

SISTEM PEMANTAUAN TEMPERATUR DAN KELEMBABAN LINGKUNGAN BERBASIS WIRELESS SENSOR NETWORK

TUGAS AKHIR

**Diajukan Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Pada
Program Studi Teknik Komputer**

OLEH

**LISMAWATI
1414030094**



**PROGRAM STUDI TEKNIK KOMPUTER FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SERAMBI MEKKAH
BANDA ACEH
2020**



UNIVERSITAS SERAMBI MEKKAH

FAKULTAS TEKNIK

Alamat : Jln. Tgk. Imum Lueng Bata Telp. (0651) 26160 dan (0651) 22471 Fax 22471 Banda Aceh

LEMBARAN PENGESAHAN TUGAS AKHIR

SISTEM PEMANTAUAN TEMPERATUR DAN KELEMBABAN LINGKUNGAN BERBASIS WIRELESS SENSOR NETWORK

OLEH

**NAMA : LISMAWATI
NPM : 1414030094
PROGRAM STUDI : TEKNIK KOMPUTER**

Menyetujui,

Pembimbing I

Pembimbing II

(Samsuddin, ST., MT)

(Dedi Satria, S.Si, M.Sc)

ABSTRAK

Monitoring keadaan lingkungan saat ini merupakan salah satu hal penting bagi pengguna karena dengan adanya informasi keadaan lingkungan seperti cuaca, temperatur dan kelembaban udara dilingkungan rumah akan memberikan pengaruh terhadap analisis kondisi kesehatan. Saat ini telah banyak sistem informasi keadaan atau kondisi lingkungan yang telah dibangun seperti sistem informasi temperatur secara jarak jauh menggunakan internet yang jangkauan hanya untuk sekitar rumah. Berdasarkan sistem informasi temperatur yang telah dibangun sebelumnya maka pada penelitian ini penulis mengusulkan perancangan dengan konsep yang berbeda yaitu sistem informasi temperatur dan kelembaban lingkungan menggunakan konsep wireless sensor network (WSN) dengan sistem penyimpanan data logger berbasis database server. Tujuan penelitian adalah membangun yaitu sistem informasi temperatur dan kelembaban lingkungan menggunakan konsep wireless sensor network. Metodologi penelitian yang digunakan adalah SDLC (Software Development Life Cycle) dengan menggunakan pemrograman C pada IDE Arduino. Penelitian ini menghasilkan prototipe sistem informasi temperatur dan kelembaban lingkungan menggunakan konsep Wireless Sensor Network (WSN) dengan pengiriman data melalui wireless serta menampilkan data berbasis web..

Kata Kunci: Sistem Informasi, Temperatur, Kelembaban Udara, Wireless Sensor Network

KATA PENGANTAR

Syukur Alhamdulillah penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang dengan rahmat dan kasih sayangnya telah memberikan kekuatan dan kesehatan sehingga penulis telah dapat menyelesaikan tugas akhir ini.

Selawat dan salam tak lupa penulis sanjungkan kepangkuan Nabi besar Muhammad SAW, keluarga beserta para sahabatnya, berkat jasa beliaulah kita dapat menikamati indahnya hidup di alam yang disinari dengan kilauan cahaya ilmu pengetahuan dibawah panji agama Allah SWT.

Penulisan tugas akhir ini merupakan suatu program study yang ditetapkan dalam kurikulum dan merupakan salah satu syarat dalam menyelesaikan studi Srata satu (S1) pada Fakultas Teknik Universitas Serambi Mekkah Banda Aceh.

Selanjutnya pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan bantuan dalam penyelesaian tugas akhir ini terutama sekali kepada:

1. Orang tua dan keluarga yang selalu memberikan dukungan moril maupun materil.
2. Ibu Dr.Irhamni, ST., MT selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Serambi Mekkah.
3. Bapak Zulfan, ST, MT selaku ketua prodi Teknik Komputer
4. Bapak Samsuddin, ST., MT selaku Pembimbing I
5. Bapak Dedi Satria, M.Sc, selaku Pembimbing II

Semua masukan dan bantuan yang telah diberikan kepada penulis semoga amal baiknya mendapat pahala disisi Allah SWT. Semoga amal baik yang telah diberikan kepada penulis mendapat pahala yang setimpal diberikan Allah SWT.

Banda Aceh, 10 Juni 2020

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRAK	i
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI	ii
DAFTAR TABEL	v
DAFTAR GAMBAR	vi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Batasan Masalah	3
1.3 Rumusan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Internet of Things	4
2.2 Perangkat Keras	5
2.2.1 Tinjauan Umum Mikrokontroller	5
2.2.2 Perbedaan Mikrokontroler dan Mikroprosesor	9
2.2.3 Jenis Mikrokontroler	11
2.3 Arduino	12
2.3.1 Fitur Arduino	13
2.3.2 Arsitektur Arduino	17
2.3.3 Konfigurasi Pin Arduino	20
2.4 Perangkat Lunak	22
2.4.1 Arduino IDE	23
2.4.2 Flowchart	26
BAB III METODE PENELITIAN	29
3.1 Jenis Penelitian	29
3.2 Lokasi Penelitian	29
3.3 Populasi dan Sampel	30
3.4 Metode Penelitian	30
3.5 Teknik Pengumpulan dan Sumber Data	32
3.6 Alat dan Bahan	35
3.7 Perancangan Sistem	36
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	38
4.1 Pengujian Mikrokontroler	38
4.2 Pengujian Ethernet	39
4.3 Pengujian Sensor Suhu	42
4.4 Pengujian Database	43
4.5 Pengujian Sistem Wireless Sensor Network	44

BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN	46
5.1	Kesimpulan	46
5.2	Saran	46
DAFTAR PUSTAKA		47

DAFTAR TABEL

Halaman

Tabel 4.1 Jadwal Penelitian..... 29

DAFTAR GAMBAR

	Halaman	
Gambar 2.1	Blok Diagram Arduino Blok	8
Gambar 2.2	Arduino Board.....	9
Gambar 2.3	Konfigurasi Bus SPI untuk Ethernet Shield.....	11
Gambar 2.4	Peta Memori Program ATMEGA328	13
Gambar 2.5	Peta memori Data ATMEGA328.....	13
Gambar 2.6	Arduino Development Environment	14
Gambar 2.7	Ethernet Shield	18
Gambar 2.8	Rangkaian Relay	18
Gambar 2.9	Rangkaian Keseluruhan	19
Gambar 2.10	Ilustrasi Relay.....	20
Gambar 2.11	Jenis-jenis relay	20
Gambar 2.12	Wireless Router.....	21
Gambar 2.13	Modem	22
Gambar 3.1	Alur Penelitian	24
Gambar 3.2	Listing Program Blink.....	25
Gambar 3.3	Skrip Pengujian Ethernet.....	27
Gambar 3.4	Diagram Blok Sistem	28
Gambar 3.5	Rangkaian Protipe Sistem	29
Gambar 3.6	Gambaran Sistem	30

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Teknologi informasi saat ini telah berkembang sangat cepat seiring berkembang teknologi komputer dan teknologi elektronika seperti teknologi mikroprosesor dan teknologi mikro elektronika lainnya. Perkembangan teknologi informasi yang berkembang saat ini telah masuk ke segala ranah kehidupan masyarakat. Hal ini terlihat penggunaan komputer yang dulunya hanya sebagai salah satu kebutuhan sekunder di ruang kerja baik dikantor maupun di rumah sampai menjadi kebutuhan primer dimana masyarakat menggunakan disetiap waktu dan ruang dengan menggunakan teknologi informasi berbasis internet.

Penggunaan teknologi informasi yang terus bergerak ke arah informasi kebutuhan rumah tangga dan lingkungan telah memberikan solusi baru bagi pengguna. Hal ini terlihat dimana pengguna dapat mengakses informasi keadaan lingkungan sekitar baik dalam bentuk mengetahui keadaan polusi, cuaca dan lain sebagainya. Informasi-informasi tersebut saat ini telah dapat diakses secara jarak jauh dengan menggunakan teknologi internet sehingga pengguna yang berada jauh dapat menjangkau informasi keadaan lingkungan secara real time atau langsung. Salah satu teknologi yang dapat mengakses informasi sensor secara jarak jauh menggunakan teknologi wireless sensor network.

Monitoring keadaan lingkungan saat ini merupakan salah satu hal penting bagi pengguna karena dengan adanya informasi keadaan lingkungan seperti cuaca, temperatur dan kelembaban udara dilingkungan rumah akan memberikan pengaruh terhadap analisis kondisi kesehatan. Saat ini telah banyak sistem informasi keadaan atau kondisi lingkungan yang telah dibangun seperti sistem informasi temperatur secara jarak jauh menggunakan Wireless Sensor Network yang jangkauan hanya untuk sekitar rumah.

Berdasarkan sistem informasi temperatur yang telah dibangun sebelumnya maka pada penelitian ini penulis mengusulkan perancangan dengan konsep yang berbeda yaitu sistem informasi temperatur dan kelembaban lingkungan menggunakan konsep wireless sensor network.

1.2 Batasan Masalah

Mengacu pada hal diatas, saya membuat alat yang dapat mendeteksi suhu dan kelembaban dengan batasan-batasan sebagai berikut :

1. Mikrokontroler yang digunakan adalah jenis Arduino Uno.
2. Sensor yang digunakan sebagai pendekripsi temperatur dan kelembaban adalah DHT11

1.3 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian pada latar belakang, maka penelitian ini dapat dirumuskan bagaimana membangun sistem informasi temperatur dan kelembaban lingkungan berbasis wireless sensor network.

1.4. Tujuan Penelitian

Berdasarkan uraian pada rumusan masalah, maka penelitian ini bertujuan membangun sistem informasi temperatur dan kelembaban lingkungan berbasis wireless sensor network.

1.5 Manfaat Penelitian

Berdasarkan pada tujuan penelitian diatas, maka penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai yaitu:

1. Bagi pengguna adalah sebagai sumber informasi temperatur dan kelembaban bagi pengguna secara jarak jauh menggunakan teknologi wireless sensor network.
2. Bagi Penulis adalah sebagai salah satu wadah untuk mempelajari lebih jauh teknologi wireless sensor network.

1.6 Penelitian Berkaitan

Berdasarkan kajian literatur didapat bahwa penelitian sejenis yang telah dilakukan seperti pada Tabel 2.1 berikut ini:

Tabel 1.1 Penelitian Berkaitan

Peneliti	Judul	Metode	Hasil
Iwan Muhammad E. (2016)	Rancang Bangun Sistem Monitoring Kualitas Udara Menggunakan Teknologi Wireless Sensor Network (WSN)	Systems Development Life Cycle- SDLC	Sistem monitoring yang dapat direalisasikan pada kegiatan ini terdiri atas satu node gateway, 4 node sensor, dan satu Base Station Controller. Parameter udara yang dapat diukur dari sistem ini adalah kadar CO [ppm], CO[ppm], suhu [Celcius] dan kelembaban udara relatif [%].
Dias Prihatmoko (2017)	Perancangan Sistem kontrol lampu pada Gedung Fakultas Sains dan Teknologi Unisnu Jepara Menggunakan Wireless Sensor Network	Systems Development Life Cycle- SDLC	Hasil kontrol lampu dari setiap sensor node kemudian dikumpulkan dalam sebuah pusat pengendali yang berfungsi sebagai pengendalian dan pengolahan datanya, sehingga terbentuklah suatu sistem kontrol lampu setiap ruangan pada gedung fakultas sains dan teknologi tersebut
Devi Indah Pujiana (2017)	Perancangan Wireless Sensor Network Dalam Sistem Monitoring Lingkungan	Systems Development Life Cycle- SDLC	Sistem monitoring lingkungan ini diharapkan mampu memberikan solusi terhadap masalah kondisi lingkungan saat ini. Perancangan WSN ini lebih praktis, dan menggunakan komponen yang mudah ditemukan serta biaya yang diperlukan terjangkau.

Bambang Sugiarto (2018)	Perancangan Sistem Pengendalian Suhu pada Gedung Bertingkat dengan Teknologi Wireless Sensor Network	Systems Development Life Cycle- SDLC	sistem ini adalah digunakannya nirkabel Zigbee yang bebas lisensi. Hasil pemantauan suhu dari setiap sensor node kemudian dikumpulkan dalam sebuah Base Station Controller (BSC) yang menjadi pusat pengendali dan pengolahan datanya, sehingga terbentuklah suatu sistem pengendalian suhu setiap ruangan pada gedung bertingkat tersebut.
-------------------------	--	--------------------------------------	---

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Wireless Sensor Network

Menurut Irawan (2012:3) bahwa Wireless sensor network adalah sebuah kumpulan node yang dapat berupa sensor yang akan melakukan pengambilan data pada parameter ukur dan kemudian dikirimkan pada sebuah node sentral atau sebuah server untuk dilakukan pengolahan data. Node-node yang ada pada WSN merupakan sensor yang diletakkan pada titik-titik pada sebuah area yang ingin diketahui besarnya. Misalnya pada sebuah ladang pertanian, ingin diketahui kelembapan tanahnya, maka sensor pengukur kelemparan akan diletakkan ditanah pada area pertanian tersebut, dan jumlahnya tidak hanya satu namun puluhan sensor. Node-node tersebut masing-masing memiliki sumber daya sendiri yang dapat berupa baterai, dan memiliki perangkat transmitter data untuk dapat mengirimkan data ke node sentral atau server.

Pada dasarnya, Wireless sensor network mengacu pada benda yang dapat diidentifikasi secara unik sebagai representasi virtual dalam struktur berbasis Internet. Istilah Wireless sensor network awalnya disarankan oleh Kevin Ashton pada tahun 1999 dan mulai terkenal melalui Auto-ID Center di MIT. Dan kini IoT menjadi salah satu tugas bagi seorang mahasiswa di sebuah perguruan tinggi. (Prayoga, 2012:2)

Menurut Prawira (2013:34) bahwa WSN sudah mulai digunakan pada banyak bidang. WSN digunakan pada bidang kesehatan, perumahan, kemanan. Contoh pada pembukaan awal artikel ini adalah contoh penerapan WSN pada bidang pertanian. WSN juga mulai populer digunakan pada bidang kesehatan. WSN digunakan sebagai pemantau parameter kesehatan seorang pasien yang dapat dilakukan oleh pasien maupun petugas kesehatan agar dapat melakukan perawatan dan pemantauan rutin.

2.2 Perangkat Keras

Pengertian dari hardware atau dalam bahasa indonesia-nya disebut juga dengan nama “perangkat keras” adalah salah satu komponen dari sebuah komputer yang sifat alat nya bisa dilihat dan diraba secara langsung atau yang berbentuk nyata, yang berfungsi untuk mendukung proses komputerisasi (Sutono,2012:04).

Hardware dapat bekerja berdasarkan perintah yang telah ditentukan ada padanya, atau yang juga disebut dengan dengan istilah instruction set. Dengan adanya perintah yang dapat dimengerti oleh hardware tersebut, maka hardware tersebut dapat melakukan berbagai kegiatan yang telah ditentukan oleh pemberi perintah.

Secara fisik, Komputer terdiri dari beberapa komponen yang merupakan suatu sistem. Sistem adalah komponen-komponen yang saling bekerja sama membentuk suatu kesatuan. Apabila salah satu komponen tidak berfungsi, akan mengakibatkan tidak berfungsinya proses-proses yang ada komputer dengan baik. Komponen komputer ini termasuk dalam kategori elemen perangkat keras (hardware) Berdasarkan fungsinya, perangkat keras komputer dibagi menjadi 5 bagian (Winarno, 2012:26):

- input device (unit masukan)
- Process device (unit Pemrosesan)
- Output device (unit keluaran)
- Backing Storage (unit penyimpanan)
- Periferal (unit tambahan)

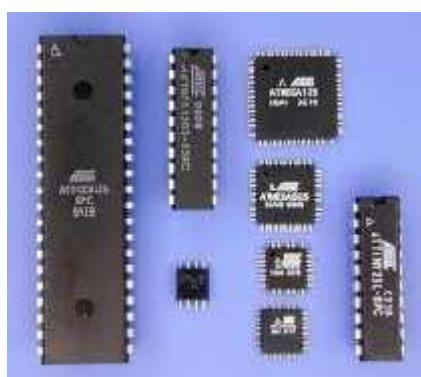
2.2.1 Tinjauan Umum Mikrokontroler

Mikrokontroler adalah suatu alat elektronika digital yang mempunyai masukan dan keluaran serta kendali dengan program yang bisa ditulis dan dihapus dengan cara khusus. Sederhananya, cara kerja mikrokontroler sebenarnya hanya membaca dan menulis data. Sekedar contoh, bayangkan diri kita saat mulai belajar membaca dan menulis, ketika Kita sudah bisa melakukan hal itu Kita mulai bisa membaca tulisan apapun baik itu tulisan buku, cerpen, artikel dan sebagainya, dan Kitapun mulai bisa menulis hal-hal sebaliknya. Begitu pula jika Kita sudah mahir

membaca dan menulis data pada mikrokontroler maka Kita dapat membuat program untuk membuat suatu sistem pengaturan menggunakan mikrokontroler sesuai dengan keinginan Kita. Mikrokontroler merupakan komputer didalam chip yang digunakan untuk mengontrol peralatan elektronik, yang menekankan efisiensi dan efektifitas biaya. Secara harfiahnya bisa disebut "pengendali kecil" dimana sebuah sistem elektronik yang sebelumnya banyak memerlukan komponen-komponen pendukung seperti IC TTL dan CMOS dapat direduksi/diperkecil dan akhirnya terpusat serta dikendalikan oleh mikrokontroler ini (Agfianto, 2012:30). Dengan penggunaan mikrokontroler ini maka :

- Sistem elektronik akan menjadi lebih ringkas
- Rancang bangun sistem elektronik akan lebih cepat karena sebagian besar dari sistem adalah perangkat lunak yang mudah dimodifikasi
- Pencarian gangguan lebih mudah ditelusuri karena sistemnya yang kompak

Namun demikian tidak sepenuhnya mikrokontroler bisa mereduksi komponen IC TTL dan CMOS yang seringkali masih diperlukan untuk aplikasi kecepatan tinggi atau sekedar menambah jumlah saluran masukan dan keluaran (I/O). Dengan kata lain, mikrokontroler adalah versi mini atau mikro dari sebuah komputer karena mikrokontroler sudah mengandung beberapa periferal yang langsung bisa dimanfaatkan, misalnya port paralel, port serial, komparator, konversi digital ke analog (DAC), konversi analog ke digital dan sebagainya hanya menggunakan sistem minimum yang tidak rumit atau kompleks (Lingga, 2011:36)



2.5 Jenis-jenis mikrokontroler (Sumber: Agfianto, 2012:30)

Mikrokontroler adalah sebuah chip yang berfungsi sebagai pengontrol rangkaian elektronik dan umumnya dapat menyimpan program didalamnya. Mikrokontroler 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 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 program 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.

Arsitektur perangkat keras mikrokontroler MCS51 mempunyai 40 kaki, 32 kaki digunakan untuk keperluan 4 buah port pararel. 1 port terdiri dari 8 kaki yang dapat di hubungkan untuk interfacing ke pararel device, seperti ADC, sensor dan sebagainya, atau dapat juga digunakan secara sendiri setiap bitnya untuk interfacing single bit seperti switch, LED, dll.

Karakteristik lainnya dari mikrokontroler MCS51 sebagai berikut :

- a. Low-power
- b. 32 jalur masukan/keluaran yang dapat diprogram*
- c. Dua timer counter 16 bit
- d. RAM 128 byte
- e. Lima interrupt

Tidak seperti sistem komputer, yang mampu menanganiberbagai macam program aplikasi (misalnya pengolah kata, pengolah angkadan lain sebagainya), mikrokontroler hanya bisa digunakan untuk suatu aplikasi tertentu saja (hanya satu program saja yang bisa disimpan). Perbedaan lainnya terletak pada perbandingan RAM dan ROM. Pada sistem komputer perbandingan RAM dan

ROM-nya besar, artinya program-program pengguna disimpan dalam ruang RAM yang relatif besar, sedangkan rutin-rutin antarmuka perangkat keras disimpan dalam ruang ROM yang kecil. Sedangkan pada Mikrokontroler, perbandingan ROM dan RAM-nya yang besar, artinya program kontrol disimpan dalam ROM (bisa Masked ROM atau Flash PEROM) yang ukurannya relatif lebih besar, sedangkan RAM digunakan sebagai tempat penyimpanan sementara, termasuk register-register yang digunakan pada mikrokontroler yang bersangkutan.

Kelebihan Sistem Dengan Mikrokontroler diantaranya adalah:

- a. Penggerak pada mikrokontroler menggunakan bahasa pemrograman assembly dengan berpatokan pada kaidah digital dasar sehingga pengoperasian sistem menjadi sangat mudah dikerjakan sesuai dengan logika sistem (bahasa assembly ini mudah dimengerti karena menggunakan bahasa assembly aplikasi dimana parameter input dan output langsung bisa diakses tanpa menggunakan banyak perintah). Desain bahasa assembly ini tidak menggunakan begitu banyak syarat penulisan bahasa pemrograman seperti huruf besar dan huruf kecil untuk bahasa assembly tetap diwajarkan.
- b. Mikrokontroler tersusun dalam satu chip dimana prosesor, memori, dan I/O terintegrasi menjadi satu kesatuan kontrol sistem sehingga mikrokontroler dapat dikatakan sebagai komputer mini yang dapat bekerja secara inovatif sesuai dengan kebutuhan sistem.
- c. Sistem running bersifat berdiri sendiri tanpa tergantung dengan komputer sedangkan parameter komputer hanya digunakan untuk download perintah instruksi atau program. Langkah-langkah untuk download komputer dengan mikrokontroler sangat mudah digunakan karena tidak menggunakan banyak perintah.
- d. Pada mikrokontroler tersedia fasilitas tambahan untuk pengembangan memori dan I/O yang disesuaikan dengan kebutuhan sistem.
- e. Harga untuk memperoleh alat ini lebih murah dan mudah didapat.

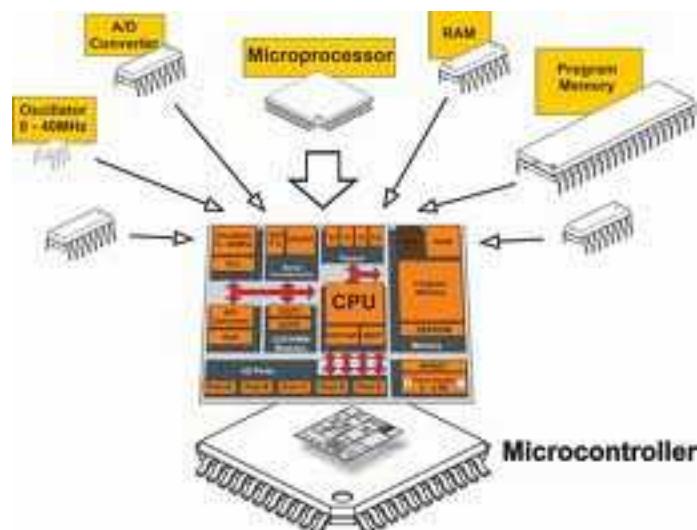
2.2.2 Perbedaan Mikrokontroler dengan Mikroprosesor

Mikrokontroler (pengendali mikro) adalah sistem mikroprosesor lengkap yang terkandung di dalam sebuah chip. Mikrokontroler berbeda dengan

mikroprosesor serba guna yang digunakan dalam sebuah PC, karena sebuah mikrokontroler umumnya telah berisi komponen sistem minimal mikroprosesor, yakni memori, register dan antarmuka I/O yang terintegrasi bersama mikroprosesornya sendiri dalam sebuah chip (Martono, 2012:12).

Ditinjau dari segi arsitekturnya, mikroprosesor hanya merupakan single chip CPU, sedangkan mikrokontroler dalam IC-nya selain CPU juga terdapat device lain yang memungkinkan mikrokontroler berfungsi sebagai suatu single chip computer. Dalam sebuah IC mikrokontroler telah terdapat ROM, RAM, EPROM, serial interface dan paralel interface, timer, interrupt controller, konverter Analog ke Digital, dan lainnya (tergantung feature yang melengkapi mikrokontroler tersebut) (Heryanto, 2012:17)

Sedangkan dari segi aplikasinya, mikroprosesor hanya berfungsi sebagai Central Processing Unit yang menjadi otak komputer, sedangkan mikrokontroler, dalam bentuknya yang mungil, pada umumnya ditujukan untuk melakukan tugas-tugas yang berorientasi kontrol pada rangkaian yang membutuhkan jumlah komponen minimum dan biaya rendah (low cost).



Gambar 2.6 Bagian-bagian dari Mikrokontroler (Sumber: Heryanto, 2012:17)

Mikroprosesor dalam perkembangan komputer digital disebut sebagai Central Processing Unit (CPU) yang bekerja sebagai pusat pengolahan dan pengendalian pada sistem komputer mikro. Sebuah mikroprosesor tersusun dari

tiga bagian penting yaitu : Arithmetic Logic Unit (ALU), Register Unit (RU), dan Control Unit (CU) seperti terlihat pada Gambar 1 di bawah ini.

Untuk membangun fungsi sebagai komputer mikro, sebuah mikroprosesor harus dilengkapi dengan memori, biasanya memori program yang hanya bisa dibaca (Read Only Memory=ROM) dan memori yang bisa dibaca dan ditulisi (Read Write Memory=RWM), decoder memori, osilator, dan sejumlah peralatan input output seperti port data seri dan paralel.

Pokok dari penggunaan mikroprosesor adalah untuk mengambil data, membentuk kalkulasi, perhitungan atau manipulasi data, dan menyimpan hasil perhitungan pada peralatan penyimpan atau menampilkan hasilnya pada sebuah monitor atau cetak keras.

Mikrokontroler adalah komputer mikro dalam satu chip tunggal. Mikrokontroler memadukan CPU, ROM, RWM, I/O paralel, I/O seri, counter-timer, dan rangkaian clock dalam satu chip tunggal seperti terlihat pada Gambar 2 di bawah ini.

Sama halnya dengan mikroprosesor, mikrokontroler adalah piranti yang dirancang untuk kebutuhan umum. Penggunaan pokok dari mikrokontroler adalah untuk mengontrol kerja mesin atau sistem menggunakan program yang disimpan pada sebuah ROM. Untuk melihat perbedaan konsep diantara mikroprosesor dan mikrokontroler di bawah ini ditunjukan tabel perbandingan konfigurasi, arsitektur, dan set instruksi diantara mikroprosesor Z-80 CPU dengan mikrokontroler 8051.

2.2.3 Jenis Mikrokontroler

Secara teknis hanya ada 2 yaitu RISC dan CISC dan masing-masing mempunyai keturunan/keluarga sendiri-sendiri. RISC kependekan dari Reduced Instruction Set Computer : instruksi terbatas tapi memiliki fasilitas yang lebih banyak CISC kependekan dari Complex Instruction Set Computer : instruksi bisa dikatakan lebih lengkap tapi dengan fasilitas secukupnya (Usman, 2012:2)

Tentang jenisnya banyak sekali ada keluarga Motorola dengan seri 68xx, keluarga MCS51 yang diproduksi Atmel, Philip, Dallas, keluarga PIC dari Microchip, Renesas, Zilog. Masing-masing keluarga juga masih terbagi lagi

dalam beberapa tipe. Jadi sulit sekali untuk menghitung jumlah mikrokontroler. (Iswanto, 2012:30)

Saat ini terdapat sekitar 20 jenis mikrokontroller AVR, masing-masing jenis AVR dibedakan dari kemasannya, ada yang dalam kemasan 8 kaki, 20 kaki dan 40 kaki. Selain bentuk kemasan, jenis-jenis AVR berbeda pula dalam sarana yang dimiliki. Perbedaan tersebut antara lain meliputi kapasitas *Flash Memory*, kapasitas RAM dan kapasitas EEPROM. Selain sarana I/O untuk masing-masing jenis AVR berbeda (Bejo, 2012:45)

AVR mempunyai dua jenis *Timer* yang cara kerjanya berlainan, yakni *Timer* 8 bit dan *Timer* 16 bit. Frekuensi tersebut bisa berasal dari frekuensi osilator kristal yang sudah diturunkan dengan faktor 1X, 8X, 64X, 256X, atau 1024X, atau berasal dari frekuensi pada salah satu kaki AVR (kaki T0 atau T1) dengan dua macam fase yang berlawanan.

Secara umum, AVR dapat dikelompokkan menjadi 4 kelas, yaitu keluarga Attiny, keluarga AT90Sxx, keluarga Atmega, dan keluarga AT86RFxx. Pada dasarnya yang membedakan masing-masing kelas adalah besar memori, peripheral, dan fungsinya. Dari segi arsitektur dan instruksi yang digunakan, semua hampir sama (Heriyanto, 2012:78)

Mikrokontroler AVR Atmel memiliki 118 macam instruksi asembler utama, namun demikian terdapat beberapa instruksi yang bila dieksekusi menghasilkan kode yang sama. Sehingga instruksi asembler yang sebenarnya hanya 79 macam instruksi. Beberapa tipe AVR memiliki beberapa tambahan instruksi yang tidak terdapat pada tipe AVR lain. Misalnya, instruksi PUSH dan POP yang tidak dikenal dalam keluarga AVR tipe ATTiny dan instruksi MUL, MULS, FMUL, atau EIJMP yang dikenal dalam Atmega.

Beberapa seri mikrokontroler keluarga AVR Atmel ditunjukkan Tabel 2.1. AVR memiliki register keperluan umum (*GPR, General Purpose Register*) sebanyak 32 register. Semua operasi aritmatika dan logika dilakukan pada GPR. Memori data yang tersedia pada AVR ada yang mencapai 64KB dan dapat dialamati baik secara langsung maupun tidak langsung menggunakan instruksi Load/Store (Setiawan, 2011:12)

2.3 Arduino

Uno Arduino adalah papan rangkaian berbasis mikrokontroler pada ATmega32. Papan rangkaian ini memiliki 14 digital input / output pin (dimana 6 pin dapat digunakan sebagai output PWM), 6 input analog, 16 MHz osilator kristal, koneksi USB, jack listrik tombol reset. Pin-pin ini berisi semua yang diperlukan untuk mendukung mikrokontroler, hanya terhubung ke komputer dengan kabel USB atau sumber tegangan bisa didapat dari adaptor AC-DC atau baterai untuk menggunakannya (Lingga, 2006:12).

Arduino adalah pengendali mikro single-board yang bersifat open-source, diturunkan dari Wiring platform, dirancang untuk memudahkan penggunaan elektronik dalam berbagai bidang. Hardwarenya memiliki prosesor Atmel AVR dan softwarenya memiliki bahasa pemrograman sendiri. Saat ini Arduino sangat populer di seluruh dunia. Banyak pemula yang belajar mengenal robotika dan elektronika lewat Arduino karena mudah dipelajari. Tapi tidak hanya pemula, para hobbyist atau profesional pun ikut senang mengembangkan aplikasi elektronik menggunakan Arduino. Bahasa yang dipakai dalam Arduino bukan assembler yang relatif sulit, tetapi bahasa C yang disederhanakan dengan bantuan pustaka-pustaka (libraries) Arduino. Arduino juga menyederhanakan proses bekerja dengan mikrokontroler, sekaligus menawarkan berbagai macam kelebihan antara lain:

- a. Murah – Papan (perangkat keras) Arduino biasanya dijual relatif murah (antara 125ribu hingga 400ribuan rupiah saja) dibandingkan dengan platform mikrokontroler pro lainnya. Jika ingin lebih murah lagi, tentu bisa dibuat sendiri dan itu sangat mungkin sekali karena semua sumber daya untuk membuat sendiri Arduino tersedia lengkap di website Arduino bahkan di website-website komunitas Arduino lainnya. Tidak hanya cocok untuk Windows, namun juga cocok bekerja di Linux.
- b. Sederhana dan mudah pemrogramannya – Perlu diketahui bahwa lingkungan pemrograman di Arduino mudah digunakan untuk pemula, dan cukup fleksibel bagi mereka yang sudah tingkat lanjut. Untuk guru/dosen, Arduino berbasis pada lingkungan pemrograman Processing, sehingga jika mahasiswa

atau murid-murid terbiasa menggunakan Processing tentu saja akan mudah menggunakan Arduino.

- c. Perangkat lunaknya Open Source – Perangkat lunak Arduino IDE dipublikasikan sebagai Open Source, tersedia bagi para pemrogram berpengalaman untuk pengembangan lebih lanjut. Bahasanya bisa dikembangkan lebih lanjut melalui pustaka-pustaka C++ yang berbasis pada Bahasa C untuk AVR.
- d. Perangkat kerasnya Open Source – Perangkat keras Arduino berbasis mikrokontroler ATMEGA8, ATMEGA168, ATMEGA328 dan ATMEGA1280 (yang terbaru ATMEGA2560). Dengan demikian siapa saja bisa membuatnya (dan kemudian bisa menjualnya) perangkat keras Arduino ini, apalagi bootloader tersedia langsung dari perangkat lunak Arduino IDE-nya. Bisa juga menggunakan breadboard untuk membuat perangkat Arduino beserta periferal-periferal lain yang dibutuhkan.

Arduino Uno adalah papan mikrokontroler berbasis ATmega328 (datasheet ATmega328). Arduino Uno memiliki 14 digital pin input/output, dimana 6 pin digunakan sebagai output PWM, 6 pin input analog, 16 MHz resonator keramik, koneksi USB, jack catu daya eksternal, header ICSP, dan tombol reset. Ini semua berisi hal-hal yang diperlukan untuk mendukung mikrokontroler; sederhana saja, hanya dengan menghubungkannya ke komputer dengan kabel USB atau sumber tegangan dengan adaptor AC-DC dan atau baterai untuk memulai menggunakan papan arduino. “Uno” berarti satu yang diambil dari bahasa Italia dan penggunaan nama ini untuk menandai peluncuran Arduino 1.0. Uno dan versi 1.0 akan menjadi versi referensi Arduino, yang akan terus berkembang. Uno adalah yang terbaru dalam serangkaian papan USB Arduino, dan digunakan sebagai model referensi untuk platform Arduino.

2.3.1 Fitur Arduino

Menurut Iswanto (2008:34) bahwa Board Arduino Uno memiliki fitur-fitur baru sebagai berikut :

1. 1,0 pinout: tambah SDA dan SCL pin yang dekat ke pin aref dan dua pin baru lainnya ditempatkan dekat ke pin RESET, dengan IO REF yang memungkinkan sebagai buffer untuk beradaptasi dengan tegangan yang disediakan dari board sistem. Pengembangannya, sistem akan lebih kompatibel dengan Prosesor yang menggunakan AVR, yang beroperasi dengan 5V dan dengan Arduino Karena yang beroperasi dengan 3.3V. Yang kedua adalah pin tidak terhubung, yang disediakan untuk tujuan pengembangannya.



Gambar 2.4. Arduino Board (Sumber: Iswanto, 2008:34)

Tabel 2.1. Fitur Arduino (Sumber: Iswanto, 2008:33)

Mikrokontroller	Atmega328
Operasi Voltage	5V
Input Voltage	7-12 V (Rekomendasi)
Input Voltage	6-20 V (limits)
I/O	14 pin (6 pin untuk PWM)
Arus	50 mA
Flash Memory	32KB
Bootloader	SRAM 2 KB
EEPROM	1 KB
Kecepatan	16 Mhz

Board ATmega328 ini memiliki 32 KB dengan 0,5 KB digunakan untuk loading file. Ia juga memiliki 2 KB dari SRAM dan 1 KB dari EEPROM

Masing-masing dari 14 pin digital pada Uno dapat digunakan sebagai input atau output, menggunakan fungsi pinMode(), digitalWrite(), dan

`digitalRead()`. Mereka beroperasi di 5 volt. Setiap pin dapat memberikan atau menerima maksimum 40 mA dan memiliki resistor pull-up internal dari 20-50 K. Selain itu, beberapa pin memiliki fungsi khusus:

- Serial: 0 (RX) dan 1 (TX). Digunakan untuk menerima (RX) dan mengirimkan (TX) data TTL serial. Pin ini terhubung ke pin yang sesuai dari chip ATmega8U2 USB-to-Serial TTL.
- Eksternal Interupsi: 2 dan 3. Pin ini dapat dikonfigurasi untuk memicu interupsi pada nilai yang rendah, tepi naik atau jatuh, atau perubahan nilai. Lihat `attachInterrupt()` fungsi untuk rincian.
- PWM: 3, 5, 6, 9, 10, dan 11. Menyediakan 8-bit output PWM dengan `analogWrite()` fungsi.
- SPI: 10 (SS), 11 (mosi), 12 (MISO), 13 (SCK). Pin ini mendukung komunikasi SPI menggunakan perpustakaan SPI.
- LED: 13. Ada built-in LED terhubung ke pin digital 13. Ketika pin adalah nilai TINGGI, LED menyala, ketika pin adalah RENDAH, itu off.

Uno memiliki 6 input analog, diberi label A0 melalui A5, masing-masing menyediakan 10 bit resolusi yaitu 1024 nilai yang berbeda. Secara default sistem mengukur dari tanah sampai 5 volt.

Uno Arduino dapat diaktifkan melalui koneksi USB atau dengan catu daya eksternal. Sumber listrik dipilih secara otomatis. Eksternal (non-USB) daya dapat datang baik dari AC-DC adaptor atau baterai. Adaptor ini dapat dihubungkan dengan cara menghubungkannya plug pusat-positif 2.1mm ke dalam board colokan listrik. Lead dari baterai dapat dimasukkan ke dalam header pin Gnd dan Vin dari konektor Power.

Board dapat beroperasi pada pasokan daya dari 6 - 20 volt. Jika diberikan dengan kurang dari 7V, bagaimanapun, pin 5V dapat menyuplai kurang dari 5 volt dan board mungkin tidak stabil. Jika menggunakan lebih dari 12V, regulator tegangan bisa panas dan merusak board. Rentang yang dianjurkan adalah 7 - 12 volt.

Pin catu daya adalah sebagai berikut:

- VIN. Tegangan input ke board Arduino ketika menggunakan sumber daya eksternal (sebagai lawan dari 5 volt dari koneksi USB atau sumber daya

lainnya diatur). Anda dapat menyediakan tegangan melalui pin ini, atau, jika memasok tegangan melalui colokan listrik, mengaksesnya melalui pin ini.

- 5V. Catu daya diatur digunakan untuk daya mikrokontroler dan komponen lainnya di board. Hal ini dapat terjadi baik dari VIN melalui regulator on-board, atau diberikan oleh USB .
- GND

2.3.2 Arsitektur Arduino Uno

Arduino adalah sebuah board mikrokontroller yang berbasis ATmega328. Arduino memiliki 14 pin input/output yang mana 6 pin dapat digunakan sebagai output PWM, 6 analog input, crystal osilator 16 MHz, koneksi USB, jack power, kepala ICSP, dan tombol reset. Arduino mampu men-support mikrokontroller; dapat dikoneksikan dengan komputer menggunakan kabel USB.

Komponen utama di dalam papan Arduino adalah sebuah microcontroller 8 bit dengan merk ATmegayang dibuat oleh perusahaan Atmel Corporation. Berbagai papan Arduino menggunakan tipe ATmega yang berbeda-beda tergantung dari spesifikasinya, sebagai contoh Arduino Uno menggunakan ATmega328 sedangkan ArduinoMega 2560 yang lebih canggih menggunakan ATmega2560.

Blok-blok di atas dijelaskan sebagai berikut:

- a. Universal Asynchronous Receiver/Transmitter (UART) adalah antar muka yang digunakan untuk komunikasi serial seperti pada RS-232, RS-422 dan RS-485.
- b. 2KB RAM pada memory kerja bersifat volatile (hilang saat daya dimatikan), digunakan oleh variable-variabel di dalam program.
- c. 32KB RAM flash memory bersifat non-volatile, digunakan untuk menyimpan program yang dimuat dari komputer. Selain program, flash memory juga menyimpan bootloader.
- d. Bootloader adalah program inisiasi yang ukurannya kecil, dijalankan oleh CPU saat daya dihidupkan. Setelah bootloader selesai dijalankan, berikutnya program di dalam RAM akan dieksekusi.

- e. 1KB EEPROM bersifat non-volatile, digunakan untuk menyimpan data yang tidak boleh hilang saat daya dimatikan. Tidak digunakan pada papan Arduino (red: namun bisa diakses/diprogram oleh pemakai dan digunakan sesuai kebutuhan).
- f. Central Processing Unit (CPU), bagian dari microcontroller untuk menjalankan setiap instruksi dari program.
- g. Port input/output, pin-pin untuk menerima data (input) digital atau analog, dan mengeluarkan data (output) digital atau analog.

Untuk memberikan gambaran mengenai apa saja yang terdapat di dalam sebuah microcontroller, pada gambar berikut ini diperlihatkan contoh diagram blok sederhana dari microcontroller ATmega328 (dipakai pada Arduino Uno).

ATMega328 adalah mikrokontroller keluaran dari atmel yang mempunyai arsitektur RISC (Reduce Instruction Set Computer) yang dimana setiap proses eksekusi data lebih cepat dari pada arsitektur CISC (Completed Instruction Set Computer). Mikrokontroller ini memiliki beberapa fitur antara lain :

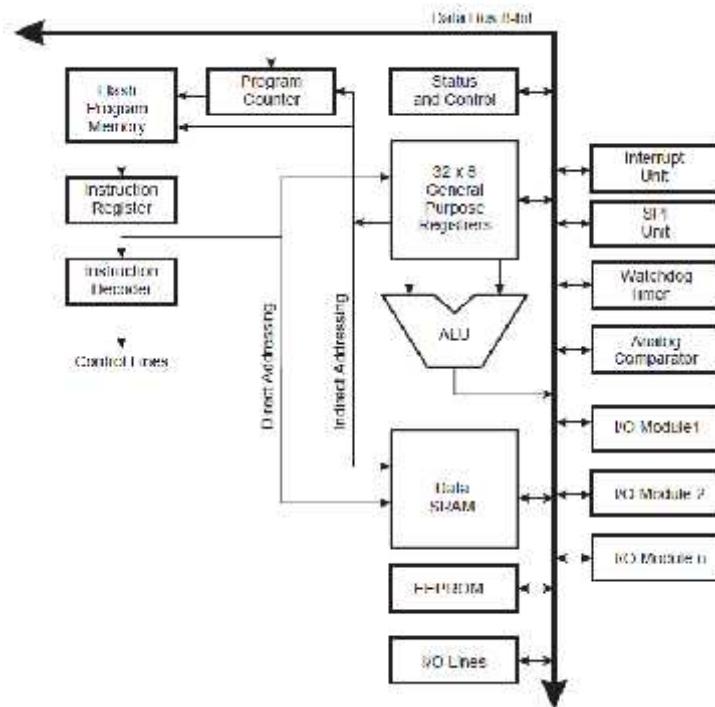
- 130 macam instruksi yang hampir semuanya dieksekusi dalam satu siklus clock.
- 32 x 8-bit register serba guna.
- Kecepatan mencapai 16 MIPS dengan clock 16 MHz.
- 32 KB Flash memory dan pada arduino memiliki bootloader yang menggunakan 2 KB dari flash memori sebagai bootloader.
- Memiliki EEPROM (Electrically Erasable Programmable Read Only Memory) sebesar 1KB sebagai tempat penyimpanan data semi permanent karena EEPROM tetap dapat menyimpan data meskipun catu daya dimatikan.
- Memiliki SRAM (Static Random Access Memory) sebesar 2KB.
- Memiliki pin I/O digital sebanyak 14 pin 6 diantaranya PWM (Pulse Width Modulation) output.
- Master / Slave SPI Serial interface.

Mikrokontroller ATmega 328 memiliki arsitektur Harvard, yaitu memisahkan memori untuk kode program dan memori untuk data sehingga dapat memaksimalkan kerja dan parallelism. Instruksi – instruksi dalam memori

program dieksekusi dalam satu alur tunggal, dimana pada saat satu instruksi dikerjakan instruksi berikutnya sudah diambil dari memori program. Konsep inilah yang memungkinkan instruksi – instruksi dapat dieksekusi dalam setiap satu siklus clock. 32 x 8-bit register serba guna digunakan untuk mendukung operasi pada ALU (Arithmetic Logic unit) yang dapat dilakukan dalam satu siklus. 6 dari register serbaguna ini dapat digunakan sebagai 3 buah register pointer 16-bit pada mode pengalamanan tidak langsung untuk mengambil data pada ruang memori data.

Ketiga register pointer 16-bit ini disebut dengan register X (gabungan R26 dan R27), register Y (gabungan R28 dan R29), dan register Z (gabungan R30 dan R31). Hampir semua instruksi AVR memiliki format 16-bit. Setiap alamat memori program terdiri dari instruksi 16-bit atau 32-bit.

Berikut ini adalah tampilan architecture ATmega328 :



Gambar 2.5 Architecture ATmega328 (Sumber: Din, 2011:1)

Tanpa melakukan konfigurasi apapun, begitu sebuah papan Arduino dikeluarkan dari kotak pembungkusnya ia dapat langsung disambungkan ke sebuah komputer melalui kabel USB. Selain berfungsi sebagai penghubung untuk pertukaran data, kabel USB ini juga akan mengalirkan arus DC 5 Volt kepada papan Arduino sehingga praktis tidak diperlukan sumber daya dari luar. Saat

mendapat suplai daya, lampu LED indikator daya pada papan Arduino akan menyala menandakan bahwa ia siap bekerja.

Pada papan Arduino Uno terdapat sebuah LED kecil yang terhubung ke pin digital no 13. LED ini dapat digunakan sebagai output saat seorang pengguna membuat sebuah program dan ia membutuhkan sebuah penanda dari jalannya program tersebut. Ini adalah cara yang praktis saat pengguna melakukan uji coba. Umumnya microcontroller pada papan Arduino telah memuat sebuah program kecil yang akan menyala LED tersebut berkedip-kedip dalam jeda satu detik. Jadi sangat mudah untuk menguji apakah sebuah papan Arduino baru dalam kondisi baik atau tidak, cukup sambungkan papan itu dengan sebuah komputer dan perhatikan apakah LED indikator daya menyala konstan dan LED dengan pin-13 itu menyala berkedip-kedip.

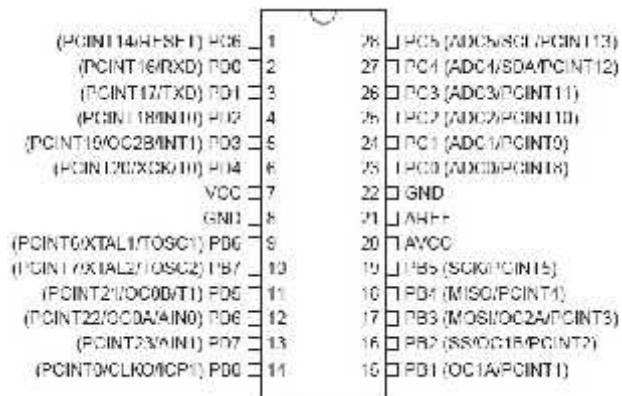
Arduino Uno adalah papan mikrokontroler berbasis ATmega328 (datasheet ATmega328). Arduino Uno memiliki 14 digital pin input/output, dimana 6 pin digunakan sebagai output PWM, 6 pin input analog, 16 MHz resonator keramik, koneksi USB, jack catu daya eksternal, header ICSP, dan tombol reset. Ini semua berisi hal-hal yang diperlukan untuk mendukung mikrokontroler; sederhana saja, hanya dengan menghubungkannya ke komputer dengan kabel USB atau sumber tegangan dengan adaptor AC-DC dan atau baterai untuk memulai menggunakan papan arduino.

Arduino Uno R3 berbeda dari semua papan Uno sebelumnya yang sudah tidak menggunakan chip driver FTDI USB-to-serial. Sekarang, Arduino Uno menggunakan fitur Atmega16U2 (Atmega8U2 sampai dengan versi R2) yang diprogram sebagai konverter USB-to-serial.

Arduino Uno Revisi 2 memiliki resistor pulling untuk 8U2 dari jalur HWB ke ground, sehingga lebih mudah untuk dimasukkan ke dalam mode DFU.

2.3.3 Konfigurasi Pin Arduino Uno

Arduino Uno mempunyai kaki stkitart 16 pin PID yang mempunyai fungsi sendiri-sendiri. Untuk lebih jelas tentang konfigurasi Pin Arduino Uno bisa di lihat pada gambar 2.6 (Dins, 2011:1)



Gambar 2.6 Konfigurasi Pin-pin Arduino Uno (Sumber: Din, 2011:1)

Table 2.2 Konfigurasi Port B (Sumber: Din, 2011:2)

Port Pin	Alternate Functions
PB7	XTAL2 (Chip Clock Oscillator pin 2) TOSC2 (Timer Oscillator pin 2) PCINT7 (Pin Change Interrupt 7)
PB6	XTAL1 (Chip Clock Oscillator pin 1 or External clock input) TOSC1 (Timer Oscillator pin 1) PCINT6 (Pin Change Interrupt 6)
PB5	SCK (SPI Bus Master clock Input) PCINT5 (Pin Change Interrupt 5)
PB4	MISO (SPI Bus Master Input/Slave Output) PCINT4 (Pin Change Interrupt 4)
PB3	MOSI (SPI Bus Master Output/Slave Input) OC2A (Timer/Counter2 Output Compare Match A Output) PCINT3 (Pin Change Interrupt 3)
PB2	SS (SPI Bus Master Slave select) OC1B (Timer/Counter1 Output Compare Match B Output) PCINT2 (Pin Change Interrupt 2)
PB1	OC1A (Timer/Counter1 Output Compare Match A Output) PCINT1 (Pin Change Interrupt 1)
PB0	ICP1 (Timer/Counter1 Input Capture Input) CLK0 (Divided System Clock Output) PCINT0 (Pin Change Interrupt 0)

Table 2.3 Konfigurasi Port C (Sumber: Din, 2011:2)

Port Pin	Alternate Function
PC6	RFSFT (Reset pin) PCINT14 (Pin Change Interrupt 14)
PC5	ADC5 (ADC Input Channel 5) SCL (2-wire Serial Bus Clock Line) PCINT13 (Pin Change Interrupt 13)
PC4	ADC4 (ADC Input Channel 4) SDA (2-wire Serial Bus Data Input/Output Line) PCINT12 (Pin Change Interrupt 12)
PC3	ADC3 (ADC Input Channel 3) PCINT11 (Pin Change Interrupt 11)
PC2	ADC2 (ADC Input Channel 2) PCINT10 (Pin Change Interrupt 10)
PC1	ADC1 (ADC Input Channel 1) PCINT9 (Pin Change Interrupt 9)
PC0	ADC0 (ADC Input Channel 0) PCINT8 (Pin Change Interrupt 8)

Table 2.3 Konfigurasi Port D (Sumber: Din, 2011:3)

Port Pin	Alternate Function
PD7	AIN1 (Analog Comparator Negative Input) PCINT23 (Pin Change Interrupt 23)
PD6	AIN0 (Analog Comparator Positive Input) OC0A (Timer/Counter0 Output Compare Match A Output) PCINT22 (Pin Change Interrupt 22)
PD5	I1 (Timer/Counter 1 External Counter Input) OC0B (Timer/Counter0 Output Compare Match B Output) PCINT21 (Pin Change Interrupt 21)
PD4	XCK (USART External Clock Input/Output) T0 (Timer/Counter 0 External Counter Input) PCINT20 (Pin Change Interrupt 20)
PD3	INT1 (External Interrupt 1 Input) OC2B (Timer/Counter2 Output Compare Match B Output) PCINT19 (Pin Change Interrupt 19)
PD2	INT0 (External Interrupt 0 Input) PCINT18 (Pin Change Interrupt 18)
PD1	TXD (USART Output Pin) PCINT17 (Pin Change Interrupt 17)
PD0	RXD (USART Input Pin) PCINT16 (Pin Change Interrupt 16)

2.4 Perangkat Lunak (Software)

Perangkat lunak adalah seperangkat instruksi yang disusun menjadi sebuah program untuk memerintahkan komputer melakukan suatu pekerjaan. Sebuah instruksi selalu berisi kode pengoperasian (Op-Code). Kode pengoperasian inilah yang disebut dengan bahasa mesin yang dapat dimengerti oleh

mikrokontroler. Instruksi-instruksi yang digunakan dalam memprogram suatu program yang diisikan pada IC ATMEGA16 adalah instruksi bahasa pemograman C (Winoto, 2012:11).

2.4.1 Arduino IDE

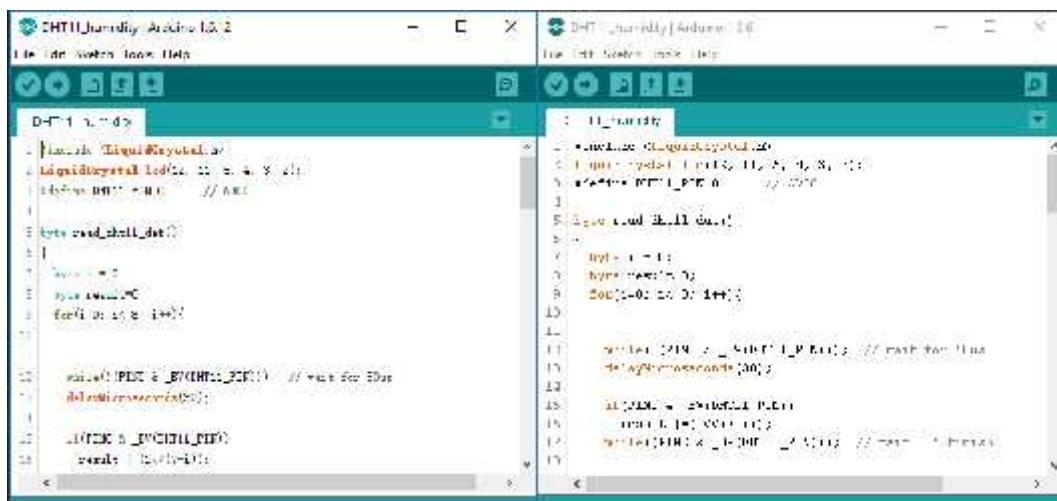
Sebuah mikrokontroler tidak akan bekerja bila tidak diberikan program untuk diisikan ke dalam mikrokontroler tersebut (HP_Infotect, 2015). Oleh karena itu, dalam tugas akhir ini akan digunakan perangkat lunak IDE Arduino Compiler sebagai media penghubung antara program yang akan diisikan ke mikrokontroler Arduino Uno yang menggunakan bahasa C.

Pemrograman mikrokontroler Arduino dapat menggunakan low level language (assembly) dan high level language (C, Basic, Pascal, JAVA, dll) tergantung compiler yang digunakan. Bahasa Assembler pada mikrokontroler AVR memiliki kesamaan instruksi, sehingga jika telah menguasai pemrograman satu jenis mikrokontroler AVR, maka akan dengan mudah untuk memprogram mikrokontroler AVR jenis lain, tetapi bahasa assembler relatif lebih sulit dipelajari daripada bahasa C, untuk pembuatan suatu proyek yang besar akan memakan waktu yang lama, serta penulisan programnya akan panjang. Sedangkan bahasa C memiliki keunggulan dibandingkan bahasa assembly yaitu penyusunan program akan lebih sederhana dan mudah pada proyek yang lebih besar. Bahasa C hampir bisa melakukan semua operasi yang dapat dikerjakan oleh bahasa mesin. IDE Arduino Compiler pada dasarnya merupakan perangkat lunak pemrograman mikrokontroler keluarga AVR berbasis bahasa C. Ada tiga komponen penting yang telah diintegrasikan dalam perangkat lunak ini: Compiler C, IDE dan program generator.

Berdasarkan spesifikasi yang dikeluarkan oleh perusahaan pengembangnya, Compiler C yang digunakan hampir mengimplementasikan semua komponen standar yang ada pada bahasa C standar ANSI (seperti struktur program, jenis tipe data, jenis operator, dan library fungsi standar berikut penamaannya). Tetapi walaupun demikian, dibandingkan bahasa C untuk aplikasi komputer, compiler C untuk mikrokontroler ini memiliki sedikit perbedaan yang

disesuaikan dengan arsitektur AVR tempat program C tersebut ditanamkan (embedded).

Khusus untuk library fungsi, disamping library standar (seperti fungsi-fungsi matematik, manipulasi string, pengaksesan memori dan sebagainya), IDE Arduino Compiler juga menyediakan fungsi-fungsi tambahan yang sangat bermanfaat dalam pemrograman antar muka AVR dengan perangkat luar yang umum digunakan dalam aplikasi kontrol. Beberapa fungsi library yang penting diantaranya adalah fungsi-fungsi untuk pengaksesan LCD, komunikasi I2C, IC RTC (Real time Clock), sensor suhu, SPI (Serial Peripheral Interface) dan lain sebagainya.



Gambar 2.7 Arduino IDE

Untuk memudahkan pengembangan program aplikasi, IDE Arduino Compiler juga dilengkapi IDE yang sangat user friendly. Selain menu-menu pilihan yang umum dijumpai pada setiap perangkat lunak berbasis Windows IDE Arduino Compiler ini telah mengintegrasikan perangkat lunak downloader yang bersifat In System Programmer yang dapat digunakan untuk mentransfer kode mesin hasil kompilasi ke dalam sistem memori mikrokontroler AVR yang sedang diprogram.

Selain itu, IDE Arduino Compiler juga menyediakan sebuah fitur yang dinamakan dengan Code Generator atau IDE Arduino Compiler. Secara praktis, fitur ini sangat bermanfaat membentuk sebuah kerangka program (template), dan

juga memberi kemudahan bagi programmer dalam peng-inisialisasi register-register yang terdapat pada mikrokontroler AVR yang sedang diprogram. Dinamakan Code Generator, karena perangkat lunak CodeVision ini akan membangkitkan kode-kode program secara otomatis setelah fase inisialisasi pada jendela IDE Arduino Compiler selesai dilakukan. Penggunaan fitur ini pada dasarnya hampir sama dengan application wizard pada bahasa-bahasa pemrograman visual untuk komputer.

Salah satu kelebihan dari IDE Arduino Compiler adalah tersedianya fasilitas untuk mendownload program ke mikrokontroler yang telah terintegrasi sehingga demikian IDE Arduino Compiler ini selain dapat berfungsi sebagai software kompiler juga dapat berfungsi sebagai software programmer/downloader. Jadi kita dapat melakukan proses download program yang telah dikompile dengan menggunakan software IDE Arduino Compiler juga.

Tidak perlu perangkat chip programmer karena didalamnya sudah ada bootloader yang akan menangani upload program dari komputer. Sudah memiliki sarana komunikasi USB, Sehingga pengguna laptop yang tidak memiliki port serial/RS323 bisa menggunakannya.

Memiliki modul siap pakai (Shield) yang bisa ditancapkan pada board arduino. Contohnya shield GPS, Ethernet,dll.

Soket USB adalah soket kabel USB yang disambungkan kekomputer atau laptop. Yang berfungsi untuk mengirimkan program ke arduino dan juga sebagai port komunikasi serial.

Input/output digital atau digital pin adalah pin pin untuk menghubungkan arduino dengan komponen atau rangkaian digital. contohnya , jika ingin membuat LED berkedip, LED tersebut bisa dipasang pada salah satu pin input atau output digital dan ground. komponen lain yang menghasilkan output digital atau menerima input digital bisa disambungkan ke pin pin ini.

Input analog atau analog pin adalah pin pin yang berfungsi untuk menerima sinyal dari komponen atau rangkaian analog. contohnya , potensiometer, sensor suhu, sensor cahaya, dll.

pin pin catu daya adalah pin yang memberikan tegangan untuk komponen atau rangkaian yang dihubungkan dengan arduino. Pada bagian catu daya ini pin

Vin dan Reset. Vin digunakan untuk memberikan tegangan langsung kepada arduino tanpa melalui tegangan pada USB atau adaptor, sedangkan Reset adalah pin untuk memberikan sinyal reset melalui tombol atau rangkaian eksternal.

Soket baterai atau adaptor digunakan untuk menyuplai arduino dengan tegangan dari baterai/adaptor 9V pada saat arduino sedang tidak disambungkan kekomputer. Jika arduino sedang disambungkan kekomputer dengan USB, Arduino mendapatkan suplai tegangan dari USB, Jika tidak perlu memasang baterai/adaptor pada saat memprogram arduino.

2.4.2 *Flowchart*

Menurut Al-Bahra bin Iadjamudin mengatakan bahwa *Flowchart* adalah bagan-bagan yang mempunyai arus yang menggambarkan langkah-langkah penyelesaian suatu masalah. *Flowchart* merupakan cara penyajian dari suatu algoritma.

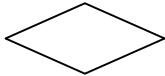
Flowchart Sistem merupakan bagan yang menunjukkan alur kerja atau apa yang sedang dikerjakan di dalam sistem secara keseluruhan dan menjelaskan urutan dari prosedur-prosedur yang ada di dalam sistem. Dengan kata lain, *flowchart* ini merupakan dekripsi secara grafik dari urutan prosedur-prosedur yang terkombinasi yang membentuk suatu sistem.

Flowchart Sistem terdiri dari data yang mengalir melalui sistem dan proses yang mentransformasikan data itu. Data dan proses dalam *flowchart* sistem dapat digambarkan secara online (dihubungkan langsung dengan komputer) atau offline (tidak dihubungkan langsung dengan komputer, misalnya mesin tik, cash register atau kalkulator).

Simbol *Flowchart* dapat dilihat pada Tabel 2.1

Tabel 2.1 Simbol Flowchart (Sumber: Al Bahra, 2012)

No	Simbol	Pengertian	Keterangan
1.		Mulai / berakhir (<i>Terminal</i>)	Digunakan untuk memulai, mengakhiri, atau titik henti dalam sebuah proses atau program; juga digunakan untuk menunjukkan pihak eksternal.
2.		Dokumen	Sebuah dokumen atau laporan; dokumen dapat dibuat dengan tangan atau dicetak oleh komputer.
3.		Kegiatan Manual	Sebuah kegiatan pemrosesan yang dilaksanakan secara manual.
4.		Arsip	Arsip dokumen disimpan dan diambil secara manual. Huruf didalamnya menunjukkan cara pengurutan arsip: N = Urut Nomor; A = Urut Abjad; T = Urut Tanggal.
5.		Input / Output; Jurnal / Buku Besar	Digunakan untuk menggambarkan berbagai media input dan output dalam sebuah bagan alir program.
6.		Disk Bermagnit	Data disimpan secara permanen pada disk bermagnit.
7.		Penghubung Pada Halaman Berbeda	Menghubungkan bagan alir yang berada dihalaman yang berbeda.
8.		Pemasukan Data On Line	Entri data alat oleh on line seperti terminal CRT dan komputer pribadi.
9.		Pemrosesan Komputer	Sebuah fungsi pemrosesan yang dilaksanakan oleh komputer biasanya menghasilkan perubahan terhadap data atau informasi
10.		Arus Dokumen atau Pemrosesan	Arus dokumen atau pemrosesan; arus normal adalah ke kanan atau ke bawah.

11.		Keputusan	Sebuah tahap pembuatan keputusan
12.		Penghubung Dalam Sebuah Halaman	Menghubungkan bagan alir yang berada pada halaman yang sama.
13.		Dokumen Rangkap	Digambarkan dengan menupuk simbol dokumen dan pencetakan nomor dokumen dibagian depan dokumen pada bagian kiri atas.

2.5 Temperature dan Kelembaban

Menurut Smith (2014) bahwa temperature adalah keadaan panas atau dinginnya udara. Alat untuk mengukur suhu udara atau derajad panas disebut termometer. Pengukuran biasa dinyatakan dalam skala Celsius (C), Reamur (R), dan Fahrenheit (F). Suhu udara tertinggi di permukaan bumi adalah di daerah tropis (sekitar ekuator) dan makin ke kutub makin dingin. Empat macam termometer yang paling dikenal adalah Celsius, Reumur, Fahrenheit dan Kelvin.

Sedangkan kelembaban menurut Smith (2014) adalah Kelembaban adalah tingkat kebasahan udara (jumlah air yang terkandung di udara) yang dinyatakan dengan persentase nisbi/relatif terhadap titik jenuhnya. Udara jenuh dengan kelembaban 100% jika di dalam 1 M3 udara pada temperatur 300C mengandung 30 gram uap air. Sedangkan pada suhu 200C mengandung 17 gram uap air.

Dalam kimia dan sains lainnya, istilah temperatur dan tekanan standar (Inggris: standard temperature and pressure, disingkat STP) adalah sebuah keadaan standar yang digunakan dalam pengukuran eksperimen. Standar ini digunakan agar setiap data dalam percobaan yang berbeda-beda dapat dibandingkan. Standar yang paling umum digunakan adalah standar IUPAC dan NIST. Terdapat juga variasi standar lainnya yang ditetapkan oleh organisasi-organisasi lainnya. Standar IUPAC sekarang ini adalah temperatur 0 °C (273,15 K, 32 °F) dan tekanan absolut 100 kPa (14,504 psi)[1], sedangkan standar NIST adalah 20 °C (293,15 K, 68 °F) dan tekanan absolut 101,325 kPa (14,696 psi).

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode penelitian kuantitatif eksperimen karena dalam pelaksanaannya meliputi analisis sistem dan perancangan sistem pada rancangan sistem pemantauan temperatur dan kelembaban lingkungan berbasis wireless sensor network. Penelitian ini disusun sebagai penelitian eksperimen yakni mendesain rangkaian dan menguji rangkaian yang telah dibangun dengan tujuan untuk mengetahui faktor-faktor tingkah laku sistem untuk tiap komponen pada sistem yang telah dibangun.

3.2 Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian dengan judul sistem pemantauan temperatur dan kelembaban lingkungan berbasis wireless sensor network dilakukan secara mandiri dan dilakukan selama empat bulan yaitu dari September 2019 sampai dengan Desember 2019 dengan jadwal penelitian seperti yang terlihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Jadwal Penelitian

No	Uraian	Tahun 2019 - 2020											
		November 2019				Desember 2019				Januari 2020			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Identifikasi Masalah												
2	Analisis Kebutuhan												
3	Membuat Rancangan Sistem												
4	Seminar Proposal												
5	Perancangan Program												
6	Uji Coba Program												
7	Desain dan Kode Program												
8	Perbaikan Penulisan												
9	Akhir Laporan												
10	Sidang Tugas Akhir												

3.3 Populasi dan Sampel

Populasi adalah sekumpulan objek yang menjadi pusat perhatian, yang padanya terkandung informasi yang ingin diketahui. Objek ini disebut dengan satuan analisis. Satuan analisis ini memiliki kesamaan perilaku atau karakteristik yang ingin diteliti.

Sampel merupakan contoh atau himpunan bagian (subset) dari suatu populasi yang dianggap mewakili populasi tersebut sehingga informasi apa pun yang dihasilkan oleh sampel ini bisa dianggap mewakili keseluruhan populasi. Sampel yang digunakan pada penelitian ini adalah suhu ruangan yang akan diuji pada model prototipe sistem pemantauan temperatur dan kelembaban lingkungan berbasis wireless sensor network.

3.4 Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode penelitian perancangan alat yaitu sistem pemantauan temperatur dan kelembaban lingkungan berbasis Wireless Sensor Network. Didalam pelaksanaannya meliputi analisis 30system dan perancangan 30system. Pada penelitian ini akan dirancang sebuah *30system30r30* sistem pemantauan temperatur dan kelembaban lingkungan berbasis Wireless Sensor Network berbasis *Arduino uno*. *30system30r30* *30system* informasi ini dapat memonitor keadaan temperature dan kelembaban dari jarak jauh melalui jaringan komputer.

Dalam perancangan aplikasi pada tugas akhir ini penulis menggunakan metode penelitian dengan menggunakan metode Waterfall. Metode Waterfall adalah metode yang menyarankan sebuah pendekatan yang sistematis dan sekuensial melalui tahapan-tahapan yang ada pada SDLC untuk membangun sebuah perangkat lunak. Metode ini adalah sebuah metode yang tepat untuk membangun sebuah perangkat lunak yang tidak terlalu besar dan sumber daya manusia yang terlibat dalam jumlah yang terbatas (Jogiyanto, 2013:12)

Dari tahapan pada metode Waterfall diawali oleh tahap analisis kebutuhan yang merupakan tahap awal pembangunan sebuah perangkat lunak. Tahap ini

didefinisikan sebagai sebuah tahap yang menghasilkan sebuah kondisi yang diperlukan oleh pengguna untuk menyelesaikan permasalahan ataupun mencapai sebuah tujuan. Tahap ini bertujuan untuk mengumpulkan kebutuhan-kebutuhan pengguna dan kemudian mentransformasikan ke dalam sebuah deskripsi yang jelas dan lengkap.

Tahapan kedua adalah tahap analisis sistem yang bertujuan untuk menjabarkan segala sesuatu yang nantinya akan ditangani oleh perangkat lunak. Tahapan ini adalah tahapan dimana pemodelan merupakan sebuah representasi dari object di dunia nyata. Untuk memahami sifat perangkat lunak yang akan dibangun, analis harus memahami domain informasi, dan tingkah laku yang diperlukan.

Tahap ketiga adalah tahap perancangan perangkat lunak yang merupakan proses multi langkah dan berfokus pada beberapa atribut perangkat lunak yang berbeda yaitu struktur data, arsitektur perangkat lunak, dan detil algoritma. Proses ini menerjemahkan kebutuhan ke dalam sebuah model perangkat lunak yang dapat diperkirakan kualitasnya sebelum dimulainya tahap implementasi.

Tahap implementasi adalah tahap yang mengkonversi apa yang telah dirancang sebelumnya ke dalam sebuah bahasa yang dimengerti komputer. Kemudian komputer akan menjalankan fungsi-fungsi yang telah didefinisikan sehingga mampu pelangganikan layanan-layanan kepada penggunanya.

Tahap selanjutnya adalah tahap pengujian. Terdapat dua metode pengujian perangkat lunak yang umum digunakan, yaitu metode black-box dan white-box. Pengujian dengan metode black-box merupakan pengujian yang menekankan pada fungsionalitas dari sebuah perangkat lunak tanpa harus mengetahui bagaimana struktur di dalam perangkat lunak tersebut. Sebuah perangkat lunak yang diuji menggunakan metode black-box dikatakan berhasil jika fungsi-fungsi yang ada telah memenuhi spesifikasi kebutuhan yang telah dibuat sebelumnya. Sedangkan metode white-box menguji struktur internal perangkat lunak dengan melakukan pengujian pada algoritma yang digunakan oleh perangkat lunak.

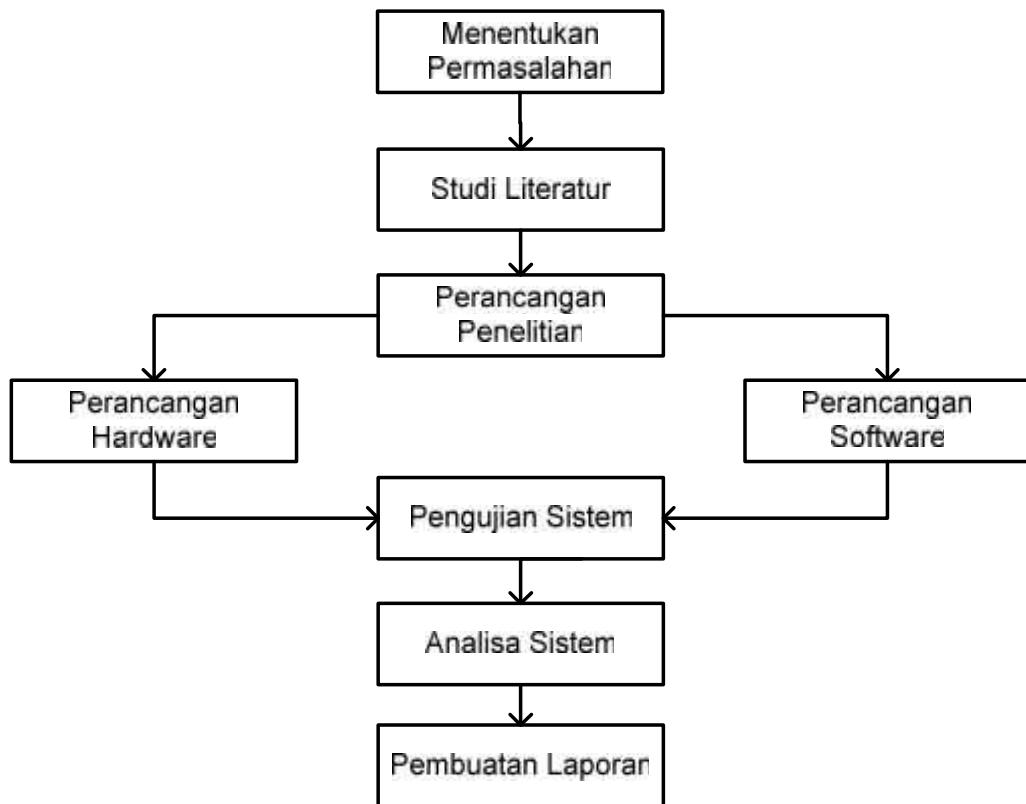
Tahap akhir dari metode Waterfall adalah tahap perawatan. Tahap ini dapat diartikan sebagai tahap penggunaan perangkat lunak yang disertai dengan perawatan dan perbaikan. Perawatan dan perbaikan suatu perangkat lunak

diperlukan, termasuk di dalamnya adalah pengembangan, karena dalam prakteknya ketika perangkat lunak tersebut digunakan terkadang masih terdapat kekurangan ataupun penambahan fitur-fitur baru yang dirasa perlu.

3.7 Teknik Pengumpulan dan Sumber Data

Yang dimaksud dengan sumber data dalam penelitian adalah subyek dari mana data dapat diperoleh. Dalam penelitian ini penulis menggunakan Sumber data skunder, yaitu data yang langsung dikumpulkan oleh peneliti sebagai penunjang dari buku dan beberapa artikel ilmiah.

Adapun alur penelitian yang akan dilakukan dapat dilihat pada bagan kotak Gambar 3.1 berikut :



Gambar 3.1 Alur Penelitian

Adapun tahapan tahapannya sebagai berikut :

1. Penentuan Masalah

Tahap ini dilakukan untuk mencari permasalahan yang berhubungan dengan penggunaan mikrokontroler dan web

2. Studi Literatur

Tahap ini dilakukan untuk mencari informasi sehubungan dengan sistem-sistem yang telah dibangun menggunakan mikrokontroler.

3. Perancangan Penelitian

Terdapat 2 bagian didalam tahap perancangan cepat yaitu :

3. Perancangan *Hardware*

Perancangan *Hardware* bertujuan untuk merancang peralatan/rangkaian pendukung untuk sistem yang akan dibuat.

b. Perancangan *Software*

Perancangan *Software* dilakukan untuk memudahkan didalam pembuatan *Software* nanti.

4. Pengujian Sistem

Pada tahap ini dilakukan pengujian terhadap sistem yang telah dirancang, apakah berjalan atau tidak sebuah sistem dengan tujuan yang telah direncanakan.

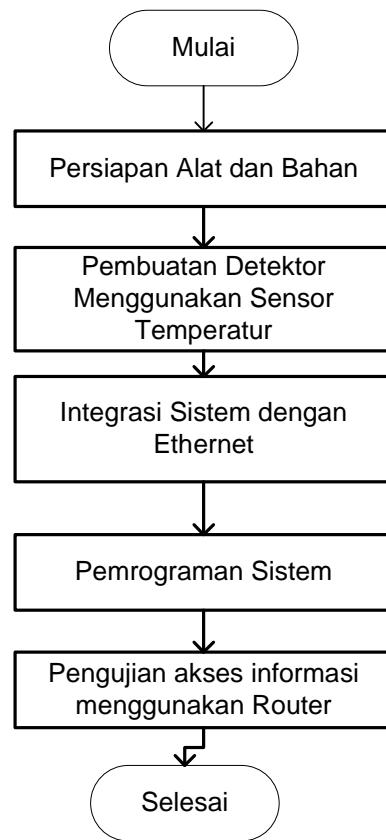
5. Analisa Sistem

Pada tahap ini dilakukan analisa terhadap sistem yang telah dijalankan dengan melihat sisi yang akan diukur.

6. Pembuatan Laporan

Pada tahap ini adalah melakukan laporan penelitian yang melengkapi hasil pengujian dan analisa sistem dan diakhiri dengan kesimpulan.

Sedangkan alur perancangan alat yang akan dilakukan dapat dilihat pada bagan kotak gambar 3.2 berikut :



Gambar 3.2 Alur Perancangan Sistem

Tahapan dari alur perancangan sistem dapat dijelaskan sebagai berikut :

1. Persiapan Alat dan Bahan

Tahap ini peneliti mempersiapkan alat dan bahan berupa mikrokontroler Arduino, Sensor Suhu dan Ethernet modul.

2. Pembuatan sistem hujan

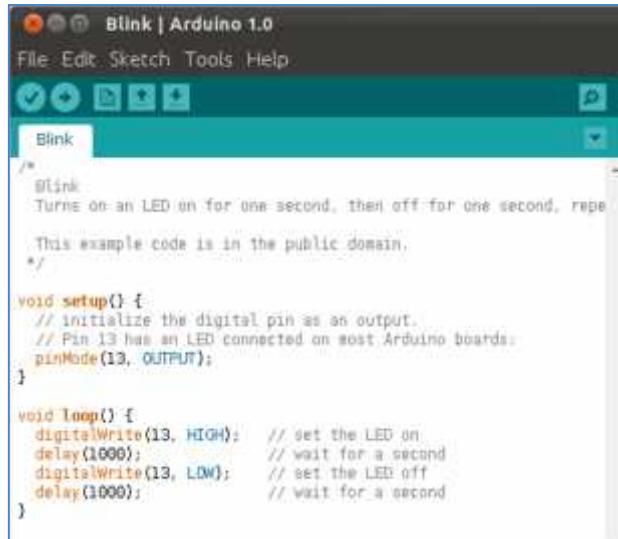
Tahap ini peneliti membuat rangkaian sistem suhu menggunakan sensor hujan dan mikrokontroler arduino uno.

3. Integrasi sistem jemuran

Pada tahap ini sistem sihu yang telah selesai di gabungkan dengan sistem jemuran.

4. Pemrograman Sistem

Pada tahap ini adalah melakukan pemrograman sistem dengan menggunakan bahasa C dan menggunakan editor Arduino IDE seperti yang terlihat pada Gambar 3.7.



```

/*
  Blink
  Turns on an LED on for one second, then off for one second, repeating
  This example code is in the public domain.
*/

void setup() {
  // initialize the digital pin as an output
  // Pin 13 has an LED connected on most Arduino boards:
  pinMode(13, OUTPUT);
}

void loop() {
  digitalWrite(13, HIGH); // set the LED on
  delay(1000); // wait for a second
  digitalWrite(13, LOW); // set the LED off
  delay(1000); // wait for a second
}

```

Gambar 3.3 Editor Arduino IDE dengan Pemrograman C

3.7 Alat dan Bahan

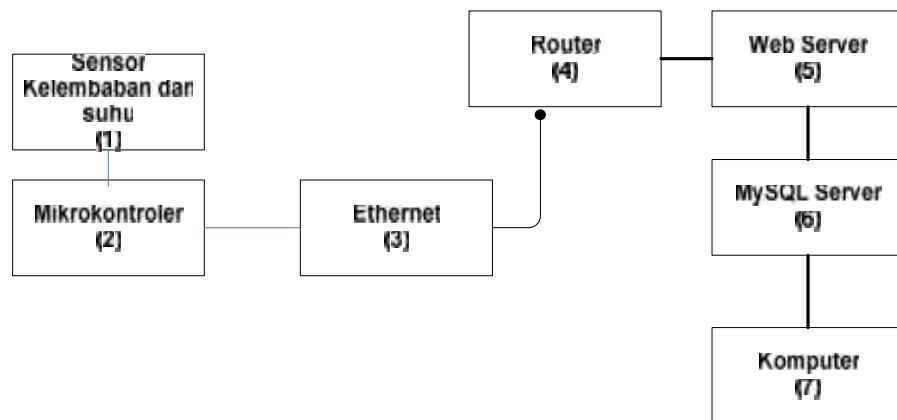
Pada penelitian pembuatan sistem pemantauan temperatur dan kelembaban lingkungan berbasis Wireless Sensor Network terdapat alat dan bahan yang digunakan yaitu:

- Perangkat Keras
 - a. Komputer dengan spesifikasi minimal Dual Core Ram 2Gb
 - b. Minimum Sistem Mikrokontroler Arduino Uno sebagai mainboard mikrokontroler
 - c. Modul ethernet sebagai jembatan arduino dengan jaringan komputer
 - d. Sensor Suhu DHT11
 - e. *Breadboard* sebagai tempat dimana komponen dirangkai
 - f. Perangkat Lunak yang digunakan adalah IDE Arduino Sebagai compiler

3.7 Perancangan Sistem

Secara umum blok diagram sistem pemantauan temperatur dan kelembaban lingkungan berbasis Wireless Sensor Network pada Gambar 3.4 dapat dijelaskan

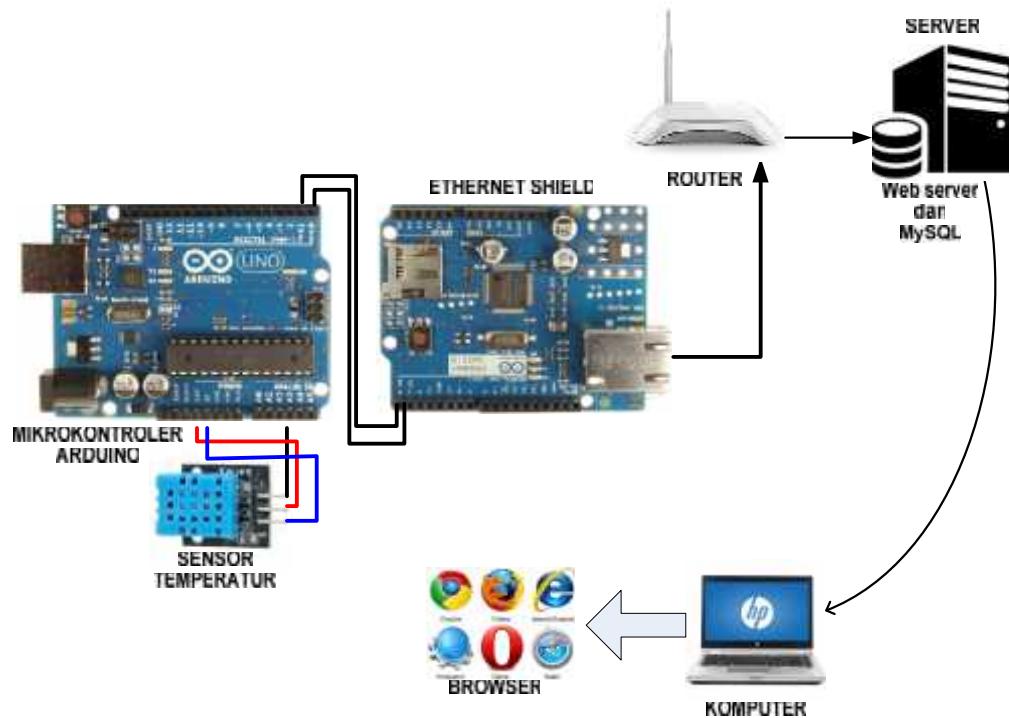
bawa sistem terdiri atas sensor Temperatur Lingkungan tanah sebagai detektor yang dihubungkan dengan pada pin analog pada mikrokontroler arduino uno yang berfungsi sebagai pengolah data. Data yang telah diolah oleh mikrokontroler dikirimkan ke ethernet untuk dapat dikirimkan ke sistem web server dan mySQL server. Hasil akhir temperatur diproses oleh web server dan diakses oleh pengguna menggunakan browser internet.



Gambar 3.4 Diagram blok system

Keterangan Gambar 3.4 :

1. Sensor Temperatur Lingkungan : Sebagai Detektor Temperatur Lingkungan
2. Mikrokontroler : Sebagai pengolah data dari sensor
3. *Ethernet* : Sebagai jembatan arduino ke web server
4. *Router* : sebagai router
5. Web Server : sebagai alat pengolah data sensor disisi server
6. MySQL : sebagai database server
7. Komputer : Sebagai Ouput Informasi



Gambar 3.3 Rangkaian Sistem

Berdasarkan rancangan pada Gambar 3.3 dapat dijelaskan bahwa hubungan sensor temperatur dan mikrokontroler sebagai pemproses dihubungkan melalui pin analog yang terdapat pada pin A0 atau pin analog pada nomor 0 ke pin signal atau data pada sensor temperatur. Sedangkan pin Vcc dan GND pada sensor temperatur dihubungkan ke Vcc dan GND pada Mikrokontroler Arduino Uno. Untuk penghubung mikrokontroler Arduino Uno dan Ethernet shield modul dihubungkan melalui pin serial RX dan TX atau pada Pin 1 dan 2. Dan penghubung antara ethernet shield dan wireless router dihubungkan melalui port LAN dengan menggunakan kabel RJ45. Begitu juga dengan wireless router dengan server database dihubungkan dengan jaringan local area network (LAN) menggunakan kabel RJ45. Dan yang terakhir adalah penghubung antara pengguna dengan sistem wireless sensor network dan server database dihubungkan dengan wireless yang dipancarkan atau didistribusikan oleh wireless router.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini akan dibahas tentang pengujian berdasarkan perancangan dari sistem yang dibuat. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kemampuan dari sistem dan untuk mengetahui apakah sistem sudah berjalan sesuai dengan perencanaan.

Pada pengujian perangkat keras dilakukan dengan cara mengukur tegangan masukan dan tegangan keluaran pada blok rangkaian alat tersebut. Pengujian perangkat keras dilakukan pada blok rangkaian alat yang meliputi:

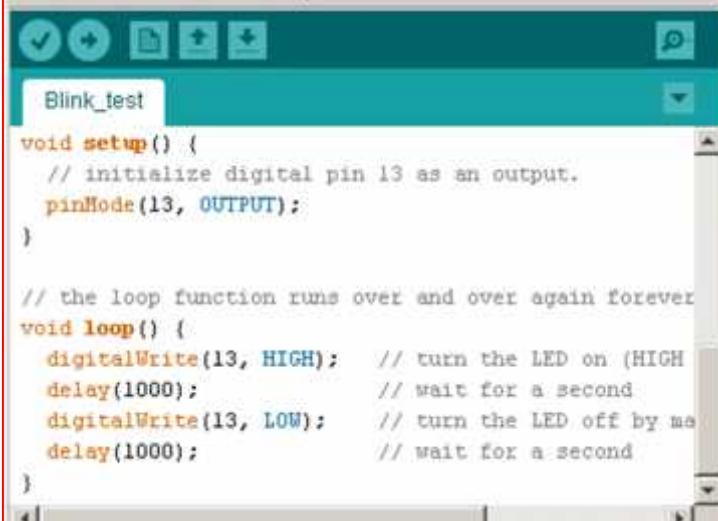
1. Mikrokontroler Arduino Uno
2. Ethernet
3. Sensor Suhu DHT11
4. Pengujian Database

4.1 Pengujian Mikrokontroler Arduino

Pengujian sistem Mikrokontroler Arduino dilakukan dengan memprogram sistem Mikrokontroler Arduinountuk membuat Pin.4 menjadi nilai positif negative 0 dan 1 yang diulang-ulang dengan delay 100 ms. kemudian keluaran tegangan dari Pin.4 akan diukur dengan avometer.

Pengujian sistem Mikrokontroler Arduino ini untuk memastikan bahwa sistem Mikrokontroler Arduino yang digunakan pada penelitian ini tidak rusak. Pada penelitian ini pengujian dilakukan dengan menghubungkan kaki positif lampu LED ke port 13 dan kaki negatif ke port GND. Untuk menjalankan pengujian ini maka diperlukan upload program *Blink Test* seperti yang tertera pada Gambar 4.1. Sedangkan hasil pengujian blink test dapat dilihat pada Gambar 4.2. pada gambar terlihat lampu LED berkedip-kedip setiap 1 detik. pada listing program pada Gambar 4.1. Pada listing program blink test secara garis besar dapat dijelaskan `pinMode(13, OUTPUT)` adalah perintah inisialisasi PIN13 sebagai output dan dalam hal ini adalah lampu LED. Sedangkan pada baris berikutnya adalah `digitalWrite(13, HIGH)` adalah mengeset LED dalam kondisi ON

sedangkan digitalWrite(13, LOW) adalah mengeset LED dalam kondisi OFF dan delay(1000) adalah delay waktu selama 1000 mili detik atau 1 detik. Dengan program ini maka kondisi LED akan hidup dalam waktu 1 detik dan padam dalam waktu 1 detik.



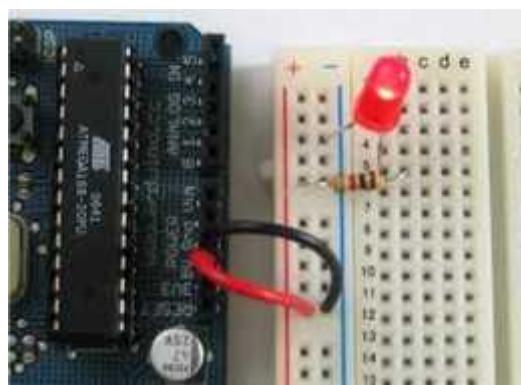
```

Blink_test
void setup() {
    // initialize digital pin 13 as an output.
    pinMode(13, OUTPUT);
}

// the loop function runs over and over again forever
void loop() {
    digitalWrite(13, HIGH);    // turn the LED on (HIGH)
    delay(1000);              // wait for a second
    digitalWrite(13, LOW);     // turn the LED off by making
    delay(1000);              // wait for a second
}

```

Gambar 4.1 Program Pengujian Mikrokontroler Arduino



Gambar 4.2 Hasil Pengujian Blink Test

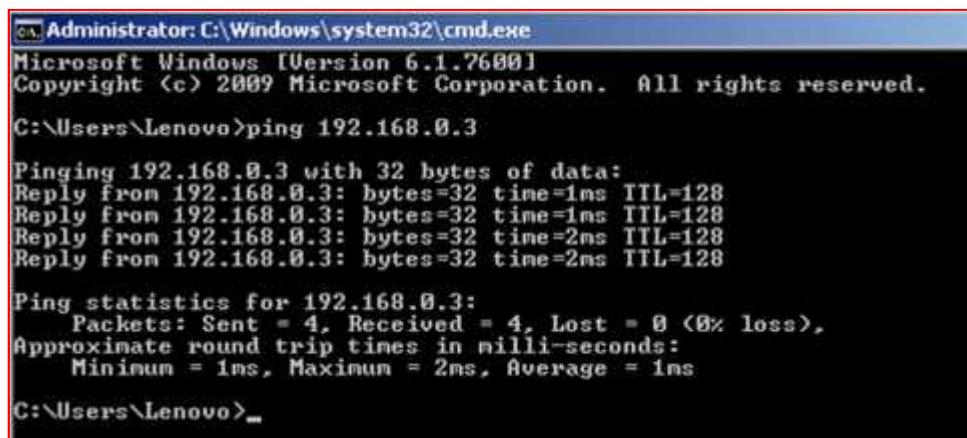
4.2 Hasil Pengujian Ethernet Shield

Komunikasi Arduino dengan Ethernet shield dilakukan secara serial. Penambahan modul Ethernet shield memanfaatkan pin 10,11,12,13 seperti yang terlihat pada Gambar 4.3. Pada penelitian ini Ethernet shield diprogram menggunakan bahasa C dengan bantuan library SPI.h dan Ethernet.h.



Gambar 4.3 Pengujian Rangkaian Arduino dengan Ethernet Shield W5100

Pengujian rangkaian ethernet shield dengan arduino dapat dilakukan dengan mengakses ping 192.168.0.3 dapat dilihat pada Gambar 4.4.

A screenshot of a Windows Command Prompt window titled 'Administrator: C:\Windows\system32\cmd.exe'. The window shows the output of a ping command. The text is as follows:

```
Microsoft Windows [Version 6.1.7600]
Copyright (c) 2009 Microsoft Corporation. All rights reserved.

C:\Users\Lenovo>ping 192.168.0.3

Pinging 192.168.0.3 with 32 bytes of data:
Reply from 192.168.0.3: bytes=32 time=1ms TTL=128
Reply from 192.168.0.3: bytes=32 time=1ms TTL=128
Reply from 192.168.0.3: bytes=32 time=2ms TTL=128
Reply from 192.168.0.3: bytes=32 time=2ms TTL=128

Ping statistics for 192.168.0.3:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 1ms, Maximum = 2ms, Average = 1ms

C:\Users\Lenovo>_
```

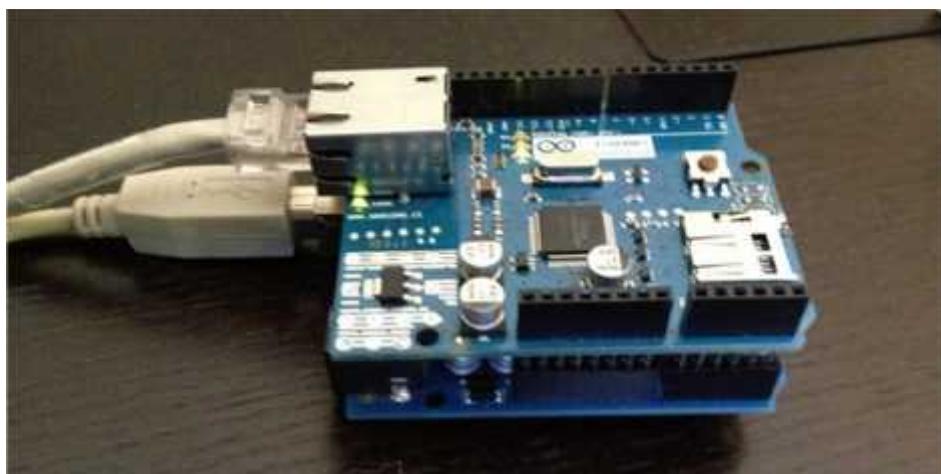
Gambar 4.4 Hasil Ping ke Ethernet

Pada tahap pemasangan dalam proses pengujian dilakukan dengan menggunakan lampu led sebagai pengganti relay yang diletakkan papan breadboard. Tahap awalnya dipersiapkan 1 mikrokontroler arduino dan 1 modul ethernet seperti yang terlihat pada Gambar 4.5



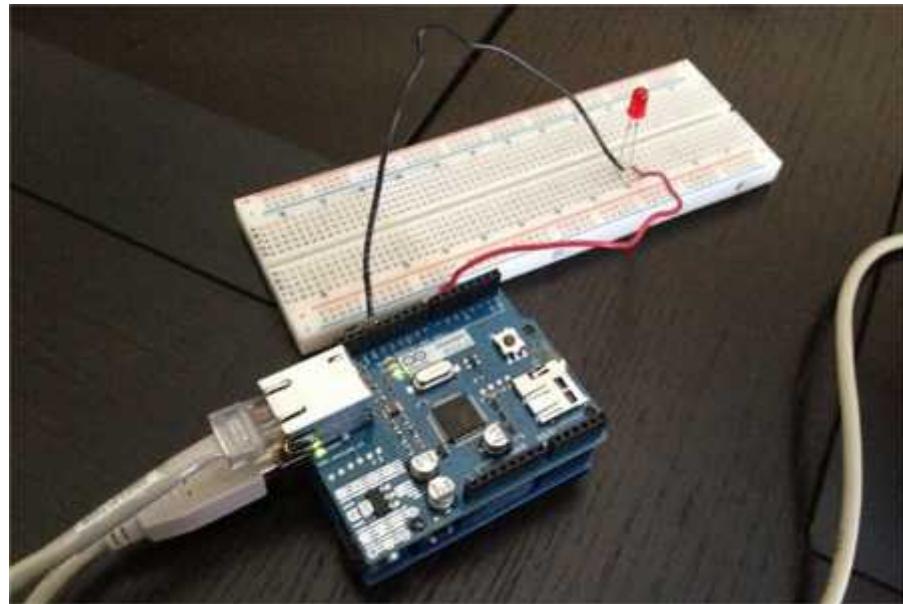
Gambar 4.5 Persiapan Modul Arduino dan Ethernet

Setelah kedua modul dipersiapkan maka modul ethernet tersebut digandeng atau pasang diatas modul arduino uno. Setelah itu pasang kabel power arduino dan pasang kabel jaringan RJ-45 pada modul ethernet, seperti yang terlihat pada Gambar 4.6



Gambar 4.7 Pemasangan modul ethernet pada modu arduino Uno

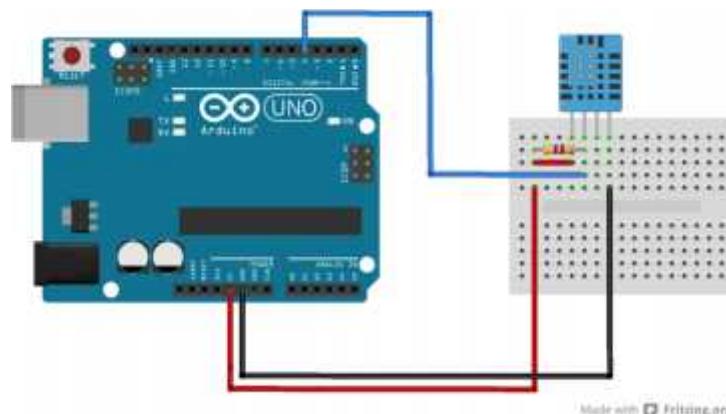
Pemasangan selanjunya adalah persiapan rangkaian led sebagai pengganti relay yang dipasang pada papan breadboard dengan menghubungkan kaki positif led pada pin 6 dan kaki negatif led berada pada pin GND seperti yang terlihat pada Gambar 4.8



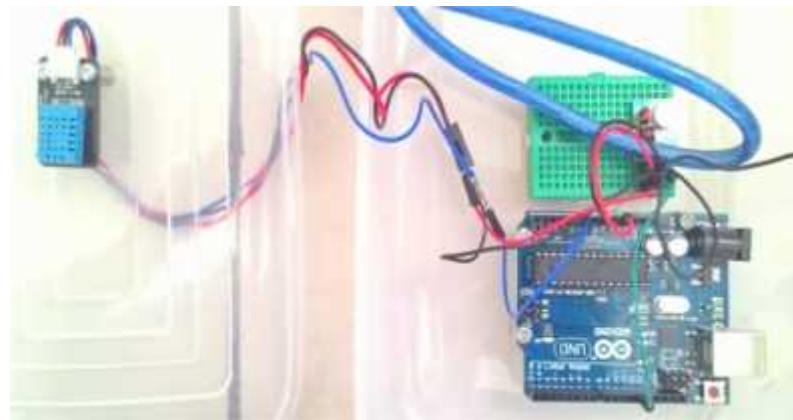
Gambar 4.8 Pemasangan led sebagai pengganti relay.

4.3 Pengujian Sensor Suhu

Hasil pengujian sensor suhu DHT11 dapat dilihat pada Gambar 4.9. dan hasil pengujian sensor pada ruangan antara jam 07.00 s/d 19.00 dapat dilihat pada Tabel 4.1



Gambar 4.9 Rangkaian Sensor Suhu dan Mikrokontroler yang diuji



Gambar 4.10 Hasil Rangkaian Pengujian Sensor Suhu

Tabel 4.1 Pengujian Suhu dari Sensor DHT11

No	Jam	Suhu °C
1.	07:00	30
2.	08:00	30
3.	09:00	31
4.	10:00	32
5.	11:00	32
6.	12:00	34
7.	13:00	35
8.	14:00	35
9.	15:00	35
10.	16:00	34
11.	17:00	32
12.	18:00	32
13.	19:00	32

4.4 Database MySQL

Database MySQL dibangun adalah untuk menyimpan data yang dikirimkan prototipe deteksi suhu dan kelembaban melalui perangkat wireless ke server database MySQL. Database pada penelitian tugas akhir ini dapat dilihat pada Gambar 4.11. Database pengukuran suhu berbasis wireless sensor network menggunakan phpmyadmin sebagai database manajer seperti terlihat pada

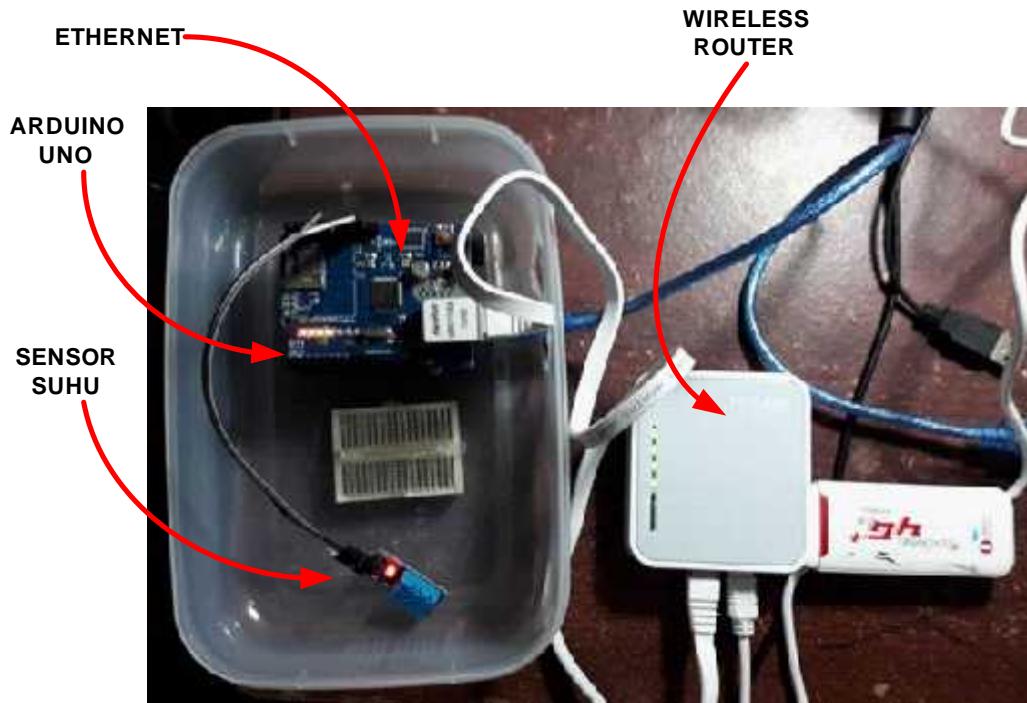
Gambar 4.12. Nama database yang digunakan adalah wsn_suhu, sedangkan kolom yang digunakan nomor, suhu, kelembaban dan waktu. Kolom nomor merupakan sebuah id unik dari data yang dikirimkan ke database, setiap data yang dikirimkan ke database mempunyai angka yang tidak sama dengan data yang lain. Dalam satu id mempunyai data suhu, kelembaban dan waktu. Kolom suhu dan kelembaban mempunyai tipe data float. Data float digunakan data yang mempunyai bilangan pecahan.



Gambar 4.11 Database WSN Suhu

4.5 Hasil Prototipe Arduino Berbasis Wireless Sensor Network

Berdasarkan hasil rangkaian prototipe maka didapat rangkaian seperti yang terlihat pada Gambar 4.12 dimana rangkaian prototipe terdiri atas sensor suhu sebagai komponen input, arduino sebagai pemroses data, ethernet sebagai penghubung antara arduino dan jaringan komputer, router TP-Link sebagai penghubung antara prototipe rangkaian detektor suhu berbasis wireless sensor network dengan database server MySQL.



Gambar 4.12 Prototipe deteksi suhu berbasis wireless sensor network.

4.6 Deteksi Suhu Berbasis Wireless Sensor Network

Berdasarkan hasil rangkaian prototipe maka didapat hasil pengujian sensor secara jarak jauh seperti yang terlihat pada Gambar 4.13. Pada gambar tersebut dapat dilihat bahwa pengaksesan data dilakukan secara realtiem dan disimpan kedalam database mySQL serta ditampilkan pada localhost/wsn_suhu. Data yang ditampilkan pada halaman web tersebut adalah data waktu, suhu dan kelembaban udara.

No	WAKTU	SUHU	KELEMBABAN
1	2020-05-31 15:08:13	29 Celcius	86 RH
2	2020-05-31 15:08:17	29 Celcius	86 RH
3	2020-05-31 15:08:21	29 Celcius	86 RH
4	2020-05-31 15:08:26	29 Celcius	86 RH

Gambar 4.12 Tampilan web pengukuran suhu berbasis wireless sensor network

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan dari perancangan sistem informasi temperatur dan kelembaban lingkungan berbasis wireless sensor network adalah prototipe telah dapat mengirimkan data secara jarak jauh menggunakan konsep wireless sensor network dengan menggunakan sensor suhu sebagai komponen input, arduino sebagai pemroses data, ethernet sebagai penghubung antara arduino dan jaringan komputer, router TP-Link sebagai penghubung antara jaringan komputer dengan database server. Detektor suhu dan kelembaban telah berhasil mengirimkan data suhu dan kelembaban secara real-time dan disimpan pada database server MySQL dan menampilkan data tersebut melalui web.

5.2 Saran

Adapun saran yang diberikan guna perbaikan kedepan dalam pembuatan dan pemanfaatan sistem, antara lain sebagai berikut :

1. Disarankan kepada penelitian selanjutnya agar merancang sistem informasi temperatur dan kelembaban lingkungan berbasis wireless sensor network dengan bahan yang berkualitas yang mempunyai ketahanan yang lebih baik.
2. Disarankan untuk penelitian selanjutnya dapat dikembangkan sistem yang lebih banyak sensor dalam mengakusisi data dilingkungan seperti polusi udara dan lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Agfianto E.P, 2012. *Tip dan Trik Mikrokontroler AT89 dan AVR* Jogjakarta: Penerbit Gava Media
- Ahmad, Usman, 2012. *Pemrograman Arduino*, Jogjakarta: Penerbit Andi Publisher
- Bambang, S, 2018. *Perancangan Sistem Pengendalian Suhu pada Gedung Bertingkat dengan Teknologi Wireless Sensor Network*, Jurnal Ilmiah Teknik Mesin Vol. 4 No.1. April 2018 (62-68)
- Bejo, Agus. 2010. *C & AVR Rahasia Kemudahan Bahasa C dalam Mikrokontroler ATMega8535*. Yogyakarta: Penerbit Gava Media.
- Devi, 2017. *Perancangan Wireless Sensor Network Dalam Sistem Monitoring Lingkungan* , Prosiding Annual Research Seminar 2017, Computer Science and ICT, ISBN : 979-587-705-4, Vol. 3 No. 1
- Dins, Suarso 2011. *Perbandingan atmega8535 dengan atmega16* [online] <http://depokinstruments.files.wordpress.com/2011/02/atmega8535-vs-atmega16.pdf> diakses pada tanggal 06 September 2019
- Dias, P, 2017, *Perancangan Sistem kontrol lampu pada Gedung Fakultas Sains an Teknologi Unisnu Jepara Menggunakan Wireless Sensor Network*, Jurnal DISPROTEK Volume 6 No. 2 Juli 2017
- Heri, A , 2012. “*Pemrograman Mikrokontroler Arduino Menggunakan Bahasa C (CodeVisionAVR)*”, Bandung, Indonesia: Informatika.
- Heryanto, 2012. *Pemrograman Bahasa C untuk Mikrokontroler ATMega 8535*. Yogyakarta: Penerbit Andi Publisher
- Iswanto. 2012. *Design dan Implementasi Sistem Embedded Mikrokontroller ATMega16 dengan Bahasa Basic*. Yogyakarta: Penerbit Gava Media.
- Iwan M, E, 2016. *Rancang Bangun Sistem Monitoring Kualitas Udara Menggunakan Teknologi Wireless Sensor Network (WSN)*, INKOM, Vol. III, No. 1-2, Nop 2016
- Lingga, W. 2011. *Belajar sendiri Pemrograman AVR ATMega8535*. Yogyakarta: Penerbit Andi Offset
- Malvino, Ph.D, 2013. “*Electronic Principles*”, New York,USA:Mc Graw-Hill.Inc
- Martono, Nanang., 2012. *Pemrograman Mikrokontroler Arduino*, Jakarta: Penerbit Elexmedia
- Pernantin Tarigan, 2012. ”*Sistem Tertanam*”, Medan, Indonesia: USU Press
- Pratomo, A. 2010. *Panduan Praktis Pemrograman AVR Mikrokontroler AT90S2313*. Yogyakarta : Penerbit ANDI Publisher.
- Prawira, 2013. *Desain Sistem Robotik Berbasis Wireless Sensor Network (WSN)*, Journal Informatika UAD, Vol. IV, No. 4
- Prayoga. 2012. *Rancang Bangun Sistem Kendali Lampu Taman Jarak Jauh Menggunakan Konsep Wireless Sensor Network (WSN)*, Journal Elektro Terapan, Vol. V, No. 2
- Setiawan, Sulhan. 2011. *Mudah dan Menyenangkan Belajar Mikrokontroller ATMEGA16*, Yogyakarta, Penerbit Andi Publisher
- Smith, 2014. *Buku Saku Fisika Untuk SMA*, Bandung: Penerbit Mega Press
- Sutono, 2012. *Perangkat Keras Komputer dan Tools Pendukungnya*, Bandung: Penerbit Modula

- Winarno, 2012. *Diktat Pengenalan Komputer Dasar*, Jakarta: Penerbit Universitas Esa Unggul
- Winoto Ardy, 2012. *Pemrograman Mikrokontroler AVR ATMEGA16 menggunakan Bahasa C CodeVision*, bandung: Penerbit Informatika