam mengejar cita-cita dan terus berusaha agar projek ini dapat dilaksanakan.

## ABSTRAK

Pada asasnya pergerakan kereta kawalan jauh adalah ditentukan oleh orang yang mengawalinya dalam unit kawalan jauh. Litar kawalan dilantik dalam kereta kawalan beroperasi dengan mengkodkan isyarat-isyarat dehantar oleh kawalan jauh. Projek ini adalah bertujuan untuk menaik taraf litar kawalan ini. Cip yang terdapat dalam kereta diganti oleh litar pengawal yang direka iaitu berupaya menguasai pergerakan kereta oleh pemprosesan isyarat dipancarkan dari pegasan-pegasan infra merah kawalan jauh.. Litar ini berkemampuan mengawal kelajuan kereta mainan, mengikut arah dan mengganggarkan jarak yang sesuai semasa bergerak mengikut kereta mainan di hadapan tanpa dikawal oleh sesiapa. Untuk mencapai objektif ini, Peranti Logik boleh program (PLD) digunakan sebagai cip litar kawalan ini. Projek ini berjaya menghasilkan fungsi asas bagi mengawal pergerakan seperti berhenti, kelajuan tahap pertama, kelajuan tahap kedua, belok ke kanan dan kekiri.

## ABSTRACT

The movement of off-the-shelf remote control cars is determined by the person who has in the remote control unit. The control circuit installed in cars operates by decoding the signals transmitted by the remote control. This project is aimed at upgrading this control circuit. The chip embedded inside the car is replaced by device that is able to control the movement of the car by processing the signal transmitted from the infra red sensors of the remote control. The circuit is able to control the speed of the car, follow the direction and determine the distance between it and car in front when in motion. In order to accomplish these objectives, Programmable Logic Devices is used as the controller chip. This project has been successfully designed fundamental functions to control car movement such as stop, speed level one, speed level two, turn right and turn left.



## ISI KANDUNGAN

<b>BAB</b>	<b>PERKARA</b>	<b>HALAMAN</b>
	<b>TAJUK PROJEK</b>	<b>i</b>
	<b>PENGESAHAN PENYELIA</b>	<b>ii</b>
	<b>PENGAKUAN</b>	<b>iii</b>
	<b>DEDIKASI</b>	<b>iv</b>
	<b>PENGHARGAAN</b>	<b>v</b>
	<b>ABSTRAK</b>	<b>vi</b>
	<b>ABSTRACT</b>	<b>vii</b>
	<b>ISI KANDUNGAN</b>	<b>viii</b>
	<b>SENARAI JADUAL</b>	<b>xi</b>
	<b>SENARAI RAJAH</b>	<b>xii</b>
	<b>SENARAI SINGKATAN</b>	<b>xiv</b>
	<b>SENARAI LAMPIRAN</b>	<b>xv</b>
<b>I</b>	<b>Pengenalan</b>	<b>1</b>
1.1	Pengenalan	1
1.2	Latar Belakang Projek	1
1.3	Objektif Projek	2
1.4	Skop Kerja	3
1.5	Pengenalan Ringkas Metodologi	3
1.6	Susun Atur Tesis	4

<b>II</b>	<b>KAJIAN LATAR BELAKANG &amp; KONSEP</b>	<b>5</b>
2.1	PENGENALAN	5
2.2	MODEL KERETA MAINAN KAWALAN JAUH	5
2.3	<i>VERY HIGH SPEED INTERGRATED CIRCUIT HARDWARE DESIGN LANGUAGES (VHDL)</i>	7
2.4	PERANTI PENGATURCARAAN LOGIK KOMPLEKS (CPLD)	8
2.4.1	CPLD Keluaran Xilinx	10
	2.4.1.1 Senibina asas CPLD Xilinx	10
	2.4.1.2 CPLD CoolRunner II	11
2.5	ALAT PENGESAN INFRA-MERAH ( <i>Sensor</i> )	12
<b>III</b>	<b>METODOLOGI PROJEK</b>	<b>14</b>
3.1	PENGENALAN	14
3.2	PERKAKASAN	15
	3.2.1 Litar Penghantar	16
	3.2.2 Litar Penerima	18
	3.2.3 Litar Kawalan	20
	3.2.4 Litar Kereta Mainan Kawalan Jauh	21
3.3	PENYEDIAAN PERKAKASAN	23
	3.3.1 Komponen Projek	23
	3.3.2 Penghasilan Papan Litar Bercetak	25
3.4	PERISIAN	27
	3.4.1 Pembagunan Aturcara	27
	3.4.2 Penulisan Program	29
	3.4.2.1 Entiti	29
	3.4.2.2 Senibina ( <i>Architecture</i> )	30
	3.4.2.3 Proses Pembinaan ( <i>transation</i> )	31
	3.4.3 Proses Simulasi	31

3.4.4	Sintesis	32
3.4.5	Penguntukkan Pin	33
3.4.7	Muat Turun Aturcara Ke Atas Program	34
3.5	PENGUJIAN	35
<b>IV</b>	<b>HASIL PENEMUAN PROJEK</b>	<b>37</b>
4.1	Pengenalan	37
4.2	Aturcara Projek	38
4.3	Proses Simulasi Litar Projek	46
4.4	Analisis Alat Penghantar Infra-Merah	41
4.5	Analisis Litar Penerima Infra-Merah	42
4.6	Analisis Litar Pengawal	43
4.7	Analisis Litar Kereta Mainan Kawalan Jauh	44
4.8	Pengujian Phototaip	45
4.9	Kesimpulan Analisis	46
<b>V</b>	<b>KESIMPULAN DAN CADANGAN</b>	<b>47</b>
5.1	Kesimpulan Keseluruhan	47
5.2	Masalah Yang Dihadapi	48
5.3	Cadangan	49
	<b>RUJUKAN</b>	<b>50</b>
	<b>LAMPIRAN</b>	<b>51</b>

**SENARAI JADUAL**

<b>N0</b>	<b>TAJUK</b>	<b>HALAMAN</b>
1	Menunjukkan fungsi setiap alat pengesan	20
2	Senarai komponen dan barangan projek	24
3	Syarat-syarat aturcara	28
4	Kendalian CPLD pada Digilent XPRP	36

## SENARAI GAMBARAJAH

<b>N0</b>	<b>TAJUK</b>	<b>HALAMAN</b>
2.1	Menunjukkan model kereta mainan kawalan jauh	6
2.2	Geganti yang berfungsi sebagai suis bagi setiap pergerakan	7
2.3	Perisian Xilinx ISE	7
2.4	Blok diagram asas penghasilan CPLD	9
2.5(a)	Jenis susunan PAL	10
2.5(b)	Jenis susunan PLA	10
2.6	Struktur PLA	11
2.6	Blok fungsi CoolRunner II dengan struktur PLA	12
2.7	Alat pengesan infra merah	13
3.1	Carta Alir Proses Perlaksanaan Projek	15
3.2	Gambarajah Blok Projek	16
3.3	Menunjukkan satu litar penghantar	17
3.4	Penempatan Alat Pengantar Infra-merah	18
3.5	Menunjukkan satu litar penerima	19
3.6	Penempatan alat kawalan penerima infra-merah	19
3.7	Litar Skematik CPLD	20
3.8	Litar Kawalan yang direka	21
3.9	Litar asal model kereta mainan	22
3.10	menguji Litar Kereta Mainan	22
3.11	Laluan PCB bagi litar penghantar	25
3.12	Laluan PCB bagi litar penerima	26
3.13	Laluan PCB bagi litar pengawal	26
3.14	Carta Alir Program Operasi Pengawal	28

3.15	Entiti model kereta mainan	30
3.16	Contoh Penyenaraian	30
3.17	Contoh Pembinaan	31
3.18	Proses Simulasi dengan menggunakan ModelSim XEIII	32
3.19	Menunjukkan struktur asas CPLD	33
3.20	menunjukkan contoh menguntukkan pin	34
3.21	Menunjukkan proses muat turun yang dijalankan	35
3.22	Pengujian menggunakan Digilent XCRP	36
4.1	Menunjukkan Proses Pembinaan yang dibuat	38
4.2	Menunjukkan Proses Pergerakan yang digunakan	39
4.3	Menunjukkan Aturcara bagi proses pada keluaran	39
4.4(a)	Menunjukkan jam yang digunakan	40
4.4(b)	Menunjukkan pertukaran keadaan semasa isyarat pinggir positif	40
4.5	Keputusan Simulasi Projek pada Perisian ModelSim XE III	41
4.6(a)	Litar Penghantar Infra-merah	41
4.6(b)	Voltan dihasilkan oleh Litar Projek	42
4.7(a)	Litar Penerima Infra-merah	42
4.7(b)	Voltan dihasilkan oleh penerima infra-merah	43
4.8(a)	Litar Kawalan yang direka	43
4.8(b)	Pengujian yang dibuat terhadap litar kawalan	44
4.8(c)	Menunjukkan ketiga-tiga litar digabungkan	44
4.9	Pengujian terhadap litar kereta mainan kawalan jauh	45
4.10	Pengujian prototaip	45

**SENARAI SINGKATAN**

IR	-	Infra-red Radiation
CPLD	-	Complex Programmable Logic Device
PLD	-	Programmable Logic Device
VHDL	-	Very High Speed Integrated Circuit Hardware Description Language
PCB	-	Printed Circuit Board
IC	-	Integrated Circuit
LED	-	Light Emitting Diode
LAB	-	Logic Array Block
PLA	-	Programmable Logic Array
PIA	-	Programmable Integrated Array
FB	-	Function Blok
CLK	-	Clock

**SENARAI LAMPIRAN**

<b>N0</b>	<b>TAJUK</b>	<b>HALAMAN</b>
A	CartaGantt	51
B	Helaian Data	52
C	Aturcara Program	53



## **BAB I**

### **PENGENALAN**

#### **1.1 Pengenalan**

Bab ini menerangkan tentang latar belakang projek yang ingin dihasilkan. Sebelum memulakan sesuatu projek perlulah mengenalpasti latar belakangnya terlebih dahulu bagi memudahkan proses pelaksanaan projek ini. Di dalam bab ini juga mengandungi objektif- objektif yang perlu dicapai bagi memastikan projek ini dilaksanakan dengan sempurna. Dua bahagian skop projek yang perlu dijalankan iaitu rekaan litar pengawal yang ditulis dalam bahasa VHDL dan pengubahsuaian litar kawalan model kereta mainan. Penerangan ringkas tentang metodologi projek juga terdapat didalam bab ini. Bagi memastikan tesis ini berada dalam keadaan tertatur dan sempurna, bab ini menerangkan beberapa susun atur tesis.

#### **1.2 Latar Belakang Projek**

Kebanyakan model kereta dikawal oleh alat kawalan. Walaubagaimanapun, projek ini cuba untuk menaik taraf litar kawalan supaya litar kawalan yang direka pada model kereta dapat menganggarkan jarak yang sesuai serta memastikan kelajuan sambil mengikut model kereta yang berada di hadapan tanpa menggunakan alat kawalan.

Projek ini memerlukan dua buah model kenderaan di mana salah satu daripada kenderaan tersebut diubah suai litarnya dan meletakkan alat kawalan yang direka, manakala sebuah lagi model kenderaan dikawal oleh alat kawalan model kenderaan tersebut. Model kenderaan yang diubah suai litarnya akan dapat mengikut kenderaan yang di hadapannya yang dikawal oleh alat kawalan kenderaan tersebut.

Litar kawalan ini direka dengan menggunakan *Complex Programmable Logic Devices* (CPLD) yang akan deprogram menggunakan bahasa pengaturcaraan *Very High Speed Integrated Circuit Hardware Design Language* (VHDL).

Projek ini menggunakan alat pengesan untuk menganggarkan jarak diantara dua kenderaan. Ini bagi memastikan kenderaan tersebut tidak berlanggar antara satu sama lain.

Sebagai bahan ujian bagi kenderaan kereta mainan kawalan jauh digunakan sebagai model. Litar elektronik yang terdapat pada kereta mainan tersebut perlu diubahsuai bagi memastikan alat pengesan dan alat kawalan itu boleh digabungkan dan berfungsi dengan baik.

### **1.3 Objektif Projek**

Projek ini, mempunyai lima objektif yang ditetapkan oleh penyelia. Antaranya adalah:-

- i. Untuk mereka litar kawalan kenderaan menggunakan bahasa *Very High Speed Integrated Circuit Hardware Design Language* (VHDL).
- ii. Untuk mengaplikasikan rekaan ke dalam *Complex Programmable Logic Device* (CPLD).
- iii. Untuk mengubah litar kawalan kereta kawalan jauh dengan CPLD yang telah diprogramkan.
- iv. Untuk mereka alat pengesan yang boleh menganggar jarak sebagai masukan kepada litar kawalan.
- v. Menggabungkan semua komponen dan menguji kebolehfungsiannya.

## 1.4 Skop Kerja

Projek ini terbahagi kepada dua bahagian iaitu rekaan litar pengawal yang ditulis dalam bahasa VHDL dan pengubahsuaian litar kawalan model kereta mainan kawalan jauh.

Rekaan litar pengawal dibuat dengan menggunakan beberapa perisian komputer iaitu Xilinx ISE8.1i yang bertujuan untuk menulis bahasa VHDL dan memprogramkan rekaan yang di tulis dalam bahasa VHDL ke dalam CPLD. Manakala dengan menggunakan ModelSim XEIII .

Selain itu, projek ini juga menggunakan alat pengesan infra-merah bertujuan untuk mengesan pergerakan model kereta di hadapan selain mengawal jarak di antara dua kenderaan supaya ia tidak berlanggar di antara satu sama lain. Manakala kereta mainan kawalan jauh yang dibeli dar kedai permainan digunakan sebagai prototaip dan litar elektroniknya diubahsuai supaya PLD yang dihasilkan tadi dapat digabungkan ke dalam litar yang terdapat di dalam kereta mainan tersebut.

## 1.5 Penerangan Ringkas Metodologi

Dalam melaksanakan sesuatu projek, terdapat pelbagai prosedur dan kaedah yang digunakan. Bagi projek ini, dua bahagian perlu dilakukan iaitu perkakasan dan perisian. Bahagian perkakasan menerangkan mengenai pengujian alat kawalan jauh, litar alat kawalan jauh projek, litar penerima, senarai komponen projek yang digunakan dalam melaksanakan projek ini dan langkah-langkah dalam menyiapkan perkakasan projek. Manakala bahagian perisian menyentuh.

Kedua-dua bahagian ini akan digabungkan untuk memastikan projek beroperasi seperti yang dikehendaki. Kemudian projek ini diuji untuk memastikan tiada sebarang ralat berlaku. Sekiranya berlaku, proses pengubahsuaian akan dilakukan bagi mengesan dan membaik pulih ralat tersebut.

## 1.6 Susun Atur Tesis

Secara keseluruhannya, tesis ini telah dibahagikan kepada lima(5) bab.

Bab I adalah bab pengenalan yang akan menyentuh mengenai gambaran ringkas projek seperti objektif, skop dan metodologi projek.

Bab II menceritakan tentang latar belakang projek iaitu perkara yang berkaitan dengan sistem teori model kereta mainan kawalan jauh, infra-merah dan CPLD yang digunakan bagi menghasilkan projek. Juga menyentuh tentang kajian kes penggunaan perisian komputer untuk menulis program bahasa VHDL. Bab ini juga merangkumi semua aspek yang berkaitan dengan teknologi CPLD dan infra-merah, iaitu sebagai pengganti alat kawalan jauh pada model kereta mainan.

Bab seterusnya iaitu Bab III yang berkaitan dengan metodologi projek. Ia akan membicarakan mengenai teknik dan kaedah pelaksanaan. Teknik dan kaedah yang dipilih terbahagi kepada dua bahagian iaitu perkakasan dan perisian yang digunakan. Bab ini akan menceritakan mengenai projek yang akan dihasilkan dengan mendalam. Segala gambarajah blok projek, litar projek, perancangan proses projek yang diterangkan melalui carta alir dan teknik yang digunakan dalam projek ini diterangkan dengan jelas.

Bab ke empat adalah bab analisis dan keputusan. Segala keputusan analisis seperti isyarat yang didapati, litar projek yang telah siap dihasilkan dan keputusan simulasi bacaan serta perbandingan dengan keputusan sebenar akan dibincangkan dalam bab ini.

Bab terakhir dalam tesis ini ialah kesimpulan dan cadangan. Dalam bab ini memberikan segala kesimpulan terhadap pencapaian dan pembelajaran yang diperolehi dalam melaksanakan projek ini dari peringkat permulaan hingga berjaya. Selain itu, cadangan juga dibuat untuk meningkatkan tahap operasi projek agar lebih baik pada masa akan datang.

## **BAB II**

### **KAJIAN LATAR BELAKANG & KONSEP**

#### **2.1 Pengenalan**

Bab ini membincangkan mengenai teori dan konsep yang berkaitan dengan projek bagi menghasilkan projek melalui kaedah yang betul. Tujuan perbincangan ini adalah untuk menerangkan perspektif dan kaedah yang digunakan agar projek dapat dikaji dan dihasilkan mengikut teori. Bab ini juga adalah sebagai rujukan kepada teori yang sedia ada dalam penyelesaian masalah berkaitan projek. Kefahaman secara teori adalah penting sebagai panduan dan hasil sesuatu kajian itu tidak dapat dinilai tanpa dibandingkan dengan teori. Bab ini juga menerangkan secara ringkas berkaitan bahan-bahan yang digunakan di dalam projek agar kefahaman berkaitannya dapat ditingkatkan. Topik yang terkandung di dalam bab ini adalah berkaitan pengenalan model kereta mainan kawalan jauh, VHDL, CPLD, Xilinx CPLD, CPLD CoolRunner II dan alat pengesan Infra-merah.

#### **2.2 Model Kereta Mainan Kawalan Jauh**

Dengan berpandukan model kereta mainan kawalan jauh yang dibeli di kedai permainan di Toy Store, Nilai 3 seperti dalam Gambarajah 2.1. terdapat beberapa kaedah yang digunakan bagi mengerakkan kereta mainan tersebut. Litar pada kereta mainan ini dikaji bagi mengetahui cara-cara menggerakkan kereta tersebut. Setelah dikaji litar kereta maian tersebut, terdapat beberapa fungsi bagi menggerakkan

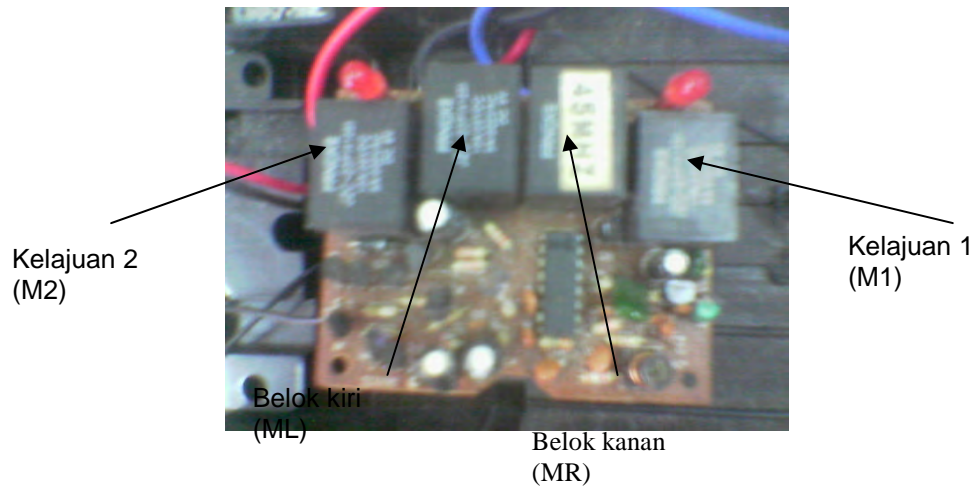
kereta mainan tersebut. Antaranya:-



Gambarajah 2.1: Menunjukkan Model Kereta Mainan Kawalan Jauh

- i. Dua kelajuan  
Kereta mainan tersebut terdapat dua kelajuan iaitu kelajuan pertama dan kelajuan yang kedua yang dikawal oleh satu motor. Bagi kelajuan pertama, motor arus terus tersebut dibekalkan dengan voltan sebanyak 9V dan manakala kelajuan kedua pula, motor pada kereta maian tersebut dibekalkan dengan voltan sebanyak 12V
- ii. Belok ke kanan  
Pergerakan ini dikawal oleh motor di hadapan yang bergerak mengikut arah jam.
- iii. Belok ke kiri  
Pergerakan in juga dikawal oleh motor di hadapan yang bergerak mengikut arah lawan jam

Semua pergerakan tersebut telah dikawal oleh geganti masing-masing yang ditunjukkan di dalam gambarajah 2.2.



Gambarajah 2.2: Geganti yang berfungsi sebagai suis bagi setiap pergerakan

### 2.3 *Very High Speed Intergrated Circuit Hardware Design Languages (VHDL)*

Dengan berpandukan artikel [4]. VHDL adalah satu kod pengaturcaraan yang boleh menghasilkan pelbagai jenis litar logik yang. Perisian yang boleh digunakan adalah seperti Xilinx ISE Webpack yang dihasilkan oleh Xilinx Inc. USA. Pada asanya bahasa ini boleh menggunakan perisian yang dihasilkan oleh pengeluar lain seperti Quartus oleh Altera dan Libero IDE oleh Actel. Gambarajah 2.3 adalah contoh perisian yang dibangunkan oleh Xilinx.



Rajah 2.3: Perisian Xilinx ISE. [4]

Pengaturcaraan ini mempunyai dua bahagian iaitu entiti (*entity*) dan senibena (*architecture*). Entiti adalah bahagian untuk menyatakan pin keluaran sesuatu litar yang direka. Senibena pula adalah menggambarkan operasi yang akan dilakukan oleh litar yang direka. Beberapa penulisan boleh ditulis seperti kelakuan (*Behavioral*), struktur (*structural*) dan aliran data (*dataflow*). walaubagaimanapun, projek ini menggunakan senibina *behavioral* iaitu operasi litar yang direka ditulis secara *finite state-machine* (FSM)

## 2.4 *Complex Programmable Logic Devices (CPLD)*

CPLD pada asasnya terdiri daripada berbagai-bagai jenis susunan Peranti Pengaturcaraan Logik Mudah (SPLD) dengan rangkaian program yang saling bersambung, seperti Gambarajah 2.4 Dalam masa yang sama terdapat juga rekaan yang lain, antaranya adalah blok fungsi, blok logik, atau blok penghasil. Rangkaian sambungan dalaman biasa di panggil Susunan Pengaturcaraan yang saling bersambung (PIA) oleh Altera manakala Xilinx, yang menggunakan Saling Berhubung lanjutan (AIM). LAB atau sambungan diantara LAB diprogram dengan menggunakan perisian. CPLD boleh diprogram kerana fungsi logik kompleks bergantung kepada struktur SOP dalam setiap individu LABs (SPLD). Masukan boleh disambung pada setiap LAB, dan keluarannya saling bersambung dengan LAB yang lain melalui PIA. [7]