

Bab 5

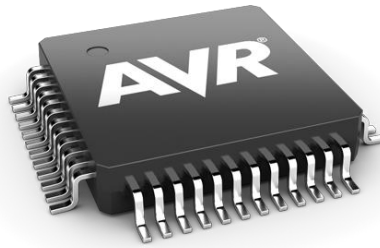
Hardware dan Software Mikrokontroler AVR dan Arduino

Tujuan Pembelajaran

1. Peserta Didik mampu menjelaskan tentang mikrokontroler AVR.
2. Peserta Didik mampu menjelaskan tentang Arduino.
3. Peserta Didik mampu menguraikan jenis bahasa pemrograman mikrokontroler.
4. Peserta Didik mampu mencontohkan pengaplikasian sintak dasar bahasa pemrograman C.

2.1 Mikrokontroler AVR

Mikrokontroler AVR (Alf and Vegards Risc processor) dari Atmel ini menggunakan arsitektur RISC (Reduced Instruction Set Computer) yang artinya prosesor tersebut memiliki set instruksi program yang lebih sedikit dibandingkan dengan MCS-51 yang menerapkan arsitektur CISC (Complex Instruction Set Computer).



Gambar 2.1: Mikrokontroler AVR

Hampir semua instruksi prosesor RISC adalah instruksi dasar (belum tentu sederhana), sehingga instruksi-instruksi ini umumnya hanya memerlukan 1 siklus mesin untuk menjalankannya. Kecuali instruksi percabangan yang membutuhkan 2 siklus mesin. RISC biasanya dibuat dengan arsitektur Harvard, karena arsitektur ini yang memungkinkan untuk membuat eksekusi instruksi selesai dikerjakan dalam satu atau dua siklus mesin, sehingga akan semakin cepat dan handal. Proses downloading programnya relatif lebih mudah karena dapat dilakukan langsung pada sistemnya.

Sekarang ini, AVR dapat dikelompokkan menjadi 6 kelas, yaitu keluarga ATtiny, keluarga AT90Sxx, keluarga ATmega, keluarga AT90CAN, keluarga AT90PWM dan AT86RFxx. Pada dasarnya yang membedakan masing-masing kelas adalah memori, peripheral, dan fungsinya, sedangkan dari segi arsitektur dan instruksi yang digunakan hampir sama.

2.1.1 Arsitektur

Mikrokontroler AVR RISC(Reduced instruction set computing atau Komputasi set instruksi yang disederhanakan pertama kali digagas oleh John Cocke) adalah perangkat yang di desain untuk berjalan dengan cepat, dengan menggunakan instruksi mesin yang disederhanakan sehingga dapat meningkatkan kinerja dari mikrokontroler. Sebelum ada RISC, namanya CISC(Complex Instruction Set Computers). Dengan penggunaan instruksi yang lebih seder-

Mikrokontroler AVR

hana memberikan kontribusi pada kecepatan dengan instruksi mesin yang terbatas. Mikrokontroler AVR RISC dapat berjalan pada single cycle dari prosesor clock, yang berarti Mikrokontroler AVR dengan clock 8 MHz, dapat mengeksekusi sekitar 8 juta instruksi perdetiknya atau 8 MIPS (million instruction per second).

2.1.2 Memori

Bagian memori dari mikrokontrol Atmel RISC AVR berbasis Harvard Model, yang mana memorinya terbagi sehingga dapat meningkatkan kecepatan akses dan meningkatkan kapasitas. CPU membagi antarmuka untuk bagian kode memori FLASH, bagian memori data, dan memori EEPROM.

Memori FLASH memori FLASH merupakan blok dari memori FLASH yang dimulai dari lokasi 0x000 dan ukurannya tergantung dari mikrokontroler yang digunakan. Memori FLASH merupakan memori non-volatile dan digunakan untuk menyimpan kode eksekusi dan konstanta, karena kode-kode tersebut akan digunakan kembali meskipun mikrokontroler tidak terhubung ke catu daya, oh iya.. yang dimaksud non-volatile yaitu kode yang disimpan dalam memori tidak hilang meskipun mikrokontroler tidak dialiri listrik, ruang memori antara 16 bit pada setiap lokasi untuk menagani instruksi mesin yang khususnya single-16 bit word.

Memori Data Memori data Atmel AVR khasnya terdiri dari tiga bagian memori baca/tulis terpisah. bagian terendah terdiri dari 32 register kerja umum, yang diikuti oleh 64 register I/O, yang diikuti oleh internal SRAM. Register kerja umum hanya : digunakan untuk menyimpan variabel lokal dan data temporal yang digunakan oleh program saat dieksekusi dan dapat juga digunakan untuk penyimpanan data variabel global, 64 register I/O digunakan sebagai antarmuka untuk perangkat I/O dan peripheral yang berada di papan mikrokontroler. dan internal SRAM digunakan sebagai area penyimpanan variable umum dan juga untuk prosesor stack.

Register-register, Register kerja umum menempati 32 sel terendah dalam data memori. register ini kebanyakan digunakan seperti data penyimpanan dalam kalkulator yang mana hanya disimpan sementara. terkadang digunakan untuk menyimpan variable lokal, dan terkadang variable global, dan terkadang sebagai pengarah ke memori yang digunakan oleh prosesor. singkatnya prosesor menggunakan 32 register kerja sebagaimana program dieksekusi.

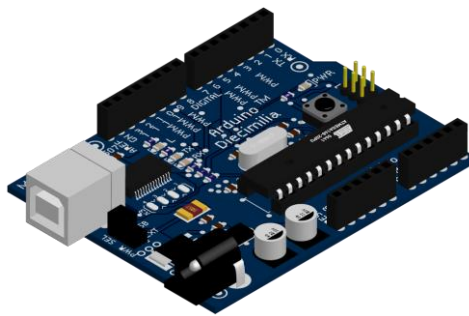
Register I/O , Setiap register memberikan akses ke register kontrol atau ke register data I/O peripheral yang berada dalam mikrokontroler. Programmer lebih sering menggunakan I/O register untuk mengantarmuka ke peripheral I/O dari mikrokontroler. ukuran Register I/O tergantung dari perangkat. setiap register I/O memiliki nama, sebuah alamat I/O, dan alamat SRAM.

SRAM , Bagian SRAM dari memori digunakan untuk menyimpan variabel yang tidak dapat disimpan kedalam register dan untuk menyimpan prosessor saat ini.

Memori EEPROM bagian memori EEPROM adalah area memori baca/tulis yang non volatile. ini biasanya digunakan untuk menyimpan data yang tidak boleh hilang saat catu daya dilepas (mikrokontroler dimatikan) dan dipasang kembali (mikrokontroler dinyalakan). ruang EEPROM dimulai dari 0x000 dan ke nilai maksimum tergantung spesifikasi mikrokontroler yang digunakan.

2.2 Arduino Board

Arduino merupakan papan rangkaian sistem minimum mikrokontroler yang memang dirancang untuk bisa digunakan dengan mudah oleh para seniman dan desainer (yang memang bukan orang teknik). Dengan demikian, tanpa mengetahui bahasa pemrograman, Arduino bisa digunakan untuk menghasilkan karya yang canggih.



Gambar 2.2: Arduino Board

Menggunakan Arduino sangatlah membantu dalam membuat suatu prototyping ataupun untuk melakukan pembuatan proyek. Arduino memberikan

I/O yang sudah fix dan bisa digunakan dengan mudah. Arduino dapat digabungkan dengan modul elektro yang lain sehingga proses perakitan jauh lebih efisien. Para desainer hanya tinggal membuat software untuk men-dayagunakan rancangan H/D yang ada. Software jauh lebih mudah untuk dimodifikasi tanpa memindahkan kabel.

Saat ini arduino sangat mudah dijumpai dan ada beberapa perusahaan yang mengembangkan sistem H/D open source ini. Pengembangan-pengembangan tersebut antara lain:

- Arduino : <http://www.arduino.cc/>
- I-CubeX : <http://www.infusionsystems.com/>
- Arie Robot Project Junior : <http://www.arobotineveryhome.com/>
- Dwengo : <http://www.dwenfo.org/>
- EmbeddedLab : <http://www.embedded.arch.ethz.ch/>
- GP3 : <http://www.awce.com/gp3.htm/>

Di antara pengembang-pengembang yang ada, Arduino merupakan salah satu pengembang yang banyak digunakan. Pada buku ini, kita akan menggunakan produk pengembang dari Arduino. Keistimewaan arduino adalah hardware yang open source. Hal ini sangatlah memberi keleluasan bagi pengguna untuk bereksperiment secara bebas dan gratis.

Arduino adalah pengendali mikro single-board yang bersifat open-source, diturunkan dari Wiring platform, dirancang untuk memudahkan penggunaan elektronik dalam berbagai bidang. Hardwarenya memiliki prosesor Atmel AVR dan softwarenya memiliki bahasa pemrograman sendiri.

Saat ini Arduino sangat populer di seluruh dunia. Banyak pemula yang belajar mengenal robotika dan elektronika lewat Arduino karena mudah dipelajari. Tapi tidak hanya pemula, para hobbyist atau profesional pun ikut senang mengembangkan aplikasi elektronik menggunakan Arduino. Bahasa yang dipakai dalam Arduino bukan assembler yang relatif sulit, tetapi bahasa C yang disederhanakan dengan bantuan pustaka-pustaka (libraries) Arduino. Dan seperti Microcontroller yang banyak jenisnya, Arduino lahir dan berkembang, kemudian muncul dengan berbagai jenis. Diantaranya adalah:

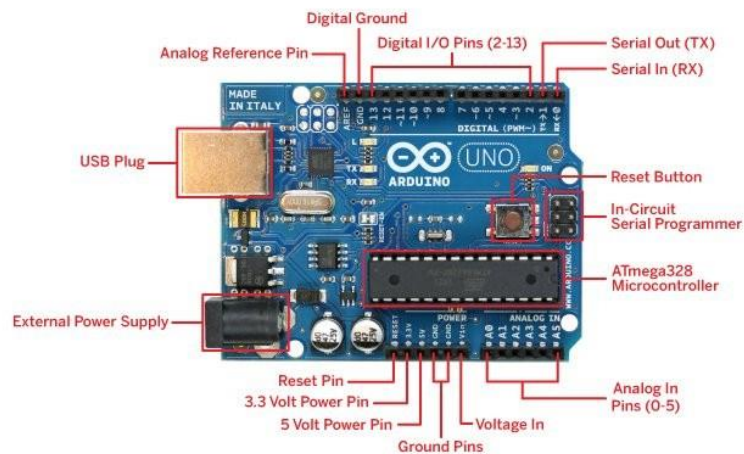
1. Arduino Uno Jenis yang ini adalah yang paling banyak digunakan. Terutama untuk pemula sangat disarankan untuk menggunakan Arduino Uno. Dan banyak sekali referensi yang membahas Arduino Uno.

Versi yang terakhir adalah Arduino Uno R3 (Revisi 3), menggunakan ATMEGA328 sebagai Microcontrollernya, memiliki 14 pin I/O digital dan 6 pin input analog. Untuk pemograman cukup menggunakan koneksi USB type A to B. Sama seperti yang digunakan pada USB printer.

2. Arduino Due Berbeda dengan saudaranya, Arduino Due tidak menggunakan ATMEGA, melainkan dengan chip yang lebih tinggi ARM Cortex CPU. Memiliki 54 I/O pin digital dan 12 pin input analog. Untuk pemogramannya menggunakan Micro USB, terdapat pada beberapa handphone.
3. Arduino Mega Mirip dengan Arduino Uno, sama-sama menggunakan USB type A to B untuk pemogramannya. Tetapi Arduino Mega, menggunakan Chip yang lebih tinggi ATMEGA2560. Dan tentu saja untuk Pin I/O Digital dan pin input Analognya lebih banyak dari Uno.
4. Arduino Leonardo Bisa dibilang Leonardo adalah saudara kembar dari Uno. Dari mulai jumlah pin I/O digital dan pin input Analognya sama. Hanya pada Leonardo menggunakan Micro USB untuk pemogramannya.
5. Arduino Fio Bentuknya lebih unik, terutama untuk socketnya. Walau jumlah pin I/O digital dan input analognya sama dengan uno dan leonardo, tapi Fio memiliki Socket XBee. XBee membuat Fio dapat dipakai untuk keperluan projek yang berhubungan dengan wireless.
6. Arduino Lilypad Bentuknya yang melingkar membuat Lilypad dapat dipakai untuk membuat projek unik. Seperti membuat amor iron man misalkan. Hanya versi lamanya menggunakan ATMEGA168, tapi masih cukup untuk membuat satu projek keren. Dengan 14 pin I/O digital, dan 6 pin input analognya.
7. Arduino Nano Sepertinya namanya, Nano yang berukuran kecil dan sangat sederhana ini, menyimpan banyak fasilitas. Sudah dilengkapi dengan FTDI untuk pemograman lewat Micro USB. 14 Pin I/O Digital, dan 8 Pin input Analog (lebih banyak dari Uno). Dan ada yang menggunakan ATMEGA168, atau ATMEGA328.
8. Arduino Mini Fasilitasnya sama dengan yang dimiliki Nano. Hanya tidak dilengkapi dengan Micro USB untuk pemograman. Dan ukurannya hanya 30 mm x 18 mm saja.

9. Arduino Micro Ukurannya lebih panjang dari Nano dan Mini. Karena memang fasilitasnya lebih banyak yaitu; memiliki 20 pin I/O digital dan 12 pin input analog.
10. Arduino Ethernet Ini arduino yang sudah dilengkapi dengan fasilitas ethernet. Membuat Arduino kamu dapat berhubungan melalui jaringan LAN pada komputer. Untuk fasilitas pada Pin I/O Digital dan Input Analognya sama dengan Uno.
11. Arduino Esplora Rekomendasi bagi kamu yang mau membuat gadget seperti Smartphone, karena sudah dilengkapi dengan Joystick, button, dan sebagainya. Kamu hanya perlu tambahkan LCD, untuk lebih mempercantik Esplora.
12. Arduino Robot Ini adalah paket komplit dari Arduino yang sudah berbentuk robot. Sudah dilengkapi dengan LCD, Speaker, Roda, Sensor Infrared, dan semua yang kamu butuhkan untuk robot sudah ada pada Arduino ini.

Pembahasan pada buku ini menggunakan arduino jenis Arduino UNO. Arduino UNO adalah jenis arduino yang paling populer digunakan kalangan pelajar maupun kalangan umum. Berikut ini adalah perangkat keras arduino dengan fungsi dari masing-masing bagiannya.



Gambar 2.3: Arduino UNO

2.3 Algoritma Pemrograman

Dalam pembuatan sebuah program menurut Saputra (2015) terdapat 7 langkah umum yaitu:

1. Mendefinisikan masalah, Langkah yang pertama dilakukan adalah mendefinisikan permasalahan. langkah ini harus dilakukan untuk menentukan masalah yang ada serta ditentukan pula input dan output program.
2. Mencari solusi, Kemudian ditentukan solusi dari permasalahan yang dihadapi. Bila untuk mendapatkan solusi harus melalui langkah yang terlalu rumit dapat dilakukan pembagian masalah dalam beberapa modul-modul kecil agar mudah untuk dikerjakan. Lalu modul-modul kecil tersebut digabungkan menjadi satu untuk dapat menentukan solusi.
3. Menentukan algoritma, Dalam pemilihan algoritma, pemrogram atau analis harus menggunakan algoritma yang sesuai dan efisien untuk masalah yang dihadapi.
4. Menulis program, Penulisan program bisa dilakukan dengan menggunakan bahasa pemrograman yang dikuasai dan memiliki kompatibilitas dengan perangkat keras yang akan menggunakan program tersebut.
5. Menguji program, Bila program sudah selesai dibuat, pengujian diperlukan untuk mengetahui apakah program yang dibuat sudah layak untuk digunakan.
6. Mendokumentasikan program, Penulisan dokumentasi yang biasanya dilupakan oleh pemrogram menjadi sangat penting saat akan dilakukan perubahan pada program yang dibuat. penulisan program ini dapat dilakukan dengan menulis komentar pada source code tentang kegunaannya (variabel, parameter, prosedur, fungsi).
7. Merawat program, Program yang sudah selesai dibuat juga perlu dirawat dengan pendeteksian bug yang belum diketahui sebelumnya juga penambahan fasilitas baru yang mempermudah pengguna program.

Dari penjelasan diatas, dapat kita peroleh kesimpulan bahwa pembelajaran algoritma pemrograman adalah bagian dari langkah-langkah pembuatan program. Untuk lebih jelasnya tentang algoritma pemrograman akan diulas sebagai berikut :

2.3.1 Definisi Algoritma

Algoritma adalah urutan langkah-langkah logis penyelesaian masalah yang disusun secara sistematis. Algoritma adalah urutan logis pengambilan keputusan untuk pemecahan masalah. Algoritma adalah urutan langkah-langkah berhingga untuk memecahkan masalah logika atau matematika. Algoritma adalah logika, metode dan tahapan (urutan) sistematis yang digunakan untuk memecahkan suatu permasalahan.

Menurut E. Knuth (2011) dalam bukunya yang berjudul *The Art of Computer Programming*, algoritma harus mempunyai lima ciri penting :

1. Algoritma harus berhenti setelah mengerjakan sejumlah langkah terbatas (berhingga)
2. Setiap langkah harus didefinisikan dengan tepat dan tidak berarti-dua (ambiguous)
3. Algoritma memiliki nol atau lebih masukan (input)
4. Algoritma mempunyai nol atau lebih keluaran (output)
5. Algoritma harus efektif dan efisien.

2.3.2 Program

Agar dapat dilaksanakan oleh pemroses, algoritma harus ditulis dalam notasi bahasa pemrograman sehingga dinamakan program. Jadi program adalah perwujudan atau implementasi teknis algoritma yang ditulis dalam bahasa pemrograman tertentu sehingga dapat dilaksanakan oleh pemroses. Kata algoritma dan kata program seringkali dipertukarkan dalam penggunaannya. Algoritma adalah urutan langkah-langkah penyelesaian masalah sedangkan Program adalah realisasi algoritma dalam bahasa pemrograman. Program ditulis dalam salah satu bahasa pemrograman dan kegiatan membuat program disebut pemrograman (programming). Orang yang menulis program disebut programmer. Tiap-tiap langkah di dalam program disebut pernyataan atau instruksi. Jadi, program tersusun atas sederetan instruksi. Bila suatu instruksi dilaksanakan, maka operasi-operasi yang bersesuaian dengan instruksi tersebut dikerjakan oleh pemroses. Secara garis besar perangkat yang membutuhkan algoritma tersusun atas empat komponen utama, yakni:

1. piranti masukan berfungsi untuk memasukkan data atau program ke dalam memori

2. piranti keluaran berfungsi untuk menampilkan hasil dari eksekusi program
3. unit pemroses utama berfungsi mengerjakan operasi-operasi dasar
4. memori berfungsi untuk menyimpan program dan data atau informasi.

Proses Eksekusi Program, Mekanisme eksekusi sebuah program adalah. Program disimpan di dalam memori melalui piranti masukan. Ketika sebuah program dieksekusi maka setiap instruksi program akan dikirim dari memori ke unit pemroses utama. Unit pemroses utama kemudian akan menjalankan operasi sesuai instruksi-instruksi yang dibaca. Apabila sebuah instruksi membutuhkan data masukan, maka piranti masukan akan membaca data masukan, mengirimkan ke memori kemudian mengirimkan ke unit pemroses utama untuk diproses. Apabila eksekusi program menghasilkan data keluaran, maka data keluaran akan disimpan di dalam memori, kemudian dikirim ke piranti keluaran.

2.3.3 Perbedaan interpreter dan compiler

Interpreter:

1. Menerjemahkan instruksi per instruksi.
2. Source program tidak harus ditulis lengkap.
3. Bila terjadi kesalahan instruksi, dapat langsung diperbaiki secara interaktif.
4. Tidak menghasilkan objek program
5. Pemrosesan program lebih lambat, karena setiap instruksi yang dikerjakan harus diinterpretasi ulang.
6. Source code program terus dipergunakan.

Compiler:

1. Menerjemahkan secara keseluruhan.
2. Source program harus ditulis lengkap.
3. Bila terjadi kesalahan dalam kompilasi, source program harus dibenarkan dan proses kompilasi diulang kembali.

4. Menghasilkan objek program.
5. Pemrosesan program lebih cepat, karena program sudah dalam bahasa mesin.
6. Source code program dipergunakan satu kali saat kompilasi program.

2.3.4 Penulisan Algoritma

Pada umumnya terdapat tiga jenis cara penulisan algoritma, yakni :

Cara Deskriptif

Dengan notasi ini, deskripsi setiap langkah dijelaskan dengan bahasa yang jelas. Contohnya : Algoritma Bilangan Maksimum Diberikan tiga buah bilangan bulat. Carilah bilangan bulat maksimum di antara ketiga bilangan tersebut.

Deskripsi :

- baca bilangan 1.
- baca bilangan 2.
- bandingkan bilangan 1 dan bilangan 2, kita ambil yang lebih besar, jika kedua bilangan tersebut sama besar, dapat kita ambil bilangan 1, dan sebut bilangan tersebut MAX.
- baca bilangan 3.
- bandingkan MAX dengan bilangan 3, dan pilih yang lebih besar, jika keduanya sama besar, pilih MAX dan sebut bilangan tersebut MAX.
- keluarkan sebagai output MAX

Pseudocode

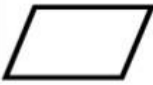
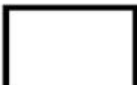
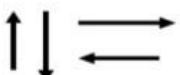



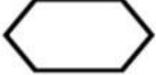
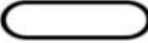
Pseudocode adalah notasi yang menyerupai bahasa pemrograman tingkat tinggi. Keuntungan menggunakan notasi pseudocode adalah memberikan kemudahan bagi programmer untuk menerjemahkan ke notasi bahasa pemrograman, karena terdapat korespondensi antara setiap pseudocode dengan notasi bahasa pemrograman.

Flowchart

Flowchart adalah penggambaran secara grafik dari langkah-langkah dan urutan-rutan prosedur dari suatu program. Flowchart menolong analis dan programmer untuk memecahkan masalah ke dalam segmen-segmen yang lebih kecil dan menolong dalam menganalisis alternatif-alternatif lain dalam pengoperasian. Bila seorang analis dan programmer akan membuat flowchart, ada beberapa petunjuk yang harus diperhatikan, seperti:

- Flowchart digambarkan dari halaman atas ke bawah dan dari kiri ke kanan.
- Aktivitas yang digambarkan harus didefinisikan secara hati-hati dan definisi ini harus dapat dimengerti oleh pembacanya.
- Kapan aktivitas dimulai dan berakhir harus ditentukan secara jelas.
- Setiap langkah dari aktivitas harus diuraikan dengan menggunakan deskripsi kata kerja.
- Setiap langkah dari aktivitas harus berada pada urutan yang benar
- Gunakan simbol-simbol flowchart yang standar.

Simbol-simbol yang sering digunakan dalam flowchart antara lain:

	Input/output; digunakan utk mewakili data i/o		Proses; digunakan utk mewakili suatu proses
	Garis alir; Menunjukkan arus dari proses		Keputusan; digunakan utk suatu kondisi didalam program
	Penghubung; Menunjukkan penghubung ke himan yg sama atau himan lain		Proses terdefinisi; menunjukkan suatu operasi yg rinciannya ditunjukkan ditempat lain
	Persiapan; digunakan utk memberi nilai awal suatu besaran		Terminal; menunjukkan awal & akhir dari suatu proses

Gambar 2.4: Simbol Flowchart dan Kegunaannya

2.4 Bahasa Pemrograman

Untuk menjalankan mikrokontroler dibutuhkan sebuah program atau kode inisialisasi dalam bentuk biner 0 dan 1. Dalam menginisialisasi program tersebut dibutuhkan sebuah pengkonversi (compiler) untuk mempermudah manusia dalam menentukan fungsi mikrokontroler tersebut dalam arti lain mengubah bahasa manusia menjadi bahasa kode mikrokontroler yaitu 0/1. Bahasa yang dimaksud dalam pengkonversi tersebut disebut sebagai code program / pemrograman. Dalam pemrograman suatu mikrokontroler terdapat 3 level atau tingkatan berdasarkan tingkat kesukarannya yaitu bahasa mesin, assembly, dan bahasa tingkat tinggi.

2.4.1 Bahasa Mesin

Bahasa mesin (machine language/machine code) adalah bahasa yang dipahami oleh komputer. Kode yang terdapat pada bahasa ini berupa kode bilangan biner yang dapat diproses oleh mikrokontroler sehingga sulit dipahami oleh manusia. Bahasa mesin umumnya bersifat spesifik, yaitu tidak lintas jenis mikrokontroler sehingga suatu jenis mikrokontroler memiliki bahasa pemrograman yang berbeda dengan jenis mikrokontroler lainnya. File bahasa mesin memiliki ekstensi .hex, karena untuk kepentingan manusia yang memprogram kode biner dikonversikan menjadi kode bilangan heksadesimal.

2.4.2 Bahasa Assembly

Bahasa Assembly terdiri dari instruksi berupa representasi mnemonic dari instruksi berupa kode bilangan biner dari bahasa mesin. Umumnya mnemonic berupa singkatan tiga atau empat huruf dari kata yang mewakili suatu instruksi. Contohnya instruksi Assembly adalah sebagai berikut :

- SUB adalah kode Assembly untuk instruksi subtract, yaitu mengurangi suatu angka dari angka lain.
- CBI adalah kode Assembly untuk instruksi Clear Bit I/O, yaitu memberi logika nol pada suatu pin I/O digital.

Instruksi pada Bahasa Assembly diterjemahkan menjadi bahasa mesin oleh perangkat lunak Assembler. Seperti juga bahasa mesin bahasa Assembly juga spesifik untuk suatu jenis mikrokontroler tertentu.

2.4.3 Bahasa Tingkat Tinggi

Bahasa pemrograman tingkat tinggi (high level programming language) memiliki sintaks yang lebih mendekati bahasa manusia. Hal ini menyebabkan bahasa tingkat tinggi lebih mudah untuk dipelajari. Meski demikian bahasa tingkat tinggi umumnya menghasilkan ukuran kode yang lebih besar dibandingkan bahasa Assembly. Bahasa tingkat tinggi memerlukan perangkat lunak kompiler (compiler) untuk menerjemahkan kode menjadi bahasa mesin. Contoh compiler atau bahasa pemrograman yang berada pada tingkat tinggi:

- Bahasa C
- Bahasa Basic

Pada buku ini akan lebih memfokuskan pada penggunaan bahasa tingkat tinggi C. Pemrograman mikrokontroler dilakukan dalam beberapa langkah. Langkah pertama adalah penulisan kode program menggunakan perangkat lunak text editor yang menghasilkan file .asm untuk Assembly, .c untuk C, dan .bas untuk Basic. Langkah berikutnya adalah proses kompilasi program menggunakan perangkat lunak compiler yang menghasilkan file .hex yang berisi kode bahasa mesin. Sebelum dikompilasi file sumber diperiksa sintaksnya terlebih dahulu oleh perangkat lunak debugger. File .hex inilah yang dimasukkan ke mikrokontroler menggunakan perangkat lunak programmer.

Saat proses pemasangan program ini mikrokontroler dipasang pada rangkaian downloader dan dihubungkan dengan PC melalui perangkat keras programmer. Setelah diprogram mikrokontroler menjalankan fungsinya sebagai kontroler/pengendali pada rangkaian sistem minimum (Sismin) yang merupakan rangkaian yang berisi beberapa komponen tambahan pendukung mikrokontroler.

Saat ini tidak diperlukan rangkaian downloader khusus karena AVR memiliki fasilitas ISP (In System Programming) sehingga AVR dapat diprogram langsung pada rangkaian kerjanya menggunakan programmer. Beberapa perangkat lunak pemrograman AVR merupakan IDE (Integrated Development Environment). IDE adalah suatu perangkat lunak pemrograman yang memuat seluruh/sebagian besar fasilitas untuk memprogram mikrokontroler, seperti text editor, debugger, compiler, dan downloader, sehingga tidak diperlukan lagi perangkat lunak lainnya. beberapa IDE bahkan juga memiliki fasilitas simulator dan komunikasi serial.

Berbeda dengan mikrokontroler AVR, proses Upload program pada Arduino sudah tidak menggunakan perangkat keras berupa downloader karena

papan arduino telah tersedia chip bootloader yang memungkinkan upload program dilakukan lewat data serial USART (rx dan tx).

2.5 Bahasa Pemrograman C

Menurut Iswanto (2011) bahasa C adalah bahasa pemrograman yang dapat dikatakan berada di bahasa beraras tinggi. Bahasa beraras rendah artinya bahasa yang berorientasi pada mesin, sedangkan beraras tinggi berorientasi pada manusia. Bahasa beraras rendah, misalnya bahasa assembler, ditulis dengan sandi yang hanya dimengerti oleh mesin sehingga hanya digunakan bagi yang memprogram mikrokontroler. Bahasa beraras rendah merupakan bahasa yang membutuhkan kecermatan tinggi bagi pemrogram karena perintahnya harus rinci, ditambah lagi masing-masing pabrik mempunyai sandi perintah sendiri. Bahasa tinggi relatif mudah digunakan karena ditulis dengan bahasa manusia sehingga mudah dimengerti dan tidak tergantung mesinnya. Bahasa beraras tinggi umumnya digunakan pada komputer.

Pencipta bahasa C adalah Brian W. Kernighan dan Denis M. Ritchie sekitar 1972. Penulisan program dalam bahasa C dilakukan dengan membagi dalam blok-blok sehingga bahasa C disebut bahasa terstruktur. Bahasa C dapat digunakan di berbagai mesin dengan mudah, mulai dari PC sampai mainframe, serta menggunakan berbagai sistem operasi misalnya DOS, UNIX, VMS, dan lain-lain.

2.5.1 Penulisan Bahasa C AVR

Program Bahasa C tidak mengenal aturan penulisan di kolom tertentu sehingga bisa dimulai dari kolom manapun. Namun demikian, untuk mempermudah pembacaan program dan keperluan dokumentasi, sebaiknya penulisan bahasa C diatur sedemikian rupa sehingga mudah dan enak dibaca.

Program dalam bahasa C selalu berbentuk fungsi seperti ditunjukkan main(). Program yang dijalankan berada dalam tubuh program dan dimulai dengan tanda kurung buka "{" dan diakhiri dengan kurung tutup "}" Semua yang tertulis di dalam tubuh program disebut blok.

Tanda "()" digunakan untuk mengapit argumen suatu fungsi. Argumen adalah suatu nilai yang akan digunakan dalam fungsi tersebut. Dalam fungsi main, tidak ada argumen sehingga tak ada data dalam (). Dalam tubuh fungsi antara tanda "[" dan tanda "]", ada sejumlah pernyataan yang merupakan perintah dan harus dikerjakan oleh prosesor. Setiap pernyataan diakhiri tanda titik koma ";".

```

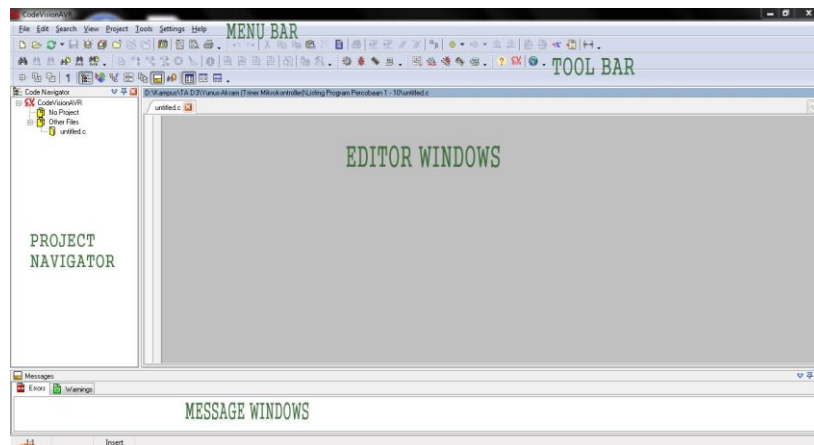
#include <mega16.h>           //memanggil file library
#include <delay.h>
#define Motor PORTA.0       //mendefinisikan fungsi PIN
int x;                       //membuat data dengan tipe int

void main(void) {
  DDRA=0xFF;                 //isi program
  PORTA=0xFF;
  while(1) {
    //isi program yang berulang
  }
}

```

Gambar 2.5: Contoh Penulisan Program Pada C AVR

Baris pertama `#include <...>` bukanlah pernyataan sehingga tak diakhiri tanda titik koma `;`. Baris tersebut meminta kompiler untuk menyertakan file yang namanya ada di antara tanda `<...>` dalam proses kompilasi. File-file ini (berekstensi `.h`) berisi deklarasi fungsi ataupun variable. File ini disebut header dan digunakan semacam perpustakaan untuk pernyataan yang ada di tubuh program.



Gambar 2.6: Code Vision AVR

Ada beberapa program yang dapat digunakan sebagai editor dan compiler untuk mikrokontroler AVR, salah satunya adalah CodeVisionAVR. CodeVisionAVR adalah salahsatu alat bantu pemrograman (programing tools) yang bekerja dalam lingkunga pengembangan perangkat lunak yang terintegrasi (Integrated Develoment Environment, IDE). Seperti aplikasi IDE lainnya, CodevisionAVR dilengkapi dengan sourcecode editor, compiler, linker,

dan dapat memanggil Atmel AVR studio untuk debuggernya.

2.5.2 Penulisan Bahasa C Arduino

Penulisan program bahasa C di Arduino:



```
sketch_nov03a$  
void setup() {  
  // put your setup code here, to run once:  
}  
  
void loop() {  
  // put your main code here, to run repeatedly:  
}
```

Gambar 2.7: Contoh Penulisan Program Pada C Arduino

Penjelasan tentang fungsi setiap sintak pada Arduino hampir sama dengan AVR. Beberapa bagian yang membedakannya adalah sebagai berikut:

- "void main(void)" menjadi "void setup()": penanda atau sebagai penunjuk isi dari program dalam pemrograman AVR, isi dari program dimulai dari tanda kurung kurawal ({} dan diakhiri pula dengan tanda tutup kurung kurawal (})
- perintah "while(1)" sendiri juga dapat digunakan di arduino, tapi secara khusus aplikasi arduino sudah menyediakan tempat untuk menulis program yang memiliki karakteristik berulang (looping) yang tertulis "void loop()"

Secara Prinsip, sketch selalu melibatkan dua fungsi, yaitu setup() dan loop(). Kode Sketch minimal dapat dilihat pada gambar 2.7. Baris yang mengandung void dan nama fungsi adalah judul fungsi, sedangkan bagian {} dinamakan tubuh fungsi. Semua definisi fungsi melibatkan judul fungsi dan tubuh fungsi. Menurut Kadir (2015) fungsi sendiri adalah deretan instruksi yang diberi suatu nama, umumnya fungsi memberikan nilai ketika dipanggil. Nilai yang diberikan tersebut dinamakan nilai balik.

2.5.3 Tipe Data

Dalam Pemrograman Mikrokontroler, ram rom maupun register harus diisi data untuk menjalankan suatu program tertentu, data yang diisi pun beragam tergantung besar bit data yang digunakan. Jenis data tersebut dapat dilihat di tabel berikut:

Tabel 2.1: Tipe Data

Tipe	Ukuran (Bit)	Range
bit	1	0 - 1
char	8	-128 - 127
unsigned char	8	0 - 255
signed char	8	-128 - 127
int	16	-32768 - 32767
short int	16	-32768 - 32767
unsigned int	16	0 - 65535
signed int	16	-32768 - 32767
long int	32	-2147483648 - 2147483647
unsigned long int	32	0 - 4294967295
signed long int	32	-2147483648 - 2147483647
float	32	1.175e-38 - 3.402e38
doubel	32	1.175e-38 - 3.402e38

2.5.4 Operator

Operator adalah source code yang digunakan dalam mengelolah data baik itu membandingkan, menyamakan, menjumlahkan, dls.

Tabel 2.2: operator kondisi

Operator Kondisi	Keterangan
<	lebih kecil
<=	lebih kecil atau sama dengan
>	lebih besar
>=	lebih besar atau sama dengan
==	sama dengan
!=	tidak sama dengan

Tabel 2.3: Operator Aritmatika

Operator Aritmatika	Keterangan
+	Penjumlahan
-	Pengurangan
*	Perkalian
/	Pembagian
%	Sisa Bagi (Modulus)

Tabel 2.4: Operator Logika

Operator Logika	Keterangan
!	Boolean NOT
&&	Boolean AND
—	Boolean OR

Tabel 2.5: Operator Bitwise

Operator Bitwise	Keterangan
~	komplement bitwise
&	Bitwisw AND
—	Bitwise OR
^	Bitwise Exclusive OR
>>	Right Shift
<<	Left Shift

Tabel 2.6: Operator Assignment

Operator Assignment	Keterangan
=	Memasukkan nilai
+=	Menambahkan nilai dari keadaan semula
-=	Mengurangi nilai dari keadaan semula
*=	Mengalikan nilai dari keadaan semula
/=	Membagi nilai dari keadaan semula
%=	Mamasukkan nilai sisa dari pembagian
<<=	Memasukkan Shift Left
>>=	Memasukkan Shift Right
&=	Memasukkan Bitwise AND
=	Memasukkan Bitwisw XOR
\=	Memasukkan Bitwise OR

Rangkuman

1. Mikrokontroler yang populer dalam kalangan masyarakat saat ini adalah mikrokontroler jenis AVR dan pengembangannya yang dikenal dengan nama Arduino.
2. Mikrokontroler AVR adalah jenis mikrokontroler yang tampilannya hanya sebatas IC mikrokontroler tanpa tambahan perangkat interfaces.
3. Arduino adalah Papan yang menggunakan jenis mikrokontroler AVR yang telah mengalami perkembangan di bagian penggunaan port dan uploading program (bootloader).
4. Bahasa pemrograman terdiri dari tiga level yaitu bahasa mesin, assembly, dan bahasa tingkat tinggi.
5. Bahasa pemrograman C adalah bahasa level tinggi yang populer digunakan di kalangan umum dan memiliki source code yang open source.
6. Dalam penggunaan bahasa C hal perlu diperhatikan ada beberapa hal yaitu, sintak, penulisan source code, tipe data, operator operator kondisi.

Tugas Mikrokontroler X TKR 1

Buatlah makalah dengan judul “**FUNGSI MIKROKONTROLER DALAM KEHIDUPAN SEHARI HARI**”. Untuk Mikrokontrolernya bisa Mikrokontroler AVR atau Mikrokontroler Arduino.

Tugas dikumpulkan maksimal tanggal **30 Maret 2020** dalam bentuk softcopy (word atau pdf).

Silahkan dikumpulkan di link berikut ini : s.id/SetorMikro

== SELAMAT MENGERJAKAN ==