



ITS
Institut
Teknologi
Sepuluh Nopember

TUGAS AKHIR - TE 145561

RANCANG BANGUN SISTEM PENYIRAM PADA TANAMAN CABAI BERBASIS ATMEGA16

Muhammad Rizky Aji Saputra
NRP 10311500000095

Dosen Pembimbing
Ir. Hany Boedinugroho, MT.
Dwi Lastomo, S.Si.,M.T.

PROGRAM STUDI KOMPUTER KONTROL
Departemen Teknik Elektro Otomasi
Fakultas Vokasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2018



FINAL PROJECT - TE 145561

***SPRINKLE SYSTEM ARCHITECTURE ON CHILI PLANT BASED
ATMEGA16***

Muhamad Rizky Aji Saputra
NRP 10311500000095

Supervisor
Ir. Hany Boedinugroho, MT.
Dwi Lastomo, S.Si.,M.T.

COMPUTER CONTROL STUDY PROGRAM
Electrical and Automation Engineering Department
Vocational Faculty
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2018

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

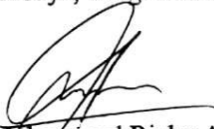
Dengan ini saya menyatakan bahwa isi sebagian maupun keseluruhan Tugas Akhir saya dengan judul :

“Rancang Bangun Sistem Penyiraman Tanaman Atmega16”

adalah benar-benar hasil karya intelektual mandiri, diselesaikan tanpa menggunakan bahan-bahan yang tidak diizinkan dan bukan merupakan karya pihak lain..

Semua referensi yang dikutip maupun dirujuk telah ditulis secara lengkap pada daftar pustaka. Apabila ternyata pernyataan ini tidak benar, saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan yang berlaku.

Surabaya, 1 Agustus 2018



Muhammad Rizky Aji S.
NRP. 10311500000095

-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----

**RANCANG BANGUN SISTEM PENYIRAMAN PADA
TANAMAN CABAI BERBASIS ATMEGA16**

TUGAS AKHIR

**Diajukan Guna Memenuhi Sebagian Persyaratan
Untuk Memperoleh Gelar Ahli Madya
Pada
Program Studi Komputer Kontrol
Departemen Teknik Elektro Otomasi
Fakultas Vokasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember**

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Ir. Hany Boedinugroho, MT
NIP. 1961 07 06 1987 01 1 001

Dwi Lastomo, S.Si., M.T.
NIP. 1987201711059

**SURABAYA
JULI, 2018**

-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----

RANCANG BANGUN SISTEM PENYIRAMAN PADA TANAMAN CABAI BERBASIS ATMEGA16

Nama : Muhammad Rizky Aji Saputra
Pembimbing : 1. Ir. Hany Boedinugroho, MT
2. Dwi Lastomo, S.Si.,M.T.

ABSTRAK

Penyiraman tanaman merupakan suatu kegiatan yang perlu diperhatikan dalam melakukan pemeliharaan tanaman cabai, dikarenakan tanaman cabai memerlukan asupan air yang cukup untuk melakukan fotosintesis dalam memperoleh kebutuhannya untuk tumbuh dan berkembang. Selain itu pemberian air yang cukup merupakan faktor penting bagi pertumbuhan, karena air berpengaruh terhadap kelembaban tanah. Tanpa air yang cukup produktivitas suatu tanaman tidak akan maksimal.

Dalam permasalahan tersebut Rancang Bangun Sistem Penyiraman pada Tanaman Cabai Berbasis Atmega16 merupakan solusi bagi penyiraman tanaman. Sistem ini memiliki cara kerja yaitu dengan memanfaatkan sensor kelembaban tanah yaitu modul *Soil Moisture*, modul tersebut akan bekerja ketika diletakkan di posisi tanah maka akan mendeteksi tingkat kelembaban tanah dengan *setpoint* yang sudah ditentukan. Pada saat sensor kelembaban mendeteksi tingkat kelembaban dibawah dari *setpoint* yang ditentukan maka akan dilakukan penyiraman secara otomatis sampai kelembaban diatas *setpoint* yang ditentukan maka secara otomatis pompa akan mati. Relay berperan dalam mengaktifkan pompa dalam sistem ini dan sensor temperatur yaitu DS18B20 sebagai indikator temperature rata-rata disekitar.

Hasil dari sistem penyiraman ini yaitu sensor kelembaban tanah bekerja dalam mendeteksi tingkat kelembaban tanah untuk mengaktifkan relay dalam menyalakan pompa dan berhenti ketika tingkat kelembaban tanah mencapai nilai diatas *setpoint* terpenuhi.

Kata kunci : *Soil Moisture* ,sensor temperature, pompa, relay

-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----

SPRINKLER SYSTEM ARCHITECTURE ON CHILI PLANT BASED ATMEGA16

Name : Muhammad Rizky Aji Saputra
Advisor : 1. Ir. Hany Boedinugroho, MT
2. Dwi Lastomo, S.Si.,M.T.

ABSTRACT

Watering plants is an activity that needs to be noted in performing the maintenance plant of chili pepper plants, due to their need to intake enough water for photosynthesis in obtaining their needs to grow and developing. In addition the granting of adequate water is an important factor for growth, because the water effect on soil moisture. Without enough water productivity of a plant will not be maximized.

In the Architecture of the system problems of Watering on Plant-based Chili Atmega16 is the solution for watering plants. This system has a way of working that is by utilizing soil moisture sensor the module i.e., the module Restores the Soil will work when put in the position of the ground then it will detect a level soil moisture with setpoint that is already determined. At the time of the sensor humidity medeteksi humidity levels below from the setpoint is specified then it will be done automatically to watering the moisture above the setpoint specified then automatically pump will die. The relay was instrumental in activating the pump in this system and DS18B20 temperature sensor that is as an indicator of the average temperature around the.

The result of this watering system namely sensors, soil moisture working in detecting the level of soil moisture to enable the relay in turn on the pump and stop when it reaches the value soil moisture levels are above the setpoint is reached.

Keywords : Soil Moisture, Temperature sensor, pump, relay

-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Tuhan yang selalu memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga Tugas Akhir ini dapat terselesaikan dengan baik.

Tugas Akhir ini disusun untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan Untuk Memperoleh Gelar Ahli Madya pada Program Studi Komputer Kontrol, Departemen Teknik Elektro Otomasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya dengan judul :

RANCANG BANGUN SISTEM PENYIRAMAN TANAMAN CABAI BERBASIS ATMEGA16

Dalam Tugas Akhir ini dirancang Rancang Bangun Sistem Penyiraman Tanaman Cabai Berbasis Atmega16.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Ayah dan Mama tercinta yang senantiasa memberikan dukungan, Bapak Ir. Hani Boedinugroho, ST., MT, dan Dwi Lastomo, S.Si.,M.T. atas segala bimbingan ilmu, moral, dan spiritual dari awal hingga terselesaikannya Tugas Akhir ini, Bapak dan Ibu guru tersayang yang telah mengantarkan penulis ke jenjang perguruan tinggi dengan ilmu yang bermanfaat. Penulis juga mengucapkan banyak terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu baik secara langsung maupun tidak langsung dalam proses penyelesaian Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari dan memohon maaf atas segala kekurangan pada Tugas Akhir ini. Akhir kata, Semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat dalam pengembangan keilmuan di kemudian hari.

Surabaya, 31 Juli 2018

Penulis

-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----

DAFTAR ISI

	HALAMAN
HALAMAN JUDUL.....	i
PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR.....	v
HALAMAN PENGESAHAN.....	vii
ABSTRAK.....	ix
<i>ABSTRACT</i>	xi
KATA PENGANTAR	xiii
DAFTAR ISI.....	xv
DAFTAR GAMBAR	xvii
DAFTAR TABEL.....	xix
1. BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Permasalahan	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan	2
1.5 Metodologi Penelitian	2
1.6 Sistematika Laporan.....	4
1.7 Relefanssi	5
2. BAB II TEORI DASAR	7
2.1 Karakteristik Tanah [1]	7
2.2 Tanaman Cabai [4]	9
2.3 Mikrokontroller	10
2.3.1 Karakteristik Atmega16 [3]	11
2.3.2 Konfigurasi pin Atmega16	12
2.4 LCD (<i>Liquid Crydtsl Display</i>) 16x2 [2].....	14
2.5 Sprinkler [1]	14
2.6 Relay [7]	15
2.7 Sensor DS1820 [8]	17
2.8 Soil Moisture [8].....	18
2.9 Code Vision AVR [2]	19
3. BAB III PERANCANGAN ALAT	23
3.1 Blok Fungsional Sistem	23
3.2 Perancangan <i>Hardware</i>	24
3.2.1 Perencanaan Atmega16	24

3.2.2 Konfigurasi <i>Soil Moisture</i>	26
3.2.3 Konfigurasi Sensor DS18B20	27
3.2.4 Konfigurasi Relay	28
3.2.5 Konfigurasi LCD 16x2	28
3.3 Perencanaan <i>Software</i>	29
3.3.1 Pemrograman Sistem Penyiraman	29
3.3.2 Pemrograman Sensor <i>Soil Moisture</i>	30
3.3.3 Pemrograman DS18B20	30
3.3.4 Pemrograman Relay	31
4. BAB IV PENGUKURAN DAN UJI COBA	33
4.1 Pengukuran Batere	33
4.2 Pengukuran Sensor <i>Soil Moisture</i>	33
4.3 Pengukuran DS18B20	33
4.4 Pengujian LCD 16x2	33
4.5 Pengujian Sistem Penyiraman	40
5 BAB V PENUTUP	45
5.1 Kesimpulan	43
5.2 Saran	43
DAFTAR PUSTAKA.....	45
LAMPIRAN A.....	49
LAMPIRAN B.....	57
RIWAYAT HIDUP PENULIS.....	73

DAFTAR GAMBAR

	HALAMAN
Gambar 2.1 Tanah	7
Gambar 2.2 Tanaman Cabai	10
Gambar 2.3 Blok Diagram Atmega16	12
Gambar 2.4 Port Atmega16	13
Gambar 2.5 LCD 16x2	14
Gambar 2.6 Penggunaan Sprinkle Dalam Perkebunan	15
Gambar 2.7 Relay	15
Gambar 2.8 Cara Kerja Relay	18
Gambar 2.9 Sensor Temperatur	17
Gambar 2.10 <i>Soil Moisture</i>	18
Gambar 3.1 Blok Diagram	23
Gambar 3.2 Skematika Atmega16	25
Gambar 3.3 <i>Soil Moisture</i>	26
Gambar 3.4 Port DS18B20	27
Gambar 3.5 Port Relay	28
Gambar 3.6 Port LCD 16x2	28
Gambar 3.7 Flowchart Sistem Penyiraman	29
Gambar 3.8 Flowchart Sensor <i>Soil Moisture</i>	30
Gambar 3.9 Program Sensor Temperatur	30
Gambar 3.10 Program Relay Pada <i>Soil Moisture</i>	31
Gambar 4.1 Pengukuran Tegangan <i>Soil Moisture</i>	35
Gambar 4.2 Tampilan Data ADC Saat Kondisi 0% Sebesar 255 bit...35	35
Gambar 4.3 Tampilan Kelembaban Tanah Ketika 0%	35
Gambar 4.4 Pengujian Tegangan Saat Kelembaban 0% Sebesar 4,94 Volt	36
Gambar 4.5 Hasil Grafik Kalibrasi Sensor <i>Soil Moisture</i>	37
Gambar 4.6 Pengukuran Arus Sensor Temperatur.	39
Gambar 4.7 Tampilan Saat Pengukuran Temperatur	40
Gambar 4.8 Tampilan Saat Pengukuran Arus Sensor DS18B20	40
Gsmbar 4.9 Waktu Saat Pengukuran Temperatur Sebesar 24,75 °C...41	41
Gambar 4.10 Pengujian Pada Tampilan LCD 16x2	41
Gambar 4.11 Tampilan LCD Saat Pengukuran <i>Soil Moisture Error</i>43	43

-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----

DAFTAR TABEL

	HALAMAN
Tabel 4.1 Pengukuran Baterai	33
Tabel 4.2 Pengukuran <i>Soil Moisture</i>	34
Tabel 4.3 Pengukuran Sensor Temperatur Saat Pukul 01.00 WIB	38
Tabel 4.4 Pengukuran Sensor Temperatur Saat Pukul 15.00 WIB	38
Tabel 4.5 Pengukuran Sensor Temperatur Saat Pukul 17.00 WIB	39
Tabel 4.6 Pada Pengujian Sistem Penyiraman Tanaman 1	42
Tabel 4.7 Pada Pengujian Sistem Penyiraman Tanaman 2	42
Tabel 4.8 Pada Pengujian Sistem Penyiraman Tanaman 3	43

-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kelembaban tanah adalah air yang mengisi sebagian atau seluruh pori-pori tanah yang berada di atas *water table*. Definisi yang lain menyebutkan bahwa kelembaban tanah menyatakan jumlah air yang tersimpan di antara pori – pori tanah. kelembaban tanah sangat dinamis, hal ini disebabkan oleh penguapan melalui permukaan tanah, transpirasi dan perkolasi. Kelembaban tanah memiliki peranan yang penting bagi pemerintah untuk mengetahui informasi seperti potensi aliran permukaan dan pengendali banjir, kegagalan erosi tanah dan kemiringan lereng, manajemen sumber daya air, geoteknik, dan kualitas air. Kelembaban tanah merupakan salah satu variabel kunci pada perubahan dari air dan energi panas di antara permukaan dan atmosfer melalui evaporasi dan transpirasi. Namun demikian, perlu juga diketahui bahwa tingkat kelembaban tanah yang tinggi dapat menimbulkan permasalahan dalam hal kegiatan pemanenan hasil pertanian dan perkebunan. Penyiraman yang ada pada saat ini menggunakan sistem manual yang dimana hal ini akan banyak sekali kerugian dalam waktu dan tenaga, sedangkan tidak hanya itu penyiraman secara manual juga akan memboroskan air dan membuat tanaman layu dikarenakan banyak air yang diterima melebihi batas yang dibutuhkan. Kali ini pemanfaatan teknologi sudah dikembangkan secara pesat, hal ini ditujukan dalam memudahkan segala aktivitas manusia. Sistem bekerja pada saat kelembaban tanah berkurang maka sistem akan mendeteksi dengan sensor *soil moisture hygrometer* kemudian menjalankan sistem motor untuk motor digunakan dalam memompa air yang akan diteruskan melalui sprinkler kemudian air akan menyiram sesuai tingkat kelembaban yang sudah ditentukan, ketika sudah mencapai titik kelembaban kemudian pompa akan mati. Berdasarkan pada hal tersebut maka kami terinspirasi untuk membuat suatu penyiraman yang bisa mengatur kelembaban Sehingga tidak terjadi masalah akibat kelebihan air atau kekurangan yang membuat layu bahkan menyebabkan mati, efisiensi dan efektif dalam penggunaan sumber daya. Dan pemikiran tersebut dituangkan dalam pembuatan suatu sistem yang diberi nama Sistem Penyiraman pada Tanaman Cabai Berbasis Atmega16.

1.2 Permasalahan

Kelembaban tanah merupakan salah satu variabel kunci pada perubahan dari air dan energi panas di antara permukaan dan atmosfer melalui penguapan dan pengurangan kelembaban. Namun demikian, perlu juga diketahui bahwa tingkat kelembaban tanah yang tinggi dapat menimbulkan permasalahan dalam hal kegiatan budi daya tanaman cabai.

1.3 Batasan Masalah

Tugas akhir ini berfokus pada penyesuaian kelembaban pada suatu tanah tanaman cabai. Dalam penyesuaian tanaman kelembaban ini diatur dengan penyiraman sehingga kelembaban diatur dengan air yang dikontrol melalui pompa, hal ini bertujuan agar ketika tanaman kebanyakan air maka akan berakibat layu dan busuk dikarenakan banyaknya air.

1.4 Tujuan

Tujuan yang akan dicapai dari sistem ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk membuat sebuah sistem penyiraman tanaman cabai.
2. Menerapkan teknologi otomatis di sebuah sistem penyiraman cabai.
3. Mempermudah saat mengatur kelembaban agar tidak terjadi layu pada tanaman

1.5 Metodologi Penelitian

Dalam pelaksanaan tugas akhir ini terdiri dari beberapa tahapan, antara lain studi literatur, perancangan dan pembuatan perangkat lunak, integrasi perangkat keras hal ini disusun sedemikian rupa supaya dalam pemasangan dari awal hingga akhir Rancang Bangun Penyiraman Tanaman Cabai. Pada tahap studi literatur yang mempelajari tentang konverter daya pada aki yang akan dipakai pada modul dan motor yang akan dijalankan pada sistem penyiraman tanaman. Pada tahap perancangan yaitu membuat sistem konverter pada setiap modul dan membuat program yang akan dilakukan dalam jumlah presentase baterai yang dibutuhkan. Pada tahap yang terakhir yaitu integrasi yang dilakukan yaitu uji coba terhadap suatu sistem apakah sesuai dengan rancana atau tidak.

- **Pengamatan Permasalahan**

Pengamatan dilakukan untuk memperoleh data posisi sensor kelembaban dan juga untuk mengetahui modul yang digunakan. Pengamatan yang akan dilakukan yaitu seberapa banyak air yang akan digunakan apabila kelembaban tanah sudah terdeteksi sangat kering, hal yang menyebabkan permasalahan dikarenakan penampungan air yang masih terbatas.

- **Studi Literatur**

Kegiatan ini dilakukan dengan cara mencari teori penunjang dari buku, jurnal, dan artikel dari media online maupun media cetak. Mencari dasar teori yang tepat tentang modul. Serta melakukan studi literatur tentang bagaimana cara mengoptimalkan kerja motor beserta sprinkler dan mengatur daya pada setiap modul yang digunakan di dalam sebuah sistem penyiraman ini. Dari studi literatur ini dapat dikelompokkan alat dan bahan apa saja yang diperlukan dalam penelitian. Kegiatan ini dilakukan dengan mencari materi penunjang dari jurnal, *papper* dan artikel.

- **Perancangan Alat**

Pada perancangan sistem ini yang pertama menentukan dulu apa yang akan dipakai dalam sensor, aktuator (motor dan sprinkler) dan penggunaan daya yang akan dipakai, hal ini direncanakan agar tidak sistem berjalan secara optimal untuk mendapatkan hasil yang sesuai apa yang direncanakan. Kemudian yang kedua yaitu mencoba setiap modul yang akan digunakan sesuai dengan programnya hal ini berguna dalam mengetahui apakah setiap modul berjalan sesuai semestinya sehingga tidak adanya modul yang tidak berguna dalam perancangan sistem tersebut. Pada tahap ketiga yaitu membuat mekanik, dalam hal ini berguna sebagai penempatan modul yang digunakan semestinya, penempatan setiap alat sesuai dengan cara kerjanya dapat memaksimalkan kegunaan suatu alat atau modul yang akan digunakan. Pemisahan suatu alat yang dikategorikan ada dua yaitu yang rentan terhadap air dan yang tidak rentan terhadap air, untuk alat yang tidak rentan terhadap air tetapi memiliki penempatan cara kerja diluar akan ditambahi proteksi agar menghindari korsleting karena terkena air.

- **Pengujian Alat dan Analisis Data**

Percobaan yang dilakukan yaitu dengan cara sistem penyiraman di letakan didekat tanaman penggunaan sensor kelembaban disini untuk mengaktifkan setiap komponen yang ada. Ketika sensor yang

mendeteksi kelembaban tanah yang berkurang maka hal ini akan mengakibatkan motor aktif yang berfungsi sebagai memompa air menuju sprinkler kemudian menyirami tanaman , kerja sprinkler ini memiliki kegunaan sebagai pengurang besaran air yang mengakibatkan merusak tanaman apabila volume air terlalu besar.

- **Kesimpulan**

Setelah dilakukan pengujian pada sistem penyiraman ini dan hasilnya sesuai pada rencana maka akan ditarik kesimpulan bahwa sprinkler dalam penyiraman bekerja dalam penyiraman yang diatur pada sensor kelembaban dan menggerakkan motor dalam memompa air.

- **Penyusunan Laporan Akhir**

Setelah melakukan pengujian maka tahap akhir yaitu penyusunan laporan sebagai bukti bahwa telah dilakukan penelitian dan pengambilan data ditetapkan. Laporan juga bertujuan untuk memberikan referensi pada penelitian berikutnya.

1.6 Sistematika Laporan

Pembahasan tugas akhir ini akan dibagi menjadi lima Bab dengan sistematika sebagai berikut:

Bab I Pendahuluan

Bab ini meliputi latar belakang, permasalahan, tujuan penelitian, metodologi penelitian, sistematika laporan dan relevansi.

Bab II Teori Dasar

Teori Dasar Pada bab ini akan dibahas teori dasar dan teori penunjang terkait perangkat dan bahan yang digunakan dalam tugas akhir ini

Bab III Perancangan Sistem

Perancangan Sistem Membahas perencanaan dan pembuatan perangkat keras yang meliputi rangkaian-rangkaian, desain prototipe, dan perangkat lunak yang akan digunakan untuk menjalankan alat tersebut.

Bab IV Pengujian dan Analisis

Pengujian Sistem Pada bab ini dilakukan pengujian dari sistem yang telah dibuat pada bab 3.

Bab V Penutup

Bab ini berisi kesimpulan dan saran dari hasil pembahasan yang telah diperoleh.

1.7 Relefans

Pada tugas akhir ini bertujuan untuk membuat system merancang sebuah sistem Penyiram tanaman menggunakan Atmega16 dengan memanfaatkan kelembaban tanah disekitar. Dalam hal ini sistem bekerja pada saat kelembaban tanah berkurang maka sistem akan mendeteksi dengan sensor *soil moisture hygrometer* kemudian menjalankan sistem motor untuk motor digunakan dalam memompa air yang akan diteruskan melalui sprinkler kemudian air akan menyiram sesuai tingkat kelembaban

-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----

BAB II

TEORI DASAR

Bab ini membahas mengenai teori dasar dari peralatan yang digunakan dalam Tugas Akhir yang berjudul Rancang Bangun Sistem penyiraman Pada Tanaman Cabai Berbasis Atmega16.

2.1 Karakteristik Tanah[1]



Gambar 2.1 Tanah

Pada Gambar 2.1 tanah adalah bagian yang terdapat pada kerak bumi yang tersusun atas mineral dan bahan organik. Tanah merupakan salah satu penunjang yang membantu kehidupan semua makhluk hidup yang ada di bumi. Tanah sangat mendukung terhadap kehidupan tanaman yang menyediakan hara dan air di bumi. selain itu, Tanah juga merupakan tempat hidup berbagai mikroorganisme yang ada di bumi dan juga merupakan tempat berpijak bagi sebagian makhluk hidup yang ada di darat. Dari segi klimatologi, tanah memegang peranan penting sebagai penyimpan air dan mencegah terjadinya erosi. Meskipun tanah sendiri juga bisa tererosi. Secara biologi berfungsi sebagai habitat biota (organisme) yang berpartisipasi aktif dalam penyediaan hara tersebut dan zat-zat aditif (pemacu tumbuh, proteksi) bagi tanaman, yang ketiganya secara integral mampu menunjang produktivitas tanah untuk

menghasilkan biomass dan produksi baik tanaman pangan, tanaman obat-obatan, industri perkebunan, maupun kehutanan .

Tanah terbentuk dari proses pelapukan batuan yang dibantu oleh organisme membentuk tekstur unik yang menutupi permukaan bumi. proses pembentukan tanah ini akan membentuk lapisan-lapisan yang menutupi seluruh permukaan bumi. lapisan-lapisan yang terbentuk memiliki tekstur yang berbeda dan setiap lapisan jika akan mencerminkan proses-proses fisika, kimia dan biologi yang telah terjadi selama proses pembentukannya. Hans Jenny (1899-1992), seorang pakar tanah asal Swiss yang bekerja di Amerika Serikat, menyebutkan bahwa tanah terbentuk dari bahan induk yang telah mengalami odifikasi/pelapukan akibat dinamika faktor iklim, organisme, dan relief permukaan.

Struktur tanah merupakan karakteristik fisik tersusun dari tiga fase: fase padatan, fase cair, dan fase gas. Struktur tanah tergantung dari imbalan ketiga faktor penyusun ini. Ruang antaragregat disebut sebagai porus (jamak pori). Struktur tanah baik bagi perakaran apabila pori berukuran besar (makropori) terisi udara dan pori berukuran kecil (mikropori) terisi air. Tanah yang gembur (sarang) memiliki agregat yang cukup besar dengan makropori dan mikropori yang seimbang. Tanah menjadi semakin liat apabila berlebihan lempung sehingga kekurangan makropori.

Tubuh tanah terbentuk dari campuran bahan organik dan mineral. Tanah non-organik atau tanah mineral terbentuk dari batuan sehingga ia mengandung mineral. Sebaliknya, tanah organik terbentuk dari pemadatan terhadap bahan organik yang terdegradasi.

Tanah organik mempunyai warna yang gelap dan merupakan pembentuk utama dari lahan gambut. Tanah organik ini akan terus mengalami proses panjang selama ratusan tahun untuk menjadi batu bara. Tanah organik cenderung memiliki keasaman yang tinggi dikarenakan banyak mengandung beberapa asam organik yang hasil dekomposisi berbagai bahan organik. Tanah ini biasanya memiliki kandungan mineral yang rendah. Pasokan mineral yang bisa didapat oleh tanah organik yaitu berasal dari aliran air atau hasil dekomposisi jaringan makhluk hidup. Tanah organik dapat ditanami karena memiliki sifat fisik gembur sehingga mampu menyimpan cukup air. Namun karena memiliki keasaman yang tinggi sebagian besar tanaman yang menggunakan media tanah ini tidak bisa tumbuh secara

maksimal. Tanah *non-organik* didominasi oleh mineral. Mineral ini membentuk partikel pembentuk tanah. Tekstur tanah demikian ditentukan oleh komposisi tiga partikel pembentuk tanah: pasir, debu, dan lumpur. Dari segi warna, tanah memiliki variasi warna yang sangat beragam mulai dari hitam kelam, coklat, merah bata, jingga, kuning, hingga putih. Selain itu tanah juga memiliki perbedaan warna yang sangat kontras pada setiap lapisannya sebagai akibat proses kimia. Tanah yang memiliki warna yang gelap merupakan ciri yang biasanya menandakan bahwa tanah tersebut mengandung bahan organik yang sangat tinggi. Warna gelap juga dapat disebabkan oleh kehadiran mangan, belerang, dan nitrogen.

Tanah dalam konteks kajian geografis adalah tanah sebagai tubuh alam yang menyelimuti permukaan bumi dengan berbagai sifat dan perwatakannya yang khas dalam hal proses pembentukan, keterpadatan, dinamika dari waktu ke waktu, serta manfaatnya bagi kehidupan manusia. Semua orang yang hidup di permukaan bumi telah mengenal wujud tanah, akan tetapi banyaknya ragam tanah, sifat persebaran tanah yang khas di permukaan bumi, serta ragam pemanfaatannya menjadikan tanah sebagai obyek yang besar. Tanah adalah tubuh alam gembur yang menyelimuti sebagian besar permukaan bumi dan mempunyai sifat dan karakteristik fisik, kimia, biologi, serta morfologi yang khas sebagai akibat dari serangan panjang tanah tidak sama dengan kurun waktu pembentukan batuan. Dalam hal ini tanah berfungsi sebagai penyuburan tanaman cabai.

2.2 Tanaman Cabai[4]

Cabai merupakan salah satu komoditas sayuran yang umumnya digunakan sebagai bumbu masakan dan dikonsumsi dalam bentuk segar. Penggunaan cabai merah dalam bentuk olahan masih terbatas sebagai saus sambal, tepung dan acar. Cabai dapat dibudidayakan baik di dataran rendah maupun di dataran tinggi. Sebagai familia *Solanaceae* cabai umumnya lebih potensial untuk dikembangkan di daerah dataran rendah

Tanaman cabai merah tidak memerlukan persyaratan hidup yang khusus sehingga dapat dibudidayakan diberbagai daerah, dan biasanya dilakukan oleh petani secara sederhana pada lahan sawah atau lahan kering dengan pemilikan yang terbatas seperti pada Gambar 2.2. Pengembangan cabai dalam skala komersial atau agribisnis baru dil-

akukan secara terbatas oleh perusahaan-perusahaan swasta untuk memenuhi kebutuhan pasar khusus seperti pasar swalayan, hotel-hotel, restoran atau untuk industri. Cabai dapat tumbuh baik di dataran rendah maupun di dataran tinggi (0-1300 m dpl), cabai merah membutuhkan keadaan udara yang kering, sedangkan cabai rawit dapat ditanam baik pada musim kemarau maupun musim hujan. Curah hujan optimal yang dibutuhkan oleh cabai merah adalah 100-200 mm/bulan. Tanah yang baik untuk penanaman cabai merah adalah tanah yang kaya humus, gembur. Sedangkan temperatur yang baik untuk pertumbuhan cabai merah adalah 18-27°C.



Gambar 2.2 Tanaman Cabai

2.3 Mikrokontroler

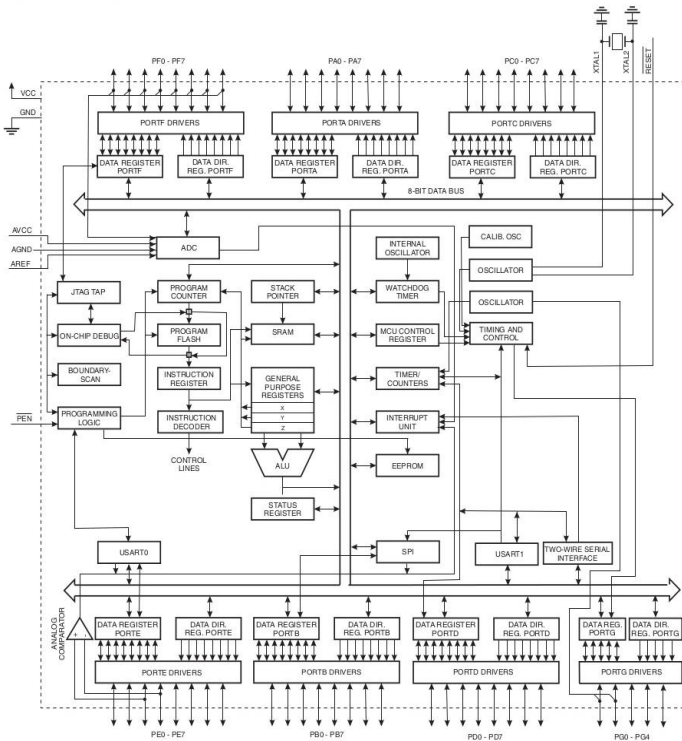
Mikrokontroler adalah sebuah chip yang berfungsi sebagai pengontrol rangkaian elektronik dan umunya dapat menyimpan program didalamnya. Mikrokontroler adalah sebuah chip yang berfungsi sebagai pengontrol rangkaian elektronik dan umunya dapat menyimpan program did umumnya terdiri dari CPU (*Central Processing Unit*), memori, I/O tertentu dan unit pendukung seperti *Analog-to-Digital Converter* (ADC) yang sudah terintegrasi di dalamnya. Kelebihan utama dari mikrokontroler ialah tersedianya RAM dan peralatan I/O pendukung sehingga ukuran board mikrokontroler menjadi sangat ringkas. Mikrokontroler adalah sebuah chip yang berfungsi sebagai pengontrol rangkaian elektronik dan umunya dapat menyimpan program did MCS51 ialah mikrokomputer CMOS 8 bit dengan 4 KB Flash *PEROM* (*Programmable and Erasable Only Memory*) yang dapat dihapus dan ditulisi sebanyak 1000 kali. Mikrokontroler ini diproduksi dengan menggunakan teknologi high density *non-volatile memory*. Flash *PEROM* on-chip tersebut memungkinkan memori pro-

gram untuk diprogram ulang dalam sistem (*in-system programming*) atau dengan menggunakan programmer non-volatile memory konvensional. Kombinasi CPU 8 bit serba guna dan *Flash PEROM*, menjadikan mikrokontroler MCS51 menjadi *microcomputer* handal yang fleksibel pada kali ini mikrokontroler yang dipakai yaitu Atmega16.[6]

2.3.1 Karakteristik Atmega16[3]

Mikrokontroler ini menggunakan arsitektur Harvard yang memisahkan memori program dari memori data, baik bus alamat maupun bus data, sehingga pengaksesan program dan data dapat dilakukan secara bersamaan (*concurrent*), adapun blok diagram arsitektur Atmega16 pada Gambar 2.3. Secara garis besar mikrokontroler Atmega16 terdiri dari :

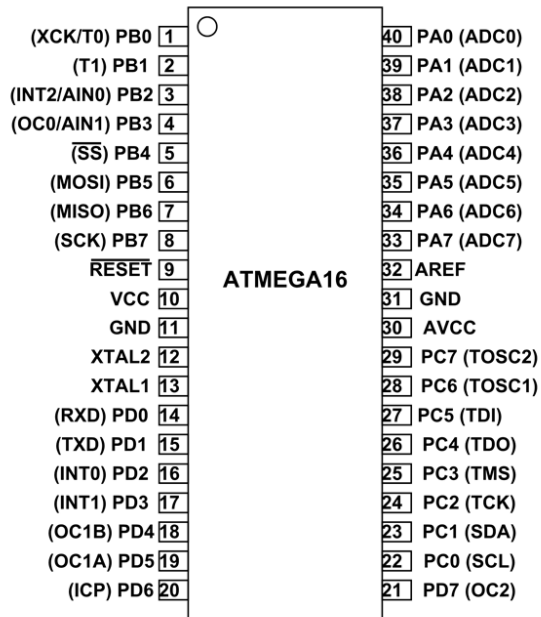
1. Arsitektur RISC dengan throughput mencapai 16 MIPS pada frekuensi 16 Mhz .
2. Memiliki kapasitas Flash memori 16Kbyte,EEPROM512 Byte, dan SRAM 1Kbyte
3. Saluran I/O 32 buah, yaitu Port A,B,C,D
4. CPU yang terdiri dari 32 buah register
5. User interupsi internal dan eksternal.
6. Port antarmuka SPI dan port USART sebagai komunikasi serial
7. Fitur Peripheral
 - Dua buah 8-bit timer/counter dengan prescaler terpisah dan mode compare
 - Satu buah 16-bit timer/counter dengan prescaler terpisah, mode compare, dan mode capture
 - Real time counter dengan osilator tersendiri
 - 8 kanal, 10 bit ADC
 - *Byte-oriented Two-wire Serial Interface*



Gambar 2.3 Blok Diagram Atmega16

2.3.2 Konfigurasi Pin Atmega16

Konfigurasi pin mikrokontroler Atmega16 dengan kemasan 40. Dari Gambar 2.4 tersebut dapat terlihat Atmega16 memiliki 8 Pin untuk masing-masing *Port A*, *Port B*, *Port C*, dan *Port D*



Gambar 2.4 Port Atmega16

Adapun fitur Mikrokontroler Atmega16 pada Gambar 2.4 kapabilitas detail dari adalah sebagai berikut :

1. Mikrokontroler AVR 8 bit yang memiliki kemampuan ting-
gi, dengan daya rendah.
2. Arsitektur RISC dengan *throughput* mencapai 16 MIPS pa-
da frekuensi 16MHz.
3. Memiliki kapasitas *Flash* memori 16 KByte, EEPROM 512
Byte dan SRAM 1 KByte.
4. Saluran I/O sebanyak 32 buah, yaitu *port A*, *port B*, *port C*,
dan *port D*.
5. CPU yang terdiri atas 32 buah register.
6. Unit interupsi internal dan eksternal.
7. *Port* USART untuk komunikasi serial.
8. Fitur *Peripheral*.

2.4 *Liquid Cristal Display (LCD) 16x2*[2]

LCD (*Liquid Crystal Display* atau dapat di bahasa Indonesia kan sebagai tampilan Kristal Cair) adalah suatu jenis media tampilan yang menggunakan kristal cair sebagai penampil utama. LCD bisa memunculkan gambar atau tulisan dikarenakan terdapat banyak sekali titik cahaya (piksel) yang terdiri dari satu buah kristal cair sebagai sebuah titik cahaya. Walau disebut sebagai titik cahaya, namun kristal cair ini tidak memancarkan cahaya sendiri. Sumber cahaya di dalam sebuah perangkat LCD adalah lampu neon berwarna putih di bagian belakang susunan kristal cair tadi. Titik cahaya yang jumlahnya puluhan ribu bahkan jutaan inilah yang membentuk tampilan citra. Kutub kristal cair yang dilewati arus listrik akan berubah karena pengaruh polarisasi medan magnetik yang timbul dan oleh karenanya akan hanya membiarkan beberapa warna diteruskan sedangkan warna lainnya tersaring. Dalam menampilkan karakter untuk membantu menginformasikan proses dan control yang terjadi dalam suatu program robot kita sering menggunakan LCD juga. Yang sering digunakan dan paling murah adalah LCD dengan banyak karakter 16x2. Maksudnya semacam fungsi tabel di microsoft office. 6 menyatakan kolom dan 2 menyatakan baris seperti pada Gambar 2.5.



Gambar 2.5 LCD 16x2

Modul LCD memiliki karakteristik sebagai berikut:

- Terdapat 16 x 2 karakter huruf yang bisa ditampilkan.
- Setiap huruf terdiri dari 5x7 dot-matrix cursor.
- Terdapat 192 macam karakter.
- Terdapat 80 x 8 bit display RAM (maksimal 80 karakter).
- Memiliki kemampuan penulisan dengan 8 bit maupun dengan 4 bit.
- Dibangun dengan osilator lokal.
- Satu sumber tegangan 5 volt.
- Otomatis reset saat tegangan dihidupkan.

- Bekerja pada temperatur 0°C sampai 55 °C

2.5 Sprinkler[1]



Gambar 2.6 Penggunaan Sprinkler dalam Perkebunan

Sprinkler Ini adalah satu sistem dimana semburan air dilakukan ke udara dari sprinkler dan jatuh ketanah seperti air hujan seperti Gambar 2.6. Semburan ini berlaku apabila air dari sumber seperti yang masuk melalui penyalur (pipa PVC) dengan tekanan yang tinggi melalui nozel (sprinkler) Jarak semburan ini bergantung kepada kuasa tekanan air dari air dan juga jenis peralatan *nozel* sprinkler yang digunakan. Sistem ini sering digunakan dan sesuai untuk tanaman sayuran dan tanaman semusim seperti sayuran daun, sayuran buah, tanaman umbi bahkan digunakan gedung dalam memadamkan api.

2.6 Relay[7]



Gambar 2.7 Relay

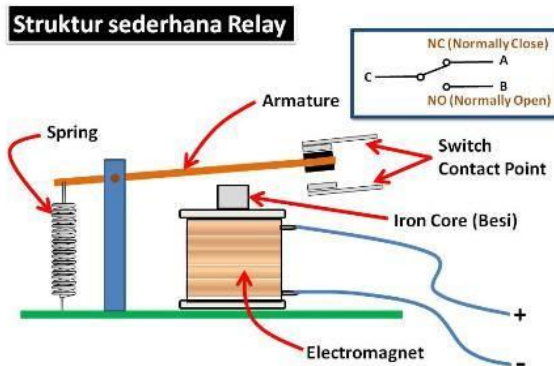
Relay merupakan komponen elektronika berupa saklar atau switch elektrik yang dioperasikan secara listrik dan terdiri dari 2 bagi-

an utama yaitu Elektromagnet (*coil*) dan mekanikal (kontak Saklar/*Switch*). Komponen elektronika ini menggunakan prinsip elektromagnetik untuk menggerakkan saklar sehingga dengan arus listrik yang kecil (*low power*) dapat menghantarkan listrik yang bertegangan lebih tinggi. Berikut adalah simbol dari komponen relay.

Relay memiliki fungsi sebagai saklar elektrik, namun jika di aplikasikan ke dalam rangkaian elektronika, maka relay memiliki beberapa fungsi dalam rangkaian elektronika. Berikut beberapa fungsi saat di aplikasikan ke dalam sebuah rangkaian elektronika :

1. Mengendalikan sirkuit tegangan tinggi dengan menggunakan bantuan signal tegangan rendah.
2. Memberikan time delay function atau fungsi logika.
3. Memberikan time delay function atau fungsi penundaan waktu.
4. Melindungi pompa dari korsleting atau kelebihan tegangan.

Pada penjelasan diatas bahwa relay memiliki fungsi sebagai saklar elektrik, namun jika di aplikasikan ke dalam rangkaian elektronika, relay memiliki beberapa fungsi yang cukup unik. Berikut beberapa fungsi saat di aplikasikan ke dalam sebuah rangkaian elektronika.



Gambar 2.8 Cara Kerja Relay

Kontak point relay terdiri dari 2 jenis yaitu:

1. *Normally Close* (NC) yaitu kondisi awal sebelum diaktifkan akan selalu berada pada posisi *close* (tertutup).
2. *Normally Open* (NO) yaitu kondisi awal sebelum diaktifkan akan selalu pada posisi *open* (terbuka).

Berdasarkan Gambar 2.8, *iron core* (besi) yang dililitkan oleh kumparan coil berfungsi untuk mengendalikan *iron core* tersebut. Ketika kumparan coil di berikan arus listrik, maka akan timbul gaya elektromagnet sehingga akan menarik Armature berpindah posisi yang awalnya NC (tertutup) ke posisi NO (terbuka) sehingga menjadi saklar yang dapat menghantarkan arus listrik di posisi NO. Posisi Armature yang tadinya dalam kondisi *CLOSE* akan menjadi *OPEN* atau terhubung. Armature akan kembali keposisi *CLOSE* saat tidak dialiri listrik. *Coil* yang digunakan untuk menarik Contact Point ke posisi *CLOSE* umumnya hanya membutuhkan arus listrik yang relatif kecil.

2.7 Sensor DS1820[8]

Sensor DS1820 memiliki kemampuan untuk mengukur temperatur pada kisaran -55°C sampai 125°C dan bekerja secara akurat dengan kesalahan $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ pada kisaran -10°C sampai 85°C . Selain itu, daya yang digunakan sensor temperatur DS1820 bisa langsung didapat dari data line ("*parasite power*"), sehingga tidak perlu lagi listrik eksternal.



Gambar 2.9 Sensor Temperatur

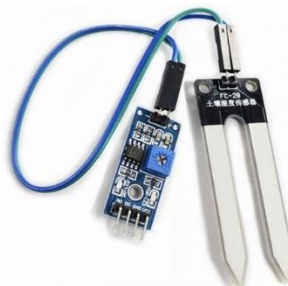
Sensor DS1820 pada Gambar 2.9 memiliki keunikan yaitu 64-bit, yang memungkinkan DS1820 terhubung ke beberapa fungsi yang sama melalui satu kabel yang sama. Oleh karena itu, satu mikroprosesor saja dapat digunakan untuk mengendalikan banyak sensor yang akan didistribusikan ke daerah yang lebih besar. Aplikasi dari fitur ini meliputi pengontrol lingkungan, sistem pemantauan temperatur di da-

lam bangunan, peralatan, atau mesin, dan proses monitoring dan sistem control. Keuntungan fitur:

1. Hanya memerlukan satu port pin untuk komunikasi.
2. Setiap perangkat memiliki 64-bit dalam *on-board* ROM.
3. Kemampuan *Simplifies Distributed Temperature Sensing* aplikasi.
4. Tidak memerlukan komponen eksternal.
5. *Power Supply* berkisar 3.0V sampai 5.5V.
6. Temperatur yang dapat diukur dari -55°C sampai 125°C.
7. Keakuratan data dari -10°C sampai 85°C.
8. Resolusi termometer 9-bit.
9. Kecepatan mengukur temperatur dalam 750-850 ms(maksimal).

2.8 Soil Moisture[8]

Kelembaban tanah adalah jumlah air yang ditahan di dalam tanah setelah kelebihan air dialirkan, apabila tanah memiliki kadar air yang tinggi maka kelebihan air tanah dikurangi melalui evaporasi, transpirasi dan transporair bawah tanah. Standar atau acuan dalam mengukur kelembaban tanah, yaitu *American Standard Method* (ASM). Prinsip dari metode ini adalah dengan cara melakukan perbandingan antara massa air dengan massa butiran tanah (massa tanah dalam kondisi kering), yang ditunjukkan oleh persamaan berikut :Massa butiran tanah diperoleh dengan menimbang tanah kering. Sedangkan massa air adalah selisih dari massa butiran tanah yang telah diberi air dengan massa butiran tanah. Salah satu cara untuk menentukan kadar air dalam tanah adalah dengan menggunakan *soil moisture* sensor pada Gambar 2.10.



Gambar 2.10 Soil Moisture

Soil moisture sensor adalah sensor kelembaban yang dapat mendeteksi kelembaban dalam tanah. Sensor ini membantu memantau kadar air atau kelembaban tanah pada tanaman. Sensor ini terdiri dari dua probe untuk melewati arus melalui tanah, kemudian membaca resistansinya untuk mendapatkan nilai tingkat kelembaban. Semakin banyak air membuat tanah lebih mudah menghantarkan listrik (resistansi kecil), sedangkan tanah yang kering sangat sulit menghantarkan listrik (resistansi besar). Adapun spesifikasi dari sensor yaitu :

- a. Tegangan masukan: 3.3 volt atau 5 volt
- b. Tegangan keluaran: 0 – 4.2 volt
- c. Arus: 35 mA

Sensor ini mampu mendeteksi langsung nilai kelembaban tanah yang menunjukkan banyaknya kadar air di dalam tanah dengan memadukannya dengan mikrokontroler.

2.9 Code Vision AVR[2]

Ada banyak jenis software yang dapat digunakan sebagai editor yang sekaligus menyediakan compiler untuk mikrokontroler Atmel AVR dengan menggunakan bahasa C, diantaranya MikroC for AVR, WinAVR, Image Craft ICC AVR, IAR Embedded Workbench for AVR, dan CodeVision AVR. CodeVisionAVR menyediakan sebuah editor yang didesain untuk menghasilkan program C secara otomatis untuk mikrokontroler AVR. Program C yang akan diimplementasikan menggunakan standar ANSI C yang sesuai dengan arsitektur AVR. CodeVisionAVR adalah sebuah compiler C yang telah dilengkapi dengan fasilitas *Integrated Development Environment* (IDE) dan didesain agar dapat menghasilkan kode program secara otomatis untuk mikrokontroler Atmel AVR. Program ini dapat berjalan dengan menggunakan sistem operasi Windows® XP, Vista, Windows 7, dan Windows 8, 32-bit dan 64-bit. Integrated Development Environment (IDE) telah dilengkapi dengan fasilitas pemrograman chip melalui metode In-System Programming sehingga dapat secara otomatis mentransfer file program ke dalam chip mikrokontroler AVR setelah sukses dikompilasi. Software In-System Programmer didesain untuk bekerja ketika dihubungkan dengan development board STK500, STK600, AVRISP mkII, AVR Dragon, AVRProg (AVR910 application note), Atmel JTAGICE mkII, Kanda System STK200+STK300, Dontronics DT006, Vogel Elektronik VTEC-SIP, Futurlec JRAVR and

MicroTronics ATCPU, dan Mega2000. Untuk meningkatkan kehandalan program.

Code Vision AVR dapat menghasilkan kode program secara otomatis melalui fasilitas *Code Wizard AVR Automatic Program Generator*. Dengan adanya fasilitas ini maka penulisan program dapat dilakukan dengan cepat dan lebih efisien. Seluruh kode dapat diimplementasikan dengan fungsi sebagai berikut:

Identifikasi sumber reset

1. Mengatur akses memori eksternal
2. Inisialisasi port input/output
3. Inisialisasi interupsi eksternal
4. Inisialisasi *timer/counter* dan *watchdog timer*
5. Inisialisasi USART dan interupsi *buffer* untuk komunikasi serial
6. Inisialisasi komparator analog dan ADC
7. Inisialisasi *interface* dan *two wire interface*
8. Inisialisasi *interface* CAN
9. Inisialisasi 12C Bus, sensor temperatur LM75, *thermometer/thermostat* DS1621, dan real time clock PCF8563, PCF8583, DS1302, DS1307
10. Inisialisasi *1 wire bus* dan sensor temperatur DS1820/DS18S20
11. Inisialisasi modul LCD

2.10 Bahasa C [2]

Bahasa Pemrograman C diciptakan dan dikembangkan oleh Brian Kernighan dan Denis Ritchie di *Bell Research Labs*. Bahasa Pemrograman C secara khusus diciptakan dengan tujuan agar para *programmer* dapat mengakses seluruh *internal register*. I/O slots dan absolute address dari sebuah komputer. Pada awal tahun 1960-an, sistem operasi komputer mulai menjadi jauh lebih kompleks dari sebelumnya karena adanya pengenalan multi terminal dan kemampuan *multi prosessor*. Pada saat itu sistem operasi diciptakan dengan menggunakan bahasa *assembly* (bahasa pemrograman tingkat rendah). Dimana banyak pengembang yang menyadari bahwa suatu sistem operasi dapat dikembangkan lebih lagi, tidak cukup hanya dengan menggunakan bahasa *assembly*. Inilah asal mula Bahasa C yang diimplementasikan pada *Digital Equipment Corporation PDP-7*. Pada perkembangan selanjutnya Bahasa Pemrograman C digunakan untuk mengimplementasikan Sistem Operasi *Unix*.

Bahasa C termasuk sebagai bahasa pemrograman tingkat menengah, maksudnya bahasa C bisa dipelajari dengan lebih mudah karena mudah dimengerti tetapi mempunyai kemampuan yang tinggi. Bahasa C bisa digunakan untuk merencanakan program untuk segala kebutuhan, baik untuk aplikasi bisnis, matematis atau bahkan permainan.

Bahasa Pemrograman C telah mengalami banyak evolusi sejak awal diciptakannya hingga saat ini. Saat ini, banyak Bahasa Pemrograman yang merupakan turunan/varian/keluarga dari Bahasa C seperti: *C ++*, *Java Script*, *PHP*, *Java*, *perl* dan lain sebagainya. Bisa juga dibayangkan bahasa C adalah induk dari bahasa pemrograman saat ini. Beberapa kelebihan dari bahasa C adalah sebagai berikut :

1. Banyak memiliki operator untuk mengolah / memanipulasi data.
2. Bahasa C termasuk sebagai bahasa yang terstruktur sehingga program dapat lebih mudah dipahami atau dikembangkan.
3. Bahasa C lebih mudah dimengerti karena lebih mirip kepada bahasa manusia.
4. Mengetahui *data pointer*.
5. Bahasa C tersedia hampir di semua jenis komputer.
6. Kode bahasa C sifatnya adalah portable dan fleksibel untuk semua jenis komputer.
7. Bahasa C hanya menyediakan sedikit kata-kata kunci, hanya terdapat 32 kata kunci.
8. Proses *executable* program bahasa C lebih cepat.
9. Dukungan pustaka yang banyak.
10. C adalah bahasa yang terstruktur.
11. Bahasa C termasuk bahasa tingkat menengah

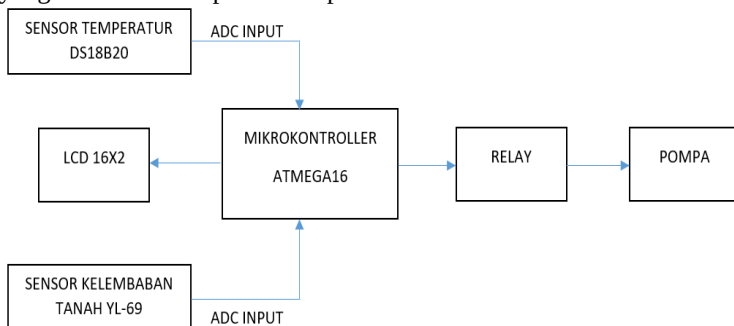
-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----

BAB III PERANCANGAN ALAT

Pada bab ini akan menjelaskan literatur dari tujuan tugas akhir yaitu Penyiraman Tanaman Cabai berbasis Mikrokontroller ATmega 16 yang meliputi penjelasan blok fungsional sistem yang akan menjelaskan proses kerja alat dalam bentuk alur diagram, perancangan dan desain mekanis yang mendukung cara kerja alat, serta perangkat lunak yang mengatur cara kerja alat. Dalam Pengerjaan tugas akhir ini terdapat tahapan yang dilakukan penulis. Tahapan tersebut meliputi

3.1 Blok Fungsional Sistem

Pada tugas akhir ini, sistem bekerja melalui sensor kelembaban dengan menggunakan *soil moisture*. Sensor akan mendeteksi tingkat kelembaban tanah dan setelah itu data akan dikirim melalui *mikrokontroller* untuk memproses sistem penyiraman. Setelah kelembaban terdeteksi dan diperoleh tingkat kekeringan maka *mikrokontroller* akan melakukan komunikasi serial menggerakkan pompa sampai deteksi kelembaban sesuai dengan yang diatur. Diagram fungsional sistem yang akan dibuat dapat dilihat pada Gambar 3.1



Gambar 3.1 Blok Diagram

Dalam blok diagram pada Gambar 3.1 menjelaskan ketika *soil moisture* mendeteksi maka hasil dari sensor akan diteruskan ke layar lcd 16x2 yang digunakan sebagai penampilan kelembaban suatu tanah pada tanaman cabai. Kemudian akan diproses pada *mikrokontroller* ketika nilai sudah terdeteksi sesuai dengan setpoint kelembaban yang

ditentukan maka relay akan bekerja untuk mengaktifkan pompa untuk menjaga kelembaban tanaman agar tetap terjaga kehidupan tanaman cabai tersebut. Fungsi dari masing-masing komponen juga dapat dilihat dibawah ini :

1. *Soil Moisture*
Fungsi dari *Soil Moisture* sebagai pendeteksi kelembaban tanah.
2. Sensor DS1820
Berfungsi sebagai pengukur temperatur dikeadaan sekitar.
3. Relay
Kegunaan sebagai menggerakkan arus/tegangan pompa.
4. LCD 16x2
Sebagai penampilan dari pengukuran temperatur dan kelembaban tanah.

3.2 Perancangan Hardware

Perancangan *Hardware* dilakukan dengan merancang rangkaian elektronika dan rancangan mekanik. Perancangan *Hardware* meliputi :

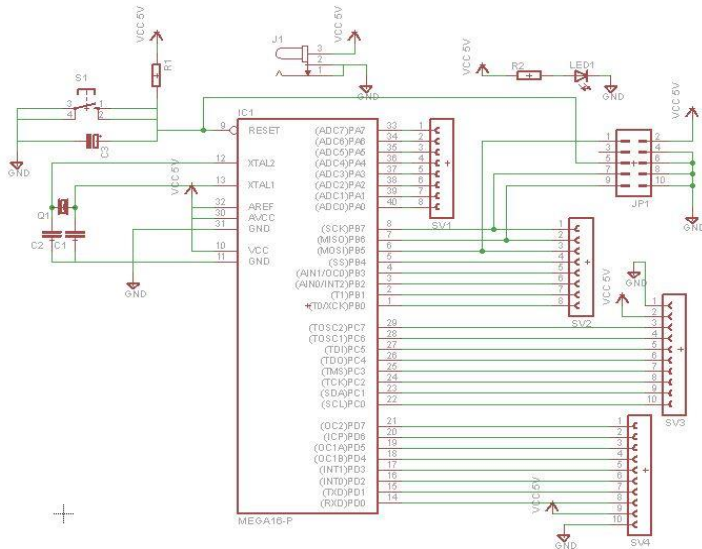
1. Perancangan Atmega16
2. Perancangan *Soil Moisture*
3. Perancangan DS 1820
4. Perancangan Relay

3.2.1 Perencanaan Atmega16

Membutuhkan proses pendukung seperti prosesor dan pendeteksi kelembaban. Pada tugas akhir ini pengolahan kelembaban dengan menggunakan soil moisture sebagai pendeteksi tingkat kelembaban dan sebuah mikrokontroler ATmega 16 sebagai dalam pengolahan kelembaban . Adapun spesifikasi Mikrokontroler :

1. *Microcontroller* AVR 8 bit yang memiliki kemampuan tinggi, dengan daya rendah.
2. Arsitektur RISC dengan *throughput* mencapai 16 MIPS pada frekuensi 16MHz.
3. Memiliki kapasitas *Flash* memori 16 KByte, EEPROM 512 Byte dan SRAM 1 KByte.
4. Saluran I/O sebanyak 32 buah, yaitu Port A, Port B, Port C, dan Port D.
5. CPU yang terdiri atas 32 buah *register*.
6. Unit *interupsi internal* dan *eksternal*.

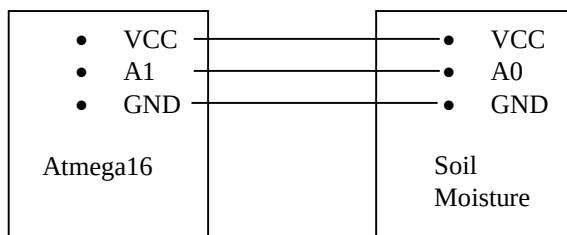
7. Port USART untuk komunikasi serial.
8. Fitur *Peripheral*.
 - a. Tiga buah *Timer/ Counter* dengan kemampuan perbandingan.
9. dua buah *Timer/ Counter* 8 bit dengan *Prescaler* terpisah dan *Mode Compare*.
 - a. satu buah *Timer/ Counter* 16 bit dengan *Prescaler* terpisah, *Mode Compare*, dan *Mode Capture*.
 - b. *Real Time Counter* dengan *Oscillator* tersendiri.
 - c. 4 channel PWM
 - d. 8 channel, 10 bit ADC.
10. 8 *Single-ended Channel*.
11. 7 *Differential Channel* hanya pada kemasan TQFP.
13. 2 *Differential Channel* dengan *Programmable Gain* 1x, 10x, atau 200x.
 - a. *Byte-oriented Two-wire Serial Interface*.
 - b. *Programmable Serial USART*.
 - c. Antarmuka SPI.
 - d. *Watchdog Timer* dengan *oscillator internal*.
 - e. *On-chip analog Comparator*. (Datasheet Atmega16 : PDF)



Gambar 3.2 Skematika Atmega16

Digunakannya ATmega 16 dalam tugas ini dikarenakan ukuran yang sangat tepat sehingga memungkinkan membuat sistem yang *portable*. Kemampuan menyimpan data dalam sebuah proses yang memungkinkan tidak membutuhkan pemrograman ulang. mikrokontroller AVR ATMEGA 16 sebagai prosesor dari alat yang akan dibuat. AVR merupakan seri *microcontroller* CMOS 8 bit buatan Atmel, berbasis arsitektur RISC (*Reduced Instruction Set Computer*) Berbeda dengan *microcontroller* MCS51, AVR menggunakan arsitektur RISC (*Reduce Instruction Set Computer*) yang mempunyai lebar *bus* data 8 bit, perbedaan ini bisa dilihat dari frekuensi kerjanya. MCS51 memiliki frekuensi kerja seperduabelas kali frekuensi *oscillator* sedangkan frekuensi kerja AVR sama dengan frekuensi *oscillator*. Jadi dengan frekuensi *oscillator* yang sama, kecepatan AVR duabelas kali lebih cepat dibanding kecepatan MCS51. Secara umum AVR dibagi menjadi 4 kelas, yaitu Attiny, AT90Sxx, ATmega dan AT86RFxx. Perbedaan antar tipe AVR terletak pada fitur-fitur yang ditawarkan, sementara dari segi arsitektur dan set instruksi yang digunakan hampir sama. (Datasheet AVR ATmega 16 : PDF)

3.2.2 Konfigurasi Soil Moisture

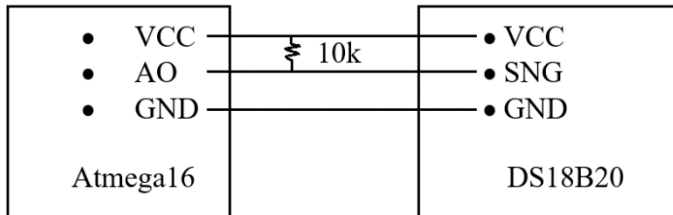


Gambar 3.3 Soil Moisture

Sensor kelembaban sebagai pendeteksi yang bertugas sebagai mendeteksi pH tanah memiliki peranan penting dalam tugas akhir ini. Sensor harus mampu memberikan data yang akurat dan sesuai dengan keadaan sebenarnya. Pada karakteristik sensor tersebut ini sensor akan diletakkan didalam miniatur tanaman cabai dengan kelembaban yang akan diatur dalam sistem penyiraman tanaman. Dalam hal ini sensor akan diletakkan di sekitar tanaman cabai, hal tersebut bertujuan agar

kelembaban tanah di sekitar tanah dapat terdeteksi sensor. Penempatan port modul *soil moisture* diletakkan pada gambar diatas.

3.2.3 Konfigurasi Sensor DS1820

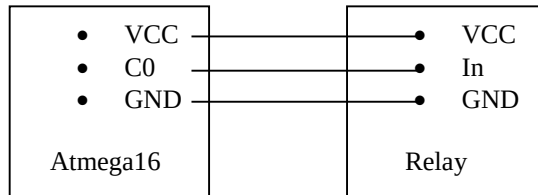


Gambar 3.4 Port DS18B20

DS18B20/WPRF adalah sensor temperatur digital yang dapat dihubungkan dengan mikrokontroler lewat antarmuka *1-Wire*. Sensor ini dikemas secara khusus sehingga kedap air, cocok digunakan sebagai sensor di luar ruangan / pada lingkungan dengan tingkat kelembaban tinggi. Dengan kabel sepanjang 1 meter, penempatan komponen sensor elektronika ini dapat diatur secara fleksibel. Sensor ini menggunakan IC DS18B20 dari *Dallas Semiconductor* Sensor DS1820 sebagai pendeteksi temperatur sekitar yang berguna untuk menjaga kelembaban pada tanaman. Sensor ini memberikan peranan penting dalam menjaga tanaman dikarenakan temperatur yang terlalu tinggi yang menyebabkan daun dan cabai menjadi kering sehingga menyebabkan layu pada tanaman. Sensor harus mampu memberikan data yang akurat dan sesuai dengan keadaan sebenarnya. Pada karakteristik sensor tersebut ini sensor akan diletakkan didalam miniatur tanaman cabai dengan kelembaban yang akan diatur dalam sistem penyiraman tanaman. hal tersebut bertujuan agar kelembaban tanah di sekitar tanah dapat terdeteksi sensor.

Penempatan port modul DS18B20 diletakkan pada gambar diatas. Pada *Port VCC* DS18B20 dihubungkan ke *Power Supply* dan port *SNG* pada sensor dihubungkan pada port *A0*, pada port tersebut berguna dalam mengirim dan menerima deteksi sensor. Resistor 10K ditujukan untuk *pull-up* membuat nilai float menjadi nilai *high*. Dengan menambahkan sebuah resistor menuju sumber tegangan, yang dirangkai paralel dengan jalur yang menuju *input* pin mikrokontroler. Setelah menggunakan resistor *pull-up*.

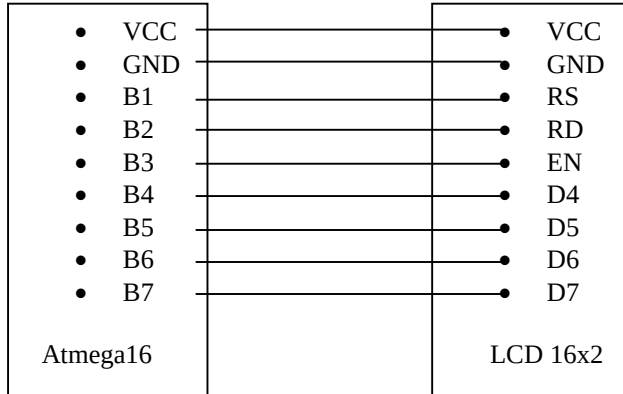
3.2.4 Konfigurasi Relay



Gambar 3.5 Port Relay

Relay sebagai pengatur aktuatur yang bertugas membuat nyala atau matinya pompa air memiliki peranan penting dalam tugas akhir ini. Dalam kali ini relay mengatur nyala atau matinya pompa terhadap kondisi setpoint yang telah ditentukan didalam program pada sistem penyiraman . Gambar 3.5 merupakan port penggunaan modul relay pada mikrokontroller ATMega 16.

3.2.5 Konfigurasi LCD 16x2



Gambar 3.6 Port LCD 16x2

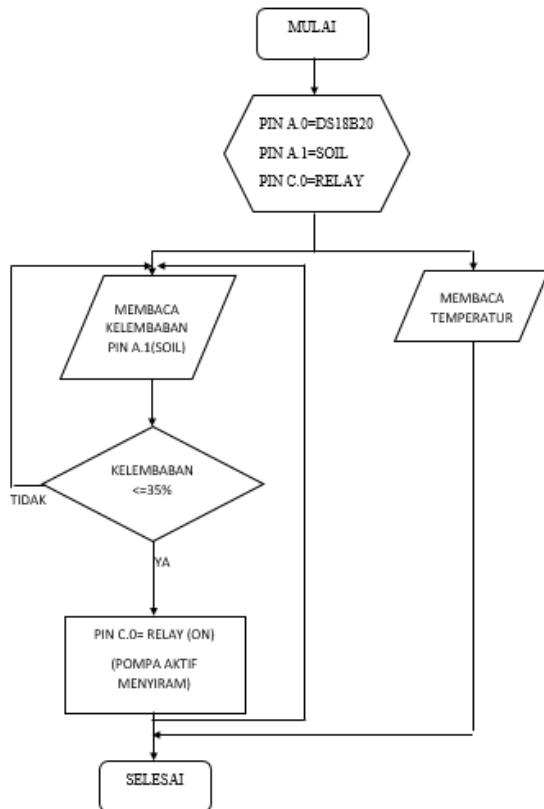
LCD (*Liquid Crystal Display*) adalah suatu jenis media tampil yang menggunakan kristal cair sebagai penampil utama. LCD yang digunakan adalah LCD dengan jumlah karakter 20x4, LCD berfungsi

untuk menampilkan status kerja alat. Berikut adalah skematik konfigurasi Mikrokontroler ATmega 16 dengan LCD 20x4

3.3 Perencanaan Software

Pada alat Tugas Akhir ini *software* yang menggunakan CodeVision AVR. Beberapa tahapan yang dilakukan untuk menjalankan Sistem Penyiraman Tanaman Cabai adalah sebagai berikut :

3.3.1 Pemrograman Sistem Penyiraman



Gambar 3.7 Flowchart Sistem Penyiraman

Pada alat ini dilakukan sistem penyiraman dengan menggunakan sensor dan pada alat ini dapat membaca dua sensor yaitu

kelembaban tanah dan temperatur. Pada Flowchart pada Gambar 3.7 ketika sistem berjalan maka secara langsung sensor membaca keadaan dengan media yang telah ditentukan yaitu tanah dan udara. Ketika salah satu sensor mendeteksi dan mendapatkan nilai setpoint lembab yang telah ditentukan proses yang selanjutnya yaitu menyiram sampai nilai yang didapat melebihi dari setpoint yang telah ditentukan .

3.3.2 Pemrograman Sensor Soil Moisture

Dalam pemrograman *soil moisture* terdiri dari beberapa tahapan yaitu membaca sensor, menuju *setpoint* kemudian proses akhir yaitu menyiram. Dalam hal membaca kelembaban tanah maka berjalan sesuai dengan kondisi yang sebenarnya. Ketika proses nilai yang di deteksi diatas setpoint maka proses akan kembali menuju membaca sensor dikarenakan jika pompa menyiram maka tanah akan kelebihan air menyebabkan layu pada tanaman cabai. Ketika sensor mendeteksi nilai tanah dibawah setpoint maka akan berlanjut relay akan bekerja menyalakan proses penyiraman. Setelah proses penyiraman maka akan dideteksi kembali dan apabila nilai sudah diatas setpoint yang ditentukan maka otomatis relay akan berhenti.

```
soil=(data_adc*100)/255;  
soil=100-soil;
```

Gambar 3.8 Program Sensor Soil Moisture

Pada program dijelaskan bahwa untuk menampilkan hasil dalam lcd maka akan ditandai dengan “kelembaban:” dan hasil dari yang dibaca sensor akan berbentuk dalam satuan “%” dikarenakan perintah “(data_adc*100/255);”.

3.3.3 Pemrograman DS18B20

Pada saat perencanaan pemrograman pada DS18B20 maka terdiri dari beberapa tahapan yang menjalankan sistem penyiraman maka proses yang pertama yaitu membaca temperatur.

```
if((soil)<=35){  
    relay=0;  
}  
else{  
    relay=1;  
}
```

Gambar 3.9 Program Sensor Temperatur

Dalam hal membaca temperatur maka sesuai dengan kondisi yang sebenarnya. Dalam hal ini sensor DS18B20 berfungsi sebagai

monitoring keadaan sekitar saja. Sehingga sensor cukup membaca tingkat temperatur disekitar tanaman.

3.3.4 Pemrograman Relay

Perencanaan relay ini ditujukan dalam menyalakan atau tidaknya pompa yang dimana diatur dalam setiap perencanaan sensor untuk menjalankan pompa dalam sistem penyiraman. Pada perencanaan pemrograman relay maka terdapat dua sensor yang dapat menyalakan relay yaitu :

```
if(((temperature/100)>=35||(soil)<=35)){  
    relay=0;  
}  
else{  
    relay=1;  
}
```

Gambar 3.10 Program Relay Pada Sensor *Soil Moisture*

Setelah itu pada sensor *Soil Moisture* ketika sensor mendeteksi nilai tanah dibawah setpoint maka akan berlanjut relay akan bekerja menyalakan proses penyiraman. Setelah proses penyiraman maka akan dideteksi kembali dan apabila nilai sudah diatas setpoint yang ditentukan maka otomatis relay akan berhenti.

-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----

BAB IV

PENGUKURAN DAN UJI COBA

Untuk mengetahui bahwa alat telah bekerja dengan baik dan benar maka dilakukan suatu pengujian alat yang meliputi pengujian perangkat keras dan perangkat lunak. Bentuk pengujian yang dilakukan pada peralatan untuk mengetahui kesesuaian antara teori dengan hasil perancangan yaitu dengan mengetahui hasil pengukuran dari setiap peralatan yang telah dibuat.

4.1 Pengukuran Batere

Pengukuran Batere dilakukan untuk mengetahui tegangan keluaran apakah tegangan yang keluar sudah sesuai. Tujuan dari pengukuran tersebut untuk mengetahui hasil tegangan yang keluar. Secara lengkap dapat dilihat pada Tabel 4.1 dibawah ini.

Tabel 4.1 Pengukuran Batere

No	Batere 5V DC (Tanpa Beban)	Batere 5V DC (Dengan Beban)
1	5,05	5,01
2	5,05	4,98
3	5,04	5,01
4	5,05	5,02
5	5,05	5,00

Dari Tabel diatas dapat dilihat bahwa tegangan *Output DC* Batere dapat dilihat bahwa tegangan *Output* pada 5V pada saat dengan dan tanpa beban meimiliki tegangan sebesar 5V, sehingga tegangan dapat digunakan sebagai sumber tegangan oleh *Soil Moisture* yang memerlukan tegangan sebesar 3,5-5V dan DS18B20 yang membutuhkan sumber tegangan sebesar 5V. Sedangkan tegangan Mikrokontroler ATmega 16 yang tegangan kerjanya sebesar 1.8 – 5.5 V dan *Driver Relay* yang memerlukan tegangan sebesar 5 V.

4.2 Pengukuran Sensor *Soil Moisture*

Pengukuran sensor kelembaban tanah ini untuk mengetahui tegangan dan arus keluaran apakah yang keluar sudah sesuai. Dari pengukuran tersebut untuk mengetahui hasil tegangan dan arus yang keluar ketika sehari tanpa disiram air sama sekali untuk mendeteksi

kelembaban tanah. Secara lengkap dapat dilihat pada Tabel 4.2 dibawah ini.

Tabel 4.2 *Pengukuran Soil Moisture*

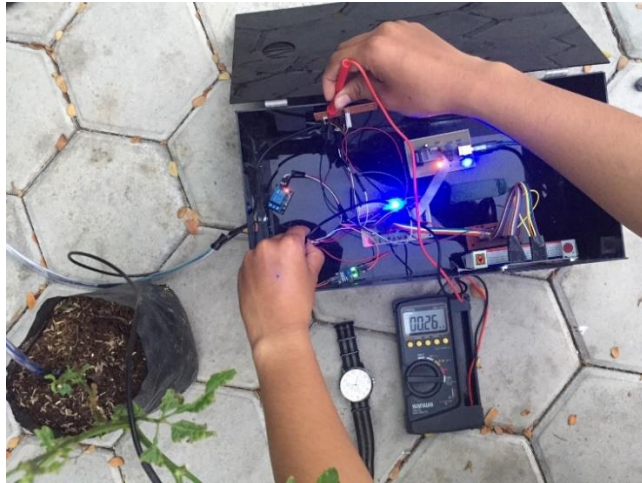
Masa air	Masa Tanah	Data ADC	Tegangan (V)	Tingkat Kelembaban	error
0 ml	200gr	255	4,94	0%	0%
20 ml	200gr	233	4,41	10%	0%
40 ml	200gr	200	3,86	22%	2%
60 ml	200gr	167	3,19	33%	3%
80 ml	200gr	143	2,75	44%	4%
100 ml	200gr	122	2,31	53%	3%
120 ml	200gr	96	1,93	61%	1%
140 ml	200gr	66	1,48	70%	0%
160 ml	200gr	46	0,98	78%	2%
180 ml	200gr	35	0,6	85%	5%

Dari Tabel 4.2 diatas dapat dilihat bahwa tegangan Pada setiap *Soil Moisture* mendeteksi mengalami penurunan tegangan. Pengukuran dilakukan dikarenakan pengujian sensor sesuai atau tidaknya ketika mendeteksi kelembaban tanah. Pada kelembaban 0% maka keluaran tegangan yaitu 4,79. Dalam pendeteksian 0% ini dilakukan oleh tanah yang benar-benar kering sehingga dapat mendeteksi sesuai kelembaban. Dari data diatas presentase nilai *error* yaitu dengan cara (masa tanah/masa air)*100%= hasil sebenarnya kemudian dikurangi dengan tingkat kelembaban pada LCD. Berikut adalah cara memperoleh hasil *error*:

$$\text{Data sebenarnya} = \frac{200\text{gr}}{80\text{ml}} \times 100\% = 40\%$$

$$\text{error} = 44\% - 40\% = 4\%$$

Data *error* yang diperoleh yaitu 4% dengan perhitungan data *error* terbesar dikurangi hasil sebenarnya.



Gambar 4.1 Pengukuran Tegangan Soil Moisture



Gambar 4.2 Tampilan Data ADC Saat Kondisi 0% Sebesar 255 bit

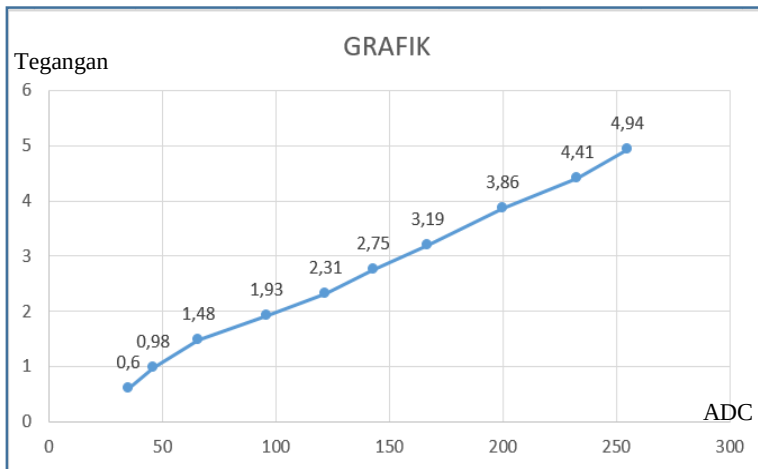


Gambar 4.3 Tampilan Kelembaban Tanah Ketika 0%



Gambar 4.4 Pengukuran Tegangan Saat Kelembaban 0% Sebesar 4,94 V

Pada Gambar 4.1, Gambar 4.2, Gambar 4.3 dan Gambar 4.4 merupakan pengukuran pada pengujian sensor *soil moisture* yaitu pada Gambar 4.1 merupakan data dari ADC sensor ketika tingkat kelembaban bernilai 0% yang dapat dilihat pada Gambar 4.3 dan menghasilkan tegangan ukur yang dilakukan dengan menggunakan alat ukur avometer yaitu 4,94 V yang ada pada Gambar 4.4. Pengujian ini dilakukan dikarenakan untuk mendapatkan nilai keakuratan pada sensor *soil moisture*. Data 0% diambil dari pengukuran tanah yang benar-benar kering dan kemudian pengujian dilakukan dengan membandingkan masa air dengan masa tanah. Hasil tersebut ditampilkan pada grafik Gambar 4.5.



Gambar 4.5 Hasil Grafik Kalibrasi Sensor *Soil Moisture*

Pada Gambar 4.5 menggambarkan tentang data ADC yaitu tegangan keluaran dan tingkat kelembaban. Pada grafik yaitu data vertikal merupakan data tegangan sedangkan pada horizontal merupakan ADC. Dalam hal ini setiap tegangan yang keluar akan semakin kecil ketika nilai ADC juga menurun, hal ini berbanding terbalik ketika tingkat kelembaban naik. Hal tersebut diuji dengan media tanah yang berbeda tingkat kelembabannya.

4.3 Pengukuran DS18B20

Pada pengukuran sensor temperatur ini untuk mengetahui tegangan dan arus keluaran apakah yang keluar sudah sesuai. Dari pengukuran tersebut untuk mengetahui hasil tegangan dan arus yang keluar ketika berada ditempat yang memiliki kondisi temperatur dan waktu yang berbeda. Secara lengkap dapat dilihat pada Tabel dibawah ini.

Pada Tabel 4.3 pengambilan data pertama. Hal ini dilakukan dikarenakan pengambilan temperatur minimum yang berada didaerah sekitar surabaya yang berkemungkinan kecil untuk mencapai temperatur antara 19-20°C sehingga mengukur arus yang dibutuhkan.

Tabel 4.3 Pengukuran Sensor Temperatur Saat Pukul 01.00 WIB

No	Arus yang terukur	Temperatur
1.	0,13mA	19,80
2.	0,13mA	19,80°C
3.	0,14mA	19,80°C
4.	0,09mA	19,00°C
5.	0,20mA	20,00°C

Pengambilan data kedua diambil pada Tabel 4.4 yang diambil pada waktu 13.00 digunakan ketika temperatur berada dititik maksimal peningkatan temperatur. Hal ini ditujukan ketika tanaman melalui peningkatan temperatur yaitu mencapai 36°C.

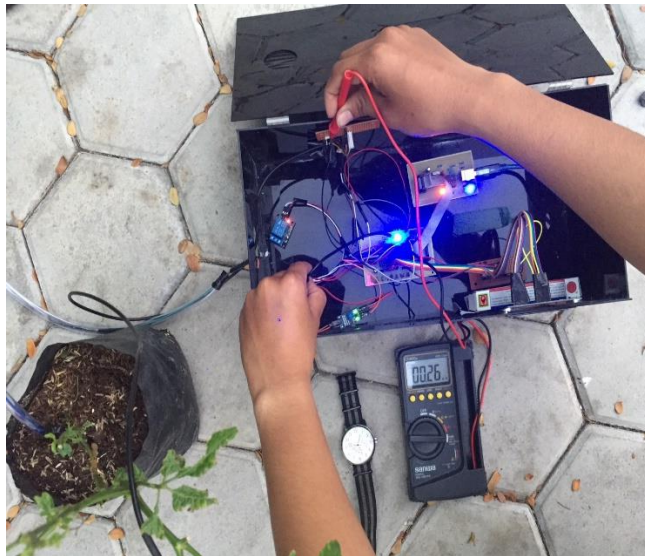
Tabel 4.4 Pengukuran Sensor Temperatur Saat Pukul 13.00 WIB

No	Arus yang terukur	Temperatur
1.	0,68mA	36°C
2.	0,68mA	36°C
3.	0,67mA	35,80°C
4.	0,67mA	35,80°C
5.	0,69mA	36,70°C

Pada Tabel 4.5 pengambilan data antara waktu 17.00 WIB terjadi penurunan temperatur antara 24°C yang disebabkan kondisi menjelang malam hari. Maka dapat dilihat pengukuran yang dilakukan ketika temperatur pada 24,75°C dan mengeluarkan arus 0,26 mA.

Tabel 4.5 Pengukuran Sensor Temperatur Saat Pukul 17.00 WIB

No	Arus yang terukur	Temperatur
1.	0,27mA	25°C
2.	0,26mA	24,75°C
3.	0,26mA	24,75°C
4.	0,26mA	24°C
5.	0,26mA	24°C



Gambar 4.6 Pengukuran Arus Sensor Temperatur



Gambar 4.7 Tampilan Saat Pengukuran Temperatur



Gambar 4.8 Tampilan Saat Pengukuran Arus Sensor DS18B20



Gambar 4.9 Waktu Saat Pengukuran Temperatur sebesar 24,75°C

Pada Gambar 4.6, Gambar 4.7, Gambar 4.8 dan Gambar 4.9 merupakan bukti dari pengambilan data. Pada Tabel 4.5 pengambilan data hasil LCD pada Gambar 4.7 yang terukur 24,75°C pada sensor DS18B20. Pada Gambar 4.8 pengukuran arus yang dimana temperatur tersebut pada saat 24,75°C hasil tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.5 data tersebut diambil pada saat waktu 17.00 WIB pada Gambar 4.9.

4.4 Pengujian LCD 16x2



Gambar 4.10 Pengujian Pada Tampilan LCD

Pada Gambar 4.10 pengujian LCD 16x2 ini dilakukan untuk mengetahui hasil monitoring dengan kondisi sebenarnya pada *Soil*

moisture. Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan mikrokontroler ATmega 16 dengan menuliskan program seperti pada Gambar LCD memerlukan supply +5V yang didapatkan dari ATmega 16. Pada hal tersebut LCD hanya menampilkan hasil dari kelembaban dan temperatur sekitarnya.

4.5 Pengujian Sistem Penyiraman Berdasarkan Tanaman

Pada pengujian kali ini sistem akan dicoba berdasarkan kinerja waktu yang akan dibagi dalam beberapa waktu seperti pada tabel dihalaman selanjutnya.

Tabel 4.6 Pada Pengujian Sistem Penyiraman Tanaman 1

No	Temperatur	Kelembaban Tanah	Relay
1.	32°C	35%	ON
2.	32°C	68%	OFF
3.	32°C	65%	OFF
4.	31°C	60%	OFF
5.	31°C	<i>error</i>	ON

Tabel 4.7 Pada Pengujian Sistem Penyiraman Tanaman 2

No	Temperatur	Kelembaban Tanah	Relay
1.	29°C	35%	ON
2.	27°C	67%	OFF
3.	27°C	63%	OFF
4.	27°C	63%	OFF
5.	28°C	<i>error</i>	OFF

Tabel 4.8 Pada Pengujian Penyiraman Tanaman 3

N o	Temperatur	Kelembaban Tanah	Relay
1.	32°C	0%	ON
2.	<i>Error</i>	70%	OFF
3.	32°C	70%	OFF
4.	31°C	<i>error</i>	OFF
5.	<i>Error</i>	<i>error</i>	OFF

Penjelasan pada Tabel 4.6,4.7 dan 4.8 uji coba sistem ada beberapa kolom dan baris tabel yang mendapatkan berhasil atau tidaknya sebuah komponen yang dipakai. Ketika salah satu sistem tidak berjalan atau dinyatakan *error* maka program akan di running lagi untuk melakukan pengujian selanjutnya. Pada kondisi relay dalam keadaan mati maka ada beberapa keadaan yang pertama kedua sensor sudah mencapai kondisi diatas setpoint yang ditentukan dan kedua yaitu salah satu sensor atau dua sensor mengalami error atau gagal pada data yang diperoleh pada tabel. Relay ditujukan untuk mengatur nyala atau matinya pompa. Dari pengujian diatas ada 5 kali dalam pengujian sistem penyiraman dan ada 3 tanaman cabai yang menjadi pengujian penyiraman dengan 15 kali uji sistem maka ada 5 kali terjadi *error*. Maka dapat di presentase tingkat keberhasilan dengan cara yaitu $(10 \text{ keberhasilan} / 15 \text{ total pengujian}) \times 100\% = 66,67\%$ hasil tersebut apabila dirubah ke presentase *error* yaitu $100\% - 66,67\% = 33,33\%$ *error*



Gambar 4.11 Tampilan LCD Saat Pengukuran Soil Moisture Error

Pada gambar 4.11 merupakan pengambilan pada saat data *error*. Pada data yang *error* merupakan *Soil Moisture* yang dimana data

tersebut terjadi *error* dikarenakan adanya beberapa kondisi salah satunya dikarenakan kesalahan pada penulisan program.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Pada uji sistem penyiraman, dapat diambil kesimpulan antara lain sebagai berikut:

1. Pada saat pengkalibrasian *Soil Moisture* dengan melakukan pengujian dengan tanah yang kering maka hasil pendeteksi sensor akan bernilai 0%.
2. *Soil Moisture* sendiri juga memiliki pengaruh diantara temperatur pada setiap waktu pengujian.
3. *Soil Moisture* pada saat pengujian memiliki karakteristik semakin bertambah kelembaban maka tegangan yang keluar semakin sedikit.
4. Pada pengujian *Soil Moisture* memiliki *error* 5% dengan melakukan perhitungan data perbandingan masa tanah dan masa air kemudian hasil tersebut dibandingkan dengan data *error* terbesar.
5. Dalam pengukuran *soil moisture* ketika sensor mendeteksi 0% maka data ADC yang dihasilkan yaitu 255 bit.
6. Pada saat *error* maka diperlukan pengkondisian ulang yaitu dengan cara *running* program kembali sehingga dapat berjalan sesuai kondisinya.
7. DS18B20 memiliki tingkat keakuratan yang baik hal ini dibandingkan oleh sensor seperti LM35 dan DHT11 sebesar 1°C dalam pengujiannya.
8. Sensor temperatur dapat mendeteksi kelembaban disekitar dan memiliki tingkat toleransi antara 1°C hal tersebut dibandingkan dengan thermometer.
9. Desain *Sprinkler* mempengaruhi penyebaran penyiraman air hal ini menyebabkan tidak ratanya kelembaban pada letak tanah tertentu.
10. Dalam pengujian sistem terdapat 33,33% mengalami *error*.

5.2 Saran

Saran untuk pengembangan alat selanjutnya yaitu diharapkan dapat menggunakan perangkat kelembaban yang dapat menjangkau jarak yang lebih baik. Selain itu, perlu adanya inovasi dari aplikasi seperti *Android* atau monitoring lainnya yang telah dibuat salah

satunya dapat ditambahkan indikator yang menyatakan status dari aktuator apakah menyala atau tidak. Serta juga untuk lebih memerhatikan intensitas cahaya yang dibutuhkan tanaman ketika ditanam di luar atau di dalam. Diharapkan alat ini juga dapat dikembangkan menjadi alat untuk media tanaman cabai secara otomatis yang dapat ditanam didalam berbagai kondisi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ali Hanafiah, 2002. Biologi Tanah Ekologi dan Makrobiologi Tanah, Penerbit Sumber Swadaya, Cetakan kedua, Bogor.
- [2] Andrianto Heri, “Pemrograman Mikrokontroler AVR Atmega16 menggunakan bahasa C”, Bandung, Indonesia : Penerbit Informatika, 2008.
- [3] Aripriharta, S.T., M.T. 2014. Smart Relay dan Aplikasinya, Yogyakarta: Graha Ilmu.
- [4] Cahyono, B. 2003. *Teknik Budidaya dan Analisis Usahatani Cabai Keriting*. Kanisius : Yogyakarta.
- [5] Hanafiah, Kemas Ali, 2007, Dasar-dasar Ilmu Tanah, PT Raja Grafindo, Jakarta.
- [6] Heryanto, M dan Wisnu Adi. Pemrograman Bahasa Basic Compiler Mikrokontroler. Penerbit Andi, Yogyakarta. 2008.
- [7] <http://www.immersa-lab.com/pengertian-relay-fungsi-dan-cara-kerja-relay.htm>(Diakses 4 April 2018)
- [8] Pambudi, K.W., Jusak, Pauladie, s., 2014, Rancang Bangun Wireless Sensor Network untuk Monitoring Temperatur dan Kelembaban pada Lahan Tanaman Jarak, Journal of Control and Network System, Vol. 3. No.2, STIKOM Surabaya, hal. 09-17.
- [9] Widodo, Niken Ira. 2013. “Prototipe Alat Pengontrol Dan Monitoring Temperatur Serta Kelembaban Pada Ruang Budidaya Jamur Tiram Melalui Media Wireless”. Palembang: Politeknik Negeri Sriwijaya

-----Halaman ini sengaja dikosongkan--

LAMPIRAN A

Listing Program :

```
#include <mega16.h>
#include <stdio.h>
#include <delay.h>

// 1 Wire Bus interface functions
#include <1wire.h>

// DS1820 Temperature Sensor functions
#include <ds1820.h>

// maximum number of DS1820 devices
// connected to the 1 Wire bus
#define MAX_DS1820 8
// number of DS1820 devices
// connected to the 1 Wire bus
unsigned char ds1820_devices;
// DS1820 devices ROM code storage area,
// 9 bytes are used for each device
// (see the w1_search function description in the help)
unsigned char ds1820_rom_codes[MAX_DS1820][9];

// Alphanumeric LCD functions
#include <alcd.h>

// Declare your global variables here

// Voltage Reference: AVCC pin
#define ADC_VREF_TYPE ((0<<REFS1) | (1<<REFS0) | (1<<ADLAR))

// Read the 8 most significant bits
// of the AD conversion result
unsigned char read_adc(unsigned char adc_input)
{
    ADMUX=adc_input | ADC_VREF_TYPE;
    // Delay needed for the stabilization of the ADC input voltage
```

```

delay_us(10);
    // Start the AD conversion
ADCSRA|=(1<<ADSC);
    // Wait for the AD conversion to complete
while ((ADCSRA & (1<<ADIF))==0);
ADCSRA|=(1<<ADIF);
return ADCH;
}

#define relay PORTC.0

int data_adc,soil;
int set_point=35;
char temp[16];
unsigned char ds1820_devices;
unsigned char ds1820_rom_codes [MAX_DS1820][9];
char lcd_buffer[33];
char i;
unsigned char j;
int temperature;

void baca_suhu(){
for (i=0;i<ds1820_devices;i++){
temperature=ds1820_temperature_10(ds1820_rom_codes[i]);

j='+';
if (temperature<0){
j='-';
temperature=-temperature;
};
sprintf(lcd_buffer,"suhu=%i.%u
C",temperature/100,temperature%100);
lcd_clear();
lcd_gotoxy(0,i);
lcd_puts(lcd_buffer);
delay_ms(50);
}
}

```

```

        void main(void)
    {
        // Declare your local variables here

        // Input/Output Ports initialization
        // Port A initialization
        // Function: Bit7=In Bit6=In Bit5=In Bit4=In Bit3=In Bit2=In Bit1=In
        Bit0=In
        DDRA=(0<<DDA7) | (0<<DDA6) | (0<<DDA5) | (0<<DDA4) |
        (0<<DDA3) | (0<<DDA2) | (0<<DDA1) | (0<<DDA0);
        // State:
        Bit7=T Bit6=T Bit5=T Bit4=T Bit3=T Bit2=T Bit1=T Bit0=T
        PORTA=(0<<PORTA7) | (0<<PORTA6) | (0<<PORTA5) |
        (0<<PORTA4) | (0<<PORTA3) | (0<<PORTA2) | (0<<PORTA1) |
        (0<<PORTA0);
        // Port B initialization
        // Function: Bit7=In Bit6=In Bit5=In Bit4=In Bit3=In Bit2=In Bit1=In
        Bit0=In
        DDRB=(0<<DDB7) | (0<<DDB6) | (0<<DDB5) | (0<<DDB4) |
        (0<<DDB3) | (0<<DDB2) | (0<<DDB1) | (0<<DDB0);
        // State: Bit7=T Bit6=T Bit5=T Bit4=T Bit3=T Bit2=T Bit1=T Bit0=T
        PORTB=(0<<PORTB7) | (0<<PORTB6) | (0<<PORTB5) |
        (0<<PORTB4) | (0<<PORTB3) | (0<<PORTB2) | (0<<PORTB1) |
        (0<<PORTB0);

        // Port C initialization
        // Function: Bit7=In Bit6=In Bit5=In Bit4=In Bit3=In Bit2=In Bit1=In
        Bit0=In
        DDRC=(0<<DDC7) | (0<<DDC6) | (0<<DDC5) | (0<<DDC4) |
        (0<<DDC3) | (0<<DDC2) | (0<<DDC1) | (0<<DDC0);
        // State: Bit7=T Bit6=T Bit5=T Bit4=T Bit3=T Bit2=T Bit1=T Bit0=T
        PORTC=(0<<PORTC7) | (0<<PORTC6) | (0<<PORTC5) |
        (0<<PORTC4) | (0<<PORTC3) | (0<<PORTC2) | (0<<PORTC1) |
        (0<<PORTC0);

        // Port D initialization
    }

```

```

// Function: Bit7=In Bit6=In Bit5=In Bit4=In Bit3=In Bit2=In
Bit1=InBit0=In
DDRD=(0<<DDD7) | (0<<DDD6) | (0<<DDD5) | (0<<DDD4) |
(0<<DDD3) | (0<<DDD2) | (0<<DDD1) | (0<<DDD0);
// State: Bit7=T Bit6=T Bit5=T Bit4=T Bit3=T Bit2=T Bit1=T Bit0=T
PORTD=(0<<PORTD7) | (0<<PORTD6) | (0<<PORTD5) |
(0<<PORTD4) | (0<<PORTD3) | (0<<PORTD2) | (0<<PORTD1) |
(0<<PORTD0);

// Timer/Counter 0 initialization
// Clock source: System Clock
// Clock value: Timer 0 Stopped
// Mode: Normal top=0xFF
// OC0 output: Disconnected
TCCR0=(0<<WGM00) | (0<<COM01) | (0<<COM00) | (0<<WGM01)
| (0<<CS02) | (0<<CS01) | (0<<CS00);
TCNT0=0x00;
OCR0=0x00;

// Timer/Counter 1 initialization
// Clock source: System Clock
// Clock value: Timer1 Stopped
// Mode: Normal top=0xFFFF
// OC1A output: Disconnected
// OC1B output: Disconnected
// Noise Canceler: Off
// Input Capture on Falling Edge
// Timer1 Overflow Interrupt: Off
// Input Capture Interrupt: Off
// Compare A Match Interrupt: Off
// Compare B Match Interrupt: Off
TCCR1A=(0<<COM1A1) | (0<<COM1A0) | (0<<COM1B1) |
(0<<COM1B0) | (0<<WGM11) | (0<<WGM10);
TCCR1B=(0<<ICNC1) | (0<<ICES1) | (0<<WGM13) | (0<<WGM12)
| (0<<CS12) | (0<<CS11) | (0<<CS10);
TCNT1H=0x00;
TCNT1L=0x00;
ICR1H=0x00;

```



```

ICR1L=0x00;
OCR1AH=0x00;
OCR1AL=0x00;
OCR1BH=0x00;
OCR1BL=0x00;

// Timer/Counter 2 initialization
// Clock source: System Clock
// Clock value: Timer2 Stopped
// Mode: Normal top=0xFF
// OC2 output: Disconnected
ASSR=0<<AS2;
TCCR2=(0<<PWM2) | (0<<COM21) | (0<<COM20) | (0<<CTC2) |
(0<<CS22) | (0<<CS21) | (0<<CS20);
TCNT2=0x00;
OCR2=0x00;

// Timer(s)/Counter(s) Interrupt(s) initialization
TIMSK=(0<<OCIE2) | (0<<TOIE2) | (0<<TICIE1) | (0<<OCIE1A) |
(0<<OCIE1B) | (0<<TOIE1) | (0<<OCIE0) | (0<<TOIE0);

// External Interrupt(s) initialization
// INT0: Off
// INT1: Off
// INT2: Off
MCUCR=(0<<ISC11) | (0<<ISC10) | (0<<ISC01) | (0<<ISC00);
MCUCSR=(0<<ISC2);

// USART initialization
// USART disabled
UCSRB=(0<<RXCIE) | (0<<TXCIE) | (0<<UDRIE) | (0<<RXEN) |
(0<<TXEN) | (0<<UCSZ2) | (0<<RXB8) | (0<<TXB8);

// Analog Comparator initialization
// Analog Comparator: Off
// The Analog Comparator's positive input is
// connected to the AIN0 pin
// The Analog Comparator's negative input is

```

```

// connected to the AIN1 pin
ACSR=(1<<ACD) | (0<<ACBG) | (0<<ACO) | (0<<ACI) | (0<<ACIE)
| (0<<ACIC) | (0<<ACIS1) | (0<<ACIS0);

// ADC initialization
// ADC Clock frequency: 1000,000 kHz
// ADC Voltage Reference: AVCC pin
// ADC Auto Trigger Source: ADC Stopped
// Only the 8 most significant bits of
// the AD conversion result are used
ADMUX=ADC_VREF_TYPE;
ADCSRA=(1<<ADEN) | (0<<ADSC) | (0<<ADATE) | (0<<ADIF) |
(0<<ADIE) | (1<<ADPS2) | (0<<ADPS1) | (0<<ADPS0);
SFIOR=(0<<ADTS2) | (0<<ADTS1) | (0<<ADTS0);

// SPI initialization
// SPI disabled
SPCR=(0<<SPIE) | (0<<SPE) | (0<<DORD) | (0<<MSTR) |
(0<<CPOL) | (0<<CPHA) | (0<<SPR1) | (0<<SPR0);

// TWI initialization
// TWI disabled
TWCR=(0<<TWEA) | (0<<TWSTA) | (0<<TWSTO) | (0<<TWEN) |
(0<<TWIE);

// 1 Wire Bus initialization
// 1 Wire Data port: PORTB
// 1 Wire Data bit: 0
// Note: 1 Wire port settings are specified in the
// Project|Configure|C Compiler|Libraries|1 Wire menu.
w1_init();

// Determine the number of DS1820 devices
// connected to the 1 Wire bus
ds1820_devices=w1_search(0xf0,ds1820_rom_codes);

// Alphanumeric LCD initialization
// Connections are specified in the
// Project|Configure|C Compiler|Libraries|Alphanumeric LCD menu:

```

```

// RS - PORTB Bit 1
// RD - PORTB Bit 2
// EN - PORTB Bit 3
// D4 - PORTB Bit 4
// D5 - PORTB Bit 5
// D6 - PORTB Bit 6
// D7 - PORTB Bit 7
// Characters/line: 16
lcd_init(16);

while (1)
{
    // Place your code here
    baca_suhu();
    data_adc=read_adc(1);
    soil=(data_adc*100)/255;
    soil=100-soil;
    lcd_gotoxy(0,1);
    lcd_putsf("kelembaban: ");
    sprintf(temp,"%d", soil);
    lcd_puts(temp);
    lcd_putsf("% " );

    if((((temperature/100)>=35||(soil)<=35)){
        relay=0;
    }
    else{
        relay=1;
    }
}

```

----Halaman ini sengaja dikosongkan----

LAMPIRAN B

Data Sheet DS18B20 :

DS18B20

Programmable Resolution 1-Wire Digital Thermometer

General Description

The DS18B20 digital thermometer provides 9-bit to 12-bit Celsius temperature measurements and has an alarm function with nonvolatile user-programmable upper and lower trigger points. The DS18B20 communicates over a 1-Wire bus that by definition requires only one data line (and ground) for communication with a central microprocessor. In addition, the DS18B20 can derive power directly from the data line ("parasite power"), eliminating the need for an external power supply.

Each DS18B20 has a unique 64-bit serial code, which allows multiple DS18B20s to function on the same 1-Wire bus. Thus, it is simple to use one microprocessor to control many DS18B20s distributed over a large area. Applications that can benefit from this feature include HVAC environmental controls, temperature monitoring systems inside buildings, equipment, or machinery, and process monitoring and control systems.

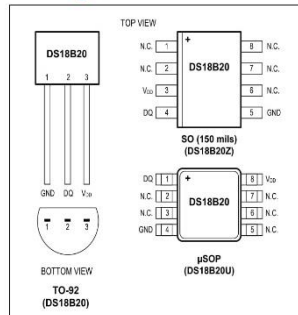
Applications

- Thermostatic Controls
- Industrial Systems
- Consumer Products
- Thermometers
- Thermally Sensitive Systems

Benefits and Features

- Unique 1-Wire® Interface Requires Only One Port Pin for Communication
- Reduce Component Count with Integrated Temperature Sensor and EEPROM
 - Measures Temperatures from -55°C to +125°C (-67°F to +257°F)
 - ±0.5°C Accuracy from -10°C to +85°C
 - Programmable Resolution from 9 Bits to 12 Bits
 - No External Components Required
- Parasitic Power Mode Requires Only 2 Pins for Operation (DQ and GND)
- Simplifies Distributed Temperature-Sensing Applications with Multidrop Capability
 - Each Device Has a Unique 64-Bit Serial Code Stored in On-Board ROM
- Flexible User-Definable Nonvolatile (NV) Alarm Settings with Alarm Search Command Identifies Devices with Temperatures Outside Programmed Limits
- Available in 8-Pin SO (150 mils), 8-Pin µSOP, and 3-Pin TO-92 Packages

Pin Configurations



Ordering Information appears at end of data sheet.

1-Wire is a registered trademark of Maxim Integrated Products, Inc.

Absolute Maximum Ratings

Voltage Range on Any Pin Relative to Ground -0.5V to +6.0V
 Operating Temperature Range -55°C to +125°C

Storage Temperature Range -55°C to +125°C
 Solder Temperature Refer to the IPC/JEDEC
 J-STD-020 Specification.

These are stress ratings only and functional operation of the device at these or any other conditions above those indicated in the operation sections of this specification is not implied. Exposure to absolute maximum rating conditions for extended periods of time may affect reliability.

DC Electrical Characteristics

(-55°C to +125°C; $V_{DD} = 3.0V$ to 5.5V)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Supply Voltage	V_{DD}	Local power (Note 1)	+3.0		+5.5	V
Pullup Supply Voltage	V_{PU}	Parasite power	+3.0		+5.5	V
		Local power (Notes 1, 2)	+3.0		V_{DD}	
Thermometer Error	t_{ERR}	-10°C to +85°C			±0.5	°C
		-55°C to +125°C (Note 3)			±2	
Input Logic-Low	V_{IL}	(Notes 1, 4, 5)	-0.3		+0.8	V
Input Logic-High	V_{IH}	Local power	+2.2		The lower of 5.5 or $V_{DD} + 0.3$	V
		Parasite power (Notes 1, 6)	+3.0			
Sink Current	I_L	$V_{IO} = 0.4V$	4.0			mA
Standby Current	I_{DDS}	(Notes 7, 8)		750	1000	nA
Active Current	I_{DD}	$V_{DD} = 5V$ (Note 9)		1	1.5	mA
DQ Input Current	I_{DQ}	(Note 10)		5		μA
Drift		(Note 11)		±0.2		°C

Note 1: All voltages are referenced to ground.

Note 2: The Pullup Supply Voltage specification assumes that the pullup device is ideal, and therefore the high level of the pullup is equal to V_{PU} . In order to meet the V_{IH} spec of the DS18B20, the actual supply rail for the strong pullup transistor must include margin for the voltage drop across the transistor when it is turned on; thus: $V_{PU_ACTUAL} = V_{PU_IDEAL} + V_{TRANSISTOR}$.

Note 3: See typical performance curve in Figure 1.

Note 4: Logic-low voltages are specified at a sink current of 4mA.

Note 5: To guarantee a presence pulse under low voltage parasite power conditions, V_{ILMAX} may have to be reduced to as low as 0.5V.

Note 6: Logic-high voltages are specified at a source current of 1mA.

Note 7: Standby current specified up to +70°C. Standby current typically is 3μA at +125°C.

Note 8: To minimize I_{DD} , DQ should be within the following ranges: $GND \leq DQ \leq GND + 0.3V$ or $V_{DD} - 0.3V \leq DQ \leq V_{DD}$.

Note 9: Active current refers to supply current during active temperature conversions or EEPROM writes.

Note 10: DQ line is high ("high-Z" state).

Note 11: Drift data is based on a 1000-hour stress test at +125°C with $V_{DD} = 5.5V$.

AC Electrical Characteristics–NV Memory

(-55°C to +125°C; V_{DD} = 3.0V to 5.5V)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
NV Write Cycle Time	t _{WR}			2	10	ms
EEPROM Writes	N _{EEWR}	-55°C to +55°C	50k			writes
EEPROM Data Retention	t _{EEDR}	-55°C to +55°C	10			years

AC Electrical Characteristics

(-55°C to +125°C; V_{DD} = 3.0V to 5.5V)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Temperature Conversion Time	t _{CONV}	9-bit resolution	(Note 12)		93.75	ms
		10-bit resolution			187.5	
		11-bit resolution			375	
		12-bit resolution			750	
Time to Strong Pullup On	t _{SPON}	Start convert T command issued			10	μs
Time Slot	t _{SLOT}	(Note 12)	60		120	μs
Recovery Time	t _{REC}	(Note 12)	1			μs
Write 0 Low Time	t _{LOW0}	(Note 12)	60		120	μs
Write 1 Low Time	t _{LOW1}	(Note 12)	1		15	μs
Read Data Valid	t _{RDV}	(Note 12)			15	μs
Reset Time High	t _{RSTH}	(Note 12)	480			μs
Reset Time Low	t _{RSTL}	(Notes 12, 13)	480			μs
Presence-Detect High	t _{PDHIGH}	(Note 12)	15		60	μs
Presence-Detect Low	t _{PDLLOW}	(Note 12)	60		240	μs
Capacitance	C _{IN/OUT}				25	pF

Note 12: See the timing diagrams in Figure 2.

Note 13: Under parasite power, if t_{RSTL} > 960μs, a power-on reset can occur.

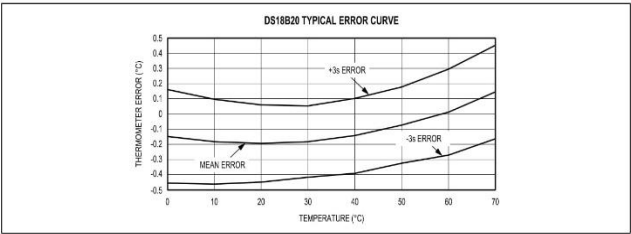


Figure 1. Typical Performance Curve

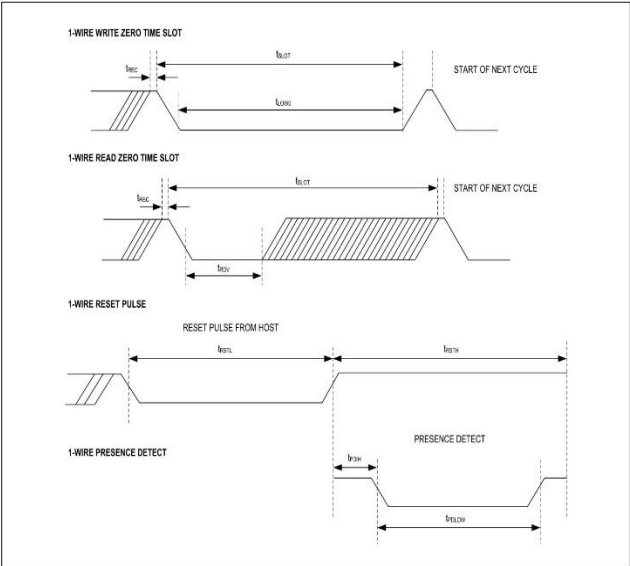


Figure 2. Timing Diagrams

Pin Description

PIN			NAME	FUNCTION
SO	μ SOP	TO-92		
1, 2, 6, 7, 8	2, 3, 5, 6, 7	—	N.C.	No Connection
3	8	3	V_{DD}	Optional V_{DD} . V_{DD} must be grounded for operation in parasite power mode.
4	1	2	DQ	Data Input/Output. Open-drain 1-Wire interface pin. Also provides power to the device when used in parasite power mode (see the <i>Powering the DS18B20</i> section.)
5	4	1	GND	Ground

Overview

Figure 3 shows a block diagram of the DS18B20, and pin descriptions are given in the *Pin Description* table. The 64-bit ROM stores the device's unique serial code. The scratchpad memory contains the 2-byte temperature register that stores the digital output from the temperature sensor. In addition, the scratchpad provides access to the 1-byte upper and lower alarm trigger registers (T_H and T_L) and the 1-byte configuration register. The configuration register allows the user to set the resolution of the temperature-to-digital conversion to 9, 10, 11, or 12 bits. The T_H , T_L , and configuration registers are nonvolatile (EEPROM), so they will retain data when the device is powered down.

The DS18B20 uses Maxim's exclusive 1-Wire bus protocol that implements bus communication using one control signal. The control line requires a weak pullup resistor since all devices are linked to the bus via a 3-state or open-drain port (the DQ pin in the case of the DS18B20). In this bus system, the microprocessor (the master device) identifies and addresses devices on the bus using each device's unique 64-bit code. Because each device has a unique code, the number of devices that can be addressed on one bus is virtually unlimited. The 1-Wire bus protocol, including detailed explanations of the commands and "time slots," is covered in the [1-Wire Bus System](#) section.

Another feature of the DS18B20 is the ability to operate without an external power supply. Power is instead supplied through the 1-Wire pullup resistor through the

DQ pin when the bus is high. The high bus signal also charges an internal capacitor (C_{PP}), which then supplies power to the device when the bus is low. This method of deriving power from the 1-Wire bus is referred to as "parasite power." As an alternative, the DS18B20 may also be powered by an external supply on V_{DD} .

Operation—Measuring Temperature

The core functionality of the DS18B20 is its direct-to-digital temperature sensor. The resolution of the temperature sensor is user-configurable to 9, 10, 11, or 12 bits, corresponding to increments of 0.5°C, 0.25°C, 0.125°C, and 0.0625°C, respectively. The default resolution at power-up is 12-bit. The DS18B20 powers up in a low-power idle state. To initiate a temperature measurement and A-to-D conversion, the master must issue a Convert $T[44h]$ command. Following the conversion, the resulting thermal data is stored in the 2-byte temperature register in the scratchpad memory and the DS18B20 returns to its idle state. If the DS18B20 is powered by an external supply, the master can issue "read time slots" (see the [1-Wire Bus System](#) section) after the Convert T command and the DS18B20 will respond by transmitting 0 while the temperature conversion is in progress and 1 when the conversion is done. If the DS18B20 is powered with parasite power, this notification technique cannot be used since the bus must be pulled high by a strong pullup during the entire temperature conversion. The bus requirements for parasite power are explained in detail in the [Powering the DS18B20](#) section.

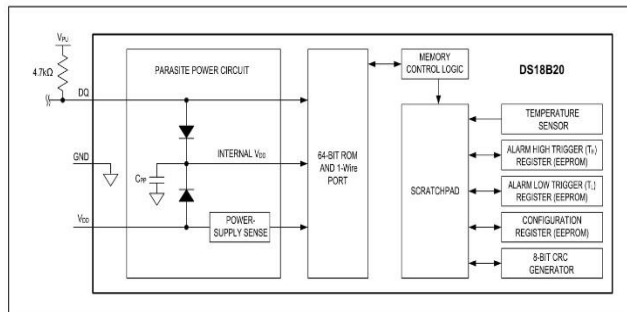


Figure 3. DS18B20 Block Diagram

The DS18B20 output temperature data is calibrated in degrees Celsius; for Fahrenheit applications, a lookup table or conversion routine must be used. The temperature data is stored as a 16-bit sign-extended two's complement number in the temperature register (see Figure 4). The sign bits (S) indicate if the temperature is positive or negative: for positive numbers S = 0 and for negative numbers S = 1. If the DS18B20 is configured for 12-bit resolution, all bits in the temperature register will contain valid data. For 11-bit resolution, bit 0 is undefined. For 10-bit resolution, bits 1 and 0 are undefined, and for 9-bit resolution bits 2, 1, and 0 are undefined. Table 1 gives examples of digital output data and the corresponding temperature reading for 12-bit resolution conversions.

Operation—Alarm Signaling

After the DS18B20 performs a temperature conversion, the temperature value is compared to the user-defined two's complement alarm trigger values stored in the 1-byte TH and TL registers (see Figure 5). The sign bit (S) indicates if the value is positive or negative: for positive numbers S = 0 and for negative numbers S = 1. The TH and TL registers are nonvolatile (EEPROM) so they will retain data when the device is powered down. TH and TL can be accessed through bytes 2 and 3 of the scratchpad as explained in the Memory section.

Only bits 11 through 4 of the temperature register are used in the TH and TL comparison since TH and TL are 8-bit registers. If the measured temperature is lower than

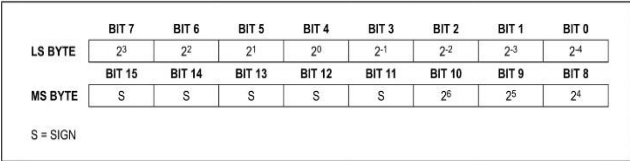


Figure 4. Temperature Register Format

Table 1. Temperature/Data Relationship

TEMPERATURE (°C)	DIGITAL OUTPUT (BINARY)	DIGITAL OUTPUT (HEX)
+125	0000 0111 1101 0000	07D0h
+85*	0000 0101 0101 0000	0550h
+25.0625	0000 0001 1001 0001	0191h
+10.125	0000 0000 1010 0010	00A2h
+0.5	0000 0000 0000 1000	0008h
0	0000 0000 0000 0000	0000h
-0.5	1111 1111 1111 1000	FFF8h
-10.125	1111 1111 0101 1110	FF5Eh
-25.0625	1111 1110 0110 1111	FE6Fh
-55	1111 1100 1001 0000	FC90h

*The power-on reset value of the temperature register is +85°C.

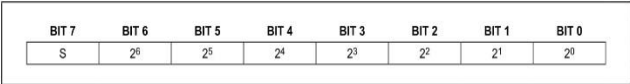


Figure 5. TH and TL Register Format

or equal to T_L or higher than or equal to T_H , an alarm condition exists and an alarm flag is set inside the DS18B20. This flag is updated after every temperature measurement; therefore, if the alarm condition goes away, the flag will be turned off after the next temperature conversion.

The master device can check the alarm flag status of all DS18B20s on the bus by issuing an Alarm Search [ECh] command. Any DS18B20s with a set alarm flag will respond to the command, so the master can determine exactly which DS18B20s have experienced an alarm condition. If an alarm condition exists and the T_H or T_L settings have changed, another temperature conversion should be done to validate the alarm condition.

Powering the DS18B20

The DS18B20 can be powered by an external supply on the V_{DD} pin, or it can operate in "parasite power" mode, which allows the DS18B20 to function without a local external supply. Parasite power is very useful for applications that require remote temperature sensing or that are very space constrained. Figure 3 shows the DS18B20's parasite-power control circuitry, which "steals" power from the 1-Wire bus via the DQ pin when the bus is high. The stolen charge powers the DS18B20 while the bus is high, and some of the charge is stored on the parasite power capacitor (C_{pp}) to provide power when the bus is low. When the DS18B20 is used in parasite power mode, the V_{DD} pin must be connected to ground.

In parasite power mode, the 1-Wire bus and CPP can provide sufficient current to the DS18B20 for most operations as long as the specified timing and voltage requirements are met (see the [DC Electrical Characteristics](#) and [AC Electrical Characteristics](#)). However, when the DS18B20 is performing temperature conversions or copying data from the scratchpad memory to EEPROM, the operating current can be as high as 1.5mA. This current can cause an unacceptable voltage drop across the weak 1-Wire pullup resistor and is more current than can be supplied

by C_{pp}. To assure that the DS18B20 has sufficient supply current, it is necessary to provide a strong pullup on the 1-Wire bus whenever temperature conversions are taking place or data is being copied from the scratchpad to EEPROM. This can be accomplished by using a MOSFET to pull the bus directly to the rail as shown in Figure 6. The 1-Wire bus must be switched to the strong pullup within 10 μ s (max) after a Convert T [44h] or Copy Scratchpad [48h] command is issued, and the bus must be held high by the pullup for the duration of the conversion (t_{CONV}) or data transfer ($t_{WR} = 10$ ms). No other activity can take place on the 1-Wire bus while the pullup is enabled.

The DS18B20 can also be powered by the conventional method of connecting an external power supply to the V_{DD} pin, as shown in Figure 7. The advantage of this method is that the MOSFET pullup is not required, and the 1-Wire bus is free to carry other traffic during the temperature conversion time.

The use of parasite power is not recommended for temperatures above +100°C since the DS18B20 may not be able to sustain communications due to the higher leakage currents that can exist at these temperatures. For applications in which such temperatures are likely, it is strongly recommended that the DS18B20 be powered by an external power supply.

In some situations the bus master may not know whether the DS18B20s on the bus are parasite powered or powered by external supplies. The master needs this information to determine if the strong bus pullup should be used during temperature conversions. To get this information, the master can issue a Skip ROM [CCh] command followed by a Read Power Supply [B4h] command followed by a "read time slot". During the read time slot, parasite powered DS18B20s will let the bus remain high. If the bus is pulled low, the master knows that it must supply the strong pullup on the 1-Wire bus during temperature conversions.

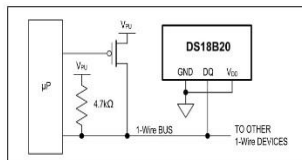


Figure 6. Supplying the Parasite-Powered DS18B20 During Temperature Conversions

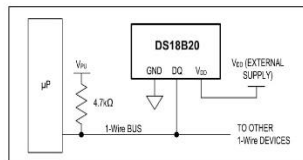


Figure 7. Powering the DS18B20 with an External Supply

64-BIT Lasered ROM code

Each DS18B20 contains a unique 64-bit code (see [Figure 8](#)) stored in ROM. The least significant 8 bits of the ROM code contain the DS18B20's 1-Wire family code: 28h. The next 48 bits contain a unique serial number. The most significant 8 bits contain a cyclic redundancy check (CRC) byte that is calculated from the first 56 bits of the ROM code. A detailed explanation of the CRC bits is provided in the [CRC Generation](#) section. The 64-bit ROM code and associated ROM function control logic allow the DS18B20 to operate as a 1-Wire device using the protocol detailed in the [1-Wire Bus System](#) section.

Memory

The DS18B20's memory is organized as shown in [Figure 9](#). The memory consists of an SRAM scratchpad with nonvolatile EEPROM storage for the high and low alarm trigger registers (TH and TL) and configuration register. Note that if the DS18B20 alarm function is not used, the TH and TL registers can serve as general-purpose memory. All memory commands are described in detail in the [DS18B20 Function Commands](#) section.

Byte 0 and byte 1 of the scratchpad contain the LSB and the MSB of the temperature register, respectively. These bytes are read-only. Bytes 2 and 3 provide access to TH and TL registers. Byte 4 contains the configuration regis-

ter data, which is explained in detail in the [Configuration Register](#) section. Bytes 5, 6, and 7 are reserved for internal use by the device and cannot be overwritten.

Byte 8 of the scratchpad is read-only and contains the CRC code for bytes 0 through 7 of the scratchpad. The DS18B20 generates this CRC using the method described in the [CRC Generation](#) section.

Data is written to bytes 2, 3, and 4 of the scratchpad using the Write Scratchpad [4Eh] command; the data must be transmitted to the DS18B20 starting with the least significant bit of byte 2. To verify data integrity, the scratchpad can be read (using the Read Scratchpad [BEh] command) after the data is written. When reading the scratchpad, data is transferred over the 1-Wire bus starting with the least significant bit of byte 0. To transfer the TH, TL, and configuration data from the scratchpad to EEPROM, the master must issue the Copy Scratchpad [48h] command.

Data in the EEPROM registers is retained when the device is powered down; at power-up the EEPROM data is reloaded into the corresponding scratchpad locations. Data can also be reloaded from EEPROM to the scratchpad at any time using the Recall E² [B9h] command. The master can issue read time slots following the Recall E² command and the DS18B20 will indicate the status of the recall by transmitting 0 while the recall is in progress and 1 when the recall is done.

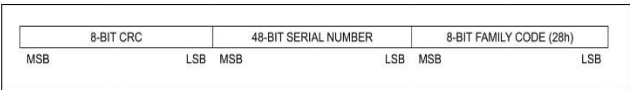


Figure 8. 64-Bit Lasered ROM Code

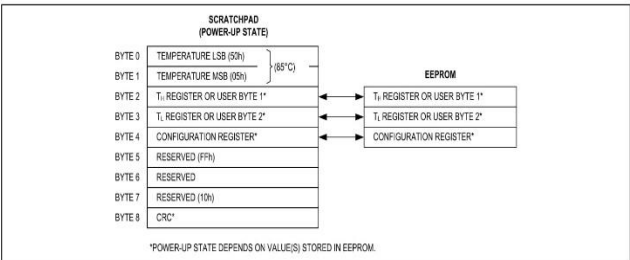


Figure 9. DS18B20 Memory Map

Configuration Register

Byte 4 of the scratchpad memory contains the configuration register, which is organized as illustrated in Figure 10. The user can set the conversion resolution of the DS18B20 using the R0 and R1 bits in this register as shown in Table 2. The power-up default of these bits is R0 = 1 and R1 = 1 (12-bit resolution). Note that there is a direct tradeoff between resolution and conversion time. Bit 7 and bits 0 to 4 in the configuration register are reserved for internal use by the device and cannot be overwritten.

CRC Generation

CRC bytes are provided as part of the DS18B20's 64-bit ROM code and in the 9th byte of the scratchpad memory. The ROM code CRC is calculated from the first 56 bits of the ROM code and is contained in the most significant byte of the ROM. The scratchpad CRC is calculated from the data stored in the scratchpad, and therefore it changes when the data in the scratchpad changes. The CRCs provide the bus master with a method of data validation when data is read from the DS18B20. To verify that data has been read correctly, the bus master must re-calculate the CRC from the received data and then compare this value to either the ROM code CRC (for ROM reads) or to the scratchpad CRC (for scratchpad reads). If the calculated CRC matches the read CRC, the data has been

received error free. The comparison of CRC values and the decision to continue with an operation are determined entirely by the bus master. There is no circuitry inside the DS18B20 that prevents a command sequence from proceeding if the DS18B20 CRC (ROM or scratchpad) does not match the value generated by the bus master.

The equivalent polynomial function of the CRC (ROM or scratchpad) is:

$$CRC = X^8 + X^5 + X^4 + 1$$

The bus master can re-calculate the CRC and compare it to the CRC values from the DS18B20 using the polynomial generator shown in Figure 11. This circuit consists of a shift register and XOR gates, and the shift register bits are initialized to 0. Starting with the least significant bit of the ROM code or the least significant bit of byte 0 in the scratchpad, one bit at a time should be shifted into the shift register. After shifting in the 56th bit from the ROM or the most significant bit of byte 7 from the scratchpad, the polynomial generator will contain the recalculated CRC. Next, the 8-bit ROM code or scratchpad CRC from the DS18B20 must be shifted into the circuit. At this point, if the re-calculated CRC was correct, the shift register will contain all 0s. Additional information about the Maxim 1-Wire cyclic redundancy check is available in Application Note 27: Understanding and Using Cyclic Redundancy Checks with Maxim iButton Products.

BIT 7	BIT 6	BIT 5	BIT 4	BIT 3	BIT 2	BIT 1	BIT 0
0	R1	R0	1	1	1	1	1

Figure 10. Configuration Register

Table 2. Thermometer Resolution Configuration

R1	R0	RESOLUTION (BITS)	MAX CONVERSION TIME	
0	0	9	93.75ms	(tCONV/8)
0	1	10	187.5ms	(tCONV/4)
1	0	11	375ms	(tCONV/2)
1	1	12	750ms	(tCONV)

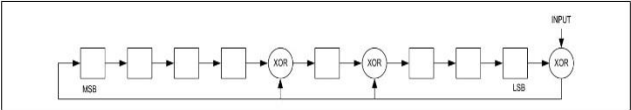


Figure 11. CRC Generator

1-Wire Bus System

The 1-Wire bus system uses a single bus master to control one or more slave devices. The DS18B20 is always a slave. When there is only one slave on the bus, the system is referred to as a "single-drop" system; the system is "multidrop" if there are multiple slaves on the bus.

All data and commands are transmitted least significant bit first over the 1-Wire bus.

The following discussion of the 1-Wire bus system is broken down into three topics: hardware configuration, transaction sequence, and 1-Wire signaling (signal types and timing).

Hardware Configuration

The 1-Wire bus has by definition only a single data line. Each device (master or slave) interfaces to the data line via an open-drain or 3-state port. This allows each device to "release" the data line when the device is not transmitting data so the bus is available for use by another device. The 1-Wire port of the DS18B20 (the DQ pin) is open drain with an internal circuit equivalent to that shown in [Figure 12](#).

The 1-Wire bus requires an external pullup resistor of approximately 5k Ω ; thus, the idle state for the 1-Wire bus is high. If for any reason a transaction needs to be suspended, the bus MUST be left in the idle state if the transaction is to resume. Infinite recovery time can occur between bits so long as the 1-Wire bus is in the inactive (high) state during the recovery period. If the bus is held low for more than 480 μ s, all components on the bus will be reset.

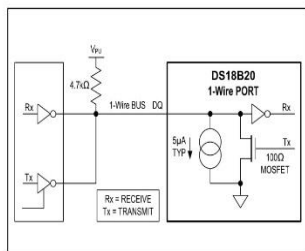


Figure 12. Hardware Configuration

Transaction Sequence

The transaction sequence for accessing the DS18B20 is as follows:

- Step 1. Initialization
- Step 2. ROM Command (followed by any required data exchange)
- Step 3. DS18B20 Function Command (followed by any required data exchange)

It is very important to follow this sequence every time the DS18B20 is accessed, as the DS18B20 will not respond if any steps in the sequence are missing or out of order. Exceptions to this rule are the Search ROM [F0h] and Alarm Search [ECh] commands. After issuing either of these ROM commands, the master must return to Step 1 in the sequence.

Initialization

All transactions on the 1-Wire bus begin with an initialization sequence. The initialization sequence consists of a reset pulse transmitted by the bus master followed by presence pulse(s) transmitted by the slave(s). The presence pulse lets the bus master know that slave devices (such as the DS18B20) are on the bus and are ready to operate. Timing for the reset and presence pulses is detailed in the [1-Wire Signaling](#) section.

ROM Commands

After the bus master has detected a presence pulse, it can issue a ROM command. These commands operate on the unique 64-bit ROM codes of each slave device and allow the master to single out a specific device if many are present on the 1-Wire bus. These commands also allow the master to determine how many and what types of devices are present on the bus or if any device has experienced an alarm condition. There are five ROM commands, and each command is 8 bits long. The master device must issue an appropriate ROM command before issuing a DS18B20 function command. A flowchart for operation of the ROM commands is shown in [Figure 13](#).

Search Rom [F0h]

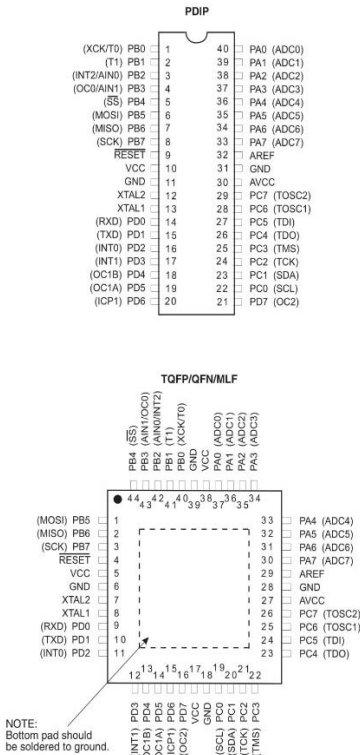
When a system is initially powered up, the master must identify the ROM codes of all slave devices on the bus, which allows the master to determine the number of slaves and their device types. The master learns the ROM codes through a process of elimination that requires the master to perform a Search ROM cycle (i.e., Search ROM command followed by data exchange) as many times as necessary to identify all of the slave devices.

Data Sheet ATmega16



Pin Configurations

Figure 1. Pinout ATmega16



Disclaimer

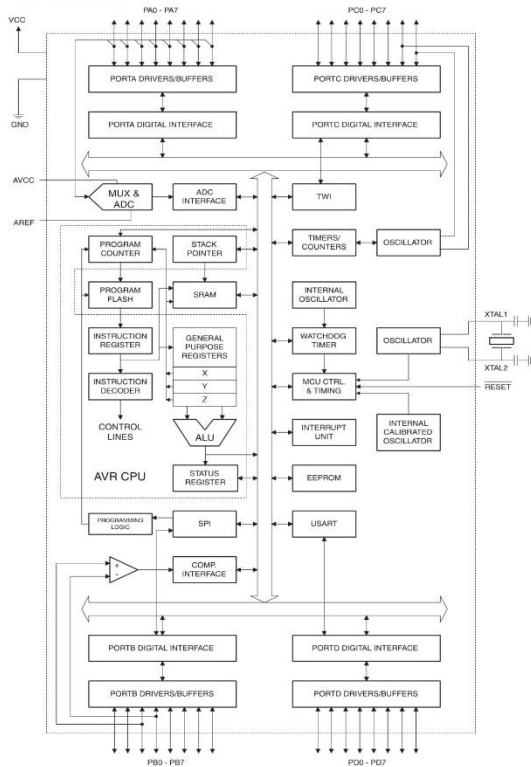
Typical values contained in this datasheet are based on simulations and characterization of other AVR microcontrollers manufactured on the same process technology. Min and Max values will be available after the device is characterized.

Overview

The ATmega16 is a low-power CMOS 8-bit microcontroller based on the AVR enhanced RISC architecture. By executing powerful instructions in a single clock cycle, the ATmega16 achieves throughputs approaching 1 MIPS per MHz allowing the system designer to optimize power consumption versus processing speed.

Block Diagram

Figure 2. Block Diagram



Port B (PB7..PB0)	Port B is an 8-bit bi-directional I/O port with internal pull-up resistors (selected for each bit). The Port B output buffers have symmetrical drive characteristics with both high sink and source capability. As inputs, Port B pins that are externally pulled low will source current if the pull-up resistors are activated. The Port B pins are tri-stated when a reset condition becomes active, even if the clock is not running. Port B also serves the functions of various special features of the ATmega16 as listed on page 58.
Port C (PC7..PC0)	Port C is an 8-bit bi-directional I/O port with internal pull-up resistors (selected for each bit). The Port C output buffers have symmetrical drive characteristics with both high sink and source capability. As inputs, Port C pins that are externally pulled low will source current if the pull-up resistors are activated. The Port C pins are tri-stated when a reset condition becomes active, even if the clock is not running. If the JTAG interface is enabled, the pull-up resistors on pins PC5(TDI), PC3(TMS) and PC2(TCK) will be activated even if a reset occurs. Port C also serves the functions of the JTAG interface and other special features of the ATmega16 as listed on page 61.
Port D (PD7..PD0)	Port D is an 8-bit bi-directional I/O port with internal pull-up resistors (selected for each bit). The Port D output buffers have symmetrical drive characteristics with both high sink and source capability. As inputs, Port D pins that are externally pulled low will source current if the pull-up resistors are activated. The Port D pins are tri-stated when a reset condition becomes active, even if the clock is not running. Port D also serves the functions of various special features of the ATmega16 as listed on page 63.
RESET	Reset Input. A low level on this pin for longer than the minimum pulse length will generate a reset, even if the clock is not running. The minimum pulse length is given in Table 15 on page 38. Shorter pulses are not guaranteed to generate a reset.
XTAL1	Input to the inverting Oscillator amplifier and input to the internal clock operating circuit.
XTAL2	Output from the inverting Oscillator amplifier.
AVCC	AVCC is the supply voltage pin for Port A and the A/D Converter. It should be externally connected to V_{CC}, even if the ADC is not used. If the ADC is used, it should be connected to V_{CC} through a low-pass filter.
AREF	AREF is the analog reference pin for the A/D Converter.

**Resources**

A comprehensive set of development tools, application notes and datasheets are available for download on <http://www.atmel.com/avr>.

Data Retention

Reliability Qualification results show that the projected data retention failure rate is much less than 1 PPM over 20 years at 85°C or 100 years at 25°C.

Register Summary

Address	Name	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0	Page
\$3F (\$0F)	SREG	I	T	H	S	V	N	Z	C	9
\$3E (\$5E)	SPH	—	—	—	—	—	SP10	SP9	SP8	12
\$3D (\$5D)	SPL	SP7	SP6	SP5	SP4	SP3	SP2	SP1	SP0	12
\$3C (\$5C)	OCR0	Timer/Counter0 Output Compare Register								85
\$3B (\$5B)	GICR	INT1	INT0	INT2	—	—	—	IVSEL	IVCE	48, 89
\$3A (\$5A)	GIFR	INTF1	INTF0	INTF2	—	—	—	—	—	70
\$39 (\$59)	TIMSK	OCIE2	TOIE2	TICIE1	OCIE1A	OCIE1B	TOIE1	OCIE0	TOIE0	85, 115, 133
\$38 (\$58)	TIFR	OCF2	TOVF2	ICF1	OCF1A	OCF1B	TOV1	OCF0	TOV0	86, 115, 133
\$37 (\$57)	SPMCR	SPMIE	RWWBSB	—	RWWSRE	BLBSSET	PGWRT	PGERS	SPMEN	250
\$36 (\$56)	TWCR	TWINT	TWEA	TWSTA	TWST0	TWMC	TWEN	—	TWIE	180
\$35 (\$55)	MCUCR	SM2	SE	SM1	SM0	SC11	SC10	ISC01	ISC00	32, 68
\$34 (\$54)	MCLUSR	JTD	ISC2	JTRF	WDRF	BORF	EXTF	PORF	—	41, 69, 231
\$33 (\$53)	TCCR0	FOC0	WGM00	COM01	COM00	WGM01	CS02	CS01	CS00	83
\$32 (\$52)	TCNT0	Timer/Counter0 (8 Bits)								85
	OSCCAL	Oscillator Calibration Register								30
\$31 ⁽¹⁾ (\$51 ⁽¹⁾)	ODDR	On-Chip Debug Register								227
\$30 (\$50)	SFIOCR	ADTS2	ADTS1	ADTS0	—	ACME	PUD	PSR2	PSR10	57, 86, 134, 201, 221
\$2F (\$4F)	TCCR1A	COM1A	COM1B	COM1B0	FOC1A	FOC1B	WGM11	WGM10	—	110
\$2E (\$4E)	TCCR1B	ICN1	ICES1	—	WGM13	WGM12	CS12	CS11	CS10	113
\$2D (\$4D)	TCNT1H	Timer/Counter1 – Counter Register High Byte								114
\$2C (\$4C)	TCNT1L	Timer/Counter1 – Counter Register Low Byte								114
\$2B (\$4B)	OCR1AH	Timer/Counter1 – Output Compare Register A High Byte								114
\$2A (\$4A)	OCR1AL	Timer/Counter1 – Output Compare Register A Low Byte								114
\$29 (\$49)	OCR1BH	Timer/Counter1 – Output Compare Register B High Byte								114
\$28 (\$48)	OCR1BL	Timer/Counter1 – Output Compare Register B Low Byte								114
\$27 (\$47)	ICR1H	Timer/Counter1 – Input Capture Register High Byte								114
\$26 (\$46)	ICR1L	Timer/Counter1 – Input Capture Register Low Byte								114
\$25 (\$45)	TCCR2	FOC2	WGM20	COM21	COM20	WGM21	CS22	CS21	CS20	128
\$24 (\$44)	TCNT2	Timer/Counter2 (8 Bits)								130
\$23 (\$43)	OCR2	Timer/Counter2 Output Compare Register								130
\$22 (\$42)	ASSR	—	—	—	—	AS2	TCN2UB	OCR2UB	TCR2UB	131
\$21 (\$41)	WDTCR	—	—	—	—	WDTOE	WDP2	WDP1	WDP0	43
	UBRRH	URSEL	—	—	—	—	UBRR[11:8]		—	167
\$20 ⁽²⁾ (\$40 ⁽²⁾)	UCSRB	URSEL	UMSEL	UPM1	UPM0	USBS	UCS21	UCS20	UCPOL	166
\$1F (\$3F)	EEARH	—	—	—	—	—	—	—	EEAR0	19
\$1E (\$3E)	EEARL	EEPROM Address Register Low Byte								19
\$1D (\$3D)	EECR	EEPROM Data Register								19
\$1C (\$3C)	EECR	—	—	—	—	EEERIE	SEEMWIE	SEEWIE	EEERIE	19
\$1B (\$3B)	PORTA	PORTA7	PORTA6	PORTA5	PORTA4	PORTA3	PORTA2	PORTA1	PORTA0	66
\$1A (\$3A)	DDRA	DDA7	DDA6	DDA5	DDA4	DDA3	DDA2	DDA1	DDA0	66
\$19 (\$39)	PINA	PINA7	PINA6	PINA5	PINA4	PINA3	PINA2	PINA1	PINA0	66
\$18 (\$38)	PORTB	PORTB7	PORTB6	PORTB5	PORTB4	PORTB3	PORTB2	PORTB1	PORTB0	66
\$17 (\$37)	DORB	DOB7	DOB6	DOB5	DOB4	DOB3	DOB2	DOB1	DOB0	66
\$16 (\$36)	PINB	PINB7	PINB6	PINB5	PINB4	PINB3	PINB2	PINB1	PINB0	66
\$15 (\$35)	PORTC	PORTC7	PORTC6	PORTC5	PORTC4	PORTC3	PORTC2	PORTC1	PORTC0	67
\$14 (\$34)	DDRC	DDC7	DDC6	DDC5	DDC4	DDC3	DDC2	DDC1	DDC0	67
\$13 (\$33)	PINC	PINC7	PINC6	PINC5	PINC4	PINC3	PINC2	PINC1	PINC0	67
\$12 (\$32)	PORTD	PORTD7	PORTD6	PORTD5	PORTD4	PORTD3	PORTD2	PORTD1	PORTD0	67
\$11 (\$31)	DORD	DDO7	DDO6	DDO5	DDO4	DDO3	DDO2	DDO1	DDO0	67
\$10 (\$30)	PIND	PIND7	PIND6	PIND5	PIND4	PIND3	PIND2	PIND1	PIND0	67
\$0F (\$2F)	SPDR	SPI Data Register								142
\$0E (\$2E)	SPSR	SPIF	WCOL	—	—	—	—	—	SP1ZX	142
\$0D (\$2D)	SPCR	SPIE	SPE	DOR0	MSTR	CPOL	CPHA	SPR1	SPR0	140
\$0C (\$2C)	UDR	USART I/O Data Register								163
\$0B (\$2B)	UCSRA	RXC	TXC	UDRE	FE	DOR	PE	LZX	MPCM	164
\$0A (\$2A)	UCSRB	RXCIE	TXCIE	UDRIE	RXEN	TXEN	UCS2Z	RX88	TX88	165
\$09 (\$29)	UBRR1L	USART Baud Rate Register Low Byte								167
\$08 (\$28)	ACSR	ACD	ACRG	ACD	AC1	AC1E	AC1C	AC1S1	AC1S0	202
\$07 (\$27)	ADMUX	REFS1	REFS0	ADLAR	MUX4	MUX3	MUX2	MUX1	MUX0	217
\$06 (\$26)	ADCSRA	ADEN	ADSC	ADIF	ADIF	ADIF	ADPS2	ADPS1	ADPS0	219
\$05 (\$25)	ADCH	ADC Data Register High Byte								220
\$04 (\$24)	ADCL	ADC Data Register Low Byte								220
\$03 (\$23)	TWCR	Two-wire Serial Interface Data Register								182
\$02 (\$22)	TWAR	TWA6	TWA5	TWA4	TWA3	TWA2	TWA1	TWA0	TWGCSE	182



Instruction Set Summary

Mnemonics	Operands	Description	Operation	Flags	#Clocks
ARITHMETIC AND LOGIC INSTRUCTIONS					
ADD	Rd, Rr	Add two Registers	$Rd \leftarrow Rd + Rr$	Z,C,N,V,H	1
ADC	Rd, Rr	Add with Carry two Registers	$Rd \leftarrow Rd + Rr + C$	Z,C,N,V,H	1
ADIW	Rd,K	Add Immediate to Word	$RdH:RdL \leftarrow RdH:RdL + K$	Z,C,N,V,S	2
SUB	Rd, Rr	Subtract two Registers	$Rd \leftarrow Rd - Rr$	Z,C,N,V,H	1
SUBI	Rd, K	Subtract Constant from Register	$Rd \leftarrow Rd - K$	Z,C,N,V,H	1
SBC	Rd, Rr	Subtract with Carry two Registers	$Rd \leftarrow Rd - Rr - C$	Z,C,N,V,H	1
SBCI	Rd, K	Subtract with Carry Constant from Reg.	$Rd \leftarrow Rd - K - C$	Z,C,N,V,H	1
SBW	Rd,K	Subtract Immediate from Word	$RdH:RdL \leftarrow RdH:RdL - K$	Z,C,N,V,S	2
AND	Rd, Rr	Logical AND Registers	$Rd \leftarrow Rd \wedge Rr$	Z,N,V	1
ANDI	Rd, K	Logical AND Register and Constant	$Rd \leftarrow Rd \wedge K$	Z,N,V	1
OR	Rd, Rr	Logical OR Registers	$Rd \leftarrow Rd \vee Rr$	Z,N,V	1
ORI	Rd, K	Logical OR Register and Constant	$Rd \leftarrow Rd \vee K$	Z,N,V	1
EOR	Rd, Rr	Exclusive OR Registers	$Rd \leftarrow Rd \oplus Rr$	Z,N,V	1
COM	Rd	One's Complement	$Rd \leftarrow \text{BFF} - Rd$	Z,C,N,V	1
NEG	Rd	Two's Complement	$Rd \leftarrow \$D0 - Rd$	Z,C,N,V,H	1
SBR	Rd,K	Set Bit(s) in Register	$Rd \leftarrow Rd \vee K$	Z,N,V	1
CBR	Rd,K	Clear Bit(s) in Register	$Rd \leftarrow Rd \wedge (\text{BFF} - K)$	Z,N,V	1
INC	Rd	Increment	$Rd \leftarrow Rd + 1$	Z,N,V	1
DEC	Rd	Decrement	$Rd \leftarrow Rd - 1$	Z,N,V	1
TST	Rd	Test for Zero or Minus	$Rd \leftarrow Rd \wedge Rd$	Z,N,V	1
CLR	Rd	Clear Register	$Rd \leftarrow Rd \oplus Rd$	Z,N,V	1
SER	Rd	Set Register	$Rd \leftarrow \text{BFF}$	None	1
MUL	Rd, Rr	Multiply Unsigned	$R1:R0 \leftarrow Rd \times Rr$	Z,C	2
MULS	Rd, Rr	Multiply Signed	$R1:R0 \leftarrow Rd \times Rr$	Z,C	2
MULSU	Rd, Rr	Multiply Signed with Unsigned	$R1:R0 \leftarrow Rd \times Rr$	Z,C	2
FMUL	Rd, Rr	Fractional Multiply Unsigned	$R1:R0 \leftarrow (Rd \times Rr) \lll 1$	Z,C	2
FMULS	Rd, Rr	Fractional Multiply Signed	$R1:R0 \leftarrow (Rd \times Rr) \lll 1$	Z,C	2
FMULSU	Rd, Rr	Fractional Multiply Signed with Unsigned	$R1:R0 \leftarrow (Rd \times Rr) \lll 1$	Z,C	2
BRANCH INSTRUCTIONS					
RJMP	k	Relative Jump	$PC \leftarrow PC + k + 1$	None	2
LJMP		Indirect Jump to (Z)	$PC \leftarrow Z$	None	2
JMP	k	Direct Jump	$PC \leftarrow k$	None	3
RCALL	k	Relative Subroutine Call	$PC \leftarrow PC + k + 1$	None	3
ICALL		Indirect Call to (Z)	$PC \leftarrow Z$	None	3
CALL	k	Direct Subroutine Call	$PC \leftarrow k$	None	4
RET		Subroutine Return	$PC \leftarrow \text{STACK}$	None	4
RETI		Interrupt Return	$PC \leftarrow \text{STACK}$	4	
CPSE	Rd,Rr	Compare, Skip if Equal	$\text{if } (Rd = Rr) PC \leftarrow PC + 2 \text{ or } 3$	None	1/2/3
CP	Rd,Rr	Compare	$Rd - Rr$	Z,N,V,C,H	1
CPC	Rd,Rr	Compare with Carry	$Rd - Rr - C$	Z,N,V,C,H	1
CPI	Rd,K	Compare Register with Immediate	$Rd - K$	Z,N,V,C,H	1
SBRC	Rr, b	Skip if Bit in Register Cleared	$\text{if } (Rr(b)=0) PC \leftarrow PC + 2 \text{ or } 3$	None	1/2/3
SBRS	Rr, b	Skip if Bit in Register is Set	$\text{if } (Rr(b)=1) PC \leftarrow PC + 2 \text{ or } 3$	None	1/2/3
SBIC	P, b	Skip if Bit in I/O Register Cleared	$\text{if } (P(b)=0) PC \leftarrow PC + 2 \text{ or } 3$	None	1/2/3
SBIS	P, b	Skip if Bit in I/O Register is Set	$\text{if } (P(b)=1) PC \leftarrow PC + 2 \text{ or } 3$	None	1/2/3
BRBS	s, k	Branch if Status Flag Set	$\text{if } (SREG(s)=1) \text{ then } PC \leftarrow PC + k + 1$	None	1/2
BRBC	s, k	Branch if Status Flag Cleared	$\text{if } (SREG(s)=0) \text{ then } PC \leftarrow PC + k + 1$	None	1/2
BREQ	k	Branch if Equal	$\text{if } (Z=1) \text{ then } PC \leftarrow PC + k + 1$	None	1/2
BRNE	k	Branch if Not Equal	$\text{if } (Z=0) \text{ then } PC \leftarrow PC + k + 1$	None	1/2
BRCS	k	Branch if Carry Set	$\text{if } (C=1) \text{ then } PC \leftarrow PC + k + 1$	None	1/2
BRCC	k	Branch if Carry Cleared	$\text{if } (C=0) \text{ then } PC \leftarrow PC + k + 1$	None	1/2
BRSH	k	Branch if Same or Higher	$\text{if } (C=0) \text{ then } PC \leftarrow PC + k + 1$	None	1/2
BRLO	k	Branch if Lower	$\text{if } (C=1) \text{ then } PC \leftarrow PC + k + 1$	None	1/2
BRMI	k	Branch if Minus	$\text{if } (N=1) \text{ then } PC \leftarrow PC + k + 1$	None	1/2
BRPL	k	Branch if Plus	$\text{if } (N=0) \text{ then } PC \leftarrow PC + k + 1$	None	1/2
BRGE	k	Branch if Greater or Equal, Signed	$\text{if } (N \oplus V=0) \text{ then } PC \leftarrow PC + k + 1$	None	1/2
BRLT	k	Branch if Less Than Zero, Signed	$\text{if } (N \oplus V=1) \text{ then } PC \leftarrow PC + k + 1$	None	1/2
BRHS	k	Branch if Half Carry Flag Set	$\text{if } (H=1) \text{ then } PC \leftarrow PC + k + 1$	None	1/2
BRHC	k	Branch if Half Carry Flag Cleared	$\text{if } (H=0) \text{ then } PC \leftarrow PC + k + 1$	None	1/2
BRTS	k	Branch if T Flag Set	$\text{if } (T=1) \text{ then } PC \leftarrow PC + k + 1$	None	1/2
BRTC	k	Branch if T Flag Cleared	$\text{if } (T=0) \text{ then } PC \leftarrow PC + k + 1$	None	1/2
BRVS	k	Branch if Overflow Flag is Set	$\text{if } (V=1) \text{ then } PC \leftarrow PC + k + 1$	None	1/2
BRVC	k	Branch if Overflow Flag is Cleared	$\text{if } (V=0) \text{ then } PC \leftarrow PC + k + 1$	None	1/2

RIWAYAT HIDUP PENULIS



Nama : Muhammad Rizky Aji S.
Tempat lahir : Balikpapan
Tanggal lahir : 2 Agustus 1997
Jenis Kelamin : Laki-laki
Agama : Islam
Alamat : Kedungturi II Blok DD-15 Taman
Sidoarjo
Telp/HP : 082233336509
E-mail : rizkyaji41@gmail.com

RIWAYAT PENDIDIKAN:

1. 2003-2009 : SD Negeri Kedungturi
2. 2009-2012 : SMP Ulul Alb@b
3. 2012-2015 : SMA Negeri 1 Taman
4. 2015-2018 : Program Studi Komputer Kontrol
Departemen Teknik Elektro Otomasi
Fakultas Vokasi, Institut Teknologi
Sepuluh Nopember, Surabaya

PENGALAMAN KERJA

1. Kerja Praktek di PT ISPAT INDO

PENGALAMAN ORGANISASI

1. BIG EVENT HIMAD3TEKTRO 2016
2. ANGGOTA LAB ELDAS 2016
3. Minat dan Bakat HIMAD3TEKTRO 2017