



**RANCANGAN ALAT MONITORING KECEPATAN KIPAS
ANGIN BERDASARKAN SUHU BERBASIS ARDUINO**

Disusun dan Diajukan Sebagai Salah Satu Persyaratan Untuk Memenuhi Ujian Akhir
Memperoleh Gelar Sarjana Komputer Pada Fakultas Sains Dan Teknologi
Universitas Pembangunan Pancabudi
Medan

SKRIPSI

OLEH

NAMA : RIVAL WINANDAR HUTASUHUT
N.P.M : 1414370377
PRODI : SISTEM KOMPUTER

**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN PANCA BUDI**

MEDAN

2021

PENGESAHAN SKRIPSI

JUDUL : RANCANGAN ALAT MONITORING KECEPATAN KIPAS ANGIN
BERDASARKAN SUHU BERBASIS ARDUINO

NAMA : RIVAL WINANDAR HUTASUHUT
N.P.M : 1414370377
FAKULTAS : SAINS & TEKNOLOGI
PROGRAM STUDI : Sistem Komputer
TANGGAL KELULUSAN : 21 Agustus 2021

DIKETAHUI

DEKAN



Hamdani, ST., MT.

KETUA PROGRAM STUDI



Eko Hariyanto, S.Kom., M.Kom

**DISETUJUI
KOMISI PEMBIMBING**

PEMBIMBING I



Solly Aryza, ST., M.Eng

PEMBIMBING II



Suheri, S.Kom., M.Kom.

Hal : Permohonan Meja Hijau

Medan, 07 April 2022
 Kepada Yth : Bapak/Ibu Dekan
 Fakultas SAINS & TEKNOLOGI
 UNPAB Medan
 Di -
 Tempat

Dengan hormat, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : RIVAL WINANDAR HUTASUHUT
 Tempat/Tgl. Lahir : Pematangsiantar / 13 Februari 1996
 Nama Orang Tua : Morati Hutasuhut
 N. P. M : 1414370377
 Fakultas : SAINS & TEKNOLOGI
 Program Studi : Sistem Komputer
 No. HP : 085830345413
 Alamat : Jl. Garuda Lingkungan I Siantar MArtoba

Datang bermohon kepada Bapak/Ibu untuk dapat diterima mengikuti Ujian Meja Hijau dengan judul **Rancangan alat monitoring kecepatan kipas angin berdasarkan suhu berbasis arduino**, Selanjutnya saya menyatakan :

1. Melampirkan KKM yang telah disahkan oleh Ka. Prodi dan Dekan
2. Tidak akan menuntut ujian perbaikan nilai mata kuliah untuk perbaikan indek prestasi (IP), dan mohon diterbitkan ijazahnya setelah lulus ujian meja hijau.
3. Telah tercap keterangan bebas pustaka
4. Terlampir surat keterangan bebas laboratorium
5. Terlampir pas photo untuk ijazah ukuran 4x6 = 5 lembar dan 3x4 = 5 lembar Hitam Putih
6. Terlampir foto copy STTB SLTA dilegalisir 1 (satu) lembar dan bagi mahasiswa yang lanjutan D3 ke S1 lampirkan ijazah dan transkripnya sebanyak 1 lembar.
7. Terlampir pelunasan kwintasi pembayaran uang kuliah berjalan dan wisuda sebanyak 1 lembar
8. Skripsi sudah dijilid lux 2 exemplar (1 untuk perpustakaan, 1 untuk mahasiswa) dan jilid kertas jeruk 5 exemplar untuk penguji (bentuk dan warna penjiilidan diserahkan berdasarkan ketentuan fakultas yang berlaku) dan lembar persetujuan sudah di tandatangani dosen pembimbing, prodi dan dekan
9. Soft Copy Skripsi disimpan di CD sebanyak 2 disc (Sesuai dengan Judul Skripsinya)
10. Terlampir surat keterangan BKKOL (pada saat pengambilan ijazah)
11. Setelah menyelesaikan persyaratan point-point diatas berkas di masukan kedalam MAP
12. Bersedia melunaskan biaya-biaya uang dibebankan untuk memproses pelaksanaan ujian dimaksud, dengan perincian sbb :

1. [102] Ujian Meja Hijau	: Rp.	1,000,000
2. [170] Administrasi Wisuda	: Rp.	1,750,000
Total Biaya	: Rp.	2,750,000

Ukuran Toga : **M**

Diketahui/Disetujui oleh :



Hamdani, ST., MT.
 Dekan Fakultas SAINS & TEKNOLOGI

Hormat saya



RIVAL WINANDAR HUTASUHUT
 1414370377

Catatan :

- 1.Surat permohonan ini sah dan berlaku bila ;
 - a. Telah dicap Bukti Pelunasan dari UPT Perpustakaan UNPAB Medan.
 - b. Melampirkan Bukti Pembayaran Uang Kuliah aktif semester berjalan
- 2.Dibuat Rangkap 3 (tiga), untuk - Fakultas - untuk BPAA (asli) - Mhs.ybs.

SURAT PERNYATAAN ORISINALITAS

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang diajukan untuk memperoleh gelar keserjanaan di dalam Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dalam skripsi ini dan disebutkan dalam daftar Pustaka.

Tanjung Beringin, Maret 2021

Yang Membuat Pernyataan



RIVAL WINANDAR HUTASUHUT
NPM 1824370898

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

NAMA : RIVAL WINANDAR HUTASUHUT
NPM : 1414370377
PROGRAM STUDI : Sistem komputer
JENJANG : S-1 (STRATA SATU)
JUDUL SKRIPSI : **RANCANGAN ALAT MONITORING KECEPATAN KIPAS ANGIN BERDASARKAN SUHU BERBASIS ARDUINO**

Dengan ini menyatakan bahwa:

1. Skripsi ini merupakan hasil karya tulis saya sendiri dan bukan merupakan hasil karya orang lain.
2. Memberikan izin hak bebas Royalti Non-Eksklusif kepada UNPAB untuk menyimpan, mengalih-media/formatkan mengelola, mendistribusikan, dan mempublikasikan karya skrisinya melalui internet atau media lain bagi kepentingan akademis.

Pernyataan ini saya perbuat dengan penuh tanggung jawab dan saya bersedia menerima konsekuensi apapun sesuai dengan aturan yang berlaku apabila dikemudian hari diketahui bahwa pernyataan ini tidak benar.

Medan, Oktober 2021



(RIVAL WINANDAR HUTASUHUT)



UNIVERSITAS PEMBANGUNAN PANCA BUDI FAKULTAS SAINS & TEKNOLOGI

Jl. Jend. Gatot Subroto Km 4,5 Medan Fax. 061-8458077 PO.BOX : 1099 MEDAN

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO	(TERAKREDITASI)
PROGRAM STUDI ARSITEKTUR	(TERAKREDITASI)
PROGRAM STUDI SISTEM KOMPUTER	(TERAKREDITASI)
PROGRAM STUDI TEKNIK KOMPUTER	(TERAKREDITASI)
PROGRAM STUDI AGROTEKNOLOGI	(TERAKREDITASI)
PROGRAM STUDI PETERNAKAN	(TERAKREDITASI)
PROGRAM STUDI TEKNOLOGI INFORMASI	(TERAKREDITASI)

PERMOHONAN JUDUL TESIS / SKRIPSI / TUGAS AKHIR*

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama Lengkap : RIVAL WINANDAR HUTASUHUT
 Tempat/Tgl. Lahir : Pematangsiantar / 13 Februari 1996
 Nomor Pokok Mahasiswa : 1414370377
 Program Studi : Sistem Komputer
 Konsentrasi : Keamanan Jaringan Komputer
 Jumlah Kredit yang telah dicapai : 147 SKS, IPK 3.38
 Nomor Hp : 085830345413
 Dengan ini mengajukan judul sesuai bidang ilmu sebagai berikut :

No.	Judul
1.	Rancangan alat monitoring kecepatan kipas angin berdasarkan suhu berbasis arduino

Catatan : Diisi Oleh Dosen Jika Ada Perubahan Judul

*Coret Yang Tidak Perlu

Rektor I

 Cahyo Pramono SE., MM

Medan, 01 April 2022
 Pemohon,

 (Rival Winandar Hutasuhut)

Tanggal :
 Disahkan oleh
 Dekan

 (Hamdan ST., MT.)

Tanggal :
 Dosen Pembimbing I :

 (Solly Arvza ST., M.Eng)

Tanggal :
 Disetujui oleh:
 Ka. Prodi Sistem Komputer

 (Eko Hariyanto S.Kom., M.Kom.)

Tanggal :
 Disetujui oleh:
 Disetujui oleh:
 Dosen Pembimbing II:

 (Suheri S.Kom., M.Kom.)

ABSTRAK

RIVAL WINANDAR HUTASUHUT RANCANGAN ALAT MONITORING KECEPATAN KIPAS ANGIN BERDASARKAN SUHU BERBASIS ARDUINO

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan membangun Alat kecepatan kipas angin yang didalam nya menyajikan informasi mengenai Desa Suka Makmur. Latar belakang dari penelitian ini berdasarkan kebutuhan sebagai wadah dalam penyampaian informasi desa kepada masyarakat secara cepat dan akurat, karena pada saat ini Desa Suka Makmur masih menggunakan sistem manual dalam memberikan informasi yang pada akhirnya masyarakat tidak dapat memperoleh informasi yang dibutuhkan setiap saat, sehingga banyak sekali informasi yang tidak diketahui. *Website* desa ini menggunakan data base MySQL dan menggunakan bahasa pemograman *PHP* serta dalam proses perancangan pembuatan website menggunakan UML. Sistem ini nantinya akan memiliki beberapa fitur, yaitu profil desa, data penduduk dan informasi-informasi yang terkait di desa. Hasil dari penelitian ini adalah sistem informasi desa berbasis *web* yang dapat membantu para pegawai pemerintah Desa Suka Makmur, dan juga memudahkan masyarakat desa mendapatkan informasi di Desa Suka Makmur.

Kata Kunci : *Alat kecepatan kipas angin* **ARDUINO**

KATA PENGANTAR

Penulis Mengucapkan puji dan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat dan karunia-Nya yang telah diberikan kepada Penulis Sehingga dapat menyelesaikan Laporan Skripsi ini dengan judul **“Rancangan Alat Monitoring Kecepatan Kipas Angin Berdasarkan Suhu Berbasis Arduino”** Penyusunan Skripsi ini sebagai syarat untuk memberbolehkan kelulusan Sarjana Teknik pada Universitas Pembangunan Panca Budi Medan. Skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik dan tidak lepas dari bantuan dan bimbingan dari banyak pihak baik secara langsung maupun tidak langsung. dalam kesempatan ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak yang telah membantu dalam pelaksanaan dan penyusunan Skripsi ini, khususnya kepada :

1. Bapak Dr. H. Muhammad Isa Indrawan, S.E, M.M selaku Rektor di Universitas Pembangunan Panca Budi.
2. Bapak Hamdani, S.T, M.T selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Pembangunan Panca Budi.
3. Bapak Eko Harianto, S.Kom.,M.Kom selaku Ketua Program Studi Sistem Komputer Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Pembangunan Panca Budi.
4. Bapak Solly Ariza Lubis, S.T.,M.Eng Selaku Pembimbing I yang telah memberikan pengalaman, arahan dan pengetahuan selama penyusunan Skripsi.

5. Bapak Suheri, S.Kom.,M.Kom Selaku Pembimbing I yang telah memberikan pengalaman, arahan dan pengetahuan selama penyusunan Skripsi.
6. Kedua Orang Tua dan sekeluarga yang selalu mendukung, mendoakan, dan mendidik sepenuh hati dalam penyelesaian skripsi ini.
7. Sahabat dan Rekan Mahasiswa jurusan Sistem Komputer Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Pembangunan Panca Budi Medan.
8. Semua Pihak yang tidak bisa saya sebutkan satu-persatu yang telah banyak membantu baik moril maupun materi.

Penulis juga menyadari bahwa dalam menyusun Skripsi ini masih terdapat berbagai kekurangan, maka dengan kerendahan hati penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun supaya Skripsi ini menjadi lebih baik lagi. Akhir kata semoga Skripsi ini bermanfaat bagi kita semua, terutama bagi penulis sendiri.

Medan, Juni 2021

RIVAL WINANDAR HUTASUHUT
NPM : 1414370377

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN

ABSTRAK

ABSTRACT

Kata Pengantar..... i

Daftar Isi iii

BAB I	PENDAHULUAN	1
	1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
	1.2 Rumusan Masalah.....	2
	1.3 Tujuan Penelitian	3
	1.4 Batasan Masalah	3
	1.5 Metodologi Penelitian	4
	1.6 Sistematika Penulisan	4
BAB II	LANDASAN TEORI	6
	2.1 Motor Induksi.....	6
	2.2 Klasifikasi Motor Listrik AC	7
	2.3 Konstruksi Motor Induksi	8
	2.4 Beda Motor Induksi Rotor Sangkar dengan Rotor Lilit.....	18
	2.5 Prinsip Kerja	19
	2.6 Karakteristik Motor Induksi.....	25
	2.7 Penggunaan Motor Listrik	28
	2.8 Cara-Cara Menentukan Rugi-Rugi Pada Motor.....	30
	2.9 Rugi-Rugi Motor Induksi.....	31
	2.10 Rugi-Rugi Mekanik.....	33
	2.11 Rugi-Rugi Belitan	33
	2.12 Sifat-Sifat Beban Listrik	34
	2.13 Efisiensi Motor Induksi	35
	2.14 Penurunan Efisiensi Motor Listrik	37
	2.15 Faktor-Faktor Efisiensi Motor Induksi.....	38
	2.16 Pengertian Daya	42
BAB III	METODE PENELITIAN	43
	3.1 Analisis Penelitian.....	43
	3.2 Diagram Alir Metodologi Penelitian.....	44
	3.3 Data Motor Induksi Tiga Phasa	45
	3.4 Langkah-Langkah Perhitungan	46
BAB IV	HASIL ANALISA	49
	4.1 Hasil Pengukuran Motor Induksi Tiga Phasa	49

4.2	Hasil Perhitungan Daya Input, Daya Output dan Efisiensi Motor.....	50
4.3	Hasil Perhitungan Berdasarkan Pengukuran.....	52
BAB V	PENUTUP	59
5.1	Kesimpulan	59
5.2	Saran.....	60
	DAFTAR PUSTAKA	61

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Kebutuhan energi pada saat ini semakin meningkat seiring dengan perkembangan teknologi yang pesat. Penggunaan peralatan elektronik yang dapat membantu manusia diperlukan untuk mempermudah pekerjaan dan menghemat waktu. Meningkatnya jumlah pemakaian peralatan tersebut menyebabkan pemakaian energi yang besar yang berdampak pada terjadinya krisis energi. Salah satu penyebabnya yaitu karena pemakaian energi yang boros. Salah satu contoh dari pemakaian energi yang boros adalah cara penggunaan peralatan elektronik, misalnya kipas angin. Dalam menggunakan kipas angin kita harus mengatur kecepatan kipas angin menjadi cepat bila kita merasa panas dan harus mengaturnya kembali bila kita sudah merasa dingin dan ketika meninggalkan ruangan tersebut kipas anginnya tetap dibiarkan terus menyala. Kurangnya perhatian akan hal yang mudah ini dapat menyebabkan pemborosan listrik.

Berawal dari kondisi di atas, maka penulis merancang sebuah alat yaitu perangkat pengontrol kecepatan kipas angin yang bekerja berdasarkan suhu ruangan. Dalam perancangan dan implementasi, alat ini memanfaatkan sensor yang digunakan untuk mendeteksi orang dan mengukur suhu ruangan. Serta menggunakan suatu algoritma kontrol dalam mengontrol kecepatan kipas angin. Rancangan kipas angin otomatis berdasarkan deteksi suhu pada ruangan ini adalah merupakan sistem yang dapat membantu dalam kebutuhan sehari-hari dan sesuai

kebutuhan yang diharapkan banyak orang dikalangan masyarakat yang menggunakan Kipas Angin. dengan tujuan untuk mendapatkan kenyamanan bagi masyarakat kalangan menengah kebawah maupun keatas.

Pada kesempatan ini, timbul suatu ide untuk mencoba suatu sistem yaitu Sistem kendali yang menggunakan Mikrokontroler ini memang sudah merupakan teknologi terobosan baru sebagai pengganti sederetan relay konvensional yang dapat diprogram berdasarkan logika. Oleh karena itu pada kasus implementasi mikrokontroler terhadap sistem kendali otomatis pada kipas angin ini perlu kiranya mengkaji lebih dalam lagi bagaimana dan mengapa sistem ini dapat bekerja sesuai yang diharapkan untuk memenuhi kebutuhan orang lain sehingga kedepannya dapat diimplementasikan langsung kepada Masyarakat.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang dikemukakan di atas, rumusan masalah dari skripsi ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana cara merancang dan merealisasikan sistem yang mampu mengontrol kecepatan kipas angin berdasarkan perubahan suhu di dalam ruangan?
2. Bagaimana sistem kecepatan kipas Semakin tinggi yang terkordinasi dengan suhu ruangan?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam skripsi ini dimaksudkan untuk mempersempit ruang lingkup permasalahan yang akan dikaji lebih lanjut. Batasan masalah tersebut antara lain:

1. Kontroler yang digunakan adalah mikrokontroler Arduino Nano dan menggunakan bahasa pemrograman yaitu bahasa C
2. Menggunakan sensor suhu DS18B20 untuk mengukur suhu ruangan

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian skripsi ini adalah sebagai berikut:

1. Merancang dan merealisasikan sistem yang mampu mengontrol kecepatan kipas angin berdasarkan suhu di dalam ruangan menggunakan sensor suhu DS18B20 dan system kontroler Arduino Nano.
2. Sistem putaran kecepatan kipas angin akan semakin tinggi jika suhu dalam ruangan semakin tinggi juga.

1.2 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang diharapkan dari pembuatan skripsi ini antarlain:

1. Dapat digunakan dan diterapkan secara langsung pada rumah, perkantoran dan juga pada ruangan belajar.
2. Sebagai wujud dari perkembangan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi (IPTEK) di Universitas Pembangunan Panca Budi Medan.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Sistem Kendali

2.1.1 Tujuan Penggunaan Sistem Kendali

Membangun suatu sistem kendali bertujuan untuk menggabungkan beberapa proses pengendalian ke dalam satu sistem pengendalian. Kendali memiliki keterbatasan dalam mengerjakan suatu perintah. Sehingga perintah yang tidak bisa dikerjakan dapat diselesaikan oleh kendali yang lain. Dengan dibuatnya suatu sistem kendali, semua perintah yang diberikan akan diproses dan tujuan pengendalian dapat dicapai. (*Faizal Arya Samman, 2016*)

2.1.2 Bagian Sistem Kendali

1. Plant

Plant dalam sistem kendali merupakan sesuatu yang dikendalikan.

Pengendalian tersebut dapat berupa pengaturan suhu, pengaturan kecepatan aliran air dan kendali pada pesawat

2. Input

Input (masukan) umumnya berupa sinyal listrik. Dan juga dapat berupa listrik arus kuat. Sinyal listrik tersebut diubah menjadi data. Input berupa data akan diproses oleh controller dan dapat dilihat secara langsung melalui interface (antarmuka) sesuai dengan jenis controller

yang digunakan. Input yang digunakan disesuaikan dengan kebutuhan dan kemampuan controller

a. *Sensor*

Sensor merupakan alat yang digunakan untuk mendeteksi dan sering digunakan untuk mengukur magnitudo sesuatu. Sensor adalah jenis transduser yang digunakan untuk mengubah variasi mekanis, magnetis, panas, sinar dan kimia menjadi tegangan dan arus listrik. Transduser adalah alat yang mengubah energi dari satu bentuk ke bentuk yang lain. Transduser dapat dibagi menjadi dua kelas, yakni: transduser input dan transduser output. Transduser input-listrik mengubah energi non listrik, misalnya suara dan sinar menjadi tenaga listrik. Transduser output-listrik bekerja pada urutan yang sebaliknya. Transduser tersebut mengubah energi listrik pada bentuk non listrik.

b. *Switch*

Switch (sakelar) merupakan alat listrik yang berfungsi untuk kan dan memutuskan rangkaian listrik. Switch mempunyai banyak tipe yang dapat disesuaikan dengan kebutuhan Switching. Switch melayani penyaluran arus listrik dalam orde miliampere hingga kiloampere. Switch dioperasikan secara manual dengan cara ditekan, diputar, ditarik, dan diinjak. Pengoperasian secara otomatis dilakukan dengan cara memberikan sinyal listrik pada kontak utama *switch*.

3. *Output*

Output (keluaran) yang dihasilkan merupakan hasil pengolahan data dan kemudian dikirim dalam bentuk sinyal listrik. *Output* berupa sinyal dapat disalurkan kepada actuator sehingga bisa mengeksekusi perintah yang diberikan. Dan dapat dikirimkan kepada controller lain sebagai input apabila kendali tersebut saling terkoneksi dalam satu sistem.

4. *Actuator*

Actuator (penggerak) dalam pengertian listrik adalah setiap alat yang mengubah sinyal listrik menjadi gerakan mekanis. Biasa digunakan sebagai proses lanjutan dari keluaran suatu proses olah data yang dihasilkan oleh suatu sensor atau controller. Pada instrumentasi, aktuator sebagai output terakhir dan penerus perintah dari controller untuk melakukan tindakan eksekusi / koreksi.

5. *Controller*

Controller (pengendali) merupakan peralatan listrik yang dilengkapi dengan kecerdasan buatan. Controller mampu menerjemahkan data yang diterima dan kemudian memproses data tersebut. Lalu memberikan perintah berupa instruksi berdasarkan hasil pengolahan data yang telah dilakukan. Controller dapat diasumsikan sebagai otak dari suatu sistem kendali. Keberhasilan kerja dari sistem kendali dapat dicapai dengan pengaturan yang tepat pada Controller. Sinkronisasi

antara input yang diberikan dengan output yang dihasilkan menjadi tolak ukur dari sistem kendali yang dibuat.

2.2 Kipas Angin

Kipas angin dipergunakan untuk menghasilkan angin. Fungsi yang umum adalah untuk pendingin udara, penyegar udara, ventilasi (exhaust fan), pengering (umumnya memakai komponen penghasil panas). Kipas angin juga ditemukan di mesin penyedot debu dan berbagai ornamen untuk dekorasi ruangan.

Kipas angin secara umum dibedakan atas kipas angin tradisional antara lain kipas angin tangan dan kipas angin listrik yang digerakkan menggunakan tenaga listrik. Perkembangan kipas angin semakin bervariasi baik dari segi ukuran, penempatan posisi, serta fungsi. Ukuran kipas angin mulai kipas angin mini (Kipas angin listrik yang dipegang tangan menggunakan energi baterai), kipas angin Kipas angin digunakan juga di dalam Unit CPU komputer seperti kipas angin untuk mendinginkan processor, kartu grafis, power supply dan Cassing. Kipas angin tersebut berfungsi untuk menjaga suhu udara agar tidak melewati batas suhu yang di tetapkan. Kipas angin juga dipasang pada alas atau tatakan Laptop untuk menghantarkan udara dan membantu kipas laptop dalam mendinginkan suhu laptop tersebut. Kipas angin dapat dikontrol kecepatan hembusan dengan 3 cara yaitu menggunakan pemutar, tali penarik serta remote control. Perputaran baling-baling kipas angin dibagi dua yaitu centrifugal (Angin mengalir searah dengan poros kipas) dan Axial (Angin mengalir secara pararel dengan poros kipas). (*Anggi Anugrah, dkk 2019*)



Gambar 2.1 Kipas Angin

2.3 Suhu

Suhu udara adalah ukuran energi kinetik rata-rata dari pergerakan molekul – molekul. Suhu suatu benda ialah keadaan yang menentukan kemampuan benda tersebut, untuk memindahkan (transfer) panas ke benda – benda lain atau menerima panas dari benda – benda lain tersebut. Panas adalah energi yang dipindahkan dari suatu obyek ke obyek lainnya karena adanya perbedaan suhu. Dalam sistem dua benda, benda yang kehilangan panas dikatakan benda yang bersuhu lebih tinggi. Macam-macam perpindahan panas, yaitu:

1. Konduksi > Perpindahan panas dari suatu molekul ke molekul lain di sekitarnya
2. Konveksi > Perpindahan panas yang disebabkan gerakan molekul yang mempunyai energi lebih tinggi

3. Radiasi > Perpindahan panas oleh gelombang elektromagnetik. Suhu pada umumnya diartikan sebagai besaran yang menyatakan derajat panas dinginnya suatu benda

2.3.1 Kelembaban

Kelembaban udara (*humidity gauge*) adalah jumlah uap air di udara (*atmosfer*). Kelembaban adalah konsentrasi uap air di udara. Angka konsentasi ini dapat diekspresikan dalam kelembaban absolute, kelembaban spesifik atau kelembaban relatif. Alat yang digunakan untuk mengukur kelembaban disebut dengan hygrometer. Sebuah humidistat digunakan untuk mengatur tingkat kelembaban udara dalam sebuah bangunan dengan sebuah pengawal lembab (*dehumidifier*).

Kelembaban udara adalah tingkat kebasahan udara karena dalam udara air selalu terkandung dalam bentuk uap air. Kandungan uap air dalam udara hangat lebih banyak dari pada kandungan uap air dalam udara dingin. Kalau udara banyak mengandung uap air didinginkan maka suhunya turun dan udara tidak dapat menahan lagi uap air sebanyak itu. Uap air berubah menjadi titik-titik air. Udara yan mengandung uap air sebanyak yang dapat dikandungnya disebut udara jenuh. Dapat dianalogikan dengan sebuah thermometer dan termostat untuk suhu udara. Perubahan tekanan sebagian uap air di udara berhubungan dengan perubahan suhu. Konsentrasi air di udara pada tingkat permukaan laut dapat mencapai 3% pada 30 °C (86 °F), dan tidak melebihi 0,5% pada 0 °C (32 °F). Ada dua istilah kelembaban udara yaitu kelembaban tinggi dan kelembaban rendah.

Kelembaban tinggi adalah jumlah uap air yang banyak diudara, sedangkan kelembaban rendah adalah jumlah uap air yang sedikit diudara.

Kelembaban udara dapat dinyatakan sebagai kelembaban udara absolut, kelembaban nisbi (relatif), maupun defisit tekanan uap air. Kelembaban absolut adalah kandungan uap air yang dapat dinyatakan dengan massa uap air atau tekanannya per satuan volume (kg/m^3). Kelembaban nisbi (relatif) adalah perbandingan kandungan (tekanan) uap air actual dengan keadaan jenuhnya (g/kg). Defisit tekanan uap air adalah selisih antara tekanan uap jenuh dengan tekanan uap aktua. (*Hannif Izzatul Islam, dkk 2016*)

2.4 Sensor

Pengertian Sensor adalah transduser yang berfungsi untuk mengolah variasi gerak, panas, cahaya atau sinar, magnetis, dan kimia menjadi tegangan serta arus listrik. Sensor sendiri adalah komponen penting pada berbagai peralatan. Sensor juga berfungsi sebagai alat untuk mendeteksi dan juga untuk mengetahui magnitude. Transduser sendiri memiliki arti mengubah, resapan dari bahasa latin traducere Bentuk perubahan yang dimaksud adalah kemampuan merubah suatu energi kedalam bentuk energi lain. Energi yang diolah bertujuan untuk menunjang daripada kinerja piranti yang menggunakan sensor itu sendiri. Sensor sendiri sering digunakan dalam proses pendeteksi untuk proses pengukuran. Sensor yang sering menjadi digunakan dalam berbagai rangkaian elektronik antara lain sensor cahaya atau sinar, sensor suhu, serta sensor tekanan. (*Rafiuddin Syam, ST, M.Eng, PhD, 2013*)

Dari pengertian sensor yang telah saya jabarkan diatas wajar jika alat tersebut menjadi alat yang banyak diminati oleh berbagai pabrikan elektronik. Salah satu pabrikan yang tengah gencar menggunakan sensor pada produk mereka adalah pabrikan handphone dengan model touch screen. Sensor tekanan pada berbagai handphone sekarang ini membutuhkan adanya dukungan dari sensor tekanan. Selain pada gadget dengan teknologi canggih tersebut, sensor tekanan juga biasa diaplikasikan kepada berbagai alat elektronik lain seperti kalkulator serta remot. Adanya tekanan pada tombol-tombol pada kalkulator ataupun remot bekerja dengan mengubah daya tekan tersebut menjadi daya atau sinyal listrik.

Dengan pengertian sensor beserta kinerja dari sensor tekanan diatas dapat diambil kesimpulan bahwa sensor memiliki banyak andil pada berbagai teknologi. Pada sensor suhu sendiri terdapat empat jenis sensor yang sering dipakai yaitu thermocouple, resistansi temperature detectore, IC sensor dan termistor. Pada komponen thermocouple terdapat dua komponen transduser panas dan juga dingin. Kedua transedur tersebut berfungsi untuk membandingkan objek serta untuk mendapatkan hasil akan suhu dari objek. Platina menjadi pilihan utama pada komponen resistance temperature detectore karena memiliki tahanan suhu stabilitas, kelinearan, reproduktifitas, serta stabilitas. Termistor merupakan resistor yang tahan terhadap panas, serta IC sensor sensor suhu dengan rangkaian yang menggunakan chipsilikon guna mendeteksi tingkat suhu yang terdapat pada objek.

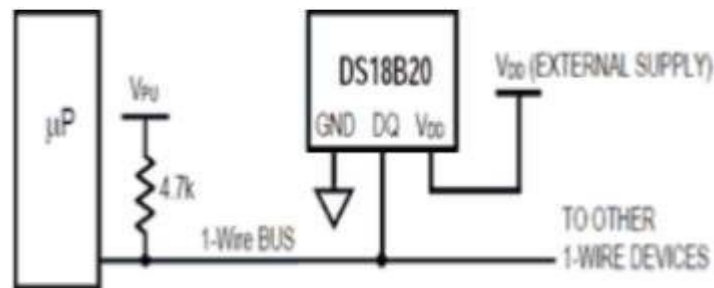
2.4.1 Sensor suhu DS18B20

DS18B20 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. Gambar 2.3 menunjukkan bentuk fisik dari sensor suhu DS18B20. Protokol 1-Wire hanya membutuhkan 1 kabel koneksi (selain ground) untuk mentransmisikan data. Berikut ini adalah ringkasan fitur IC DS18B20.

1. Antarmuka 1-Wire yang hanya membutuhkan 1 pin I/O untuk komunikasi data
2. Tidak membutuhkan komponen eksternal tambahan selain 1 buah pull-up resistor, artinya hanya menambahkan sebuah sensor yang tersambung dari pin data ke pin Vcc sensor suhu DS18B20
3. Dapat mengukur suhu antara -55°C hingga 125°C dengan akurasi $0,5^{\circ}\text{C}$ pada -10°C s.d. $+85^{\circ}\text{C}$
4. Kecepatan pendeteksian suhu pada resolusi maksimum kurang dari 750ms.

Kebanyakan sensor suhu memiliki tingkat rentang terukur yang sempit serta akurasi yang rendah namun memiliki biaya yang tinggi. Sensor suhu DS18B20 dengan kemampuan tahan air (waterproof) cocok digunakan untuk mengukur suhu pada tempat yang sulit, atau basah. Karena output data sensor ini merupakan data digital, maka kita tidak perlu khawatir terhadap degradasi data

ketika menggunakan untuk jarak yang jauh. DS18B20 menyediakan 9 bit hingga 12 bit yang dapat dikonfigurasi data. Karena setiap sensor DS18B20 memiliki silicon serial number yang unik, maka beberapa sensor DS18B20 dapat dipasang dalam 1 bus. Hal ini memungkinkan pembacaan suhu dari berbagai tempat. Meskipun secara datasheet sensor ini dapat membaca bagus hingga 125°C, namun dengan penutup kabel dari PVC disarankan untuk penggunaan tidak melebihi 100°C. *wire bus* pada mode catu daya eksternal.



Gambar 2.2 Koneksi DS18B20 ke mikrokontroler
Sumber: (Imam Abdul Rozaq, dkk 2017)

Sensor suhu DS18B20 digunakan sebagai pendeteksi temperatur tubuh pada alat deteksi kenormalan denyut jantung dan suhu tubuh manusia. Sensor ini dipilih karena memiliki kelebihan tahan terhadap air (waterproof), karena penggunaan sensor ini hanya ditempelkan pada ketiak manusia, sehingga tahan terhadap keringat manusia



Gambar 2.3 Sensor suhu DS18B20

2.4.2 Spesifikasi

1. Tegangan yang dibutuhkan sensor dari 3.0V sampai 5.5V power/data
2. Akurasi $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ sampai -10°C , dan -10°C sampai $+85^{\circ}\text{C}$
3. Batas temperatur sensor dari -55 sampai 125°C atau -67°F sampai $+257^{\circ}\text{F}$
4. menyediakan 9 bit hingga 12 bit yang dapat dikonfigurasi data
5. Menggunakan 1 kabel Antarmuka (Interface) dan hanya 1 digital pin untuk komunikasi
6. Data pengenalan Identitas yang disimpan 64 bit
7. Memiliki batas peringatan jika suhu tinggi
8. Temperature-limit alarm system
9. Waktu tunggu data masuk 750ms
10. kabel antarmuka (Interface)
 - a. Kabel merah :VCC
 - b. Kabel hitam : GND
 - c. Kabel putih : DATA

11. Bahan Stainl
12. ess steel silinder 6mm diametanya panjang 35mm
13. Diameter kabel : 4mm
14. Panjang kabel : 90cm

2.5 Mikrokontroler

2.5.1 Pengertian Mikrokontroler

Saat ini perkembangan teknologi semakin pesat berkat adanya teknologi mikrokontroler, sehingga rangkaian kendali atau rangkaian kontrol semakin banyak dibutuhkan untuk mengendalikan berbagai peralatan yang digunakan manusia dalam kehidupan sehari-hari. Dari rangkaian kendali inilah akan terciptanya suatu alat yang dapat mengendalikan sesuatu. Rangkaian kendali atau rangkaian kontrol adalah rangkaian yang dirancang sedemikian rupa sehingga dapat melakukan fungsi–fungsi kontrol tertentu sesuai dengan kebutuhan.

Bermula dari dibuatnya *Integrated Circuit* (IC). Selain IC, alat yang dapat berfungsi sebagai kendali adalah *chip* sama halnya dengan IC. *Chip* merupakan perkembangan dari IC, dimana *chip* berisikan rangkaian elektronika yang dibuat dari artikel *silicon* yang mampu melakukan proses logika. *Chip* berfungsi sebagai media penyimpan program dan data, karena pada sebuah *chip* tersedia RAM dimana data dan program ini digunakan oleh logic *chip* dalam menjalankan prosesnya. *Chip* lebih di identikkan dengan dengan kata mikroprosesor. Mikroprosesor adalah bagian dari *Central Processing Unit* (CPU) yang terdapat pada computer tanpa adanya memory, I/O yang dibutuhkan oleh sebuah system yang lengkap. Selain mikroprosesor ada sebuah *chip* lagi yang dikenal dengan

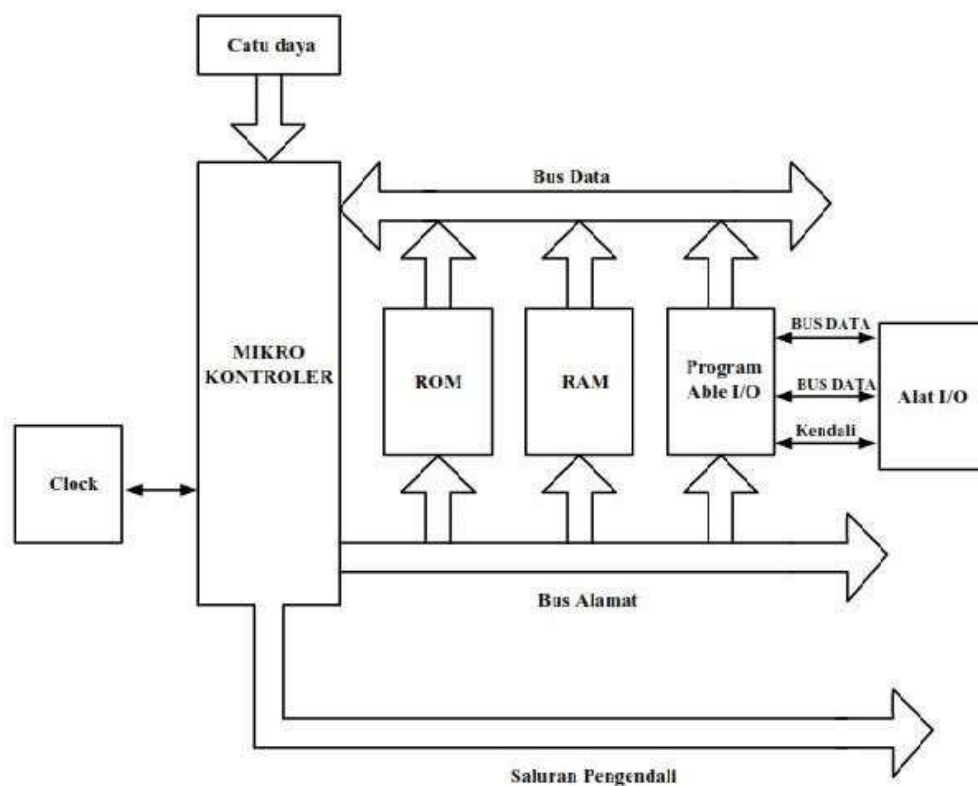
nama mikrokomputer. Berbeda dengan mikroprosesor, pada mikrokomputer ini telah tersedia I/O dan memory. Dengan kemajuan teknologi dan dengan perkembangan *chip* yang pesat sehingga saat ini didalam sekeping *chip* terdapat CPU memory dan control I/O. *Chip* jenis ini sering disebut *microcontroller*. *Mikrokontroller* merupakan sebuah sistem komputer di mana seluruh atau sebagian besar elemennya dikemas dalam satu chip IC (*Integrated Circuit*), sehingga sering disebut *single chip microcomputer*.

Mikrokontroller ini juga merupakan sebuah sistem komputer yang memiliki satu atau beberapa tugas yang spesifik, berbeda dengan PC yang memiliki beragam fungsi. Perbedaan yang lain adalah perbandingan RAM dan ROM yang sangat besar antara mikrokontroller dengan komputer. Dalam mikrokontroller ROM jauh lebih besar dibanding RAM, sedangkan dalam komputer atau PC RAM jauh lebih besar dibanding ROM.

Mikrokontroller memiliki kemampuan untuk mengolah serta memproses data sekaligus juga dapat digunakan sebagai unit kendali, maka dengan sekeping *chip* yaitu mikrokontroller kita dapat mengendalikan suatu alat. Mikrokontroller mempunyai perbedaan dengan mikroprosesor dan mikrokomputer. Suatu mikroprosesor merupakan bagian dari CPU tanpa memori dan I/O pendukung dari sebuah komputer, sedangkan mikrokontroller umumnya terdiri atas CPU, memory, I/O tertentu dan unit – unit pendukung lainnya.

Pada dasarnya terdapat perbedaan sangat mencolok antara mikrokontroller dan mikroprosesor serta mikrokomputer yaitu pada aplikasinya, karena mikrokontroller hanya dapat digunakan pada aplikasi tertentu saja. Kelebihan

lainnya yaitu terletak pada perbandingan *Random Access Memory* (RAM) dan *Read Only Memory* (ROM). Sehingga ukuran *board* mikrokontroler menjadi sangat ringkas atau kecil, dari kelebihan yang ada terdapat keuntungan pemakaian mikrokontroler dengan mikroprosesor yaitu pada mikrokontroler sudah terdapat RAM dan peralatan I/O pendukung sehingga tidak perlu menambahnya lagi. Pada dasarnya struktur dari mikroprosesor memiliki kemiripan dengan mikrokontroler. Mikrokontroler biasanya dikelompokkan dalam satu keluarga, masing-masing mikrokontroler memiliki spesifikasi tersendiri namun cocok dalam pemrogramannya misalnya keluarga MCS-51 yang diproduksi ATMEL seperti AT89C51, AT89S52 dan lainnya sedangkan keluarga AVR seperti Atmega 8535 dan lain sebagainya.



Gambar 2.4 Blok Diagram Mikrokontroler Secara Umum
Sumber: (Suprpto, MT 2012)

1. *Central Processing Unit (CPU)*

CPU adalah suatu unit pengolah pusat yang terdiri atas dua bagian, yaitu unit pengendali (*control unit*) dan unit logika (*archmetic and logic unit*). Disamping itu juga CPU mempunyai beberapa simpanan yang berukuran kecil yang disebut dengan register. Adapun fungsi utama dari unit pengendali ini adalah mengatur dan mengendalikan semua peralatan yang ada pada sistem komputer dan juga dapat mengatur kapan alat input menerima data dan kapan data diolah serta ditampilkan pada alat output. Sedangkan unit logika berfungsi untuk melakukan semua perhitungan aritmatika yang terjadi sesuai dengan instruksi program dan dapat juga melakukan keputusan dari operasi logika atau pengambilan keputusan sesuai dengan instruksi yang diberikan padanya.

2. *Bus Alamat*

Bus alamat berfungsi sebagai sejumlah lintasan saluran pengalamatan alamat dengan sebuah computer. Pengalamatan ini harus ditentukan terlebih dahulu untuk menghindari terjadinya kesalahan pengiriman sebuah instruksi dan terjadinya bentrok antar dua buah alamat yang bekerja secara bersamaan.

3. *Bus Data*

Bus data merupakan sejumlah lintasan saluran keluar masuknya data dalam sebuah mikrokontroller. Pada umumnya saluran data yang masuk sama dengan saluran data yang keluar.

4. Bus kontrol

Bus control atau bus kendali berfungsi untuk menyamakan operasi mikrokontroler dengan operasi rangkaian luar.

5. Memori

Didalam sebuah mikrokontroler terdapat sebuah memori yang berfungsi untuk menyimpan data atau program. Ada beberapa jenis memori, diantaranya adalah RAM dan ROM serta ada tingkat memori, diantaranya adalah register internal, memori utama dan memori massal. Registrasi internal adalah memori yang terdapat didalam ALU. Memori utama adalah memori yang ada pada suatu system, waktu aksesnya lebih lambat dibandingkan register internal. Sedangkan memori massal dipakai untuk penyimpanan berkapasitas tinggi, yang biasanya berbentuk disket, pita magnetic atau kaset.

6. RAM (*Random Access Momory*)

RAM adalah memori yang dapat dibaca atau ditulis. Data dalam RAM bersifat volatile dimana isinya akan hilang begitu IC kehilangan catu daya, karena sifat yang demikian RAM hanya digunakan untuk menyimpan data pada saat program bekerja.

7. ROM (*Read Only Memory*)

ROM merupakan memory yang hanya dapat dibaca, dimana isinya tidak dapat berubah apabila IC telah kehilangan catu daya. ROM dipakai untuk menyimpan program, pada saat di reset maka mikrokontroler akan langsung bekerja dengan program yang

terdapat didalam ROM tersebut. Ada beberapa jenis ROM antara lain ROM murni, PROM (*Programable Read Only Memory*), EPROM (*Erasable Programmable Only Memory*), yang paling banyak digunakan diantara tipe-tipe diatas adalah EPROM yang dapat diprogram ulang dan dapat juga dihapus dengan sinar ultraviolet.

8. *Input / Output*

Setiap system computer memerlukan sistem *input* dan *output* yang merupakan media keluar masuk data dari dan ke komputer. Contoh peralatan I/O yang umum yang terhubung dengan sebuah komputer seperti *keyboard, mouse, monitor, sensor, printer, LED*, dan lain-lain.

9. *Clock*

Clock atau pewaktuan berfungsi memberikan referensi waktu dan sinkronisasi antar elemen

2.5.2 Sistem Mikrokontroler

Mikroprosesor dan mikrokontroler berasal dari ide dasar yang sama. Mikroprosesor adalah istilah yang merujuk pada *central processing unit* (CPU) computer digital untuk tujuan umum. Untuk membuat sistem computer, CPU harus ditambahkan memori, umumnya *read only memory* (ROM) dan *random access memory* (RAM), dekoder memori, osilator dan sejumlah *input/output device* seperti port data parallel dan serial. Gambar diatas menunjukkan sebuah diagram blok sistem mikroprosesor tujuan umum yang terdiri atas *central processing unit* (CPU), RAM, ROM, *I/O port*, *timer*, dan *port serial COM*.

Tambahan lain, *special-purpose device*, seperti *interrupt handler* dan *counter*. Penambahan seperti *mass storage*, *hard drive*, *I/O peripheral* seperti *keyboard* dan *display* (CRT/LCD) menghasilkan sebuah computer yang dapat digunakan untuk aplikasi-aplikasi *general-purpose software*. Mikrokontroler umumnya dikelompokkan dalam satu keluarga besar, contoh-contoh keluarga mikrokontroler:

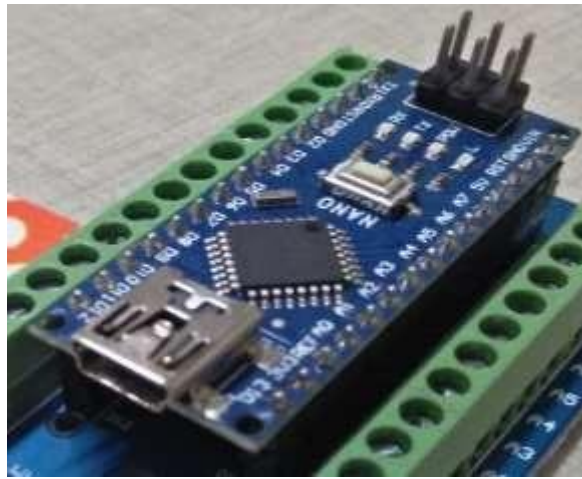
1. Keluarga MCS-51
2. Keluarga MC68HC05
3. Keluarga MC68HC11
4. Keluarga AVR
5. Keluarga PIC8

2.6 Arduino Nano

Arduino merupakan sebuah platform dari physical computing yang bersifat open source. Pertama-tama perlu dipahami bahwa kata “platform” di sini adalah sebuah pilihan kata yang tepat. Arduino tidak hanya sekedar sebuah alat pengembangan, tetapi ia adalah kombinasi dari hardware, bahasa pemrograman dan Integrated Development Environment (IDE) yang canggih. IDE adalah sebuah software yang sangat berperan untuk menulis program, meng-compile menjadi kode biner dan meng-upload ke dalam memory microcontroller. (*Dr. Junaidi, S.Si*)

Arduino Nano adalah salah satu papan pengembangan mikrokontroler yang berukuran kecil, lengkap dan mendukung penggunaan breadboard. Arduino

Nano diciptakan dengan basis mikrokontroler ATmega328 (untuk Arduino Nano versi 3.x) atau ATmega 168 (untuk Arduino versi 2.x). Arduino Nano kurang lebih memiliki fungsi yang sama dengan Arduino Duemilanove, tetapi dalam paket yang berbeda. Arduino Nano tidak menyertakan colokan DC berjenis Barrel Jack, dan dihubungkan ke komputer menggunakan port USB Mini-B. Arduino Nano dirancang dan diproduksi oleh perusahaan *Gravitech*.



Gambar 2.5 Arduino Nano

2.6.1 Konfigurasi PIN Arduino Nano

Konfigurasi pin Arduino Nano. Arduino Nano memiliki 30 Pin. Berikut

Konfigurasi pin Arduino Nano:

1. VCC merupakan pin yang berfungsi sebagai pin masukan catu daya digital.
2. GND merupakan pin ground untuk catu daya digital
3. AREF merupakan Referensi tegangan untuk input analog. Digunakan dengan fungsi `analogReference ()`

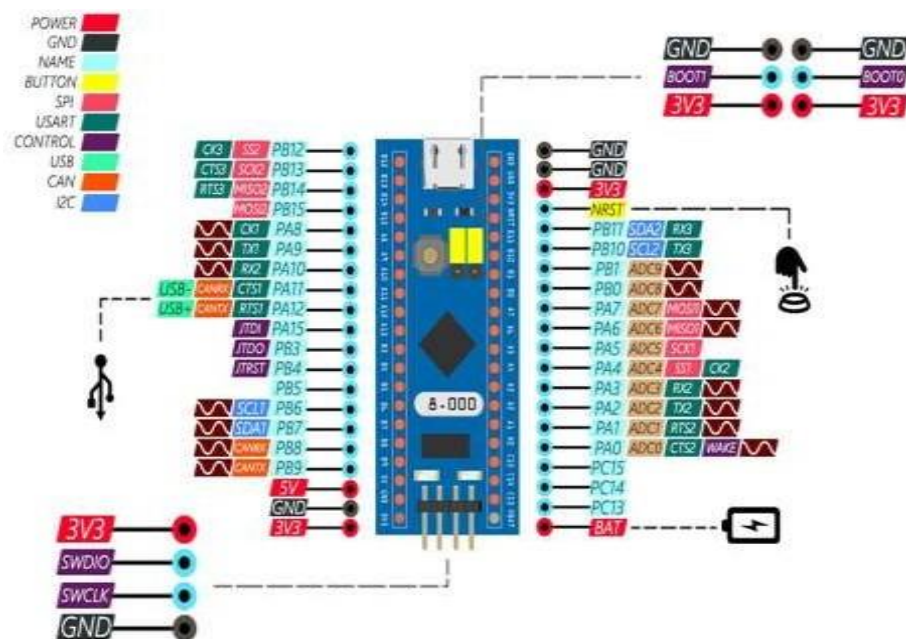
4. RESET merupakan Jalur LOW ini digunakan untuk me-reset (menghidupkan ulang) mikrokontroler. Biasanya digunakan untuk menambahkan tombol reset pada shield yang menghalangi papan utama Arduino.
5. Serial RX (0) merupakan pin yang berfungsi sebagai penerima TTL data serial.
6. Serial TX (1) merupakan pin yang berfungsi sebagai pengirim TT data serial.
7. External Interrupt (Interupsi Eksternal) merupakan pin yang dapat dikonfigurasi untuk memicu sebuah interupsi pada nilai yang rendah, meningkat atau menurun, atau perubahan nilai.
8. Output PWM 8-Bit merupakan pin yang berfungsi untuk analogWrite ().
9. SPI merupakan pin yang berfungsi sebagai pendukung komunikasi.
10. LED merupakan pin yang berfungsi sebagai pin yang diset bernilai HIGH, maka LED akan menyala, ketika pin diset bernilai LOW maka LED padam. LED Tersedia secara built-in pada papan Arduino Nano.
11. Input Analog (A0-A7) merupakan pin yang berfungsi sebagai pin yang dapat diukur/diatur dari mulai Ground sampai dengan 5 Volt, juga memungkinkan untuk mengubah titik jangkauan tertinggi atau terendah mereka menggunakan fungsi analogReference ()

Tabel 2.1 Konfigurasi PIN Arduino Nano

Nomor PIN Arduino Nano	Nama PIN Arduino Nano
1	Digital PIN 1 (TX)
2	Digital PIN 0 (RX)
3 & 28	Reset
4 & 29	GND
5	Digital PIN 2
6	Digital PIN 3 (PWM)
7	Digital PIN 4
8	Digital PIN 5 (PWM)
9	Digital PIN 6 (PWM)
10	Digital PIN 7
11	Digital PIN 8
12	Digital PIN 9 (PWM)
13	Digital PIN 10 (PWM-SS)
14	Digital PIN 11 (PWM-MOSI)
15	Digital PIN 12 (PWM-MISO)
16	Digital PIN (SCK)
18	AREF
19	Analog Input 0
20	Analog Input 1
21	Analog Input 2

22	Analog Input 3
23	Analog Input 4
24	Analog Input 5
25	Analog Input 6
26	Analog Input 7
27	VCC
30	Vin

Sumber: (Dr. Junaidi, S.Si)



Gambar 2.6 Konfigurasi Arduino Nano

Sumber: (Dr. Junaidi, S.Si)

2.6.2 Spesifikasi Arduino Nano

Berikut ini adalah Spesifikasi yang dimiliki oleh Arduino Nano:

1. Mikrokontroler Atmel ATmega168 atau ATmega328

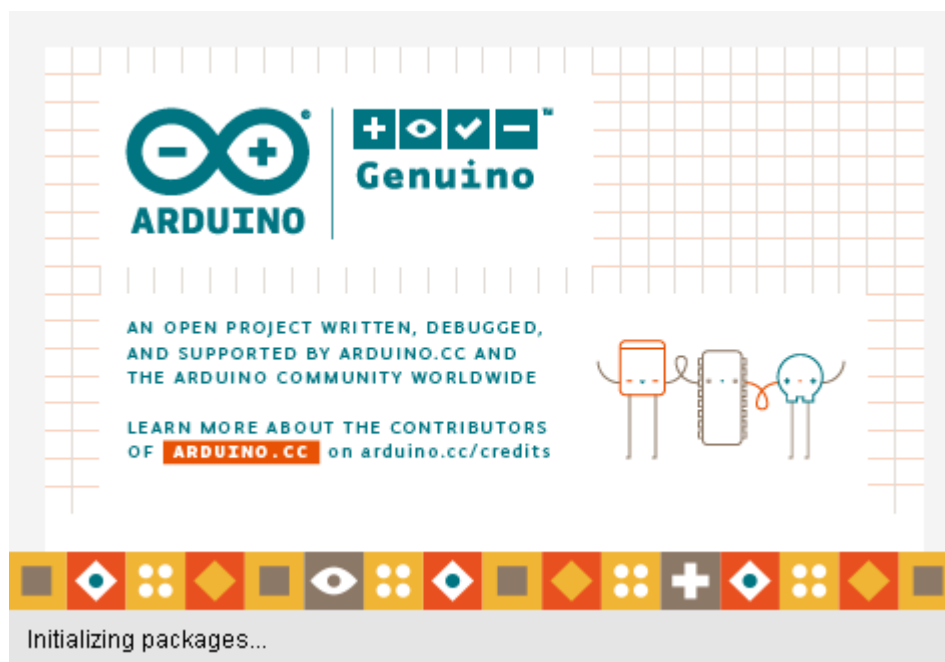
2. 5 V Tegangan Operasi
3. 7-12V Input Voltage (disarankan)
4. 6-20V Input Voltage (limit)
5. Pin Digital I/O 14 (6 pin digunakan sebagai output PWM)
6. 8 Pin Input Analog
7. 40 mA Arus DC per pin I/O
8. Flash Memory 16KB (ATmega168) atau 32KB (ATmega328) 2KB digunakan oleh Bootloader.
9. 1 Kbyte SRAM (ATmega168) atau 2 Kbyte (ATmega328)
10. 512 Byte EEPROM (ATmega168) atau 1 Kbyte (ATmega328)
11. 16 MHz Clock Speed
12. Ukuran 1.85cm x 4.3cm

2.6.3 Sumber Daya Arduino Nano

Arduino Nano dapat diaktifkan melalui koneksi USB Mini-B, atau melalui catu daya eksternal dengan tegangan belum teregulasi antara 6-20 Volt yang dihubungkan melalui pin 30 atau pin VIN, atau melalui catu daya eksternal dengan tegangan teregulasi 5 volt melalui pin 27 atau pin 5V. Sumber daya akan secara otomatis dipilih dari sumber tegangan yang lebih tinggi. Chip FTDI FT232L pada Arduino Nano akan aktif apabila memperoleh daya melalui USB, ketika Arduino Nano diberikan daya dari luar (Non-USB) maka Chip FTDI tidak aktif dan pin 3.3V pun tidak tersedia (tidak mengeluarkan tegangan), sedangkan LED TX dan RX pun berkedip apabila pin digital 0 dan 1 berada pada posisi *HIGH*. (Dr. Junaidi, S.Si).

2.6.4 Perangkat Lunak Arduino (Arduino Software)

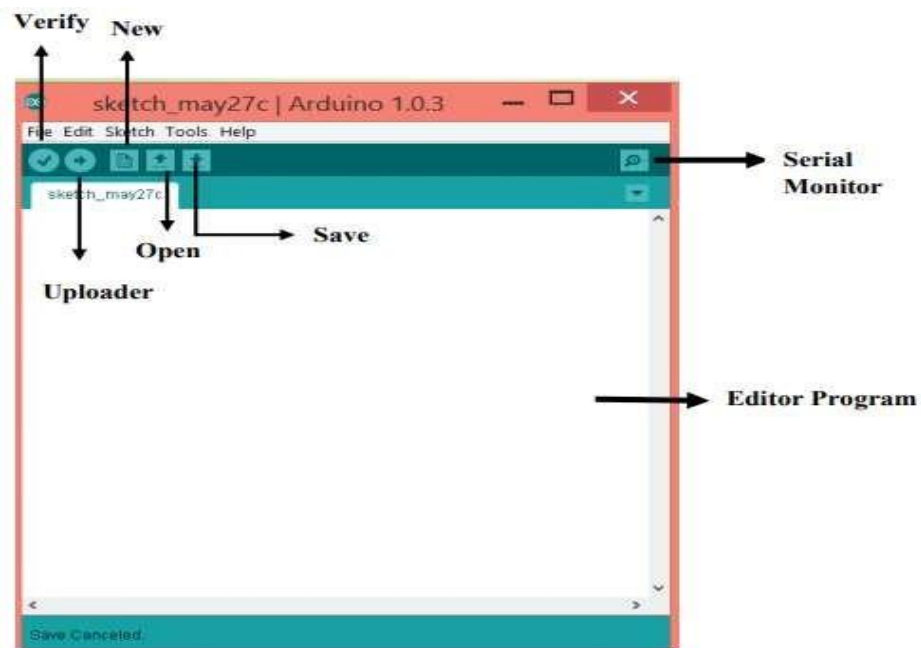
Arduino dikatakan sebagai sebuah platform dari physical computing yang bersifat open source. Maksud dari platform bahwa Arduino bukan hanya sebagai alat pengembang, tetapi ia adalah kombinasi dari hardware, bahasa pemrograman dan Integrated Development Environment (IDE) yang canggih. IDE adalah sebuah software yang sangat berperan untuk menulis program, meng-compile menjadi kode biner dan meng-upload ke dalam memory microcontroller. Software Arduino dapat di install di beberapa Operating system diantaranya: Windows, Mac OS, dan *Linux*.



Gambar 2.7 Arduino Integrated Development Environment

Secara umum, struktur program pada Arduino dibagi menjadi dua bagian yaitu setup dan loop. Bagian setup adalah bagian yang merupakan area

menempatkan kodekode inisialisasi sistem sebelum masuk ke dalam bagian loop (body). Secara prinsip, setup merupakan bagian yang dieksekusi hanya sekali yaitu pada program dimulai (start). Sedangkan bagian loop adalah bagian yang merupakan inti utama dari program Arduino. Dan bagian ini yang dieksekusi secara terus menerus.



Gambar 2.8 Tampilan Toolbar Arduino

Keterangan:

1. Editor Program

Sebuah window yang memungkinkan pengguna menulis dan mengedit program dalam bahasa processing

2. Verify

Mengecek kode sketch yang error sebelum mengupload ke board arduino

3. Uploader

Sebuah modul yang memuat kode biner dari komputer ke dalam memori di dalam papan arduino

4. New

Membuat sebuah sketch baru

5. Open

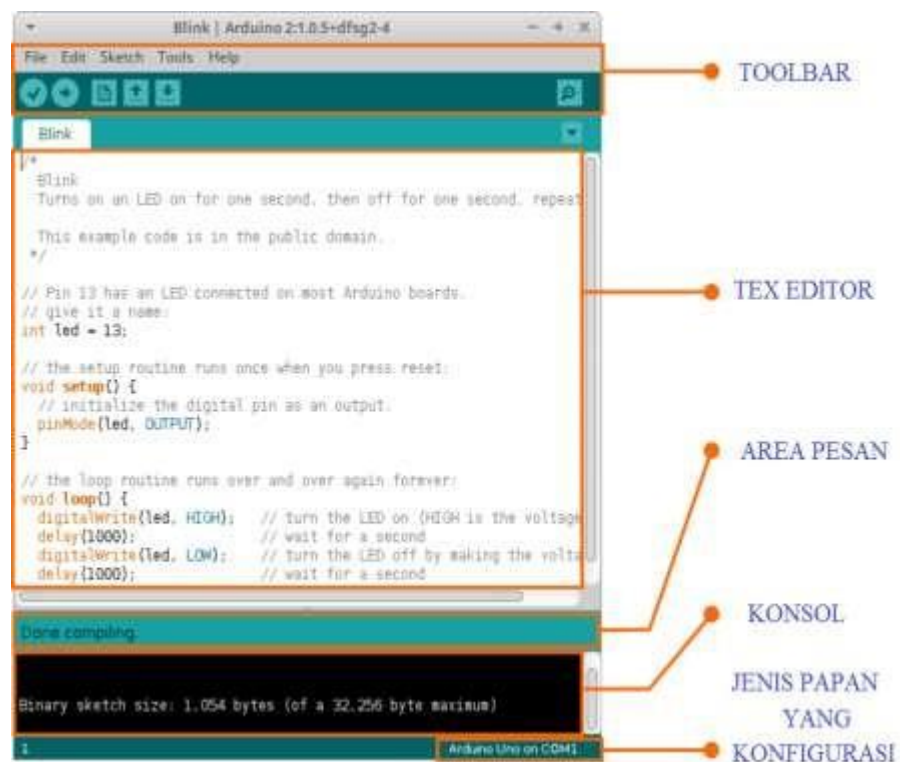
Membuka daftar sketch pada sketchbook arduino

6. Savie

Menyimpan kode sketch pada sketchbook

7. Serial Monitor

Menampilkan data serial yang dikirimkan dari board arduino



Gambar 2.9 Struktur IDE

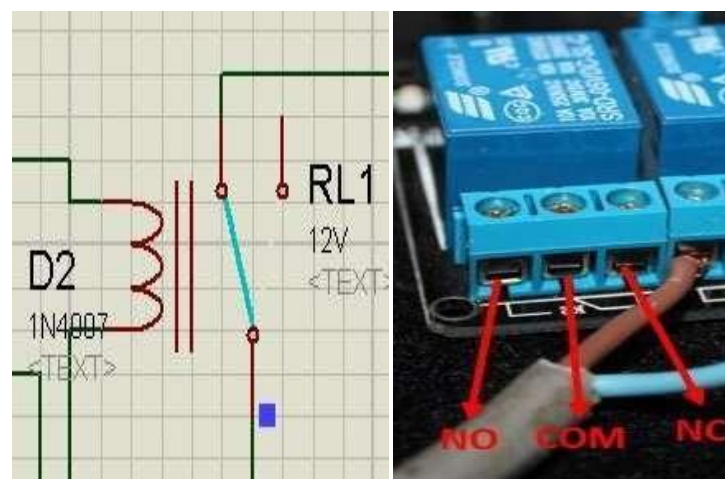
2.7 Relay

Relay merupakan bentuk hambatan terdiri atas titik-titik kontak bawah dengan gulungan spool-nya tidak bergerak dan titik kontak bagian atas yang bergerak. Prinsip kerja hambatan adalah menghubungkan titik-titik kontak bagian bawah dengan titik bagian atas yaitu terletak gulungan spool dialiri arus listrik yang timbul elektromagnet. Secara sederhana relay elektromekanis ini didefinisikan sebagai berikut:

1. Alat yang menggunakan gaya elektromagnetik untuk menutup (atau membuka) kontak saklar

1. Saklar yang digerakkan (secara mekanis) oleh daya/energi listrik

Dibawah ini adalah gambar fisik, bentuk dan Simbol Relay yang sering ditemukan di Rangkaian Elektronika.



Gambar 2.10 Fisik relay Symbol relay

Bagian titik kontak dibagi menjadi 2 bagian yaitu bagian kontak utama dan kontak bantu yaitu : Bagian kontak utama gunanya untuk menghubungkan dan memutuskan arus listrik bagian yang menuju beban/pemakai. Bagian kontak

bantu gunanya untuk menghubungkan dan memutuskan arus listrik ke bagian yang menuju bagian pengendali. Kontak Bantu mempunyai 2 kontak yaitu kontak hubung (NC) dan kontak putus (NO) menandakan masing-masing kontak dan gulungan spool. Secara umum, relay digunakan untuk memenuhi fungsi-fungsi berikut:

1. Remote control : dapat menyalakan atau mematikan alat dari jarak jauh.
2. Penguatan daya : menguatkan arus atau tegangan.
3. Pengatur logika kontrol suatu sistem

Susunan kontak pada relay adalah

1. Normally Open : Relay akan menutup bila dialiri arus listrik.
2. Normally Close : Relay akan membuka bila dialiri arus listrik.
3. Changeover : Relay ini memiliki kontak tengah yang akan melepaskan diri dan membuat kontak lainnya berhubungan

2.7.1 Prinsip Kerja Relay

Pada dasarnya, Relay terdiri dari 4 komponen dasar yaitu:

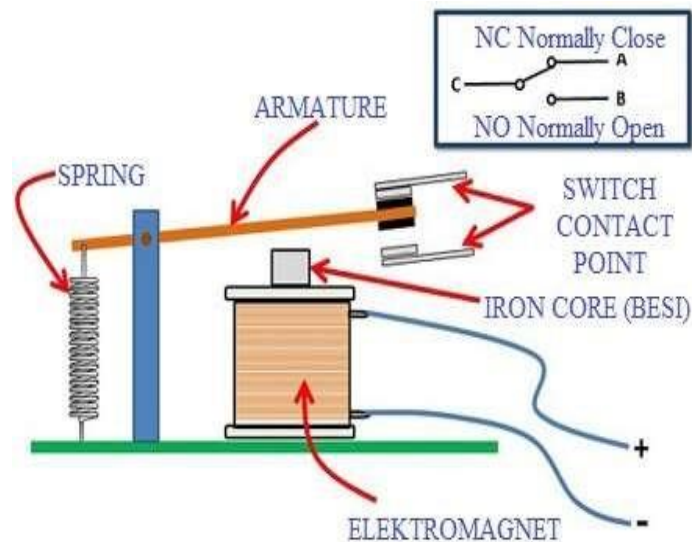
1. Electromagnet (Coil)
2. Armature
3. Switch Contact Point (Saklar)
4. Spring

Seperti saklar, relay juga dibedakan berdasar pole dan throw yang dimilikinya

1. *Pole* : banyaknya contact yang dimiliki oleh relay

2. *Throw* : banyaknya kondisi (state) yang mungkin dimiliki contact.

Berikut ini merupakan gambar dari bagian-bagian Relay.



Gambar 2.11 Struktur Sederhana Relay
Sumber: (Rudi Susanto,dkk 2018)

Kontak normally open akan membuka ketika tidak ada arus mengalir pada kumparan, tetapi tertutup secepatnya setelah kumparan menghantarkan arus atau diberi tenaga. Kontak normally close akan tertutup apabila kumparan tidak diberi tenaga dan membuka ketika kumparan diberi daya. Masing-masing kontak biasanya digambarkan sebagai kontak yang tampak dengan kumparan tidak diberi tenaga atau daya. Relay terdiri dari 2 terminal trigger, 1 terminal *input* dan 1 terminal *output*.

1. Terminal trigger : yaitu terminal yang akan mengaktifkan relay, seperti alat elektronik lainnya relay akan aktif apabila di aliri arus + dan arus -. Pada contoh relay yang kita gunakan terminal trigger ini adalah 85 dan 86.

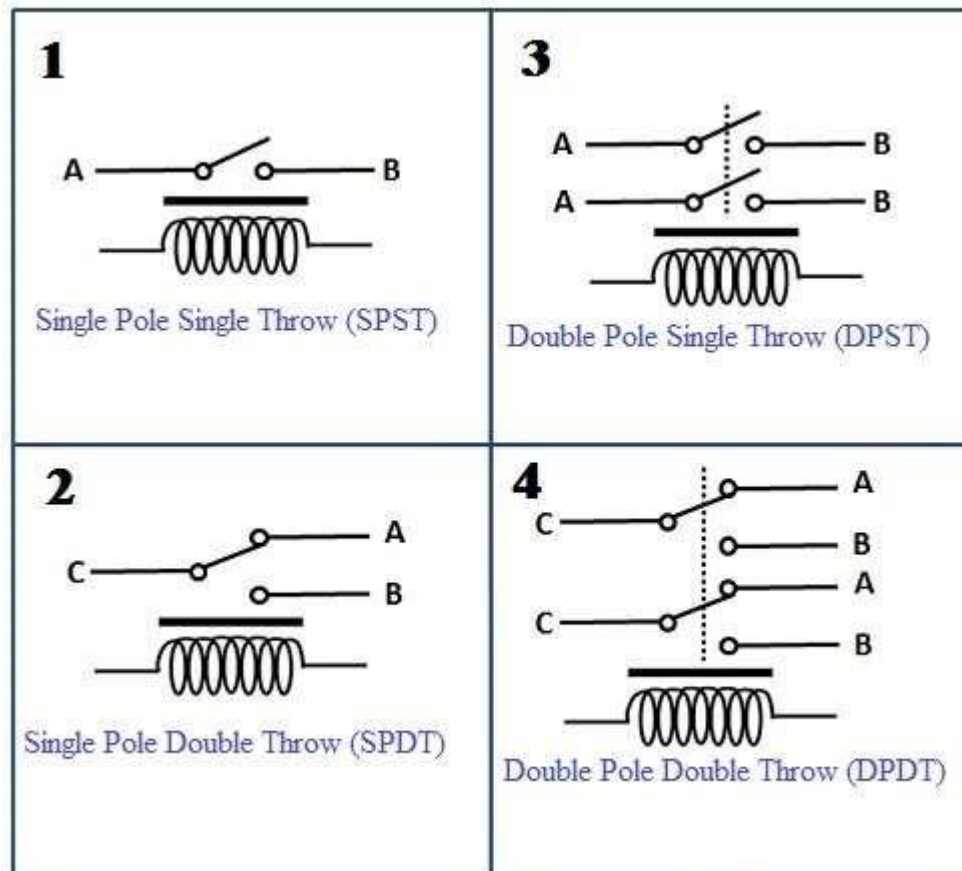
2. Terminal input : yaitu terminal tempat kita memberikan masukan, pada contoh adalah terminal 30.
3. Terminal output : yaitu tempat keluarnya output pada contoh adalah terminal 87

2.7.2 Jenis-jenis Relay

Berikut ini penggolongan relay berdasar jumlah *pole* dan *throw*

1. DPST (Double Pole Single Throw), relay golongan ini memiliki 6 terminal, diantaranya 4 terminal yang terdiri dari 2 pasang terminal saklar sedangkan 2 terminal lainnya untuk coil. Relay DPST dapat dijadikan 2 saklar yang dikendalikan oleh 1 coil
2. SPST (*Single Pole Single Throw*), relay golongan ini memiliki 4 terminal, 2 terminal untuk saklar dan 2 terminalnya lagi untuk coil
3. SPDT (*Single Pole Double Throw*), relay golongan ini memiliki 5 terminal, 3 terminal untuk saklar dan 2 terminalnya lagi untuk coil
4. DPDT (*Double Pole Double Throw*), relay golongan ini memiliki terminal sebanyak 8 terminal, diantaranya terminal yang merupakan 2 pasang relay SPDT yang dikendalikan oleh 1 (*single*) coil. Sedangkan 2 terminal lainnya untuk *coil*.

Selain golongan relay diatas, terdapat juga relay-relay yang *Pole* dan *Throw*-nya melebihi dari dua. Misal-nya 3PDT (*Triple Pole Double Throw*) ataupun 4PDT (*Four Pole Double Throw*) dan lain sebagainya. Berikut ini merupakan gambar dari jenis Relay berdasarkan *Pole* dan *Throw*-nya.



Gambar 2.12 Jenis Relay berdasarkan *Pole* dan *Throw*
 Sumber: (Rudi Susanto, dkk 2018)

2.7.3 Fungsi-fungsi Relay

Beberapa fungsi relay yang telah umum diaplikasikan kedalam peralatan elektronika diantara-nya adalah:

1. Relay digunakan untuk menjalankan fungsi logika (*logic function*).
2. Relay digunakan untuk memberikan fungsi penundaan waktu (*time delay function*).
3. Relay digunakan untuk mengendalikan sirkuit tegangan tinggi dengan bantuan dari signal tegangan rendah.

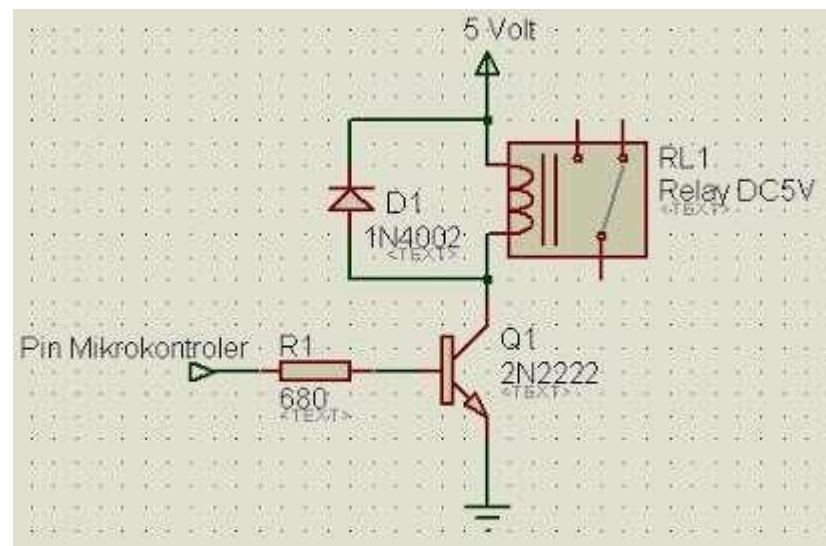
4. Ada juga relay yang berfungsi untuk melindungi motor ataupun komponen lainnya dari kelebihan tegangan ataupun hubung singkat (*short*).

2.7.4 Driver Relay

Rangkaian driver relay berfungsi untuk mengendalikan motor arus searah (dc) yang dihasilkan dari port paralel I/O. Sinyal dari keluaran port biasanya berupa sinyal-sinyal yang kecil, sehingga tidak mampu untuk menggerakkan sistem daya berupa motor arus searah. Untuk dapat dimanfaatkan sinyal keluaran port, diperlukan suatu rangkaian driver relay agar sinyal yang kecil dapat dipergunakan untuk penggerak objek yang akan dikendalikan dari jarak jauh. Rangkaian driver relay ini dibangun oleh suatu komponen utama yaitu transistor dan relay. Transistor di rangkain driver relay difungsikan sebagai penguat sinyal dan switching, serta relay sebagai penggerak motor dc. Driver relay ini selain sebagai sebagai penguat dan switching, sekaligus difungsikan untuk mengendalikan motor dc dalam sistem pembalik putaran. Jadi, driver relay ini dapat mengatur arah putaran motor forward dan reverse.

Semua driver relay pada sistem ini memiliki rangkaian dan karakteristik yang sama. Saat relay 1 bekerja maka posisi positif motor akan mendapat sumber tegangan positif dan posisi negatif motor terhubung dengan kutub negatif sumber tegangan. Sehingga, motor akan berputar dengan arah putaran searah jarum jam (*clockwise*). Dengan cara yang sama untuk menggerakkan kontak relay 2, maka terjadi kondisi yang berkebalikan yaitu motor akan berputar dengan arah putaran yang berlawanan arah jarum jam (*counter clockwise*).

Penggunaan driver relay ini menjadi pilihan karena driver relay mudah dikontrol, dapat diberi beban yang besar baik beban AC maupun DC serta sebagai isolator yang baik antara rangkaian beban dengan rangkaian kendali. Rangkaian driver relay dapat dibangun menggunakan konsep transistor sebagai saklar. Teknik antara relay dengan rangkaian digital atau mikrokontroller adalah rangkaian driver relay dengan menggunakan transistor sebagai penguat. Berikut merupakan contoh dari gambar rangkaian Driver Relay



Gambar 2.13 Rangkaian *Driver Relay*

Pada rangkaian menyerupai sirkuit diatas, dapat dilihat untuk mengoperasikan transistor sebagai saklar transistor dalam keadaan sepenuhnya "OFF" (cut-off) atau dalam keadaan "ON" (saturasi).. Namun, ketika dinyalakan dalam kondisi ON (saturasi) , maka aliran arus maksimum. Dalam prakteknya ketika transistor diaktifkan "OFF", arus kebocoran akan kecil ketika mengalir melalui transistor dan ketika diaktifkan "ON" maka rangkaian tersebut akan memiliki tegangan saturasi kecil (V_{CE}) Meskipun transistor tidak dalam saklar

yang sempurna, baik di cut-off dan daerah saturasi. Agar arus Basis mengalir, terminal input Basis harus dibuat lebih positif daripada Emitter dengan meningkatkan itu di atas 0,7 volt yang dibutuhkan untuk perangkat silikon. Dengan memvariasikan Base-Emitter ini tegangan VBE arus basis juga mengontrol jumlah arus kolektor yang mengalir melalui transistor.

Ketika arus kolektor maksimum mengalir maka transistor dikatakan saturasi. Nilai dari resistor Basis menentukan berapa banyak masukan tegangan yang diperlukan dan sesuai saat Basis untuk beralih transistor sepenuhnya "ON". Transistor BC108 adalah transistor umum NPN bipolar junction (BJT) digunakan untuk memperkuat daya rendah atau aplikasi switching. Hal ini dirancang untuk arus yang rendah sampai medium, daya yang rendah, tegangan medium, dan dapat beroperasi pada kecepatan yang cukup tinggi. Semua variasi memiliki beta atau gain arus (h_{FE}) minimal 100 dalam kondisi yang optimal. Hal ini digunakan dalam berbagai amplifikasi dan beralih aplikasi analog.

2.8 *Liquid Cristal Display (LCD)*

Liquid cristal display(LCD) adalah komponen yang dapat menampilkan tulisan dengan memanfaatkan kristal cair, salah satu jenisnya adalah LCD 16x2 yang memiliki dua baris setiap baris terdiri dari enam belas karakter (Abdul kadir, 2012:196). Gambar LCD 16x2 dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 2.14 *Liquid Cristal Display (LCD)*

LCD ini memiliki 16 pin dengan fungsi pin masing – masing diperlihatkan pada tabel dibawah ini:

Tabel 2.2 PIN Liquid Cristal Display LCD 16x2

No PIN	Nama PIN	I/O	Keterangan
1	GND	Power	Catu daya Ground (0V)
2	VCC	Power	Catu daya positif
3	CONTR	Power	Pengatur kontras. Menurut datasheet, pin ini perlu dihubungkan dengan pin VSS melalui resistor 5k Ω . Namun, dalam praktik, resistor yang digunakan sekitar 2,2k Ω .
4	RS	Input	Register Select <ul style="list-style-type: none"> ➤ RS=HIGH: untuk mengirim data ➤ RS=LOW: untuk mengirim instruksi
5	R/W	Input	Read/Write control bus <ul style="list-style-type: none"> ➤ R/W=HIGH: mode untuk membaca

			<p>data di LCD</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ R/W=LOW: mode penulisan ke LCD ➤ Dihubungkan dengan LOW Untuk mengirim data ke layar
6	E	Input	Data <i>enable</i> untuk mengontrol LCD
7	D0	I/O	Data
8	D1	I/O	Data
9	D2	I/O	Data
10	D3	I/O	Data
11	D4	I/O	Data
12	D5	I/O	Data
13	D6	I/O	Data
14	D7	I/O	Data
15	NC	Power	Catu daya layar, positif (backlight)
16	NC	Power	Catu daya layar, negative (backlight)

Sumber: (Ritha Sandra,dkk 2017)

2.8.1 Cara Kerja *Liquid Cristal Display* (LCD)

LCD 16x2 terdiri dari dua bagian utama yaitu panel LCD sebagai media untuk menampilkan informasi dalam bentuk huruf atau angka dua baris, masing-masing baris dapat menampilkan 16 huruf atau angka dan rangkaian yang terintegrasi dengan panel LCD berfungsi untuk mengatur tampilan informasi serta

mengatur komunikasi LCD 16x2 dengan mikrokontroler. LCD yang berupa 8 bit pada pin (D0-D7) diterima lebih dahulu pada mikrokontroler, berfungsi untuk mengatur data *input* dari mikrokontroler sebelum ditampilkan pada LCD. Selain itu LCD juga dilengkapi dengan pin E, R/W (*Read/Write*), dan RS (*Data Register*) yang berfungsi sebagai pengendali mikrokontroler. Pada proses pengiriman data (R/W=1) dan proses pengambilan data (R/W=0).

Pin RS digunakan untuk membedakan jenis data yang dikirim, jika (RS=0) data yang dikirim adalah perintah untuk mengatur kerja modul LCD, sedangkan jika (RS=1) data yang dikirim adalah kode ASCII yang ditampilkan. Demikian pula saat pengambilan data, jika (RS=0) data yang diambil dari modul LCD merupakan data status yang mewakili aktivitas modul LCD, sedangkan jika (RS=1) data yang diambil merupakan kode *American Standard Code for Information Interchange*(ASCII) dari data yang ditampilkan. ASCII merupakan suatu standar internasional dalam kodehuruf dan simbol seperti Hex dan unicode, tetapi ASCII lebih universal. ASCII selalu digunakan oleh komputer dan alat komunikasi lain untuk menampilkan teks. LCD bekerja dengan memanfaatkan kristal cair yang dapat berubah ketika dialiri listrik, kristal cair tersebut akan mengalami perubahan fisika yang dikendalikan oleh arus listrik. Kristal cair digunakan untuk meneruskan cahaya dari backlight LCD. Kristal cair ini akan berputar 90 derajat ketika dialiri arus listrik dan bersifat sementara, molekul kimia LCD berputar hanya ketika dialiri arus listrik dan kembali ke bentuk semula (tampilan menghilang).

2.9 Catu Daya (*Power Supplay*)

Catu daya atau sering disebut dengan *Power Supply* adalah perangkat elektronika yang berguna sebagai sumber daya untuk perangkat lain. Secara umum istilah catu daya berarti suatu sistem penyearah-filter yang mengubah ac menjadi dc murni. Sumber DC seringkali dapat menjalankan peralatan-peralatan elektronika secara langsung, meskipun mungkin diperlukan beberapa cara untuk meregulasi dan menjaga suatu ggl agar tetap meskipun beban berubah-ubah. Energi yang paling mudah tersedia adalah arus bolak-balik, harus diubah atau disearahkan menjadi dc berpulsa (*pulsating dc*), yang selanjutnya harus diratakan atau disaring menjadi tegangan yang tidak berubah-ubah. Tegangan dc juga memerlukan regulasi tegangan agar dapat menjalankan rangkaian dengan sebaiknya.

Secara garis besar, pencatu daya listrik dibagi menjadi dua macam, yaitu pencatu daya tak distabilkan dan pencatu daya distabilkan. Pencatu daya tak distabilkan merupakan jenis pencatu daya yang paling sederhana. Pada pencatu daya jenis ini, tegangan maupun arus keluaran dari pencatu daya tidak distabilkan, sehingga berubah-ubah sesuai keadaan tegangan masukan dan beban pada keluaran. Pencatu daya jenis ini biasanya digunakan pada peranti elektronika sederhana yang tidak sensitif akan perubahan tegangan. Pencatu jenis ini juga banyak digunakan pada penguat daya tinggi untuk mengkompensasi lonjakan tegangan keluaran pada penguat. Pencatu daya distabilkan pencatu jenis ini menggunakan suatu mekanisme lolos balik untuk menstabilkan tegangan keluarannya, bebas dari variasi tegangan masukan, beban keluaran, maupun

dengung. Ada dua jenis yang digunakan untuk menstabilkan tegangan keluaran, antara lain:

1. Pencatu daya linier, merupakan jenis pencatu daya yang umum digunakan. Cara kerja dari pencatu daya ini adalah mengubah tegangan AC menjadi tegangan AC lain yang lebih kecil dengan bantuan Transformator. Tegangan ini kemudian disearahkan dengan menggunakan rangkaian penyearah tegangan, dan di bagian akhir ditambahkan kondensator sebagai penghalus tegangan sehingga tegangan DC yang dihasilkan oleh pencatu daya jenis ini tidak terlalu bergelombang. Selain menggunakan diode sebagai penyearah, rangkaian lain dari jenis ini dapat menggunakan regulator tegangan linier sehingga tegangan yang dihasilkan lebih baik daripada rangkaian yang menggunakan dioda. Pencatu daya jenis ini biasanya dapat menghasilkan tegangan DC yang bervariasi antara 0 - 60 Volt dengan arus antara 0 - 10 Ampere
2. Pencatu daya Sakelar, pencatu daya jenis ini menggunakan metode yang berbeda dengan pencatu daya linier. Pada jenis ini, tegangan AC yang masuk ke dalam rangkaian langsung disearahkan oleh rangkaian penyearah tanpa menggunakan bantuan transformer. Cara menyearahkan tegangan tersebut adalah dengan menggunakan frekuensi tinggi antara 10KHz hingga 1MHz, dimana frekuensi ini jauh lebih tinggi daripada frekuensi AC yang sekitar 50Hz. Pada pencatu daya sakelar biasanya diberikan rangkaian umpan balik agar

tegangan dan arus yang keluar dari rangkaian ini dapat dikontrol dengan baik.

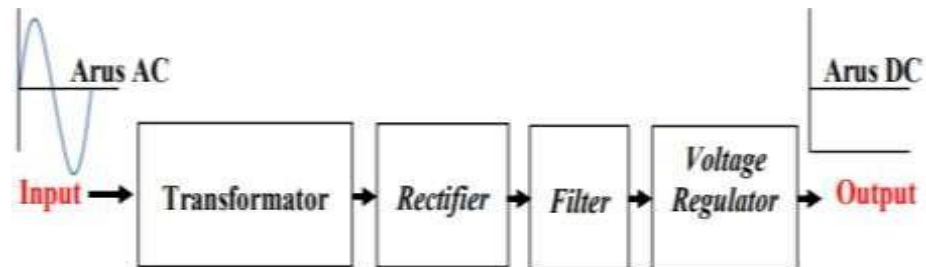
2.7.1 Prinsip Kerja Catu Daya (*Power Supplay*)

Arus Listrik yang kita gunakan di rumah, kantor dan pabrik pada umumnya adalah dibangkitkan, dikirim dan didistribusikan ke tempat masing-masing dalam bentuk Arus Bolak-balik atau arus AC (*Alternating Current*). Hal ini dikarenakan pembangkitan dan pendistribusian arus Listrik melalui bentuk arus bolak-balik (AC) merupakan cara yang paling ekonomis dibandingkan dalam bentuk arus searah atau arus DC (*Direct Current*).

Akan tetapi, peralatan elektronika yang kita gunakan sekarang ini sebagian besar membutuhkan arus DC dengan tegangan yang lebih rendah untuk pengoperasiannya. Oleh karena itu, hampir setiap peralatan Elektronika memiliki sebuah rangkaian yang berfungsi untuk melakukan konversi arus listrik dari arus AC menjadi arus DC dan juga untuk menyediakan tegangan yang sesuai dengan rangkaian Elektronika-nya. Rangkaian yang mengubah arus listrik AC menjadi DC ini disebut dengan DC Power Supply atau dalam bahasa Indonesia disebut dengan Catu daya DC. DC Power Supply atau Catu Daya ini juga sering dikenal dengan nama “Adaptor”.

Sebuah DC Power Supply atau Adaptor pada dasarnya memiliki 4 bagian utama agar dapat menghasilkan arus DC yang stabil. Keempat bagian utama tersebut diantaranya adalah Transformer, Rectifier, Filter dan Voltage Regulator. Sebelum kita membahas lebih lanjut mengenai Prinsip Kerja DC Power Supply, sebaiknya kita mengetahui Blok-blok dasar yang membentuk sebuah DC Power

Supply atau Pencatu daya ini. Dibawah ini adalah Diagram Blok DC Power Supply (Adaptor) pada umumnya.

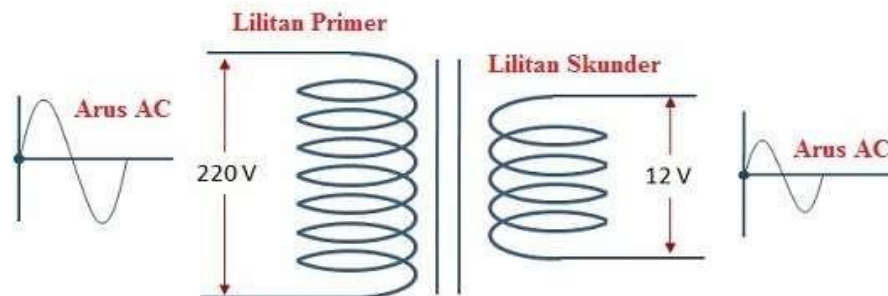


Gambar 2.15 Blok Diagram DC Power Supply
Sumber: (Cholish,dkk 2017)

1. Transformator (*Transformer* / Trafo)

Transformator (Transformer) atau disingkat dengan Trafo yang digunakan untuk DC Power supply adalah Transformer jenis Step-down yang berfungsi untuk menurunkan tegangan listrik sesuai dengan kebutuhan komponen Elektronika yang terdapat pada rangkaian adaptor (DC Power Supply). Transformator bekerja berdasarkan prinsip Induksi elektromagnetik yang terdiri dari 2 bagian utama yang berbentuk lilitan yaitu lilitan Primer dan lilitan Sekunder. Lilitan Primer merupakan Input dari pada Transformator sedangkan Output-nya adalah pada lilitan sekunder. Meskipun tegangan telah diturunkan, Output dari Transformator masih berbentuk arus bolak-balik (arus AC) yang harus diproses selanjutnya.

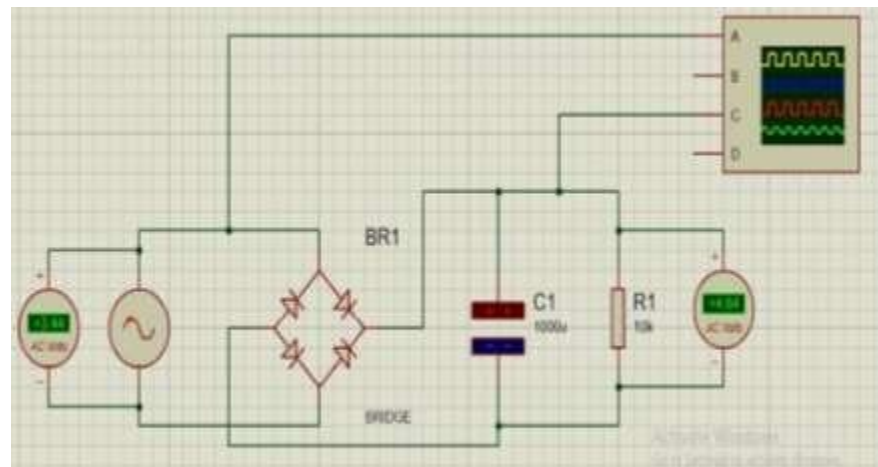
Transformator *Step Down*



Gambar 2.16 Transformator / Trafo *Step Down*
 Sumber: (Cholish,dkk 2017)

2. Penyearah Gelombang (*Rectifier*)

Rectifier atau penyearah gelombang adalah rangkaian Elektronika dalam *Power Supply* (catu daya) yang berfungsi untuk mengubah gelombang AC menjadi gelombang DC setelah tegangannya diturunkan oleh Transformator Step down. Rangkaian Rectifier biasanya terdiri dari komponen Dioda. Terdapat 2 jenis rangkaian Rectifier dalam Power Supply yaitu “*Half Wave Rectifier*” yang hanya terdiri dari 1 komponen Dioda dan “*Full Wave Rectifier*” yang terdiri dari 2 atau 4 komponen dioda. Prinsip penyearah (rectifier) yang paling sederhana ditunjukkan pada gambar 2.3. berikut ini. Transformator diperlukan untuk menurunkan tegangan AC dari jala-jala listrik pada kumparan primernya menjadi tegangan AC yang lebih kecil pada kumparan sekundernya.



Gambar 2.17 Rangkaian Penyearah
Sumber: Penulis,2021

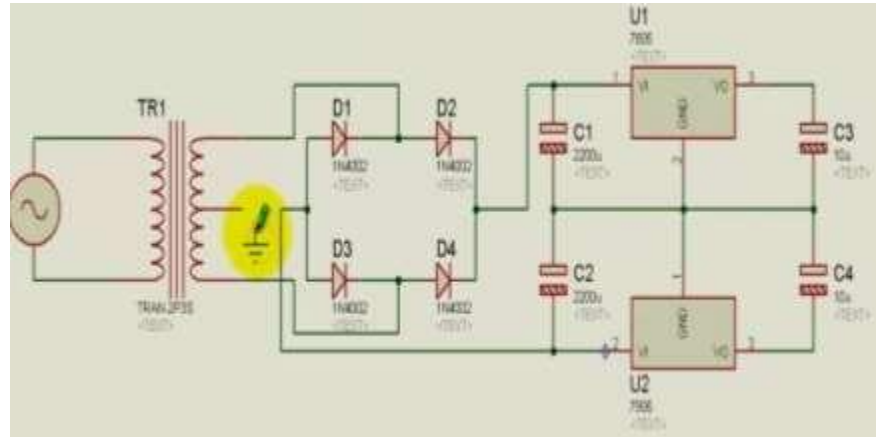
3. Penyaring (*Filter*)

Dalam rangkaian DC Power supply, filter digunakan untuk meratakan sinyal arus yang keluar dari Rectifier. Filter ini biasanya terdiri dari komponen Kapasitor (Kondensator) yang berjenis Elektrolit atau ELCO (*Electrolyte Capacitor*).

4. Pengatur Tegangan (*Voltage Regulator*)

Untuk menghasilkan Tegangan dan Arus DC (arus searah) yang tetap dan stabil, diperlukan *Voltage Regulator* yang berfungsi untuk mengatur tegangan sehingga tegangan Output tidak dipengaruhi oleh suhu, arus beban dan juga tegangan input yang berasal Output Filter. *Voltage Regulator* pada umumnya terdiri dari Dioda Zener, Transistor atau IC (*Integrated Circuit*). Pada DC *Power Supply* yang canggih, biasanya *Voltage Regulator* juga dilengkapi dengan *Short Circuit Protection* (perlindungan atas hubung singkat), *Current Limiting*

(Pembatas Arus) ataupun *Over Voltage Protection* (perlindungan atas kelebihan tegangan).



Gambar 2.18 Rangkaian IC Voltage Regulator

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini meliputi waktu dan tempat penelitian, alat dan bahan, rancangan alat, metode penelitian, dan prosedur penelitian. Pada prosedur penelitian akan dilakukan beberapa langkah pengujian untuk mengetahui cara kerja pada Rangkaian Alat Monitoring Kecepatan Kipas Angin Berdasarkan Suhu Berbasis Arduino. Penjelasan lebih rinci tentang metodologi penelitian akan dipaparkan sebagai berikut:

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Januari 2021 JL Medan - Batang Kuis, *Pasar 10 Tembung*, Bandar Klippa, Percut Sei Tuan, Deli Serdang, *Tembung*, Kec. Percut Sei Tuan, Kabupaten Deli Serdang Sumatera Utara.

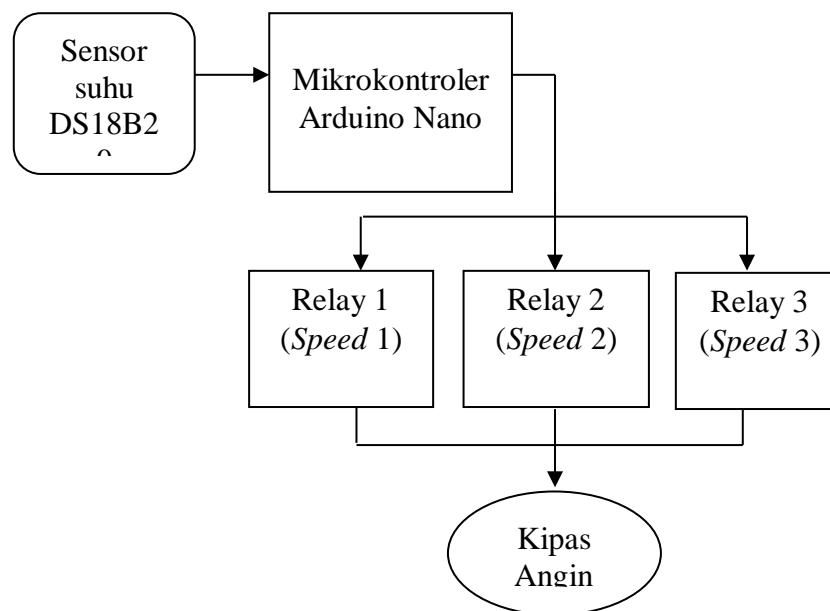
3.2 Perancangan *Hardware* dan *Software*

Perancangan Rangkaian Rangkaian Alat Monitoring Kecepatan Kipas Angin Berdasarkan Suhu Berbasis Arduino ini terbagi atas dua bagian, yaitu perancangan *hardware* dan perancangan *software*. Perancangan *hardware* terbagi atas perancangan sistem *control*, perancangan unit masukan, perancangan unit keluaran dan perancangan unit *power supply*. Sedangkan perancangan *software* terdiri dari perancangan bahasa program dan sistem flowchart kerja sistem.

3.3 Hardware

Adapun yang dimaksud dengan sistem adalah sekumpulan elemen yang saling berkaitan yang memproses masukan (*input*) yang satu dengan masukan yang lain sehingga mampu menghasilkan keluaran (*output*) berupa informasi yang dapat digunakan dalam mengambil suatu keputusan.

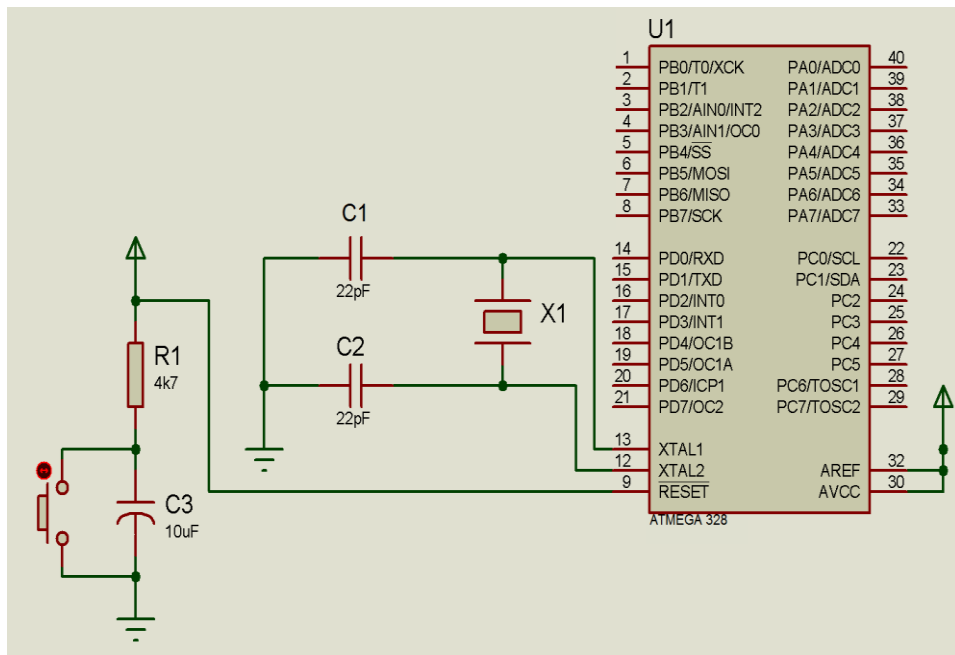
3.3.1 Blok Diagram



Gambar 3.1 Blok Diagram Rangkaian

Dari gambar blok diagram diatas penulis menjelaskan bahwa, sensor suhu mendeteksi suhu pada ruangan, jika suhu semakin tinggi maka sensor suhu akan mengirimkan data pada mikrokontroler dan mikrokontroler memerintahkan driver relay untuk bekerja dan hasil suhu yang dideteksi oleh sensor akan ditampilkan pada display LCD 2x16

3.3.2 Rangkaian Sistem Minimum Arduino Nano



Gambar 3.2 Rangkaian Sistem Minimum Arduino Nano

Rangkaian sistem minimum adalah rangkaian minimal dimana *chip* mikrokontroler dapat bekerja (*running*). Chip AVR Atmega dilengkapi dengan osilator internal sehingga, untuk menghemat biaya (*cost*), tidak perlu menggunakan kristal/resonator eksternal untuk sumber *clock* CPU.

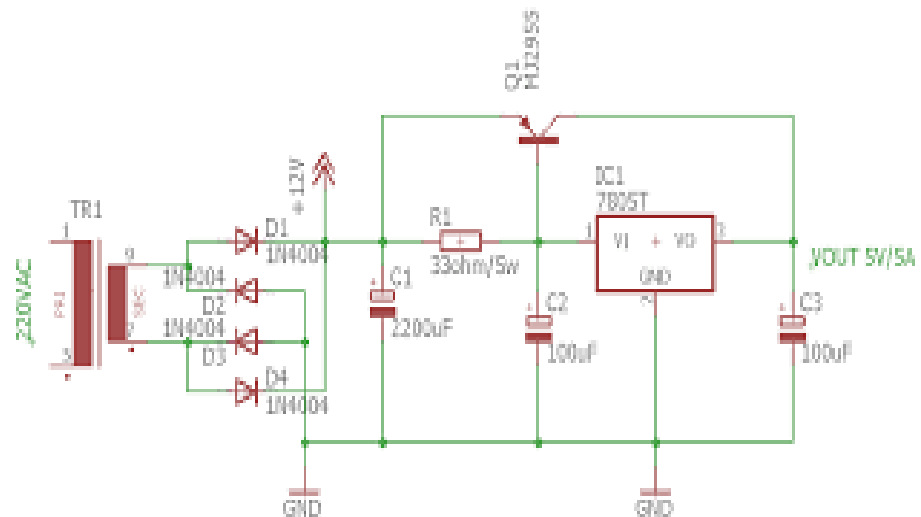
Untuk membuat rangkaian sistem minimum diperlukan beberapa komponen yaitu :

1. IC mikrokontroler ATMEga 328
2. 3 kapasitor yaitu 22 pF (C1 dan C2) serta 10 uF(C3)
3. 1 resistor yang bernilai yaitu 4k7 ohm
4. 1 tombol reset pushbutton (PB1)

Program memori adalah memori *Flash PEROM* yang bertugas menyimpan program (*software*) yang kita buat dalam bentuk kode-kode program (berisi alamat beserta kode program dalam ruangan memori alamat tersebut) yang kita *compile* berupa bilangan heksa atau biner.

3.3.3 Regulator Tegangan

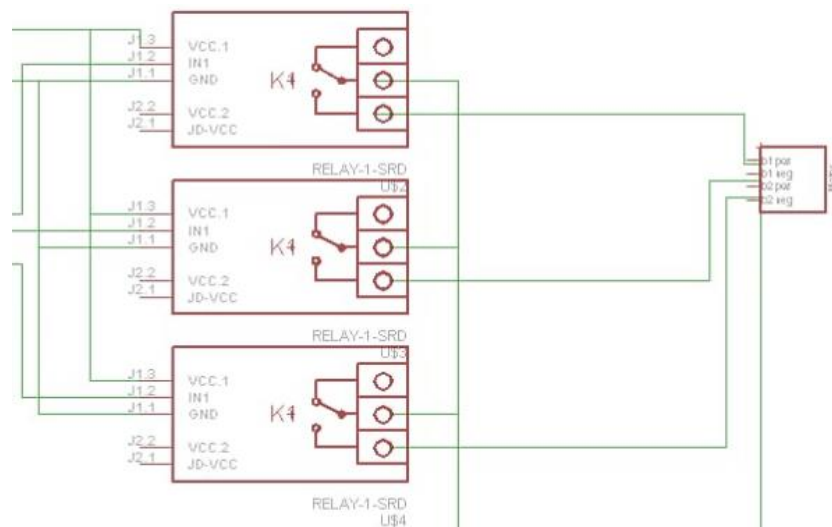
Rangkaian regulator tegangan adalah rangkaian pengatur tegangan agar tegangan yang keluar dari rangkaian ini tetap pada satu nilai meskipun masukannya lebih besar dari nilai yang diinginkan. Pada rancangan ini digunakan LM7805 sebagai regulator tegangan dikarenakan LM7805 bisa menerima tegangan masukan antara 8V-18V tetapi tegangan keluarannya bernilai 5V yang sesuai dengan tegangan yang dibutuhkan oleh mikrokontroler sebagai catu dayanya.



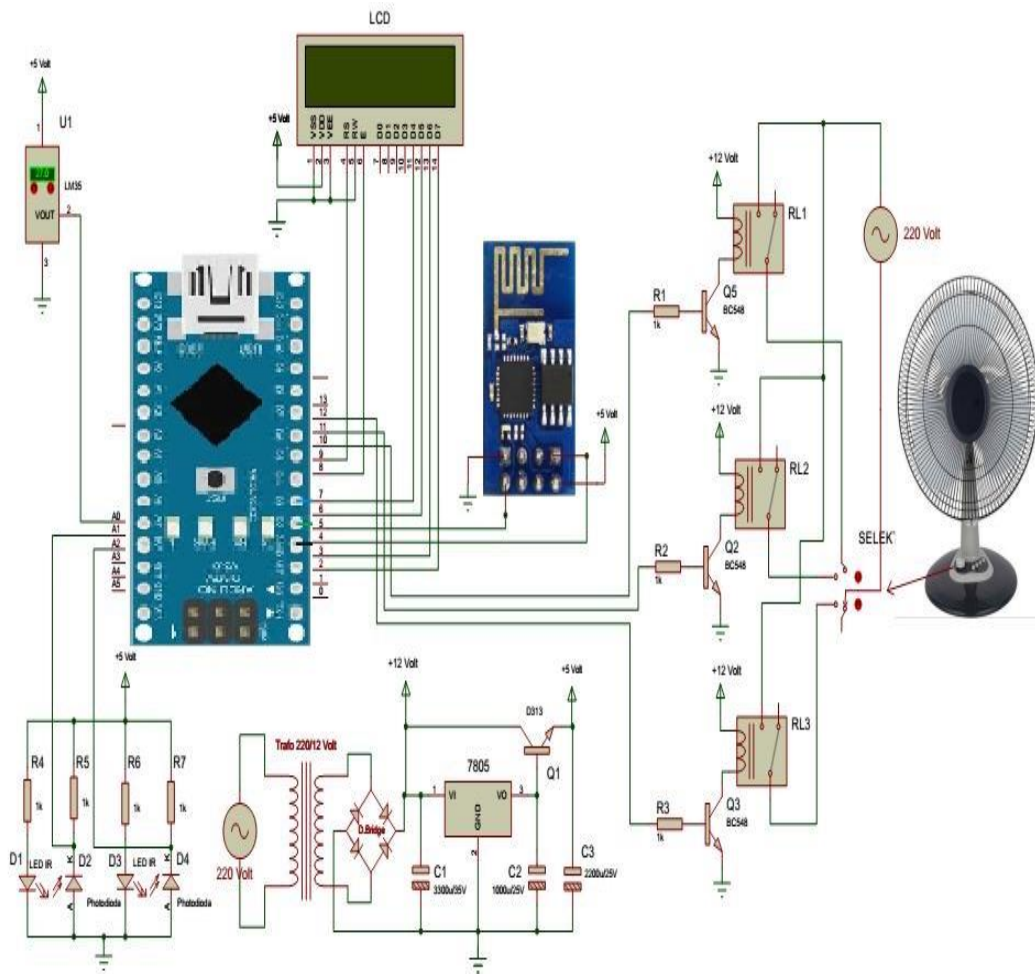
Gambar 3.3 Rangkaian Regulator Tegangan

3.3.4 Rangkaian Relay

Scara sederhana bekerja sebagai saklar pada suatu rangkaian listrik. Relay yang kini ada di pasaran bisa digunakan pada rangkaian AC maupun DC sesuai dengan petunjuk pemakaian dan penggunaannya. Biasanya, pada relay tertulis jenis relay tersebut apakah untuk listrik AC atau listrik DC. Saat ini, tersedia relai dengan berbagi bentuk dan ukuran. Namun demikian, untuk lebih mudah biasanya dibedakan berdasarkan jumlah kaki rela yang ada. Untuk relay 5 kaki, setiap kaki relay akan memiliki kode yang biasanya ditandai dengan angka untuk membedakan fungsi kaki relay tersebut. Setiap kaki relay akan memiliki fungsi yang berbeda antara satu dan lainnya. Sehingga bila terjadi pemasangan kaki dengan konfigurasi yang berbeda maka akan membuat fungsi relay menjadi berbeda pula.



Gambar 3.4 Rangkaian Relay

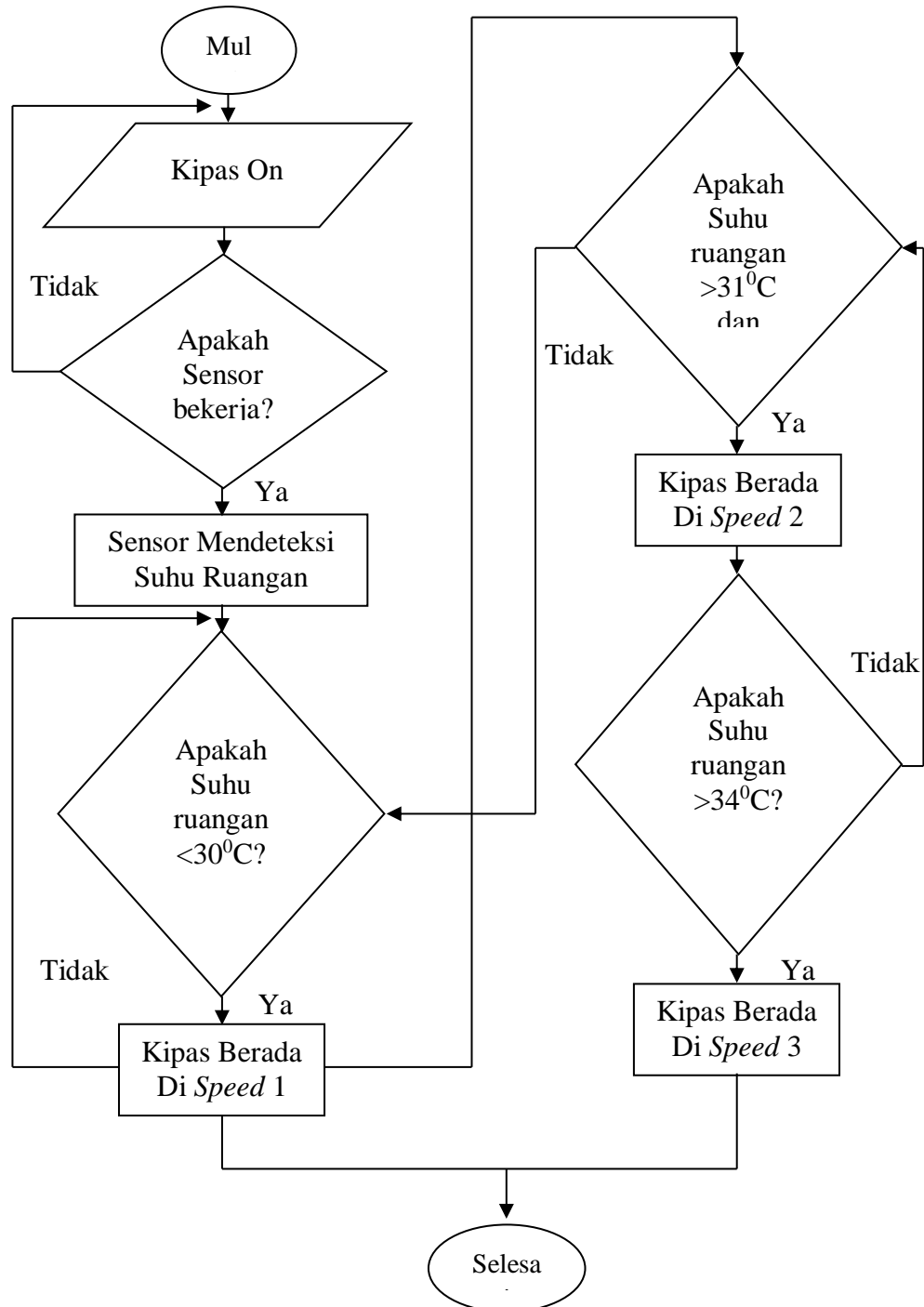


Gambar 3.5 Rangkaian Keseluruhan

3.4 Software

Perancangan perangkat adalah sebuah deskripsi sebagai dasar pengembangan perangkat lunak dinyatakan bahwa proses perancangan perangkat lunak merupakan lanjutan dari proses analisa, khususnya dari hasil SRS (*Software Requirement Specification*) dan dinyatakan bahwa perancangan perangkat lunak merupakan sebuah proses yang berulang dan interaktif, sehingga proses perancangan tidak akan hanya terdiri dari satu tahapan.

3.4.1 Flowchart

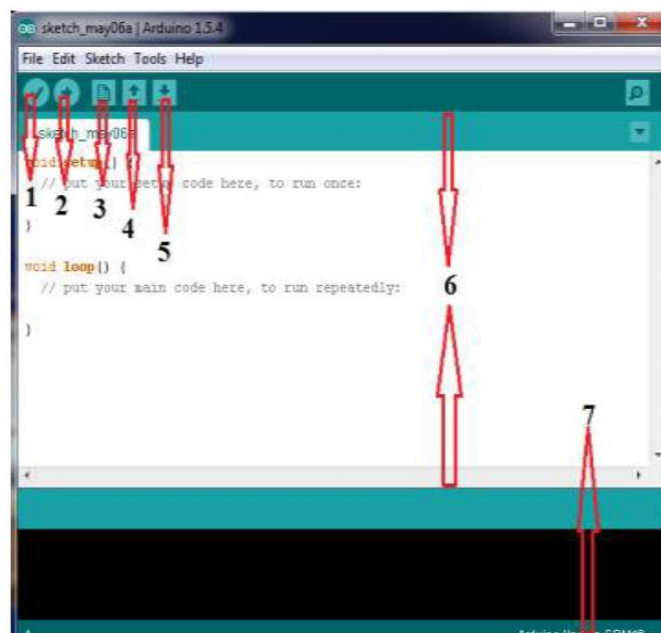


Gambar 3.6 Flowchart

Dari gambar flowchart diatas penulis dapat menjelaskan bahwa jika kondisi kipas angin dalam keadaan hidup maka sensor suhu akan mendeteksi suhu ruangan secara otomatis, jika suhu ruangan berada pada $>30^{\circ}\text{C}$ maka putaran kipas angin akan berada dalam kecepatan 1, jika suhu ruangan berada pada $>31^{\circ}\text{C}$ dan $<34^{\circ}\text{C}$ maka kondisi putaran kipas akan berada pada kecepatan 2 dan jika suhu ruangan berada pada $>34^{\circ}\text{C}$ maka puatan kipas akan berada pada kecepatan 3.

3.4.2 Pembuatan Program

Pembuatan program (*coding*) menggunakan *software* arduino. Arduino adalah *platform* dari *physicalcomputing* yang bersifat *open source*. Arduino tidak hanya sebuah alat pengembangan, tetapi kombinasi dari *hardware*, bahasa pemrograman dan *Integrated Development Environment* (IDE) yangcanggih. IDEarduinoadalah*software*yangberfungsiuntukmenulisprogram, meng-*compile* menjadi kode biner dan meng-*upload* kedalam *memory microcontroller*.



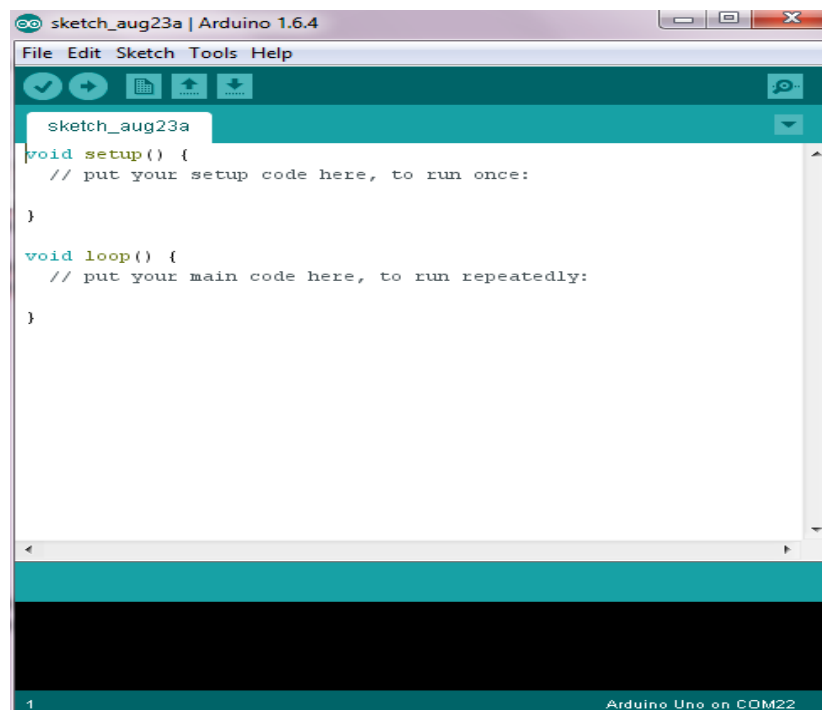
Gambar 3.7 SoftwareArduino IDE
Tabel 3.1 Fitur *Software*Arduino Uno

Nama Fitur Arduino	Fungsi
<i>File</i>	Dalam <i>file</i> terdapat fitur untuk menyimpan, membuka, menutup <i>project</i> . Terdapat juga contoh program yang ada dalam <i>libraryarduino</i> seperti program “Blink” untuk menyalakan LED
<i>Edit</i>	Berfungsi untuk meng- <i>edit script</i> yang telah di buat dan mencari kesalahan <i>script</i>
<i>Comfile</i>	Berfungsi untuk menjalankan program yang telah di buat, dalam <i>compile</i> juga terdapat fitur untuk membuka <i>script</i> yang ada di <i>libraryarduino</i> agar memudahkan dalam membuat program
<i>Tools</i>	<i>Tools</i> memiliki fitur untuk memilih <i>board</i> yang digunakan, misal menggunakan <i>boardarduino uno</i>
<i>Help</i>	<i>Help</i> berisi tentang arduino beserta fitur-fiturnya
(1) <i>Shortcut</i> <i>Verify</i>	Mengecek <i>sketch</i> yang <i>error</i> sebelum meng- <i>upload</i> ke <i>board</i> Arduino
(2) <i>Shortcut</i> <i>Upload</i>	Berfungsi untuk meng- <i>upload</i> program ke mikrokontroler dan menjalankan program tersebut pada <i>boardarduino</i>
(3) <i>Shortcut</i> <i>New</i>	Berfungsi sebagai membuat <i>project</i> baru

(4) <i>Shortcut Open</i>	Membuka <i>sketch</i> pada <i>sketchbook</i>
(5) <i>Shortcut Save</i>	Berfungsi menyimpan <i>sketch</i> pada <i>sketchbook</i>
(6) <i>Sketch</i>	Berfungsi menuliskan <i>script</i> atau program
(7) <i>Port USB pada computer</i>	Sebagai informasi <i>board</i> arduino tersambung dengan com16 pada komputer

1. Halaman Pemrograman Arduino

Halaman pemrograman adalah halaman yang digunakan untuk penulisan *script* atau pemrograman. Pada gambar adalah gambar halaman pemrograman arduino.



```

sketch_aug23a | Arduino 1.6.4
File Edit Sketch Tools Help
sketch_aug23a
void setup() {
  // put your setup code here, to run once:
}

void loop(){
  // put your main code here, to run repeatedly:
}

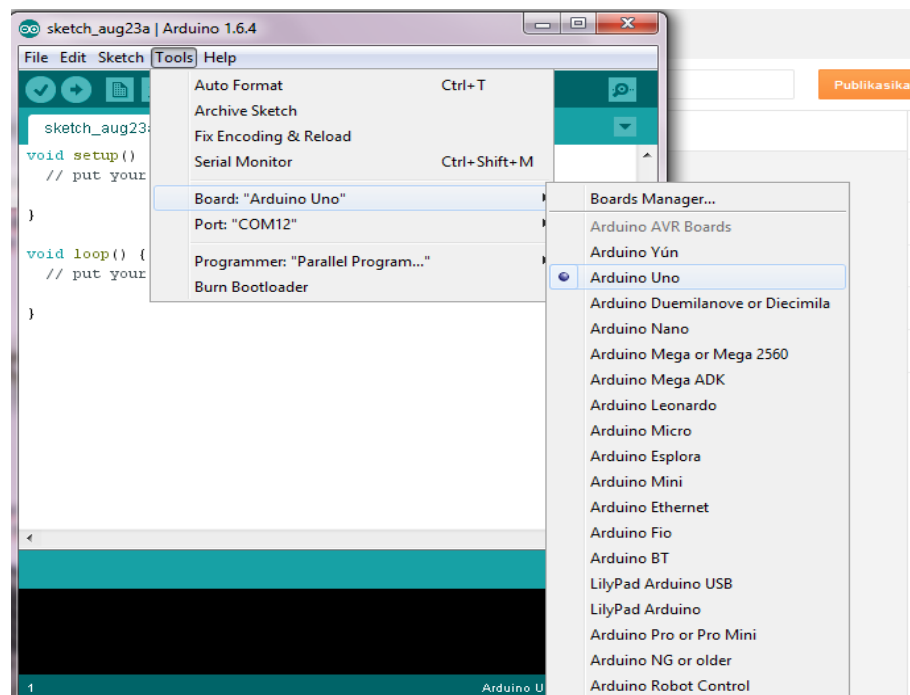
1 Arduino Uno on COM22

```

Gambar 3.8 Halaman Pemrograman Arduino

2. Halaman *Library* Arduino

Halaman *library* adalah halaman yang berisi tentang library program yang telah disediakan oleh *software* arduino uno. Halaman *library* Arduino dapat dilihat pada gambar



Gambar 3.9 Halaman *Library* Arduino

3. Dasar-dasar Program

- a. *Void setup()* Berisi kode program yang hanya dijalankan sekali setelah mikrokontroler dijalankan atau di-*reset*. Merupakan bagian persiapan atau inisialisasi program.

- b. *Void loop()* Berisi kode program yang akan dijalankan terus-menerus atau berulang. Merupakan untuk program utama.
- c. Instruksi percabangan *if* dan *if-else* Instruksi (*if*) dan (*if-else*) akan menguji apakah kondisi tertentu dipenuhi atau tidak. Jika tidak dipenuhi, maka instruksi berikutnya akan dilompati, tetapi jika dipenuhi, maka instruksi berikutnya akan dijalankan.
- d. Instruksi perulangan *for-loop* Perulangan (*for-loop*) akan membuat perulangan pada bloknnya dalam jumlah tertentu, yaitu sebanyak nilai *counter*-nya.
- e. *Input Output Digital*
 - 1) *pinMode()* Ditempatkan di *void setup()*, digunakan untuk mengatur fungsi I/O digital, pin akan dijadikan *input* atau *output*, dengan format penulisan sebagai berikut:
`pinMode(3,OUTPUT); // menjadikan D3 sebagai output.`
 - 2) *digitalRead ()* Digunakan untuk membaca sinyal digital yang masuk, digunakan instruksi *digitalRead()*, dengan format penulisan sebagai berikut: `int tombol=digitalRead(2);`
`//membaca sinyal masuk di D2.`
 - 3) *digitalWrite()* Digunakan untuk mengeluarkan sinyal digital, dengan format penulisan sebagai berikut: `digitalWrite(3,HIGH);`
`//mengeluarkan sinyal HIGH di D3.`
 - 4) Instruksi *Serial.available()* Digunakan untuk mendapatkan jumlah karakter atau *byte* yang telah diterima di serial *port*.

- 5) Instruksi `Serial.read()` Digunakan untuk membaca data yang telah diterima di serial *port*.
- 6) Instruksi `Serial.print()` Digunakan untuk mencetak data ke serial *port*.
- 7) Instruksi `Serial.write()` Digunakan untuk mengirimkan data dalam bentuk biner, satu *byte* data setiap pengiriman.
- 8) Instruksi `Serial.begin()` Digunakan untuk mengatur *baudrate* atau kecepatan(9600).

BAB IV

HASIL DAN ANALISA

4.1 Hasil Penelitian

Alat Alat Monitoring Kecepatan Kipas Angin Berdasarkan Suhu Berbasis Arduino terdiri dari dua bagian yaitu *Software dan Hardware*.

4.2 Pengujian *Hardware*

Perangkat keras alat Alat Monitoring Kecepatan Kipas Angin Berdasarkan Suhu terdiri dari:

1. *Power Supply*
2. Mikrokontroler Arduino Nano
3. Sensor Suhu DC18B20
4. LCD 2 x 16
5. Relay
6. Kipas Angin

Adapun pengujian hardware yang dilakukan oleh penulis adalah:

4.2.1 Pengujian *Power Suplay*

Pengujian catu daya bertujuan untuk mengetahui tegangan keluaran catu daya yang akan digunakan sebagai tegangan input kerja rangkaian mikrokontroler. Pengujian ini dilakukan untuk menghindari tegangan yang tidak diharapkan. Sistem pengujian rangkaian catu daya dapat dilakukan dengan mengukur tegangan keluaran dari rangkaian dengan cara menggunakan Volt meter.

Sumber tegangan yang digunakan sebagai tegangan kerja pada rangkaian Alat Monitoring Kecepatan Kipas Angin Berdasarkan Suhu Berbasis Arduino memiliki sumber berasal dari DC12 V. Pada penelitian ini akan dilakukan pengujian terhadap rangkaian catu daya yaitu dengan cara mengukur tegangan keluaran yang dihasilkan oleh masing-masing sumber tegangan yang dialirkan pada rangkaian mikrokontroler. Berikut adalah tabel hasil dari pengukuran rangkaian catu daya ke mikrokontroler.

Tabel 4.1 Uji kesetabilan catu daya

Percobaan	Diharapkan berdasarkan data sheet	Hasil Pengukuran
	Vcc	Vcc
Ke-1	12 V	11,98 V
Ke-2	12 V	11,98 V
Ke-3	12 V	11,98 V
Ke-4	12 V	11,98 V
Ke-5	12 V	11,98 V
Nilai Rata-rata	12 V	11,98 V

$$\% \text{ Kesalahan} = \frac{\text{Aktual} - \text{Terbaca}}{\text{Aktual}}$$

$$\% \text{ Rata - Rata Kesalahan DC } 12v = \frac{12v - 11,98v}{12v} \times 100\%$$

$$= \frac{0,02v}{12v} \times 100\% = 0,17\%$$

4.2.2 Regulator Tegangan

Penggunaan regulator pada Alat Monitoring Kecepatan Kipas Angin Berdasarkan Suhu Berbasis Arduino difungsikan untuk memberikan tegangan konstan pada rangkaian sistem minimum alat. Berdasarkan *datasheet* terdapat beberapa tipe IC regulator yang menandakan tegangan keluaran yang dihasilkan. Pada Rangkaian Alat Monitoring Kecepatan Kipas Angin Berdasarkan Suhu Berbasis Arduino yang dibuat menggunakan IC regulator 7805, menurut *data shet* pada IC regulator 7805 ini mengeluarkan teganga sebesar 5 volt DC yang mana tertera pada dua digit angka dari belakang pada *body* regulator Sistem pengujian pada IC regulator 7805 dilakukan untuk mengetahui tegangan keluaran yang dihasilkan oleh IC regulator 7805.

Tabel 4.2 Hasil Pengujian IC Regulator

Percobaan	Diharapkan	Hasil Pengukuran	Presentase Kesalahan
Ke-1	5 V	4,96V	0,8%
Ke-2	5 V	4,96 V	0,8%
Ke-3	5 V	4,96V	0,8%
Ke-4	5 V	4,96V	0,8%
Ke-5	5 V	4,96V	0,8%
Nilai rata-rata	5 V	4,96 V	0,8%

$$\% \text{ Kesalahan IC 7805} = \frac{5v - 4,96v}{5v} \times 100\%$$

$$= \frac{0,04v}{5v} \times 100\%$$

$$= 0,8\%$$

4.2.3 Pengujian Tegangan Mikrokontroler

Pengujian rangkaian mikrokontroler dilakukan dengan cara melakukan pengukuran pada I/O (input/output) dari rangkaian. Pengukuran I/O dilakukan dengan cara mengukur tegangan input pada pin 40 (Vcc) dan tegangan output pada masing-masing port mikrokontroler ketika rangkaian diaktifkan. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui tegangan keluaran yang dihasilkan oleh arduino nano dan arduino uno. Pengukuran dilakukan dengan mengukur tegangan yang keluar dari pin 5V pada arduino dengan voltmeter saat arduino diberi suplai tegangan.

Tabel 4.3 Pengujian Tegangan Arduino

No	Pengukuran	Beban	Percobaan Ke	V Out	Pengukuran Vout	Error	
1	Arduino Nano	Tanpa	1	5v	4,96	0,8	
		Beban	2	5v	4,96	0,8	
			3	5v	4,96	0,8	
			Rata-Rata			4,96	0,8
		Beban	Dengan	1	5v	4,5	10
			Beban	2	5v	4,5	10
	3			5v	4,49	10,2	

4.2.4 Pengujian LCD

Pengujian LCD 16x2 dilakukan dengan tujuan untuk mendapatkan parameter berupa tampilan karakter pada LCD sesuai dengan keinginan dan kebutuhan. Pengujian dilakukan dengan memprogram karakter atau tulisan yang ingin ditampilkan pada LCD melalui sebuah mikrokontroler. Dan menunjukkan hasil pengujian tampilan karakter yang ditampilkan pada LCD melalui pemrograman pada mikrokontroler.

Rangkaian LCD diuji dengan cara menghubungkannya dengan mikrokontroler seperti pada gambar diatas. Kemudian pada mikrokontroler diinputkan program sebagai beriku:

```
Config Lcdpin = Pin , Db4 = Portb.4 , Db5 = Portb.5 , Db6 = Portb.6 , Db7 = Portb.7  
, E = Portb.3 , Rs = Portb.2
```

```
Config Lcd = 16 * 2
```

```
Cls
```

```
Locate 1 , 1
```

```
Lcd "alat pendeteksi"
```

```
Lowerline
```

```
Locate 2 , 1
```

```
Lcd "kabel lan putus"
```

```
Waitms 100
```

```
Cls
```

Do

4.2.5 Pengujian Sensor Suhu DS18B20 terhadap rangkaian

Pada pengujian sensor suhu DS18B20 agar dapat diketahui apakah rangkaian yang dirancang bekerja dengan baik. Suhu pada modul sensor DS18B20 ditampilkan pada serial monitor Arduino. Hasil dari pengujian sensor dapat dilihat pada tabel

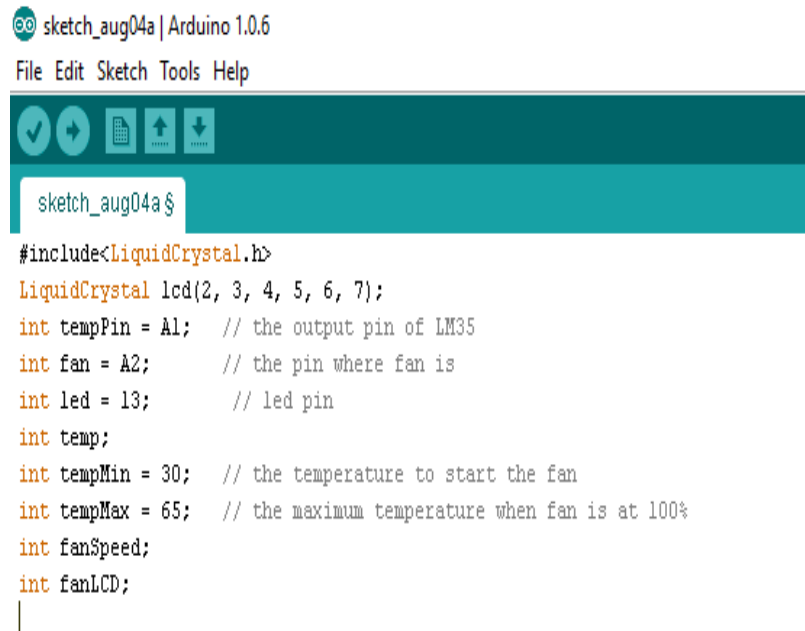
Tabel 4.4 Hasil Percobaan Sensor Suhu DS18B20

Percobaan ke	Suhu Terdeteksi	Kondisi relay			Kecepatan Kipas
		1 (Speed 1)	2 (Speed 2)	3 (Speed 3)	
1	30 ⁰ C	On	off	off	Kecepatan 1
2	31 ⁰ C	On	off	off	Kecepatan 1
3	32 ⁰ C	Off	On	Off	Kecepatan 2
4	33 ⁰ C	Off	On	Off	Kecepatan 2
5	34 ⁰ C	Off	Off	On	Kecepatan 3

4.3 Pengujian Software

Pengujian software untuk aktivitas-aktivitas yang bertujuan untuk mengevaluasi atau melakukan penyesuaian sebuah program atau sistem dan penentuan apakah sesuai dengan hasil yang diharapkan pada alat yang telah dirancang.

4.3.1 Pengujian Coding Program



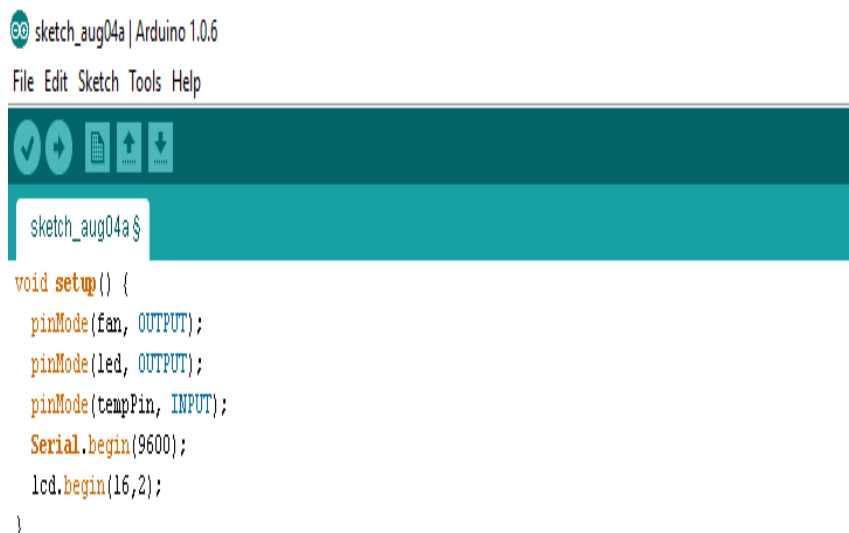
```

sketch_aug04a | Arduino 1.0.6
File Edit Sketch Tools Help
sketch_aug04a $
#include<LiquidCrystal.h>
LiquidCrystal lcd(2, 3, 4, 5, 6, 7);
int tempPin = A1; // the output pin of LM35
int fan = A2;     // the pin where fan is
int led = 13;    // led pin
int temp;
int tempMin = 30; // the temperature to start the fan
int tempMax = 65; // the maximum temperature when fan is at 100%
int fanSpeed;
int fanLCD;

```

Gambar 4.1 Pengujian Coding Program Pin Sensor Suhu

Coding program diatas menunjukkan penentuan PIN sensor suhu terhadap PIN mikrokontroller, setelah itu dilakukan penentuan temperatur minimal dan maksimal yang dideteksi oleh sensor terhadap putaran kipas angin.



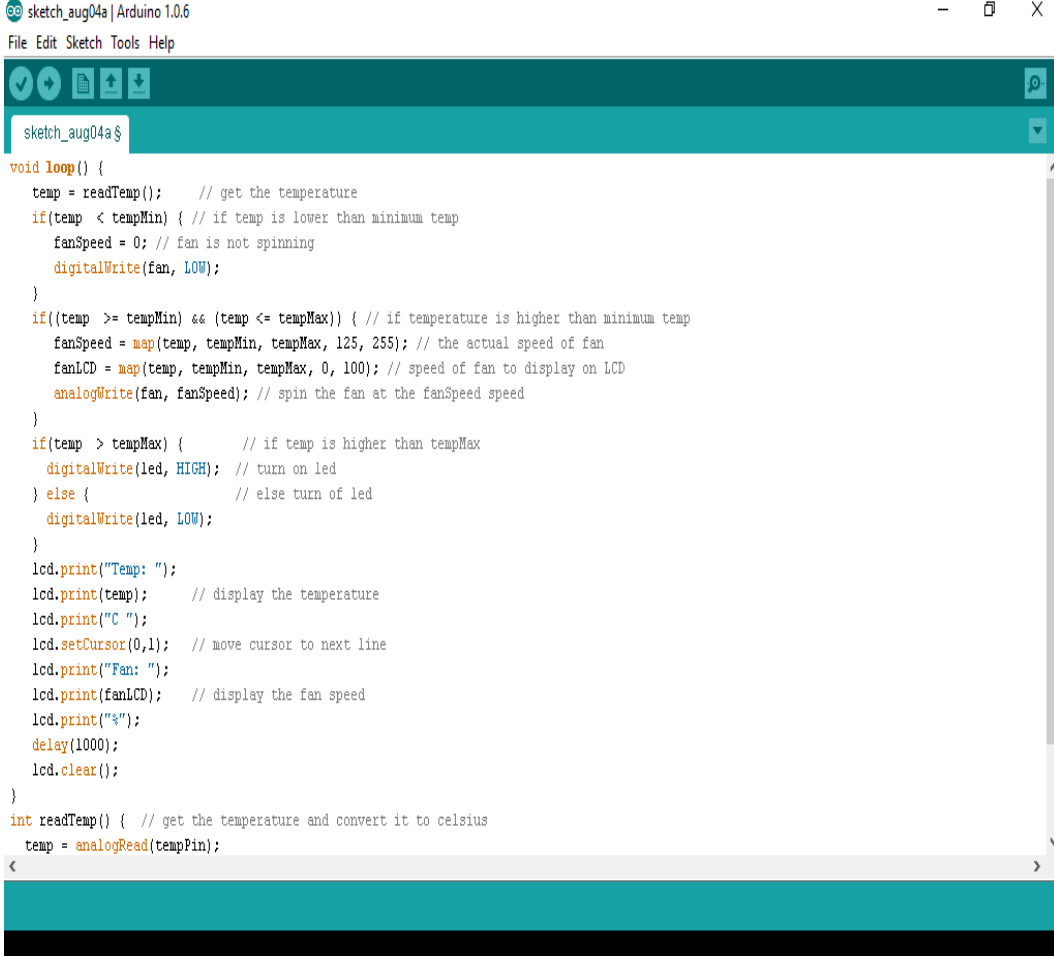
```

sketch_aug04a | Arduino 1.0.6
File Edit Sketch Tools Help
sketch_aug04a $
void setup() {
  pinMode(fan, OUTPUT);
  pinMode(led, OUTPUT);
  pinMode(tempPin, INPUT);
  Serial.begin(9600);
  lcd.begin(16,2);
}

```

Gambar 4.2 *void setup*

Coding program diatas berupa kode perintah Arduino untuk menentukan fungsi pada sebuah pin Semua kode program yang ada dalam *void setup*.



```

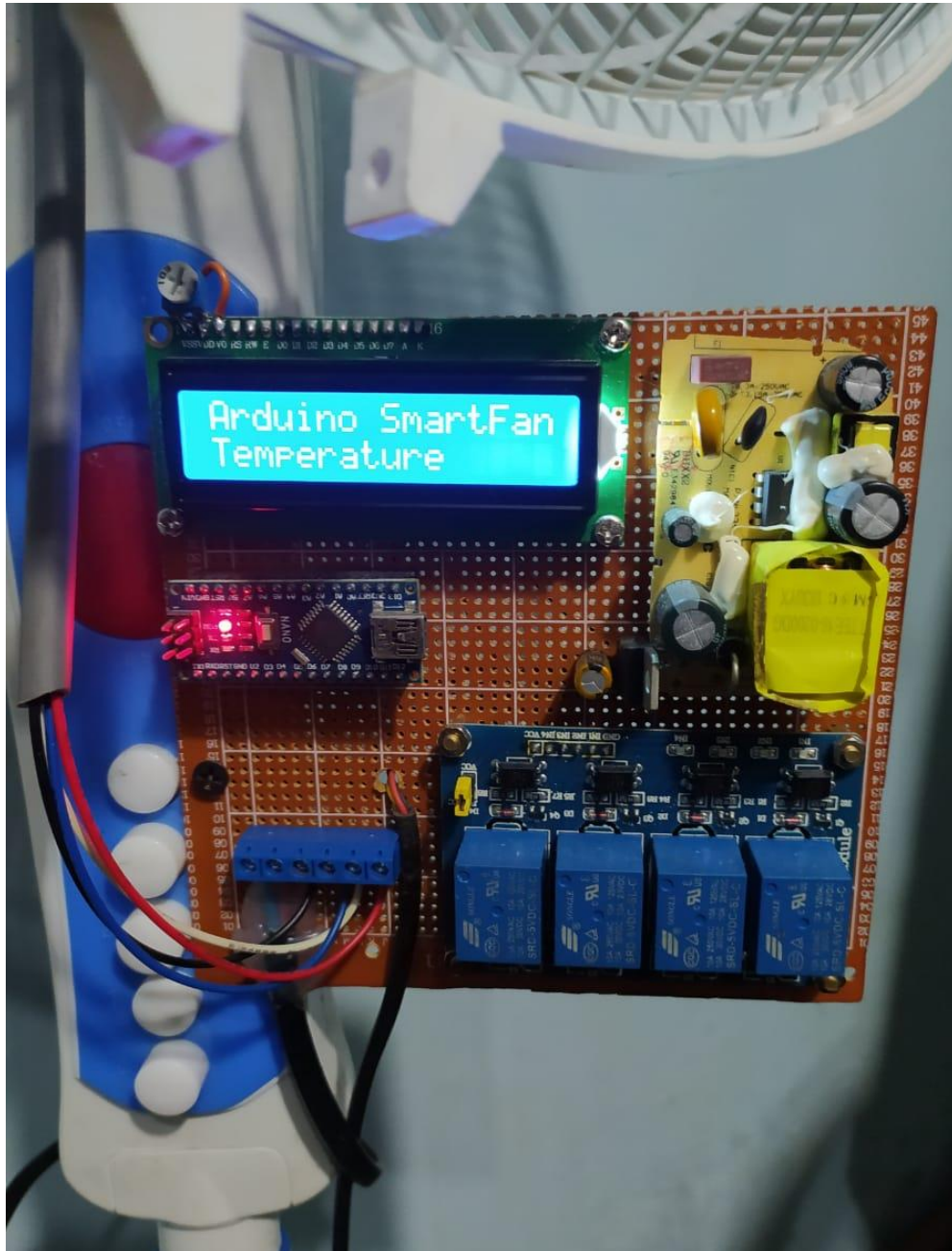
sketch_aug04a | Arduino 1.0.6
File Edit Sketch Tools Help
sketch_aug04a $
void loop() {
  temp = readTemp(); // get the temperature
  if(temp < tempMin) { // if temp is lower than minimum temp
    fanSpeed = 0; // fan is not spinning
    digitalWrite(fan, LOW);
  }
  if((temp >= tempMin) && (temp <= tempMax)) { // if temperature is higher than minimum temp
    fanSpeed = map(temp, tempMin, tempMax, 125, 255); // the actual speed of fan
    fanLCD = map(temp, tempMin, tempMax, 0, 100); // speed of fan to display on LCD
    analogWrite(fan, fanSpeed); // spin the fan at the fanSpeed speed
  }
  if(temp > tempMax) { // if temp is higher than tempMax
    digitalWrite(led, HIGH); // turn on led
  } else { // else turn of led
    digitalWrite(led, LOW);
  }
  lcd.print("Temp: ");
  lcd.print(temp); // display the temperature
  lcd.print("C ");
  lcd.setCursor(0,1); // move cursor to next line
  lcd.print("Fan: ");
  lcd.print(fanLCD); // display the fan speed
  lcd.print("%");
  delay(1000);
  lcd.clear();
}
int readTemp() { // get the temperature and convert it to celsius
  temp = analogRead(tempPin);
}

```

Gambar 4.3 *Void loop*

Coding program diatas berupa kode-kode perintah kepada pin *INPUT* dan *OUTPUT* pada Arduino Semua kode program yang ada di *void loop* akan dibaca setelah *void setup* dan akan dibaca terus menerus oleh Arduino. Setelah dilakukan

pengujian pada bahasa pemrograman maka program dapat di *Upload* pada *Hardware* untuk proses menjalankan alat.



Gambar 4.4 Rangkaian Keseluruhan

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian dan analisa terhadap sistem, dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Sistem yang dirancang dapat meningkatkan kenyamanan pada masyarakat yang menyukai penggunaan kipas angin elektronik
2. Sistem sensing yang dirancang dapat berfungsi dengan baik
3. Monitoring suhu yang dilakukan oleh sensor DS18B20 berfungsi dengan baik pada saat mendeteksi suhu ruangan
4. Kinerja sensor suhu DS18B20 dapat mendeteksi suhu antara suhu $<30^{\circ}\text{C}$ hingga 60°C
5. Pengontrol kipas angin dengan menggunakan rangkaian relay di bagi menjadi 3 kecepatan
6. Sistem Relay yang digunakan sebagai saklar otomatis berfungsi dengan baik

5.2 Saran

Adapun saran dari perancangan dan penulisan skripsi ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk pengembangan lebih lanjut penulis menyarankan sebaiknya menambahkan Sensor PIR untuk mendeteksi keberadaan manusia.

2. Dapat dikembangkan untuk monitoring suhu dan kelembapan dan juga untuk sistem yang lain seperti penyiraman otomatis
3. Menambahkah sistem monitoring menggunakan *Internet Of Things* (IoT)

DAFTAR PUSTAKA

- Anggi Anugrah,.dkk 2019 Jurnal Vokasional Teknik Elektronika dan Informatika Vol. 7, No. 2, Juni 2019 E - ISSN: 2302-3295 a <http://ejournal.unp.ac.id/index.php/voteknika/index>
- Cholish,dkk 2017 CIRCUIT: Jurnal Ilmiah Pendidikan Teknik Elektro, Vol.1, No.2, Agustus 2017, hal.90-102 ISSN 2549-3698 (printed)/ 2549-3701 (online)
- Dr. Junaidi, S.Si., M.Sc,dkk 2013, Project Sistem Kendali Elektronik Berbasis ARDUINO Penerbit AURA CV. Anugrah Utama Raharja Anggota IKAPI No.003/LPU/2013 ISBN: 978-602-5636-46-2
- Faizal Arya Samman, 2016 Dasar Sistem Kendali Lembaga Sains, Teknologi dan Seni (*Institute of Sciences, Technologies and Arts – IESTA*) Universitas Hasanuddin ISBN: 978-602-72676-6-4
- Hannif Izzatul Islam,dkk 2016 Prosiding Seminar Nasional Fisika (E-Journal) SNF2016 VOLUME V, OKTOBER 2016 p-ISSN: 2339-0654 e-ISSN: 2476-9398
- Imam Abdul Rozaq,dkk 2017 Pros id i ng S NATI F K e - 4 Ta h un 20 17 ISBN: 978-602-1180-50-1
- Rafiuddin Syam, ST, M.Eng, PhD, 2013 Dasar Dasar Teknik Sensor Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin Makasar Desember 2013 ISBN 978-979-17225-7-5
- Ritha Sandra,dkk 2017 Jurnal Teknologi Elektro, Universitas Mercu Buana Vol. 8 No.1 Januari 2017 ISSN : 2086-9479
- Rudi Susanto,dkk 2018 JUPITER (Jurnal Pendidikan Teknik Elektro) Volume 03, Nomor 01, Edisi Maret 2018, 7-16 P-ISSN: 2477-8346 E-ISSN: 2477-8354
- Suprpto,MT 2012, Aplikasi Dan Pemrograman Mikrokontroler AVR Dicetak dan diterbitkan Oleh: UNY Press, ISBN978-979-8418-79-2 Perpustakaan Nasional: Katalog dalam terbitan (KDT) 12+249 Hlm; 16x23 cm