

Kipas Angin Otomatis Dengan Menggunakan Sensor Suhu

Shendy Irene Langi⁽¹⁾ Janny O. Wuwung⁽²⁾ Arie S. M. Lumenta⁽³⁾

(1)Mahasiswa, (2)Pembimbing 1, (3)Pembimbing 2

Email: shendylangi2@gmail.com

Jurusan Teknik Elektro-FT UNSRAT, Manado-95115

Abstrak - Dalam ruangan maupun di luar ruangan, tubuh manusia mengeluarkan energi panas. Jika tidak ada angin, panas ini membentuk sebuah lapisan hangat tipis diatas kulit. Hal inilah yang membuat gerah, dengan adanya aliran udara yang bergerak dari kipas angin disekitar tubuh sehingga lapisan panas itu terangkat dan menggantinya dengan lapisan udara yang dingin. Jadi secara teknis, kipas angin tidak mendinginkan ruangan. Kipas angin dapat menjadi solusi untuk "mendinginkan" di ruangan yang sirkulasi udaranya bagus. Kipas angin tidak mendinginkan tetapi memberi sensasi dingin.

Pada proyek akhir ini kipas angin dalam pengaktifannya akan dibuat secara otomatis yaitu dilengkapi dengan sensor suhu (LM35) dan rangkaian komparator sebagai pembanding tegangan *input* IC Analog (LM324), yang kemudian di XOR kan dengan IC Digital (74LS86). Kipas dapat bekerja secara otomatis sehingga dapat mempermudah manusia yang sebelumnya proses pengaktifan kipas dilakukan oleh manusia. Dan juga dapat lebih efisiensi dalam pemakaian energi karena kipas bekerja pada saat yang diperlukan saja. Dari hasil pengujian didapatkan bahwa sistem dapat bekerja dengan baik sesuai dengan perencanaan. Disini peranan dari sensor sangat penting yang dapat mempengaruhi tingkat keberhasilan secara keseluruhan.

Kata kunci : IC Digital (74LS86), Kipas angin, LM35, LM324

Abstract - Indoors and outdoors , the human body expends energy heat . If there is no wind , heat warm it up a thin layer on the skin . This makes the grip , with the air flow from the fan moves around the body so that the hot layer was lifted and replaced it with a layer of cold air . So technically , the fan does not cool the room . The fan can be a solution for the " cool " in the room were good air circulation . The fan does not cool but it gives the sensation of cold .

At the end of the project is the fan in the power on will be made automatically is equipped with a temperature sensor (LM35) and comparator circuit as a voltage comparator IC Analog input (LM324) , which is then XOR with Digital IC (74LS86) . The fan can work automatically so as to facilitate human before fan activation process is done by humans . And can also be more efficient in energy consumption due to the fan works only when needed . From the test results showed that the system can work well in accordance with the planning . Here the role of the sensor is very important that can affect the overall success rate .

Keywords : Digital IC (74LS86), Fan, LM35, LM324

I. PENDAHULUAN

Pada saat ini, kondisi bumi kita semakin memprihatinkan akibat efek dari pemanasan global. Iklim menjadi tidak menentu dan permukaan laut pun semakin naik akibat pemanasan global. Peristiwa ini terjadi karena meningkatnya konsentrasi gas-gas rumah kaca seperti karbondioksida, akibat aktivitas manusia, sehingga radiasi

matahari yang seharusnya dipantulkan kembali dari bumi setelah masuk kebumi, menjadi terperangkap. Ada banyak cara untuk menghambat efek dari pemanasan global tersebut, salah satunya dengan cara menghemat pemakaian energy listrik. Banyak di temukan saat ini pendingin ruangan seperti AC, kipas angin di rumah, sekolah, atau pun perkantoran yang di biarkan selalu menyala tanpa memperdulikan efek pemborosan energy listrik.

Perkembangan teknologi saat ini begitu pesat sehingga banyak cara untuk menerapkan gaya hidup yang hemat energi. Kemudian muncul gagasan untuk membuat sebuah alat yang dapat meminimalisir penggunaan energi listrik dengan menggunakan mikroprocessor.

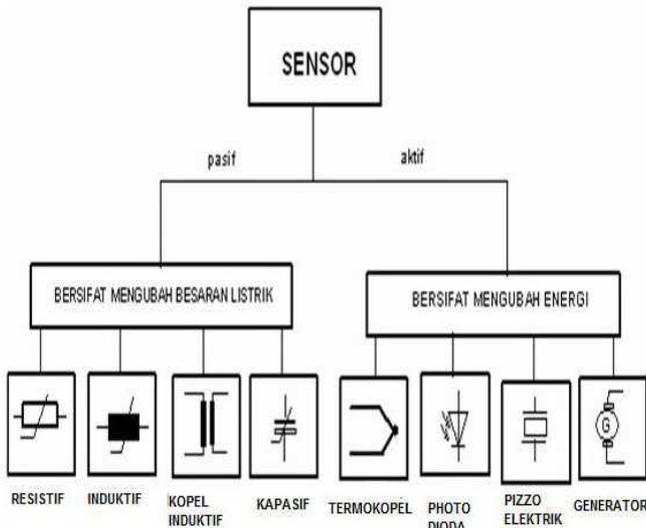
Adapun alat tersebut merupakan kipas angin yang dapat menyala secara otomatis dan dapat berputar sesuai dengan kondisi suhu pada ruangan. Oleh Karena itu, keinginan yang kuat sangat diperlukan dalam kegiatan penghematan energi listrik. Salah satunya dengan menggunakan pendingin ruangan dengan efisien. Untuk itu, dibutuhkanlah sebuah kipas angin yang dapat menyala dan dapat mengatur kecepatan putarnya secara otomatis. Alat pengendali kecepatan putar motor kipas angin ini berfungsi untuk mengendalikan kecepatan putar kipas angin secara otomatis terhadap pengaruh suhu. Pemakai tidak perlu lagi menekan tombol kecepatannya karena alat ini sudah dirancang sedemikian rupa agar kecepatan putar motor kipas angin dapat berubah tergantung suhu yang terbaca oleh sensor. Pada suhu $< 27^{\circ}$ C kipas angin tidak berputar atau diam, dan pada *range* suhu 27° C - 29° C kecepatan putar motor kipas angin rendah, *range* suhu antara 29° C - 31° C kecepatan putar kipas angin sedang, dan pada suhu $\geq 32^{\circ}$ C kecepatan putar motor kipas angin cepat.

II. LANDASAN TEORI

A. Pengertian Sensor Dan Transduser

Tranduser dan sensor akan mengkonversi dari suatu isyarat *input* berupa isyarat fisis dan isyarat kimia yang akan diubah ke suatu isyarat ouput berupa tegangan, arus, dan hambatan. Tranduser adalah suatu peralatan/ alat yang dapat mengubah suatu besaran ke besaran lain. Sebagai contoh, definisi transduser yang luas ini mencakup alat-alat yang mengubah gaya atau perpindahan mekanis menjadi sinyal listrik, tranduser dapat dikelompokkan berdasarkan pemakaiannya, metode pengubahan energy, sifat dasar dari sinyal keluaran dan lain-lain.

Pada gambar 1 merupakan klasifikasi Tranduser dan sensor yang dibedakan sesuai dengan aktifitas yang didasarkan atas konversi sinyal dari besaran sinyal bukan listrik (*non electric signal value*) ke besaran sinyal listrik (*electric signal value*) yaitu: sensor aktif (*active sensor*) dan sensor pasif (*passive sensor*).



Gambar 1 Skema karakteristik Sensor dan Transduser

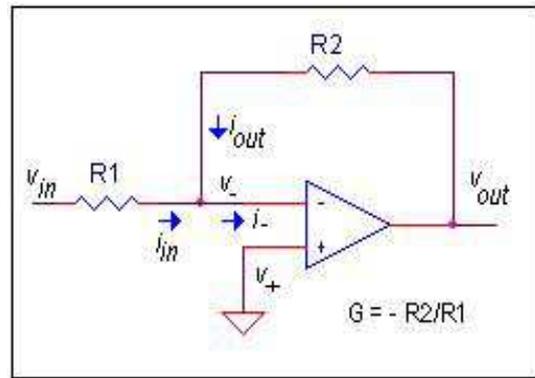
B. Rangkaian Penguat (Operational Amplifier)

Operational Amplifier atau di singkat op-amp merupakan salah satu komponen analog yang populer digunakan dalam berbagai aplikasi rangkaian elektronika. Aplikasi op-amp populer yang paling sering dibuat antara lain adalah rangkaian inverter, non-inverter, integrator dan differensiator. Pada pokok bahasan kali ini akan dipaparkan beberapa aplikasi op-amp yang paling dasar, dimana rangkaian *feedback* (umpan balik) negatif memegang peranan penting. Secara umum, umpanbalik positif akan menghasilkan osilasi sedangkan umpanbalik negatif menghasilkan penguatan yang dapat terukur.

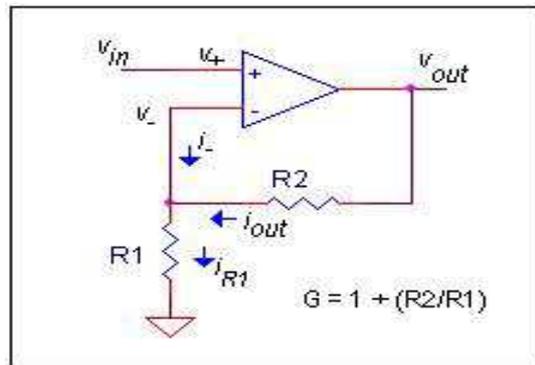
Op-amp pada dasarnya adalah sebuah *differential amplifier* (penguat diferensial) yang memiliki dua masukan. *Input* (masukan) op-amp seperti yang telah dimaklumi ada yang dinamakan *input* inverting dan non-inverting. Op-amp ideal memiliki *open loop gain* (penguatan *loop* terbuka) yang tak terhingga besarnya. Seperti misalnya op-amp LM741 yang sering digunakan oleh banyak praktisi elektronika, memiliki karakteristik tipikal *open loop gain* sebesar $10^4 \sim 10^5$. Penguatan yang sebesar ini membuat op-amp menjadi tidak stabil, dan penguatannya menjadi tidak terukur (*infinite*). Disinilah peran rangkaian *negative feedback* (umpan balik negatif) diperlukan, sehingga op-amp dapat dirangkai menjadi aplikasi dengan nilai penguatan yang terukur (*finite*). Impedansi *input* op-amp ideal mestinya adalah tak terhingga, sehingga mestinya arus *input* pada tiap masukannya adalah 0.

Inverting amplifier

Rangkaian penguat inverting adalah merupakan rangkaian elektronika yang berfungsi untuk memperkuat dan membalik polaritas sinyal masukan. Untuk rangkaian dibawah adalah jenis rangkaian penguat inverting. Untuk lebih mudah memahami prinsip kerja rangkaian amplifier ini sengaja saya contohkan rangkaian yang cukup sederhana. Karena dengan bisa memahami prinsip kerja dari rangkaian ini anda akan bisa dengan mudah memahami rangkaian pengembangan dari rangkaian Op-Amp ini seperti rangkaian ADC (*Analog to Digital Converter*), DAC (*Digital to Analog Converter*), *Summing* (penjumlahan) dan yang lainnya. Keluaran sensor dan transduser pada umumnya



Gambar 2 Rangkaian penguat inverting



Gambar 3 Rangkaian penguat non-inverting

mempunyai tegangan yang sangat kecil hingga mikro volt, sehingga diperlukan penguat dengan impedansi masukan rendah. Rangkaian penguat inverting merupakan rangkaian penguat pembalik dengan impedansi masukan sangat rendah. Rangkaian penguat inverting akan menerima arus atau tegangan dari transduser sangat kecil dan akan membangkitkan arus atau tegangan yang lebih besar. Rangkaian dasar penguat inverting adalah seperti yang ditunjukkan pada gambar 2, dimana sinyal masukannya dibuat melalui *input* inverting. Rangkaian ini adalah pengubah dari arus menjadi tegangan dan digerakkan oleh sumber tegangan dan bukan sumber arus. Tahanan sumber R1, bagian umpan baliknya berubah dan beberapa sifat umpan balik juga berubah.

Input non-inverting pada rangkaian ini dihubungkan ke ground, atau $v_+ = 0$. Karena v_+ dan v_- nilainya = 0 namun tidak terhubung langsung ke ground, *input* op-amp v_- pada rangkaian ini dinamakan *virtual ground*.

Non-Inverting amplifier

Banyak rangkaian elektronika yang memerlukan penguatan tegangan atau arus yang tinggi tanpa terjadi pembalikan (*inversion*) isyarat. Penguat op-amp pada gambar 3 tak-membalik (*noninverting op-amp*) didesain untuk keperluan ini. Rangkaian ini dapat digunakan untuk memperkuat isyarat AC maupun DC dengan keluaran yang tetap sefase dengan masukan. Impedansi masukan dari rangkaian ini berharga sangat tinggi dengan nilai sekitar 100 MW. Dengan isyarat masukan dikenakan pada terminal masukan *noninverting*, besarnya penguatan tegangan tergantung pada harga *in R* dan *FR* yang dipasang. Isyarat keluaran penguat ini diambil dari resistor *LR* (biasanya berharga sekitar 35-50 W).

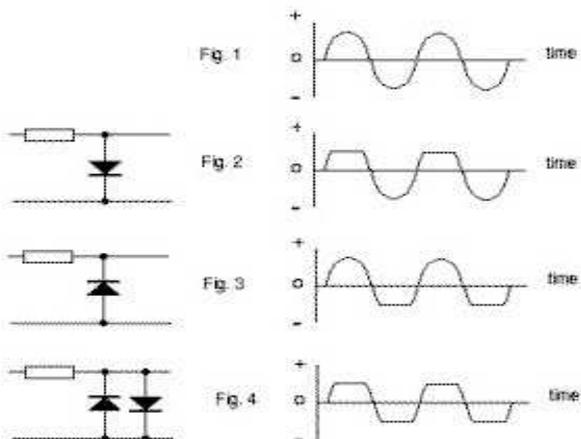
C. Rangkaian Pembanding (*compare circuit*)

Komparator merupakan rangkaian elektronik yang akan membandingkan suatu *input* dengan referensi tertentu untuk menghasilkan *output* berupa dua nilai (*high* dan *low*). Suatu komparator mempunyai dua masukan yang terdiri dari tegangan acuan ($V_{reference}$) dan tegangan masukan (V_{input}) serta satu tegangan output (V_{output}). Dalam operasinya opamp akan mempunyai sebuah keluaran konstan yang bernilai "low" saat V_{in} lebih besar dari $V_{referensi}$ dan "high" saat V_{in} lebih kecil dari $V_{referensi}$ atau sebaliknya. Nilai low dan high tersebut akan ditentukan oleh desain dari komparator itu sendiri. Keadaan *output* ini disebut sebagai karakteristik *output* komparator, dengan kata lain Sebuah pembanding adalah rangkaian dengan dua tegangan masuk dan satu tegangan keluaran. Bila tegangan positif lebih besar dari tegangan negatif, pembanding menghasilkan tegangan keluaran yang tinggi. Bila masukan tegangan positif lebih kecil dari masukan tegangan negatif maka tegangan keluarannya rendah.

Kerja dari komparator hanya membandingkan V_{in} dengan V_{ref} -nya maka dengan mengatur V_{ref} , kita sudah mengatur kepekaan sensor terhadap perubahan tingkat intensitas cahaya yang terjadi. Dimana semakin rendah V_{ref} semakin sensitif komparator terhadap perubahan tegangan V_{in} yang diakibatkan oleh perubahan intensitas cahaya

IC LM324 merupakan komponen elektronik yang berfungsi sebagai penguat tegangan atau penguat signal atau sebagai amplifier. IC LM324 umumnya dikenal dengan Op Amp (*Operational Amplifier*). Op Amp mempunyai dua kaki *input* yaitu *inverting input* (simbol *negative*) dan *non inverting input* (simbol *positive*). Sinyal dari kedua kaki *input* Op Amp ini bisa diolah menjadi data *output* yang berbeda-beda sesuai dengan fungsi Op Amp yang dijalankan. Salah satu fungsi Op Amp adalah sebagai komparator. Komparator difungsikan untuk membandingkan tegangan yang masuk pada kedua kaki *input* Op Amp. Untuk membandingkan kedua kaki *input* pada Op Amp salah satu kaki *input* bisa diberi tegangan referensi dan kaki lainnya diberi tegangan pembanding.

Jika tegangan pada kaki *non inverting input* (+) lebih besar atau sama dengan tegangan pada kaki *inverting input* (-) maka *output* akan berharga *high* (1). Jika tegangan pada kaki *non inverting input* (+) lebih kecil daripada tegangan pada kaki *inverting input* (-) maka kaki *output* akan berharga *low* (0). Salah satu keunggulan LM324 adalah dapat beroperasi pada voltase 3.0 V sampai 32.0 V.



Gambar 4 Rangkaian Clipper

D. Gerbang Logika Dasar

Gerbang-gerbang dasar logika merupakan elemen rangkaian digital dan rangkaian digital merupakan kesatuan dari gerbang-gerbang logika dasar yang membentuk fungsi pemrosesan sinyal digital. Gerbang dasar logika terdiri dari 3 gerbang utama, yaitu AND Gate, OR Gate, dan NOT Gate. Gerbang lainnya seperti NAND Gate, NOR Gate, EX-OR Gate dan EX-NOR Gate merupakan kombinasi dari 3 gerbang logika utama tersebut.

E. Rangkaian Dimmer

Rangkaian dimmer merupakan rangkaian yang sudah umum digunakan antara lain untuk mengatur terang-redup lampu bolam. Pada kesempatan kali ini akan dijabarkan mengenai carakerja rangkaian dimmer. Rangkaian dimmer ini mampu mengatur beban pada tegangan 220VAC dengan daya sampai 900W tiap kanal dengan beban yang mulai dari lampu bolam sampai beban induktif seperti motor AC

TRIAC

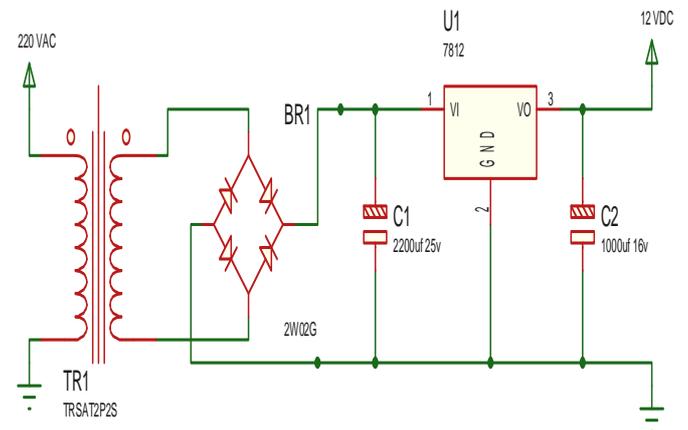
Triac merupakan komponen semikonduktor yang tersusun atas diode empat lapis berstruktur p-n-p-n dengan tiga p-n junction. Triac memiliki tiga buah elektrode, yaitu : gate, MT1, MT2. Triac biasanya digunakan sebagai pengendali dua arah (*bi-directional*). Apabila kita akan menggunakan triac dalam pembuatan perangkat atau sistem kontrol elektronik,

Rangkaian Clipper

Rangkaian *clipper* pada gambar 4 biasa disebut rangkaian pemotong memiliki fungsi untuk melakukan pemotongan atau menghambat serta menghilangkan beberapa sinyal yang masuk dimaan besarnya melebihi batas yang telah ditentukan. Salah satu contoh dari rangkaian *clipper* dengan pola sederhana adalah rangkaian penyearah setengah gelombang. Pada rangkaian ini akan bekerja dengan melakukan pemotongan atau menghambat serta menghilangkan sebagian sinyal *input* jika diatas dan juga di bawah angka nol.

F. Rangkaian Power Supply

Catu daya atau *power supply* pada gambar 5 merupakan suatu rangkaian elektronik yang mengubah arus listrik bolak-balik menjadi arus listrik searah. Hampir semua peralatan elektronik membutuhkan catu daya agar dapat berfungsi.



Gambar 5 Rangkaian Power Supply

Catu daya atau *power supply* adalah rangkaian yang berfungsi untuk menyediakan daya pada peralatan elektronik. Power supply berfungsi untuk memberikan daya serta tegangan kepada alat elektronik yang anda gunakan. Ada banyak rangkaian catu daya yang bisa anda temui di pasaran. Dan ada 2 jenis catu daya yang bisa anda temukan. Yang pertama adalah catu daya tetap. Rangkaian catu daya tegangan tetap memiliki nilai tegangan yang tidak bisa diatur. Dan nilainya sudah ditetapkan oleh rangkaian tersebut. Sementara rangkaian catu daya yang kedua adalah rangkaian catu daya variabel. Berbanding terbalik dengan catu daya tetap, rangkaian catu daya variabel ini nilai tegangannya bisa diubah-ubah.

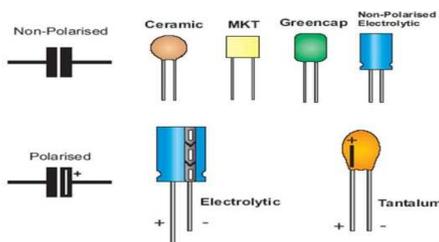
Rangkaian catu daya yang baik tentu saja memiliki regulator pada rangkaian tersebut. Dan pemasangan regulator tersebut difungsikan untuk memberikan kestabilan pada tegangan yang keluar jika terjadi perubahan nilai tegangan yang diterima oleh rangkaian catu daya tersebut. LM 7805 merupakan salah satu jenis atau tipe dari regulator untuk tegangan tetap. Regulator LM 7805 ini memiliki 3 terminal yaitu *Vin*, GND dan juga *Vout*.

G. Komponen - Komponen Pendukung

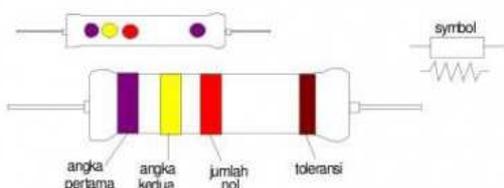
Kapasitor

Kapasitor (*Condensator*) pada gambar 6 adalah komponen elektronika yang menyimpan muatan listrik. Kapasitor terdiri atas dua plat logam yang dipisahkan oleh isolator yang disebut dielektrik (*dielektricum*). Apabila kedua ujung plat diberi tegangan listrik, maka muatan-muatan listrik akan mengumpul pada salah satu kaki plat logam, dan pada ujung lain terkumpul muatan-muatan negatif. Namun demikian, muatan-muatan tersebut tidak dapat segera mengalir karena adanya isolator pemisah, sehingga muatan-muatan ini tersimpan selama tidak ada konduksi pada ujung-ujungnya.

Tebal atau tipis serta jenis bahan dielektrik ini akan mempengaruhi kemampuan kapasitor dalam menyimpan muatan listrik. Kemampuan menyimpan muatan listrik disebut dengan kapasitas kapasitor (*capasitance*). Kapasitas kapasitor dinyatakan dalam satuan farad (f), seperti mf, nf, dan pf.



Gambar 6 Bentuk Fisik Kapasitor



Gambar 7 Bentuk Fisik dan Simbol Resistor

Resistor

Fungsi yang paling utama dari resistor pada gambar 7 adalah menghambat aliran arus listrik. Dua karakteristik utama dari resistor adalah resistansi atau hambatan (R) dengan satuan Ohm dan rating daya (P) dengan satuan Watt. Dalam rangkaian elektronika, resistor dengan nilai hambatan yang lebih tinggi memiliki rating Watt yang lebih rendah karena arusnya lebih kecil.

Regulator

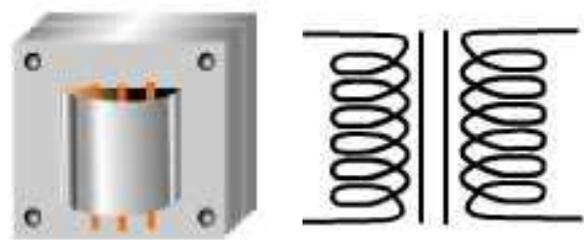
Sirkuit terpadu tipe 78xx (kadang-kadang dikenal sebagai LM78xx) adalah sebuah keluarga sirkuit terpadu regulator tegangan linier monolitik bernilai tetap. Keluarga 78xx adalah pilihan utama bagi banyak sirkuit elektronika yang memerlukan catu daya teregulasi karena mudah digunakan dan harganya relatif murah. Untuk spesifikasi IC individual, xx digantikan dengan angka dua digit yang mengindikasikan tegangan keluaran yang didesain, contohnya 7805 mempunyai keluaran 5 volt dan 7812 memberikan 12 volt.

Keluarga 78xx adalah regulator tegangan positif, yaitu regulator yang didesain untuk memberikan tegangan keluaran yang relatif positif terhadap ground bersama. Keluarga 79xx adalah peranti komplementer yang didesain untuk catu negatif. IC 78xx dan 79xx dapat digunakan bersamaan untuk memberikan regulasi tegangan terhadap pencatu daya split.

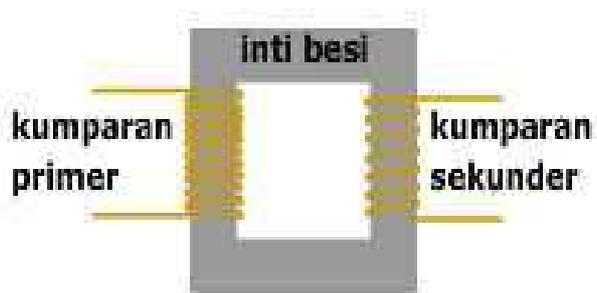
Transformator

Transformator (trafo) pada gambar 8 adalah alat yang digunakan untuk menaikkan atau menurunkan tegangan bolak-balik (AC). Transformator terdiri dari 3 komponen pokok yaitu: kumparan pertama (primer) yang bertindak sebagai *input*, kumparan kedua (sekunder) yang bertindak sebagai *output*, dan inti besi yang berfungsi untuk memperkuat medan magnet yang dihasilkan.

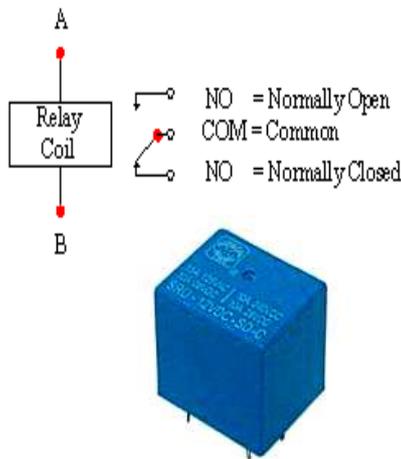
Pada gambar 9 berikut adalah bagian-bagian dari transformator.



Gambar 8 Bentuk fisik dan simbol Transformator



Gambar 9 Bagian-Bagian dari Transformator



Gambar 10 Bentuk Fisik dan Simbol Relay

Relay

Relay merupakan salah satu komponen elektronika yang berfungsi sebagai saklar mekanik. Fungsi relay yaitu memisahkan rangkaian listrik tegangan tinggi dengan rangkain listrik tegangan rendah.

Relay pada gambar 10 mempunyai lima buah kaki. Dua kaki digunakan untuk mengaktifkan koil. Kedua kaki ini tidak bertanda, artinya boleh terbalik dalam pemasangannya. Tiga kaki lainnya berfungsi sebagai saklar yang terdiri dari kaki Common (COMM), kaki Normally Open (NO), dan kaki Normally Closed (NC). Dalam keadaan koil tidak dialiri arus listrik, kaki COMM akan terhubung ke kaki NC. Dalam keadaan koil dialiri arus listrik, kaki COMM akan terhubung dengan kaki NO.

III. METODOLOGI PENELITIAN

A. Prosedur Penelitian

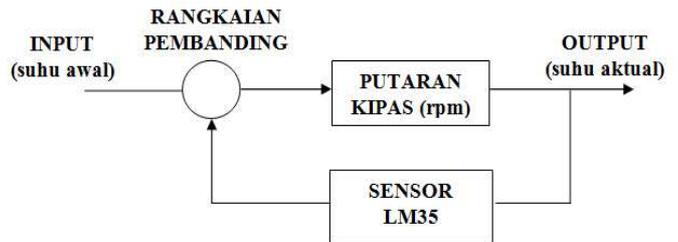
Dalam melakukan penelitian ini hal-hal yang perlu dilakukan yaitu melakukan studi pustaka, dengan mengumpulkan referensi yang berhubungan dengan perancangan sistem melalui buku-buku, di internet dan tulisan lain yang berhubungan dengan penelitian ini, membuat dan merancang rangkaian sensor suhu, driver sensor, dan rangkaian pembanding, mempersiapkan alat dan bahan untuk membuat catu daya dan rangkaian relay pada kipas angin, melakukan pengujian sistem, serta melakukan laporan penelitian dalam bentuk skripsi.

Studi Pustaka

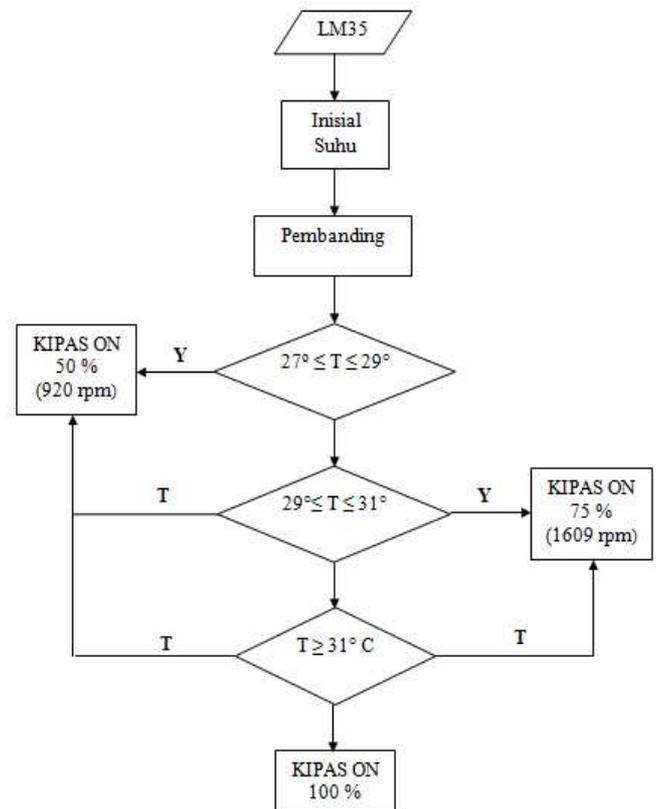
Dilakukan pengumpulan buku-buku referensi, di internet dan tulisan yang lain yang berhubungan dengan Sensor Suhu LM35. Serta belajar Rangkaian yang berhubungan dengan perancangan kipas angin otomatis.

Merancang Rangkaian

Pada diagram alir (gambar 12) sistem ini menggunakan komponen-komponen dasar dan system minimum berupa 1 buah Sensor suhu LM35, IC Digital LM324, IC Analog 74LS86 (gerbang XOR), 4 buah relay, serta LED sebagai fasilitas penampil atau output. Besarnya ruangan, banyaknya manusia dalam ruangan, dn juga cuaca, menjadi hal yang penting untuk sensor mendeteksi suhu yang menjadi input dalam rangkaian keseluruhan. Gambar 11 merupakan blok diagram sistem.



Gambar 11 Diagram Blok Sistem



Gambar 12 Flowchart Sistem

B. Perancangan Rangkaian Sensor Suhu dan Penguat Tegangan Sensor

Rangkaian Sensor LM35 (gambar 13) bekerja dengan mengubah besaran suhu menjadi besaran tegangan. Tegangan ideal yang keluar dari LM35 mempunyai perbandingan 100°C setara dengan 1 volt. Sensor ini mempunyai pemanasan diri (self heating) kurang dari 0,1°C, dapat dioperasikan dengan menggunakan power supply tunggal dan dapat dihubungkan antar muka (interface) rangkaian control yang sangat mudah.

Proses menguatkan sinyal output sensor suhu LM35 ini diperlukan pada aplikasi pemroses sinyal analog. Driver sensor suhu LM35 merupakan penguat sederhana yang berfungsi untuk memperkuat sinyal/tegangan output analog sensosr suhu LM35.

Rangkaian driver sensor suhu LM35 ini dikonfigurasi sebagai sebuah penguat non inverting dengan faktor penguatan 1x. Rangkaian driver sensor suhu LM35 ini sangat diperlukan apabila hasil pengukuran sensor suhu oleh sensor suhu LM35 di baca oleh suatu perngkat dengan impedansi yang rendah dan mengakibatkan terjadi drop tegangan pada output sensor suhu LM35 tersebut.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian dan pembahasan dalam perancangan sistem pengendalian peralatan elektronik pengujian yang dilakukan maka dapat disimpulkan beberapa hal terkait dengan pelaksanaan dan hasil penelitian yakni Proses menguatkan sinyal output sensor suhu LM35 ini diperlukan pada aplikasi pemroses sinyal analog.

Driver sensor suhu LM35 merupakan penguat sederhana yang berfungsi untuk memperkuat sinyal/tegangan output analog sensor suhu LM35. Rangkaian komparator ini menggunakan tegangan referensi 5 volt dan dibagi dengan resistor 10k. Jadi nilai tegangan yang masuk pada tiap pin negatif op-amp berbeda sesuai prinsip dari pembagi tegangan. kemudian *output* dari op-amp dihubungkan pada gerbang ex-or agar nyala *outputnya* bergantian.

Kondisi ruangan, posisi, dan juga besar ruangan juga sangat berpengaruh dalam proses sensor suhu mendeteksi suhu ruangan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Malvino. Prinsip – Prinsip Elektronika. Jakarta : Salemba Teknik. 2000.
- [2] E. Laksono, *Teknik Kontrol Automatik*. Jakarta : Erlangga. 2000.
- [3] Pengetahuan Teknik Elektronika. Malang :Bumi Aksara. Tanggal akses: 05-11-2013
<http://www.elektroarea.blogspot.comwww.wikipedia.org/>
- [4] Shatomedia. Sensor Suhu LM35. Tanggal akses: 05-11-2013
<http://shatomedia.com/2008/12/sensor-suhu-lm35/>
- [5] Teknik Elektro Links. Rangkaian Sensor Suhu LM3. Tanggal akses: 05-11-2013
<http://telinks.wordpress.com/2010/04/09/rangkaian-sensor-suhu-lm35/>
- [6] Tutorial Elektronika. Apa dan Bagaimana Karakteristik Sensor. Tanggal akses: 05-11-2013
<http://tutorialelektronika.blogspot.com/2009/02/apa-dan-bagaimana-karakteristik-sensor.html>