

PEMBANGUNAN PAPAN PELATIH 8051 PELBAGAI APLIKASI

Oleh

Mohd Fadhli Bin Yusof

**Disertasi ini dikemukakan kepada
UNIVERSITI SAINS MALAYSIA**

Sebagai memenuhi sebahagian daripada keperluan
untuk ijazah dengan kepujian

SARJANA MUDA KEJURUTERAAN (KEJURUTERAAN ELEKTRONIK)

**Pusat Pengajian kejuruteraan
Elektrik dan Elektronik
Universiti Sains Malaysia**

Mei 2006

Abstract

The development of 8051 trainer with many application is a project that use a new innovation of MCS51 microcontroller produced by Atmel, this system use *In System Programmable* internal or external flash memory. *In System Programmable* means that the microcontroller itself can be programmed on the board with all the I/O system, which save money and give benefits particularly to beginner in microcontroller programming. This new microcontroller of MCS51 family is marked with a letter 'S' in the middle of it's type, AT89S51 and AT89S52. The software used in this project is EASEMicro51 ver 1.1, compiled by himself, that implement an In System Programming through PC parallel port. In System Programmable be able to program microcontroller using PC. In design the circuit, component can connected to each other using wire-wrapping technique. This technique is always used in protaip system before the product revenue in large amount. For beginner, hopefully this thesis can help you to explore more on microcontroller MCS51 family in the cheapest way.

Keywords: In System Programmable, EaseMicro51, AT89S51/AT89S52, microcontroller

Abstrak

Projek pembangunan papan pelatih 8051 pelbagai aplikasi ini adalah satu projek yang menggunakan menggunakan sistem terbaru iaitu *In system programmable* dengan ingatan kilat. Projek ini menggunakan satu mikropengawal yang baru berasaskan seni bina MCS-51 yang dikeluarkan oleh Atmel. Yang mana mikropengawal ini menggunakan ingatan kilat (flash memory) dalaman atau luaran dengan *in system programmable*. *In System Programmable* bermaksud bahawa semua aktiviti mikropengawal yang melibatkan sistem I/O boleh diprogramkan di atas papan pelatih. Sistem ini juga dapat menjimatkan kos dan memberi faedah khususnya kepada pengguna yang baru dalam pengaturcaraan mikropengawal. Mikropengawal ini juga adalah tergolong dalam keluarga MCS-51 dan tandanya dapat dilihat pada tengah jenis yang bertulis 'S' pada AT89S51 dan AT89S52. Papan pelatih ini juga, dapat diprogram secara langsung pada board tanpa harus melepas mikropengawal tersebut dari soketnya. Perisian yang digunakan dalam projek ini adalah EaseMicro51 versi 1.1. Pelaksanaan *in system programmable* dilaksanakan dengan sambungan secara selari kepada *printer port*. Untuk bahagian rekabentuk litar, Penyambungan komponen dilakukan dengan teknik belitan wayar (wire-wrap) yang lazim digunakan untuk merakabentuk sesuatu produk sebelum ianya dihasilkan secara besar-besaran. Selepas selesai penyambungan litar barulah ianya diuji. Semoga laporan ini dapat membantu dalam pembangunan mikropengawal berpandukan senibina 8051.

Kata Kunci: In System Programmable, EaseMicro51, AT89S51/AT89S52

PENGHARGAAN

Syukur Alhamdulillah, dengan izin dan rahmatNya dapat saya menyiapkan projek tahun akhir ini. Pada kesempatan ini, saya ingin mengucapkan ribuan terima kasih kepada mereka yang telah terlibat membantu, memberi nasihat dan sokongan kepada saya untuk menyiapkan projek ini.

Pertama sekali saya ingin mengucapkan ribuan terima kasih kepada ibu saya dan keluarga yang tidak pernah jemu memberi kata – kata semangat dan dorongan kepada saya untuk berjaya dalam hidup. Jutaan terima kasih juga saya tujukan kepada penyelia projek ini iaitu Dr. Anwar Hasni Abu Hassan yang telah memberikan tunjuk ajar, nasihat, dorongan dan kepercayaan kepada saya di sepanjang perjalanan projek ini.

Selain itu juga, ucapan terima kasih saya berikan kepada rakan – rakan seperjuangan, juruteknik – juruteknik dan kepada mereka yang terlibat secara langsung atau tidak langsung dalam menjayakan projek ini. Tanpa bantuan kalian semua sukar untuk saya menyudahkan projek ini.

TERIMA KASIH SEMUA!

YANG BENAR,

Mohd Fadhli Bin Yusof

KANDUNGAN

	Halaman
ABSTRAK	iii
PERHARGAAN	iv
JADUAL KANDUNGAN	v
SENARAI GAMBARAJAH	vii
SENARAI JADUAL	ix
SENARAI ISTILAH	x
SENARAI KEPENDEKKAN	xii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. PENDAHULUAN	1
1.2. PENERANGAN PROJEK.....	2
1.3. OBJEKTIF PROJEK	4
1.4. PANDUAN LAPORAN	5
BAB 2 KAJIAN ILMIAH	7
2.1. PENGENALAN KEPADA KOMPUTER.....	7
2.2. PEMBANGUNAN MIKROPENGAWAL.....	10
2.2.1 <i>Pengenalan Kepada Mikropengawal 8051</i>	11
2.2.2 <i>Pengenalan Kepada Mikropengawal Atmel</i>	12
2.4. PROGRAM STATUS WORD.....	15
2.5. MOD PENGALAMATAN.....	16
2.6.1 <i>Pengalamatan Secara Terus</i>	17
2.6.2 <i>Pengalamatan Secara Tidak Terus</i>	17
2.6.3 <i>Arahan Daftar</i>	17
2.6.4 <i>Arahan Daftar Spesifik</i>	18
2.6.5 <i>Pemalar Segera</i>	18
2.6.3 <i>Pengalamatan Indeks</i>	18
2.7. PEMASAAN CPU.....	18

BAB 3 PERKAKASAN	20
3.1. PENDAHULUAN	20
3.2. MCU AT89C51	22
3.3. PERALLEN PEROM (AT29C010A)	26
3.4. SRAM (K6T1008C2E)	28
3.5. PERSISIAN INPUT/OUTPUT(P8255)	30
3.6. PEMULTIPLEKS/PENYAHKOD (HD74LS137P)	33
3.7. PENYELAK ALAMAT	35
BAB 4 REKABENTUK	37
4.1. PENGENALAN	37
4.2. PERALATAN.....	37
4.2.1 <i>Alat Pengukur</i>	37
4.2.2 <i>Perkakasan Binaan</i>	38
4.3. KAEDAH	39
BAB 5 PERISIAN DAN PENGUJIAN	42
5.1. PENDAHULUAN.....	42
5.2. PERKAKASAAN PERISIAN 8051.....	42
5.2.1 <i>Text Editor</i>	44
5.2.2 <i>Pengkompil</i>	44
5.2.3 <i>Terminal Emulator</i>	44
5.3. PENGATURCARAAN.....	44
5.4. PENGUJIAN.....	52
5.4.1 <i>Pengujian peralatan</i>	52
5.4.2 <i>Pengujian Perisian</i>	53
BAB 6 PENUTUP	55
4.1. KEPUTUSAN	55
4.2. PERBINCANGAN	55
4.3. MASALAH-MASALAH YANG DIHADAPI.....	56
4.4. CADANGAN.....	56
4.5. KESIMPULAN.....	56
RUJUKAN	
LAMPIRAN	

SENARAI GAMBARAJAH

	Halaman
Rajah 1.1: Gambarajah Blok 8051.....	3
Rajah 2.1: Senibina Von Neumann.....	8
Rajah 2.2: Struktur dalaman Mikropengawal.....	10
Rajah 2.3: Gambarajah blok 8051.....	11
Rajah 2.4: Gambarajah Blok AT89C51.....	13
Rajah 2.5: pemetaan memori C51 dalam mod ISP	14
Rajah 2.6: Daftar PSW di dalam mikropengawal.....	16
Rajah 2.6: Cara sambungan kristal.....	19
Rajah 3.1: In-System Programming Hardware Configuration.....	20
Rajah 3.1: Tatasusun pin AT89S51.....	22
Rajah 3.2: Tatasusun pin AT29C010A 32-lead PLCC.....	26
Rajah 3.3: Gambarajah Blok bagi AT29C010A.....	27
Rajah 3.5: Bentuk gelombang read.....	28
Rajah 3.6: Tatasusun pin K6T1008C2E.....	28
Rajah 3.7: Blok diagram untuk SRAM.....	29
Rajah 3.8: Tatasusun pin P8255A.....	30
Rajah 3.9: Gambarajah blok bagi 8255A.....	31
Rajah 3.10: Tetap daftar pengawal.....	33
Rajah 3.11: Tatasusun pin HD74LS138P.....	33
Rajah 3.12: Tatasusun pin GD74LS373.....	35
Rajah 4.1 : <i>Multimeter</i> digital.....	38
Rajah 4.2 : <i>Oscilloscopes</i>	38
Rajah 4.3 : Perkakasan binaan.....	38
Rajah 4.5: <i>Wirewrapping tools</i>	39
Rajah 4.6: Langkah-langkah wire-wrapping.....	40
Rajah 4.7: Jenis belitan wayar.....	41
Rajah 4.8 : Pandangan dekat pin yang telah di buat belitan wayar (<i>image courtesy of Peter Paine</i>).....	41
Rajah 5.1: Asas perisian 8051.....	42

Rajah 5.2 : langkah untuk menjana satu program.....	44
Rajah 5.3 : Skema kabel ISP untuk konfigurasi stand-alone.....	45
Rajah 5.4 : Salah satu contoh bentuk konfigurasi fisik kabel ISP.....	46
Rajah 5.5 : Subdirektori EASE51 berisi file-file yang diperlukan.....	47
Rajah 5.6 : Tampilan EaseMicro51 dengan mesin Another Editor versi 1.7.....	48
Rajah 5.7 : Menu utama AEC ISP.....	50
Rajah 5.8 : Menu Setup sebelum menggunakan ISP.....	51
Rajah 5.9 : Pengujian mikropengawal AT89S51.....	53
Rajah 5.10 : papan pelatih 8051 yang siap dibina.....	54
Rajah 6.1 :litar pengujian mikropengawal.....	55
Rajah 6.2 :kabel data selari (<i>male</i>).....	56
Rajah 6.3 : DB-25 (<i>female</i>).....	56
Rajah 6.4 : Power supply 5V.....	56

SENARAI JADUAL

	Halaman
Jadual 3.1. Perihal kawal memori.....	21
Jadual 3.2: Senarai komponen – komponen yang digunakan.....	22
Jadual 3.3: Penerangan pin AT89S51.....	24
Jadual 3.4: Penerangan pin P8255.....	31
Jadual 3.5: Pemilihan port 8255.....	32
Jadual 3.6 : Penerangan Pin HD74LS138P.....	34
Jadual 3.7: Jadual fungsi 74LS138.....	35
Jadual 3.8: Fungsi-fungsi pin GD74LS373.....	36
Jadual 4.1: Pemetaan I/O.....	42

SENARAI ISTILAH

Akses/capaian	= <i>access</i>
Alamat	= <i>address</i>
Arkitktur/senibina	= <i>architecture</i>
Bahasa penghimpunan	= <i>assembly language</i>
Belitan wayar	= <i>wire wrap</i>
Bendera	= <i>flag</i>
Daftar	= <i>register</i>
Daftar pengawal	= <i>control register</i>
Density	= <i>density</i>
Ingatan	= <i>memory</i>
Ingatan baca sahaja	= <i>read only memory (ROM)</i>
Ingatan capaian rawak	= <i>read access memory (RAM)</i>
Ingatan tidak meruap	= <i>non – volatile memory</i>
Kod bait	= <i>input /output</i>
Masukan/keluaran	= <i>input/Output</i>
Memori	= <i>memory</i>
Memori /ingatan kilat	= <i>flash memory</i>
Mikropemproses	= <i>microprocessor</i>
Mikropengawal	= <i>mnemonic</i>
Operan	= <i>operand</i>
Opkod	= <i>opcode</i>
Papan pelatih	= <i>trainer board</i>
Pemasa	= <i>timer</i>
Pemetaan	= <i>mapping</i>
Pemrogram ROM	= <i>ROM burner</i>
Pemprosesan data	= <i>word processing</i>
Pengambilan	= <i>fetch</i>
Pengayun	= <i>oscillator</i>
Penghimpun	= <i>assembler</i>

Pengkompil	= <i>compiler</i>
Penumpuk	= <i>accumulator</i>
Penyalun	= <i>resonator</i>
Penyelak alamat	= <i>address latch</i>
Perlaksanaan	= <i>execution</i>
Persisian	= <i>peripheral</i>
Sampukan	= <i>interrupt</i>
Servis sampukan	= <i>interrupt service</i>
Strob	= <i>strobe</i>
Tetapan	= <i>setting</i>

SENARAI KEPENDEKKAN

ADC	= <i>Analog to digital converter</i>
ALU	= <i>Arithmetic Logic Unit</i>
CE	= <i>Chip Enable</i>
CPU	= <i>Central Processing Unit</i>
CS	= <i>Chip select</i>
DRAM	= <i>Dynamic Read Access Memory</i>
EA	= <i>External Access</i>
EEPROM	= <i>Electrically Erasable Programmable Read Only Memory</i>
I/O	= <i>Input/Output</i>
IC	= <i>Integrated circuit</i>
MCU	= <i>Microcontroller Unit</i>
OE	= <i>Output Enable</i>
PC	= <i>Program Counter</i>
PCB	= <i>Printed Circuit Board</i>
PLC	= <i>Programmable Logic Controller</i>
PSEN	= <i>Program Store Enable</i>
PSW	= <i>Program Status Word</i>
RAM	= <i>Read Access Memory</i>
ROM	= <i>Read Only Memory</i>
SFR	= <i>Special Function Register</i>
SRAM	= <i>Static Read Only Memory</i>
TTL	= <i>Transistor –Transistor Logic</i>
WE	= <i>Write Enable</i>

BAB 1

Pengenalan

1.1 Pendahuluan

Mikropengawal sudah bukan produk baru lagi dalam dunia teknologi pada masa sekarang. Kebanyakan produk elektronik yang dihasilkan berasaskan mikropengawal banyak memberikan kemudahan dan faedah tambahan, yang tentunya semakin mempermudah kita dalam menghadapi kehidupan harian. Mulai dari keluarga Intel, Motorola, dan lainnya.

Keluarga 8051 telah dikenali cukup lama mulai dari generasi pertama yang menggunakan memori program luaran (menggunakan EPROM). Setiap proses penyusunan program pasti diiringi oleh proses pemasangan kod-kod binari ke dalam EPROM (*Erasable Programmable Read Only Memory*) dan untuk memasukkannya haruslah menggunakan pemrograman khusus. Pemrograman juga tidak hanya cukup sekali saja karena kesalahan kerap kali terjadi dan pengisian kod-kod binari yang baru harus dilakukan. Maka EPROM harus dicabut dari board dan diprogram ulang menggunakan pemrogram (*programmer*). Demikian seterusnya hingga program yang kita inginkan telah tercapai. Dari sini kemudian kita mengenal istilah EPROM Emulator iaitu peranti yang berfungsi untuk menggantikan fungsi EPROM, sementara. Kod-kod binari dihantar ke emulator untuk diuji kebenarannya. Setelah selesai langkah tersebut, barulah proses pemasangan ke EPROM baru dilakukan (Mazidi M.A, Mazidi J.G, 2000).

Generasi berikutnya adalah EEPROM yang muncul menggantikan posisi EPROM. EEPROM (*Electrically Erasable Programmable Read Only Memory*) dapat ditulis ribuan kali dibandingkan EPROM yang hanya 10 kali saja. Proses pengisian di antara keduanya sama, sedangkan proses penghapusan EEPROM jauh lebih mudah karena tidak memerlukan sinar ultra violet. Selepas itu, mikropengawal berkembang dengan lebih pesat lagi iaitu dengan memasukan memori program dalaman (*internal*) ke dalam senibina EEPROM yang sekarang kita dikenali dengan istilah internal flash memory. Produk Atmel

yang menggunakan flash memory adalah AT89C51/52 yang mana senibinanya berasaskan keluarga Intel MCS-51. Proses pengisian dan penghapusan memori program juga berlangsung sama seperti proses pengisian EEPROM. Setiap kali penggantian program, mikropengawal harus dilepas dari boardnya dan diisi dengan menggunakan pemrogram khusus. Setelah selesai barulah ianya diuji dengan cara dikembalikan pada boardnya.

Perkembangan terkini di dunia mikropengawal adalah dikenali dengan istilah *In System Programmable* (ISP). Mikropengawal berjenis ini dapat diprogramkan secara langsung pada board tanpa harus mencabut mikropengawal tersebut dari soketnya. Beberapa keuntungan dengan munculnya mikropengawal berasaskan ISP adalah pertamanya, dari segi fizikalnya ia tidak merosakan cip misalnya kaki patah akibat bongkar pasang. Ini kerana mikropengawal tetap berada di tempatnya ketika kita memasukan kod-kod binari. Ia juga menjadikan proses pengujian semakin cepat, kerana uploading program lebih singkat dan tidak memerlukan pemrograman tambahan yang biasanya berharga sangat mahal. AT89S51/52 adalah salah satu produk mikropengawal dari Atmel yang memiliki sistem ISP ini (<http://te.ubaya.ac.id/~eka>).

1.2. Penerangan Projek

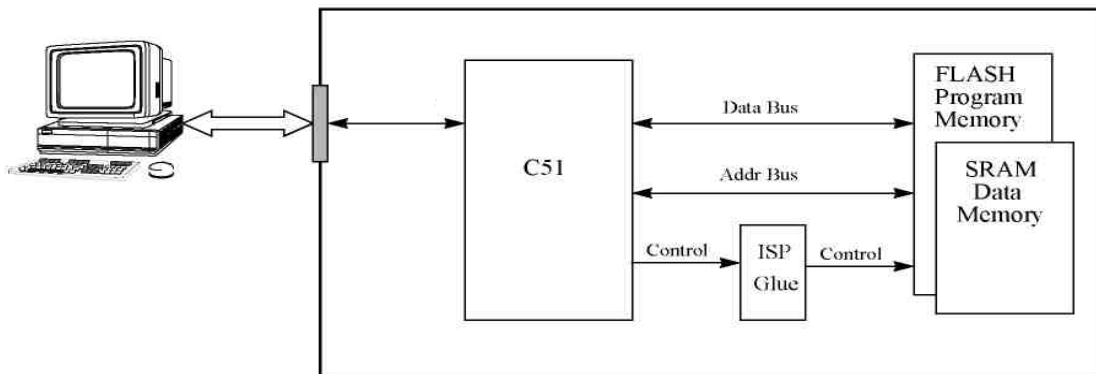
Pada masa sekarang, lebih banyak pengguna dan jurutera menuntut komponen elektronik yang mempunyai ciri-ciri dan keupayaan yang lebih tinggi. Ingatan kilat atau *flash memory* adalah jawapannya. Peranti *flash memory* sekarang telah digunakan secara meluas di dalam banyak aplikasi terutamanya untuk menyimpan program dan memori data.

Projek pembangunan papan pelatih 8051 pelbagai aplikasi ini adalah sebuah projek untuk menghasilkan papan pelatih mikropengawal yang menggunakan ingatan kilat yang mampu di padamkan dalam beberapa saat sahaja menggunakan *In-system programmable* (ISP). Yang mana diberikan pilihan samaada menggunakan memori dalaman atau luaran. Mikropengawal AT89S51 telah digunakan dalam projek berdasarkan beberapa kelebihan

iaitu mikropengawal tersebut dapat melaksanakan arahan 2 kali ganda lebih laju berbanding MCS-51.

Pembinaan sistem ini melibatkan tiga peringkat iaitu perkakasan, perisian dan pengujian. Pertama, peringkat perkakasan. Peringkat ini melibatkan pemahaman sistem dan spesifikasi projek. Seterusnya, litar akan direkabentuk menggunakan perisian OrCAD release 9.0. Sambungan komponen-komponen adalah mengikut piawaian yang ditetapkan bagi mikropengawal 8051 MCS-51. Selepas itu, sambungan litar dilakukan menggunakan teknik *wire-wrapping*.

Peringkat kedua ialah peringkat perisian. Dimana perisian EASEMICRO51 digunakan sebagai *program monitor* untuk melaksanakan arahan di tetapkan. Pembinaan perisian pula ini melibatkan 3 bahagian utama iaitu pengkompil (*compiler*) atau penghimpun (*assembler*), pangkalan pengemulatan (*terminal emulator*). Rajah 1.1 menunjukkan proses pengisian kod-kod ke dalam mikropengawal.



Rajah 1.1: Gambarajah Blok 8051 (<http://www.atmel.com>)

Sistem asas yang terkandung dalam projek ini adalah, satu *flash memory* untuk menyimpan kod dan satu SRAM untuk data. Antara muka mikropengawal AT89S51

dihubungkan kepada peranti ingatan dengan menggunakan satu litar ISP untuk membenarkan C51 melakukan arahan *write* pada flash memory. Mikropengawal tersebut juga disambung dengan rangkaian selari secara terus ke mikropengawal menggunakan satu terminal RS-232 iaitu DB-25. Terminal ini yang akan digunakan untuk muat turun satu program yang baru ke dalam flash memori.

1.3. Objektif Projek

Terdapat beberapa objektif yang telah dikenal pasti terlibat dalam menjayakan projek merekabentuk dan membangunkan Pembangunan Papan Pelatih 8051 pelbagai Aplikasi. Berikut ialah senarai objektif – objekif bagi projek ini:

1. Objektif utama projek ini adalah untuk membiasakan diri berintraksi dengan mikropengawal 8051 dan memahami seni bina mikropengawal tersebut. Ini akan memberi maklumat tentang aliran data dan alamat pada setiap komponen asas mikropengawal.
2. Di samping itu, projek ini juga dapat membiasakan diri dengan penghasilan litar prototaip menggunakan teknik wire-wrapping. Teknik ini digunakan supaya kecacatan dan pepijat yang timbul dapat di atasi, yang mana teknik ini sering digunakan sebelum sesebuah produk dihasilkan secara besar-besaran untuk tujuan komersial.
3. Selain itu, pembinaan projek pembangunan papan pelatih 8051 pelbagai aplikasi yang menggunakan MCU keluaran Atmel Cooperation adalah alternatif lain bagi MCS-51 keluaran Intel yang mana dipelajari pada semester sebelumnya. Ini bertujuan supaya pelajar dapat membiasakan diri dengan semua jenis mikropengawal.
4. Projek ini menggunakan ingatan tambahan (external) iaitu ingatan kilat, dimana kandungan ingatannya boleh dipadamkan dalam beberapa saat sahaja tanpa mencabut cip tersebut dari soket. Ini akan memberi pilihan kepada pengguna

samaada menggunakan memori dalaman atau luaran. Proses ini dilaksanakan dengan menggunakan sistem pengaturcaraan dalaman (ISP).

5. Melalui projek ini juga, ia dapat melatih diri bagaimana untuk menguruskan sesebuah projek dengan lebih sistematik. Kerana projek yang dijalankan melibatkan turutan langkah – langkah yang mesti di patuhi supaya tidak berlaku kesilapan dalam pelbagai aspek terutamanya semasa pemilihan cip dilakukan. Ini dapat memberi pengalaman yang berharga supaya dapat digunakan pada masa yang akan datang.

1.4. Panduan Laporan

Laporan ini terdiri daripada beberapa bab yang mana setiap satu menerangkan mengenai bahagian – bahagian yang terlibat dalam pembangunan projek ini. Berikut diterangkan serba ringkas mengenai bab – bab yang terlibat.

Bab 1 merupakan bahagian pengenalan yang menerangkan mengenai projek mikropengawal yang dibangunkan berserta dengan objektif projek ini. Penerangan secara umum diberikan untuk memberikan gambaran awal mengenai projek ini kepada pembaca.

Bab 2 iaitu kajian ilmiah pula menerangkan mengenai asas sistem komputer dan pengenalan kepada mikropengawal. Ini termasuklah perbezaan antara mikropengawal keluaran Intel MCS-51 dengan mikropengawal Atmel. Juga dimuatkan maklumat-maklumat lanjut tentang cip mikropengawal AT89S51.

Bab 3 iaitu bahagian perkakasan menerangkan perihal perkakasan yang terlibat dalam pembangunan projek ini. Di dalam bahagian ini, teori, fungsi dan cara operasi bagi setiap perkakasan yang terlibat diterangkan secara terperinci. Hal ini adalah untuk memberi penerangan secara lanjut perkaitan setiap perkakasan yang digunakan dalam pembangunan projek ini.

Bab 4 bab yang paling utama kerana dalam bab ini proses rekabentuk dan proses pemasangan litar diterangkan. Bab ini juga merangkumi tentang pengalamatan bagi setiap komponen seperti RAM dan ROM serta I/O.

Bab 5 pula merupakan bahagian perisian. Bahagian ini lebih menumpu dalam menerangkan aturcara yang telah dibina dan hubungan aturcara tersebut dalam pengoperasian pembangunan papan pelatih.

Bab 6 pula akan menceritakan keputusan yang diperolehi, perbincangan mengenai keputusan, masalah yang dialami serta cadangan lanjutan bagi projek

BAB 2

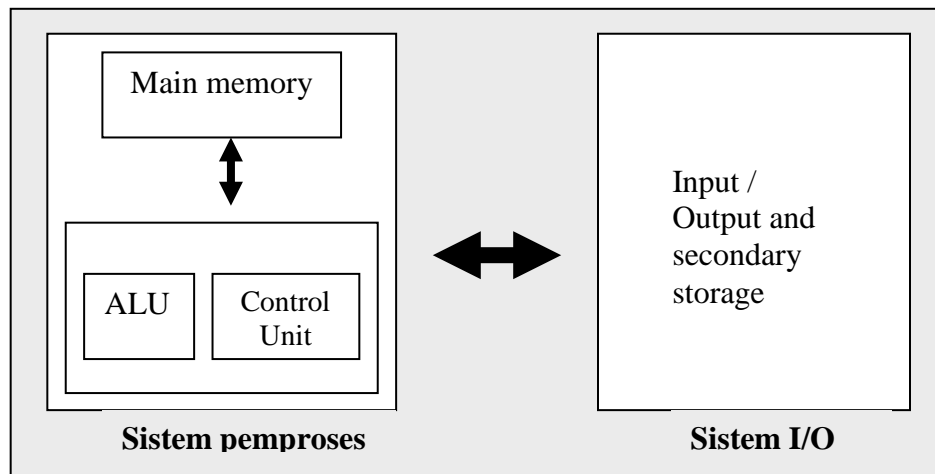
KAJIAN ILMIAH

2.1. Pengenalan kepada komputer.

Pada dasarnya, perkataan komputer bermaksud ahli kira (*compute*). Ahli kira bertugas untuk melakukan pengiraan matematik samada dengan pertolongan alat mekanik atau tidak. Seterusnya hasil kiraan dialih ke mesin. Pada asalnya, tugas "komputer" hanyalah khusus kepada penyelesaian matematik, tapi komputer moden digunakan untuk pelbagai tugas lain yang tidak berkaitan dengan matematik

Takrifan asal Komputer, seperti yang disebut di atas, hanya merangkumi peralatan khusus yang boleh mengira (*compute*) satu fungsi atau bilangan fungsi yang terhad. Dalam masa beberapa tahun ini, kebanyakan peralatan rumah menggunakan aplikasi mikropengawal, seperti Konsol Mainan Video, telefon mudah-alih, perakam video kaset, PDA, dan banyak lagi. Jentera industri, kenderaan, dan alat elektronik lain, kesemuanya mengandungi litar komputer yang Turing-sempurna. Komputer yang digunakan di dalam peralatan untuk fungsi tertentu, dikenali sebagai "microcontroller" atau "Komputer terbenam" (*embedded computer*). Komputer jenis ini hanya berfungsi untuk memproses maklumat tertentu sahaja (<http://ms.wikipedia.org/wiki/Mikropengawal>).

Teknologi dalam komputer digital telah melalui perubahan besar sejak komputer yang pertama pada tahun 1940. Namun kebanyakannya masih menggunakan senibina (*architecture*) von Neumann, yang dicadangkan oleh John von Neumann pada awal 1940-an. Senibina von Neumann menyatakan komputer dibahagi kepada 4 bahagian utama, iaitu Unit Aritmetik dan Logik (*Arithmetic and Logic Unit - ALU*), litar pengawal (*control circuitry*), memori (*memory*), dan alat input-output (I/O). Kesemua bahagian ini disambung bersama oleh wayar-wayar, yang dikenali sebagai "bus" (<http://ms.wikipedia.org/wiki/Mikropengawal>).



Rajah 2.1: Senibina Von Neumann

2.1.1 Peranti ingatan

Di dalam sistem komputer, memori ialah jujukan (*sequence*) byte yang berangka (*numbered bytes*) (seperti sel), di mana setiap satunya mengandungi sebutir maklumat. Maklumat tersebut mungkin adalah arahan (*instruction*) untuk komputer, dan setiap sel menyimpan serpihan data yang diperlukan komputer untuk menjalankan arahan.

Secara amnya, memori boleh diguna-semula lebih sejuta kali. Ia lebih berupa pad lakaran, daripada batu tablet yang hanya boleh ditulis sekali. Saiz setiap sel, dan bilangannya, berbeza di antara satu komputer dengan komputer yang lain. Begitu juga dengan teknologi memori tersebut, daripada denyutan elektromekanik, seterusnya tiub raksa, seterusnya kepada susunan matriks magnet kekal, seterusnya kepada transistor, dan seterusnya litar bersepadu (*integrated circuit*) yang mengandungi berjuta kapasitor dalam sebiji cip (*chip*) (<http://ms.wikipedia.org/wiki/Mikropengawal>).

I) ROM

Ingatan separa-pengalir BJT dan MOS merupakan peranti ingatan yang paling laju boleh didapati. *Read-Only Memory* (ROM) merupakan salah satu ingatan jenis separa-pengalir yang menyimpan data secara kekal atau ia juga tidak akan berubah secara kerap.

Semasa operasi normal ROM hanya akan membaca data, dan tiada data akan ditulis. Proses kemasukan data di nyatakan sebagai *Programming*. Ada sesetengah ROM yang berupaya untuk memadamkan (*erase*) data, dan ada sesetengah tidak. Tujuan utama ROM adalah untuk menyimpan data dalam bentuk program dalam sistem mikro-komputer. Oleh kerana semua ROM adalah 'nonvolatile' iaitu apabila sistem mikrokomputer dihidupkan, maka ia akan beroperasi dengan menggunakan data yang telah diprogramkan dalam ROM.

Terdapat beberapa jenis ROM iaitu *Masked Programmed ROM*, *Programmable ROM* (PROM), *Erasable PROM* (EEPROM), *CD-ROM* dan *Flash Memory*. **Flash memory** mempunyai ciri EEPROM (boleh program semula) dan mempunyai 'density' dan kos yang hampir kepada EPROM. Ini kerana binaan dalamnya yang lebih padat dan kompleks tetapi menggunakan kurang transistor berbanding EEPROM. Masa memadam bagi *flash memory* adalah cepat dan ia juga boleh memadamkan bit-bit atau alamat-alamat yang tertentu sahaja. Kelajuan menulisnya (*write*) adalah 10 μ s berbanding 100 μ s bagi EPROM dan 5ms bagi EEPROM.

II) RAM

Random Acces Memory (RAM) bermaksud ia mempunyai ciri yang membolehkan mana-mana data di dalamnya boleh dicapai dengan mudah seperti data-data lain. RAM jenis separa-pengalir juga dikenali sebagai '*read/write memory*'. RAM merupakan peranti yang menyimpan data secara sementara. Maka semasa komputer beroperasi, data dalam alamat RAM akan beroperasi untuk '*read*' atau '*write*' dalam satu masa. Maka operasi R/W tersebut mestilah dilakukan dengan pantas program tidak menjadi lambat.

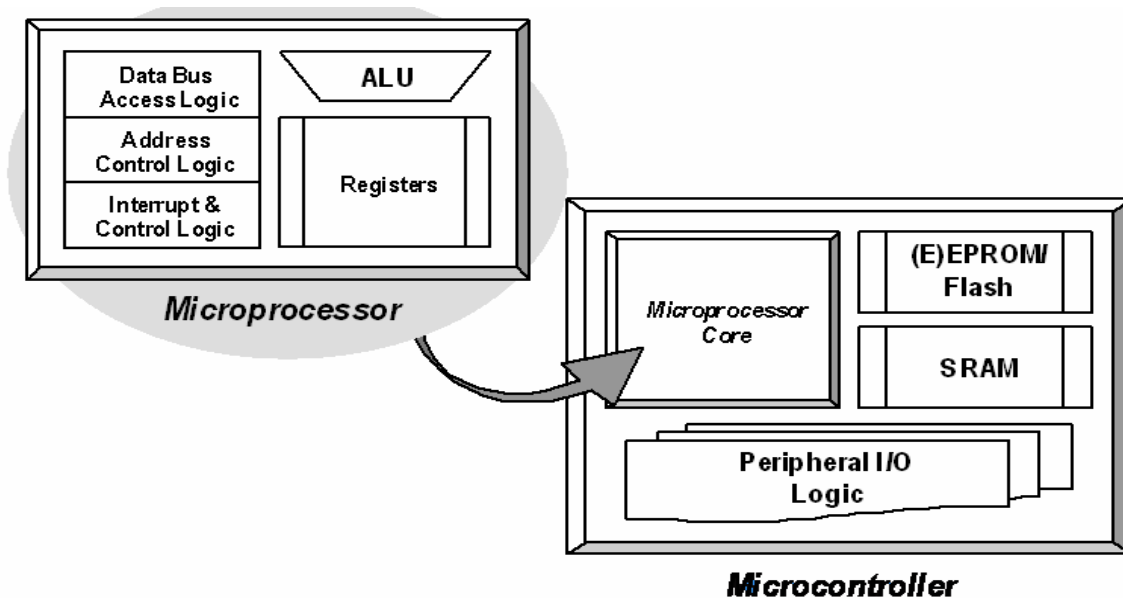
Terdapat dua jenis RAM iaitu *Statik RAM* (SRAM) dan *Dynamic RAM* (DRAM). SRAM adalah static RAM (*Random Access Memory*) di mana data yang ditulis ke dalam memori akan kekal sehingga bekalan kuasa di matikan. Perbezaan dengan DRAM ialah, DRAM memerlukan litar tambahan yang dikenali sebagai litar "*refresh*" untuk mengupdate kandungan memory bagi mengekalkan kedudukan (state) nya. DRAM biasanya digunakan apabila sesuatu peralatan memerlukan ruang ingatan yang besar, misalnya PC.

SRAM biasanya digunakan di dalam peralatan pintar yang kecil bersama mikropengawal misalnya di dalam mesin-mesin automatik. SRAM mempunyai capaian yang lebih laju berbanding DRAM kerana DRAM memerlukan satu *cycle* khusus untuk mengupdate. kandungannya yang mana dikenali sebagai "*wait state*" (pada masa ini kandungan DRAM tidak boleh diakses) (<http://ms.wikipedia.org/wiki/Mikropengawal>).

2.2. Pembangunan Mikropengawal

Mikropengawal merupakan komputer-dalam-cip yang telah dicipta untuk kawalan alat elektronik. Mikropengawal pada amnya mengandungi segala cip memori, kesinambungan peralatan antara muka I/O yang tertentu manakala mikropemprosesan perlu disambung kepada cip tertentu untuk menyelaraskan fungsi yang diperlukan. Kebanyakan mikropengawal terdapat di dalam peralatan elektronik Terdapat banyak cip pemprosesan yang boleh didapati di pasaran. Lebih daripada 50% merupakan pengawal yang ringkas manakala 20% pula terdiri daripada pemprosesan isyarat digital atau lebih dikenali sebagai cip DSP. Kebanyakan perkakas elektrik di rumah terdiri daripada satu atau dua alat mikropemprosesan pelbagai kegunaan manakala majoriti terdiri daripada mikro pengawal. Ianya boleh didapati di dalam peralatan elektrik seperti mesin basuh, ketuhar gelombang mikro dan telefon.

Mikropemproses pula adalah satu cip CPU yang digunakan dalam mikropengawal. Mikropengawal dan mikropemproses adalah berbeza dalam tiga aspek iaitu senibina perkakasan, aplikasi dan ciri-ciri set arahan. Mikropemproses adalah satu cip CPU, manakala mikropengawal adalah satu cip IC yang mengandungi satu CPU dan beberapa litar untuk melengkapkan satu computer seperti RAM, ROM, serpihan antara muka siri, pemasa, dan sampukan. Rajah 2.2 menunjuk sistem dalaman satu mikropengawal.



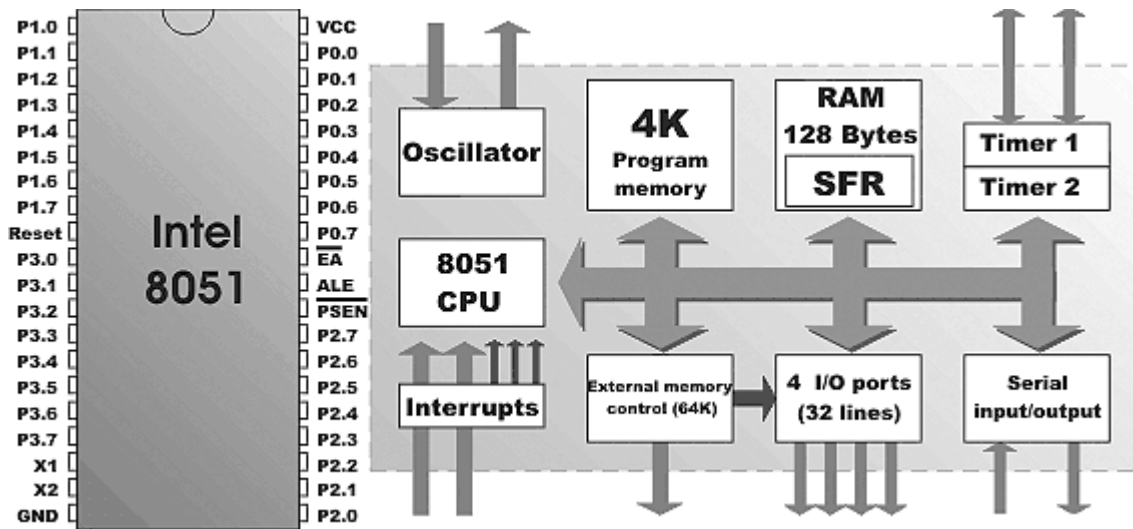
Rajah 2.2: Struktur dalaman Mikropengawal

Antara ciri-ciri Mikropengawal adalah rekabentuknya bersifat “*All-in-one*”, Ketegapan (*Robustness*), Keperluan Kuasa yang rendah (*Low Power Consumption*).

2.3. Pengenalan kepada Mikropengawal 8051

Pada tahun 1981, Intel Corporation telah memperkenalkan satu cip mikropengawal 8-bit yang dipanggil 8051. Terdapat 3 asas mikropengawal dalam keluarga MCS-51 iaitu 8051, 8031 dan 8751. Mikropengawal ini mempunyai 128 *byte* RAM, 4K *byte* ROM dalaman, dua pemasa, satu *port* sesiri dan empat *port* yang mana semuanya terdapat di dalam satu cip tunggal.

Mikropengawal 8051 mempunyai 8-bit pemproses, bermaksud bahawa CPU hanya mampu memproses 8-bit data dalam satu masa. Jika data tersebut melebihi 8-bit, ianya akan di pecahkan kepada beberapa bahagian. Dimana setiap bahagian mempunyai 8-bit data, kemudian barulah ianya di proses. 8051 mempunyai empat I/O *port*, yang mana setiap satunya mempunyai 8 bit lebar. (M.J.G Mazidi, 2000). Walaubagaimanapun, kepesatan ini juga turut mengundang pengilang lain menghasilkan mikropengawal mereka antaranya ialah Motorola, Philips Semiconductors, Microchip, Atmel dan banyak lagi.

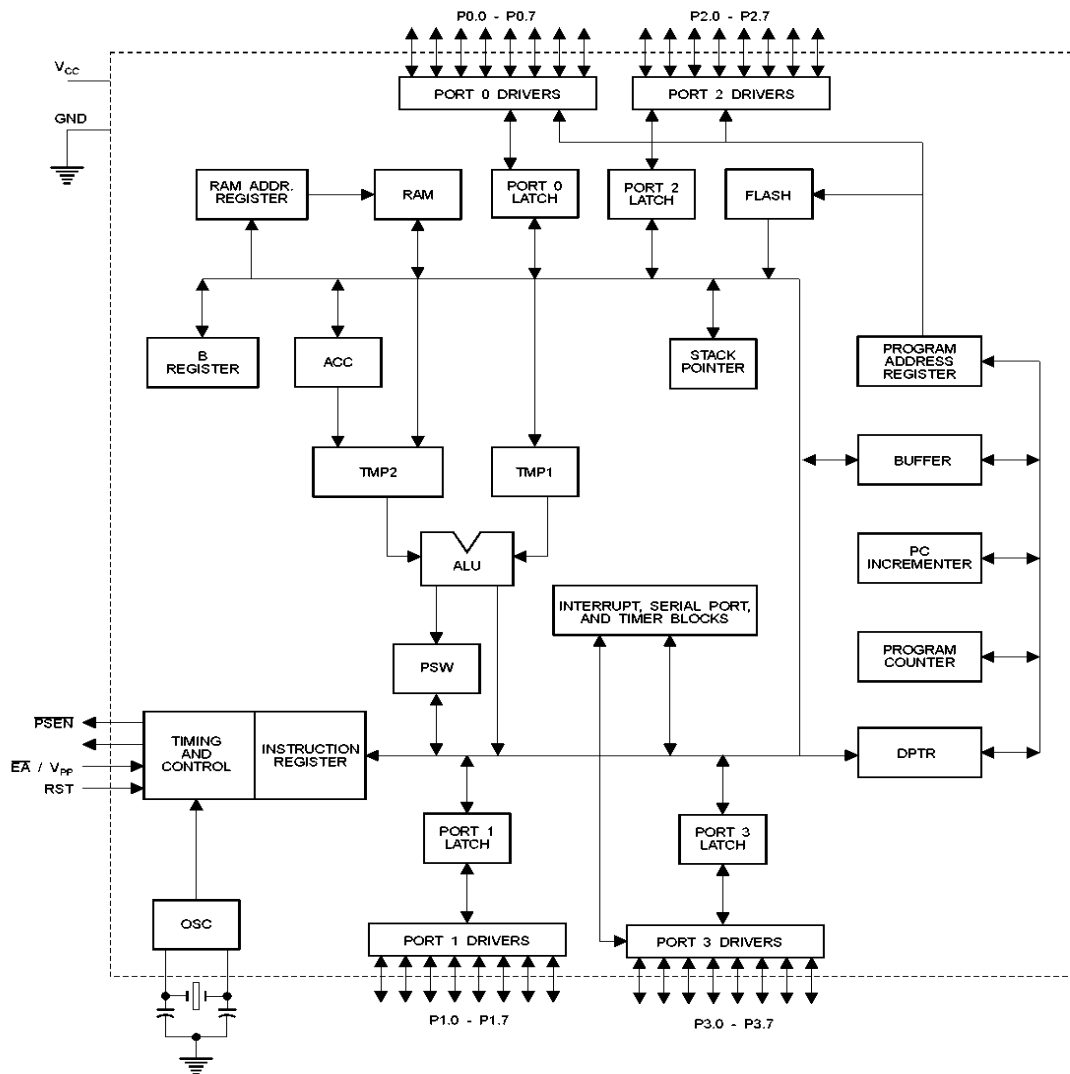


Rajah 2.3: Gambarajah blok 8051 (<http://www.mikroelektronika.co.yu>).

2.4. Pengenalan kepada mikropengawal ATMEL.

Mikropengawal 8051 keluaran Atmel ini terkenal kerana mempunyai ROM dalaman dalam bentuk ingatan kilat (flash memory). Cip ini sesuai untuk pembinaan yang memerlukan masa yang singkat memandangkan memori kilat dapat memadamkan ingatan dalam beberapa saat sahaja, berbeza dengan mikropengawal 8751 yang memerlukan 12 minit atau lebih daripada itu. Disebabkan factor inilah, AT89C51 digunakan untuk menggantikan 8751 untuk menghapuskan masa menunggu yang diperlukan untuk memadamkan cip disamping menjimatkan masa pembinaan. Untuk membangunkan sistem berasaskan mikropengawal AT89C51, pemrogram ROM diperlukan. (M.A Mazidi, J.G Mazidi, 2000).

Peranti kilat (*flash*) keluaran Atmel adalah sangat ideal untuk dibangunkan, kerana peranti tersebut mudah dan cepat untuk diprogramkan semula. Kebanyakan pengaturcaraan untuk mikropengawal keluaran Atmel adalah dalam bahasa C, ini kerana bahasa C boleh menjimatkan ruang kod. Atmel menawarkan mikropengawal yang mempunyai pelbagai aplikasi berpandukan seni bina 8051 dengan aturcara memory kilat dalaman.



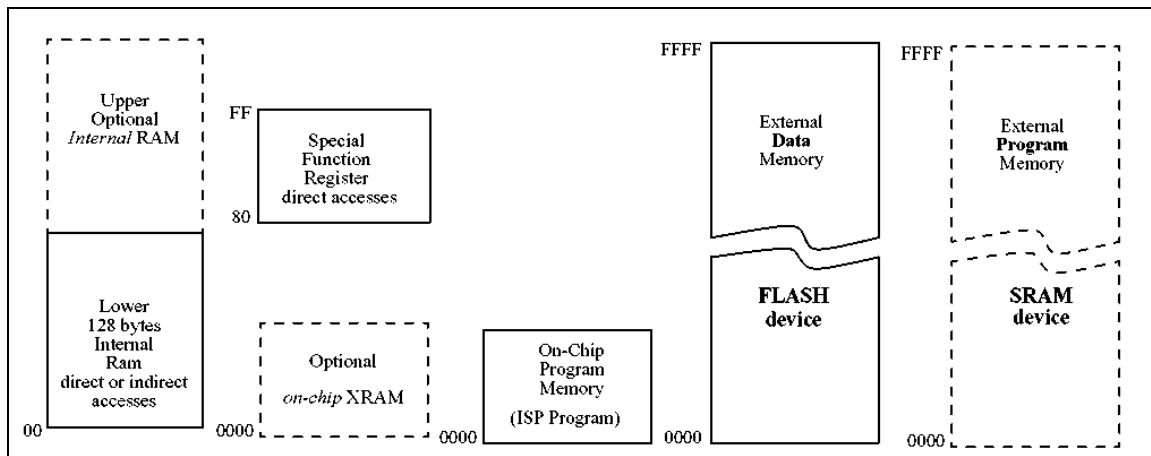
Rajah 2.4: Gambarajah Blok AT89S51

2.5. Susunan Memori

Memori kilat (*Flash memory*) adalah jawapan kepada keinginan kebanyakan jurutera. Di mana ia di perkenalkan pada tahun 1988 dengan pelbagai fungsi iaitu boleh di padamkan secara elektrik (*electrically erasable*), boleh aturcara (*programmable*), ingatan baca sahaja (*read-only memories*) dengan penghantaran ketumpatan simpanan tidak meruap yang tinggi (*high-density nonvolatile storage*), aturcara dan padam secara terus. Memori

kilat adalah peranti digunakan secara meluas pada masa sekarang dalam pelbagai aplikasi iaitu yang melibatkan tatarajah simpanan, aturcara, ataupun memori data.

Walaupun memori kilat boleh di programkan secara terus menggunakan *in-system programming* (ISP) iaitu sistem pengaturcaraan dalaman. Projek ini menggunakan mikropengawal AT89s51 (C51) yang mana mempunyai beberapa kawasan ruang memori iaitu memori data dalaman, fungsi daftar khusus dalaman (SFR), memori untuk alamat sumber dalam cip, tambahan data memori dalaman pilihan (*on-chip XRAM*), program memori luaran (*external program memory*) dan data memori luaran (*external data memory*). Rajah menunjukkan pemetaan memori dalam mod ISP.



Rajah 2.5: Pemetaan memori AT89S51 dalam mod ISP (<http://www.atmel.com>).

Dalam ISP mode, memori kilat telah dipeta semula dalam kawasan ruang data, maka alamat yang baru akan di tulis menggunakan arahan tulis data (*data write instructions*) iaitu MOVX. Dalam mode ini, memori kilat (*flash memory*) tidak dapat digunakan lebih lama untuk pelaksanaan aturcara dan aturcara ISP mesti dibawa keluar daripada program memori dalaman. Ini kerana, mikropengawal C51 adalah berasaskan senibina *Harward* (mengasingkan ruang memori data/alamat kod). Memori kilat akan mudah di petakan semula kepada ruang data dengan melengkapkan satu glu logic mudah (*logic glue*) dan beberapa isyarat kawalan (<http://www.atmel.com>).

Sesetengah mikropengawal C51 mempunyai kawasan memori tambahan di panggil XRAM dalaman (on-chip XRAM). Kawasan ini bertindih dengan memori data luaran dengan capaian menggunakan arahan MOVX. Dalam ISP mode, XRAM dalaman ini mesti dilumpuhkan (*disabled*) jika tidak arahan MOVX tidak akan mencapai kepada memori kilat (*flash memory*) tetapi kepada XRAM dalaman.

Untuk memudahkan perbincangan, kita menganggap bahawa tidak perlu menyimpan aplikasi rutin di dalam memori dalaman cip dan mikropengawal C51 diganggap sebagai versi ROMless. Dalam mod piawai, mikropengawal akan di set semula (*reset*) dengan EA#=0 dan aplikasi akan bermula pada alamat 0000h dalam memori kilat. Manakala dalam ISP mod pula, mikropengawal akan di set semula (*reset*) dengan EA#=1 dan aturcara ISP akan bermula pada alamat 0000h dalam ROM/EPROM dalaman (*on-chip ROM/EPROM*) atau memori kilat (*flash memory*) bergantung kepada pecahan.

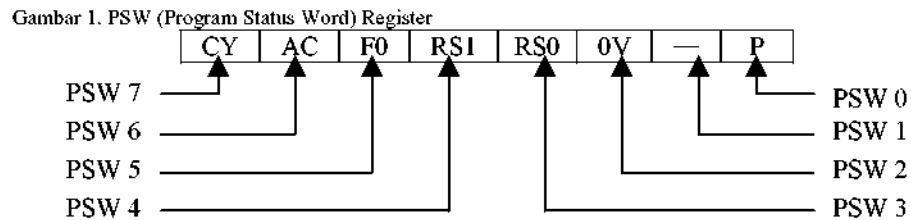
Walaubagaimanapun beberapa aplikasi mungkin diperlukan untuk menyimpan rutin tambahan dalam memori dalaman cip kerana beberapa sebab seperti pengurangan kos dengan menggunakan versi ROM yang sama untuk aplikasi yang berbeza, ROM yang tersembunyi untuk aplikasi keselamatan cip.

2.6. Program Status Word (PSW)

Program Status Word (PSW) berisi *Carry bit*, *Auxiliary Carry* (untuk BCD), dua *register bank*, *Overflow Flag*, *Parity bit*, dan dua *user-definable status Flag*. PSW mengandungi bit status yang menunjukkan keadaan semasa MPU. Sebagai tambahan, bit Carry juga digunakan sebagai bit pembawa dalam operasi aritmetik.

Ia juga berfungsi sebagai Accumulator untuk operasi Boolean. RS0 dan RS1 digunakan untuk memilih register bank yang aktif. Satu bilangan arahan merujuk kepada lokasi RAM sebagai R0 hingga R7. Status bit RS0 dan RS1 pada masa pelaksanaan menentukan bank mana yang dipilih diantara empat bank tersebut. Bit parity pula

menunjukkan bilangan bit 1 di dalam *Accumulator* dimana, P=1 jika *Accumulator* mengandung bilangan 1 yang ganjil, P=0 jika *Accumulator* mengandung bilangan 1 yang genap. Hasil tambah *Accumulator* dengan P mestilah sentiasa genap. Dua bit dalam PSW tidak digunakan dan boleh digunakan sebagai bendera status pelbagai guna.



Rajah 2.6: Daftar PSW di dalam mikropengawal

Keterangan:

- PSW 7 : *Carry Flag* (CY)
 - PSW 6 : *Auxiliary Carry Flag* (AC)
 - PSW 5 : *Flag 0* (F0) dapat digunakan oleh user sebagai general purpose flag
 - PSW 4 : *Register Bank selector bit 1* (RS1)
 - PSW 3 : *Register Bank selector bit 0* (RS0)
 - PSW 2 : *Overflow Flag* (OV)
 - PSW 1 : User definable flag (—)
 - PSW 0 : *Parity Flag* (P), merupakan bit *even-parity* dari Akumulator.
- Jika banyaknya angka 1 dalam Akumulator ganjil, maka P akan di-set menjadi 1; sebaliknya P akan di-clear menjadi 0.

2.7. Mod Pengalamatan

Mod pengalamatan adalah teknik untuk menentukan alamat di mana *operan* perlu dicapai (*Operan* = argumen bagi sesuatu operator atau bagi arahan bahasa mesin). Mod

pengalamatan digunakan untuk memberikan pengaturcaraan yang fleksibel bagi pengguna dengan menggunakan penunjuk (*pointer*) kepada ingatan, pembilang untuk kawalan gelung, indeks bagi data dan penempatan semula program. Ia juga mengurangkan bilangan bit dalam lapangan (*field*) alamat bagi sesuatu arahan. Mod pengalamatan yang digunakan pada instruksi AT89C51 adalah:

2.7.1 Pengalamatan secara terus (Direct Addressing)

Alamat 8-bit yang menunjukkan lokasi RAM internal (0-127) atau SFR (128-255).

2.7.2 Pengalamatan secara tak terus (Indirect Addressing)

Indirect addressing dapat berisi alamat 8-bit yang terdiri dari Stack Pointer (SP) atau R0 atau R1 dari register bank yang sedang aktif, dan berisi alamat 16-bit yang terdiri dari 16-bit data pointer register (DPTR). Dalam penggunaannya, indirect addressing haruslah diisi dengan alamat data yang dimaksud.

Contoh: MOV R0,#40h
 MOV 40h,0Fh
 MOV A,@R0

Arahan di atas akan menyebabkan register R0 berisi 40h, RAM internal alamat 40h akan berisi data 0Fh dan penumpuk akan berisi 0Fh.

2.7.3 Arahan daftar (*Register Instructions*)

Arahan ini akan mengeksekusi register R0-R7 dari register bank yang sedang aktif.

Contoh: MOV A,R7

Setelah arahan ini dieksekusi maka penumpuk (*Accumulator*) akan berisi register R7.

2.7.4 Arahan daftar spesifik (*Register-Specific Instructions*)

Ada beberapa arahan yang langsung menuju pada register tertentu. Sebagai contoh, beberapa arahan selalu mengeksekusi penumpuk (*Accumulator*), jadi tidak ada address *byte* yang diperlukan untuk mengeksekusi arahan tersebut.

Contoh: DEC A
 CPL A

2.7.5 Pemalar segera (*Immediate Constants*)

Nilai malar yang digunakan dalam arahan MCS-51. Nilai malar ini dapat dalam bentuk desimal, heksadesimal ataupun binari.

Contoh: MOV A,#100

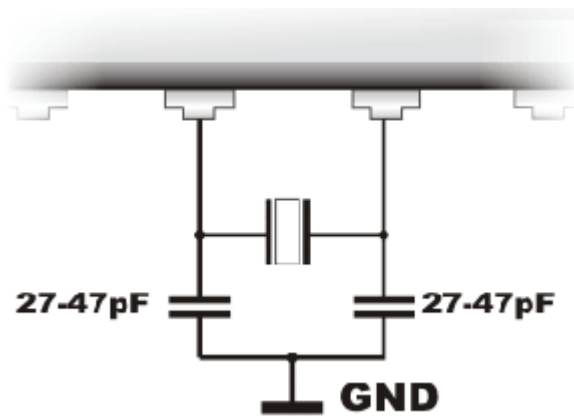
akan menyebabkan penumpuk (*Accumulator*) berisi bilangan 100 desimal atau bila dinyatakan dalam heksadesimal akan berisi 64h.

2.7.6 Pengalamatan indeks (*Indexed Addressing*)

Program memori hanya dapat diakses oleh indexed addressing. Addressing mode ini dimaksudkan untuk membaca look-up table yang ada di program memori. Indexed addressing ini dipakai pada arahan JMP @A+DPTR.

2.8. Pemasangan CPU

Pin 18 dan 19 pada mikropengawal adalah untuk XTAL 1 dan XTAL 2, yang mana berfungsi sebagai masukan dan keluaran bagi pengayun (*Oscillator*) dalaman. Kristal kuarza (*Quartz crystal*) akan mengawal frekuensi mikropengawal tersebut. Jika di lihat pada gambarajah, kristal disambung di antara pin dan kapasitor di bumikan. Nilai kasitor yang biasa digunakan kira-kira 30pF. Tetapi dalam kes ini, pengilang mencadangkan menggunakan nilai kapasitor yang lebih tinggi iaitu 47 pF. Kebanyakan MCU pada hari ini beroperasi menggunakan frekuensi di antara 0Hz hingga 50 MHz.

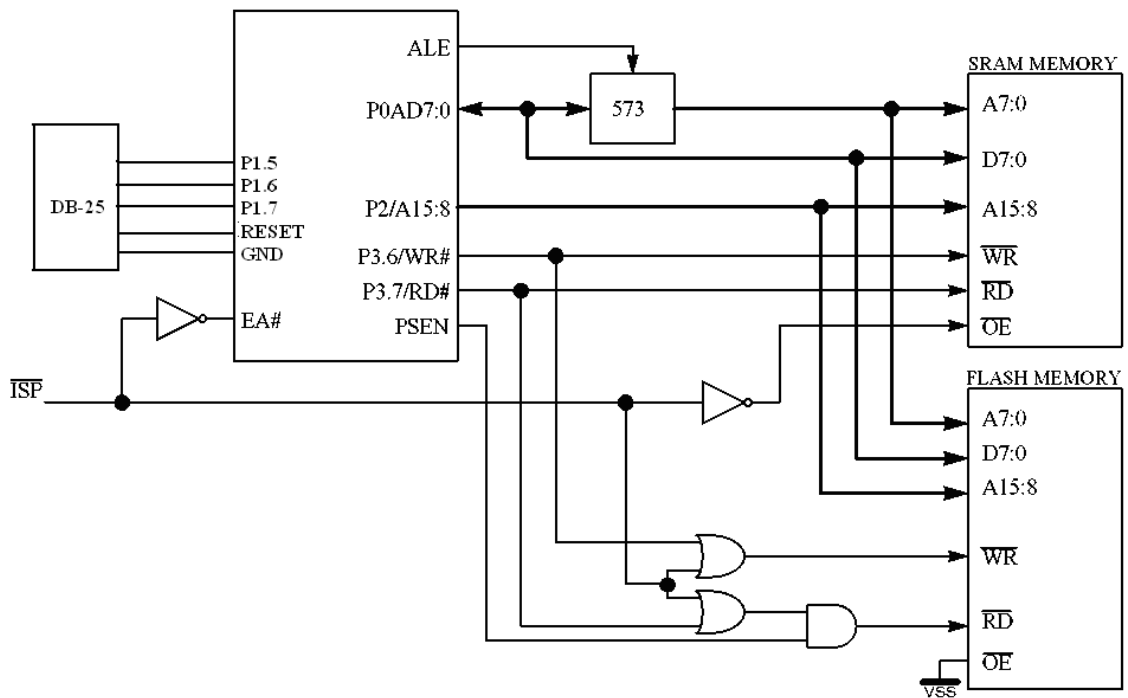


Rajah 2.6: Cara sambungan kristal

BAB 3 PERKAKASAN

3.1. Pendahuluan

Perkakasan merupakan elemen yang terpenting sekali dalam menjayakan projek merekabentuk dan membangunkan pembangunan papan pelatih ini. Terdapat beberapa perkakasan yang digunakan di dalam projek ini dan setiap perkakasan tersebut mempunyai fungsinya yang tersendiri. Setiap perkakasan yang digunakan akan disambung bersama – sama untuk membentuk papan pelatih 8051 yang lengkap. Gambarajah 3.1 menunjukkan litar di gunakan dalam projek ini.



Rajah 3.1: In-System Programming Hardware Configuration

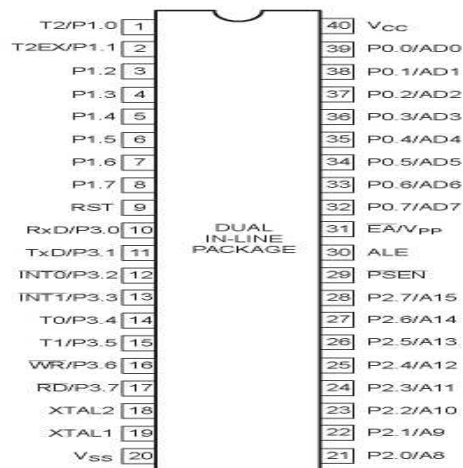
Apabila ISP adalah tinggi (*high*), mod piawaian akan di pilih dan apabila ISP bernilai rendah (*low*) mod ISP di pilih. Sila lihat jadual 3.2 di bawah.

Jadual 3.2: berikut merupakan senarai komponen – komponen yang digunakan di dalam projek ini:

<i>Komponen</i>	<i>Kuantiti</i>
IC, AT89C51, Mikropengawal, PDIP-40	1
IC, K6T1008C2E, SRAM, 128Kx8, DIP-32	1
IC, AT29C010A, Flash ROM, PLCC-32	1
IC, 82C55, Programmable Peripheral Interface, PLCC-44	1
IC, 74HC14, Quad INVERTER Gate, DIP-14	1
IC, 74HC02, Quad NOR Gate, DIP-14	1
IC, 74AC08, Quad AND Gate, DIP-14	1
IC, 74HC138, Decoder, 3 to 8, Active Low, DIP-16	1
IC, 74HC373, Octal D Flip-Flop, DIP-20	1
Kristal, 24.000 MHz,	1
LED, T-1, blue	1
Kapasitor, 33pF	2
Kapasitor, 0.1 μ F	11
Kapasitor, 10 μ F	4
Perintang, 1k Ω	1
Perintang, 10k Ω	1
Perintang, 3k Ω	1
Perintang, 3.8k Ω	1
Suis (Pushbutton)	1
Penyambung DB-25	1
Penyambung DB-25-palam (Male)	1
Connector, D-Sub 9 Pin Socket (Female), PCB Right Angle	2
Header, 2 pin	19

Socket, DIP, 14 pin	4
Socket, DIP, 16 pin	2
Socket, DIP, 20 pin	1
Socket, DIP, 32 pin	1
Socket, PLCC, 32 pin	1
PCB Stand	4

3.2. MCU AT89S51



Rajah 3.1: Tatasusun pin AT89S51

Pengenalan

Mikropengawal AT89S51 adalah mikropengawal yang mempunyai kuasa yang rendah, 8-bit mikropengawal jenis CMOS yang mempunyai prestasi yang tinggi dengan boleh aturcara kilat(*flash programmable*) 4K byte dan kebolehan boleh padam ingatan baca sahaja (PEROM). Peranti ini dihasilkan untuk digunakan dalam aplikasi teknologi

yang menggunakan ingatan tidak meruap (*non-volatile memory*) berketumpatan tinggi dan ianya bersesuaian dengan set arahan dan tatasusunan pin piawaian industri MCS-51 dan MCS-52. MCU ini juga di lengkapi dengan flash dalaman cip aturcara semula (*reprogrammed*). Berdasarkan gabungan 8-bit CPU dengan *flash* dalam satu cip monolit, AT89S51 adalah satu mikropengawal yang berkuasa , boleh suai yang tinggi, penyelesaian dari segi kos kepada banyak aplikasi kawalan terbenam.

Ciri-ciri

- Bersuaian dengan keluarga MCS-51
- 4K kilobyte dengan *In-System Reprogrammable Flash Memory*
- 128 x 8 bit RAM dalaman
- Tiga tahap *Program Memory Lock*
- Ketahanan 1000 kali padam /program (read/write)
- Operasi Stati Penuh :0 MHz hingga 33 MHz
- Julat operasi 4.0 hingga 5.5 Volt
- 32 input/output
- Dua 16-bit pemasa /pembilang
- Enam sumber sampukan.
- Pengaturcaraan saluran sesiri.

Fungsi pin:

Jadual 3.3: Penerangan pin AT89S51

<i>PIN</i>	<i>FUNGSI</i>
VCC	Bekalan kuasa
GND	Sumber negatif dari bekalan kuasa(bumi)
Port 0(P0.0-P0.7)	<ul style="list-style-type: none"> • Port 0 mempunyai jumlah 8 pin(pin 32-39) • Setiap pin ini boleh berfungsi sebagai masukan atau

	<p>keluaran. Jika direkabentuk sebagai keluaran, setiap satu daripada pin ini boleh disambungkan kepada 8 litar masukan TTL.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Jika disambungkan sebagai masukan, ianya boleh digunakan sebagai masukan yang mempunyai impedan tinggi. • Jika memori luaran digunakan, pin ini digunakan untuk pemindahan data dan alamat untuk mengakses cip memori tambahan. 						
Port 1(P1.0-P1.7)	<ul style="list-style-type: none"> • Jika direkabentuk sebagai keluaran, setiap satu daripada pin ini boleh disambungkan kepada 4 masukan TTL. • Jika direkabentuk sebagai masukan, pin ini berfungsi sebagai masukan TTL piawai (yang mana memerlukan perintang dalaman bersambungan dengan bekalan kutub positif dan voltan 5 v. • Juga mempunyai fungsi alternative: <table border="1" data-bbox="636 1171 1409 1297"> <thead> <tr> <th data-bbox="636 1171 789 1220">Pin</th> <th data-bbox="789 1171 1409 1220">Fungsi Alternatif</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="636 1220 789 1260">P1.0</td> <td data-bbox="789 1220 1409 1260">T2(Masukan pemasa/timer 2)</td> </tr> <tr> <td data-bbox="636 1260 789 1297">P1.1</td> <td data-bbox="789 1260 1409 1297">T2EX(Masukan kawalan pemasa/timer 2)</td> </tr> </tbody> </table>	Pin	Fungsi Alternatif	P1.0	T2(Masukan pemasa/timer 2)	P1.1	T2EX(Masukan kawalan pemasa/timer 2)
Pin	Fungsi Alternatif						
P1.0	T2(Masukan pemasa/timer 2)						
P1.1	T2EX(Masukan kawalan pemasa/timer 2)						
Port 2(P2.0-2.7)	<ul style="list-style-type: none"> • Jika direkabentuk sebagai keluaran dan masukan, port ini sama dengan port 1. • Jika memori luaran digunakan, port 2 disambungkan kepada bait alamat yang lebih atas(A8-A15) 						