

ALAT PENDINGIN OLI PADA SEPEDA MOTOR YANG

DIKONTROL SECARA OTOMATIS DAN DILENGKAPI DENGAN

PENAMPIL SUHU OLI

SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan
untuk memperoleh gelar sarjana teknik



Disusun Oleh:

FERRY KURNIAWAN

NIM. 0310632017-63

DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

FAKULTAS TEKNIK

MALANG

2007

repository.ub.ac

ALAT PENDINGIN OLI PADA SEPEDA MOTOR YANG

DIKONTROL SECARA OTOMATIS DAN DILENGKAPI DENGAN

PENAMPIL SUHU OLI

SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan
untuk memperoleh gelar sarjana teknik



Disusun Oleh:

FERRY KURNIAWAN

NIM. 0310632017-63

Telah diperiksa dan disetujui oleh
Dosen pembimbing

Ir. Bambang Siswojo
NIP. 131 759 588

Ir. Nanang Sulistiyanto
NIP. 132 090 389

ALAT PENDINGIN OLI PADA SEPEDA MOTOR YANG

DIKONTROL SECARA OTOMATIS DAN DILENGKAPI DENGAN

PENAMPIL SUHU OLI

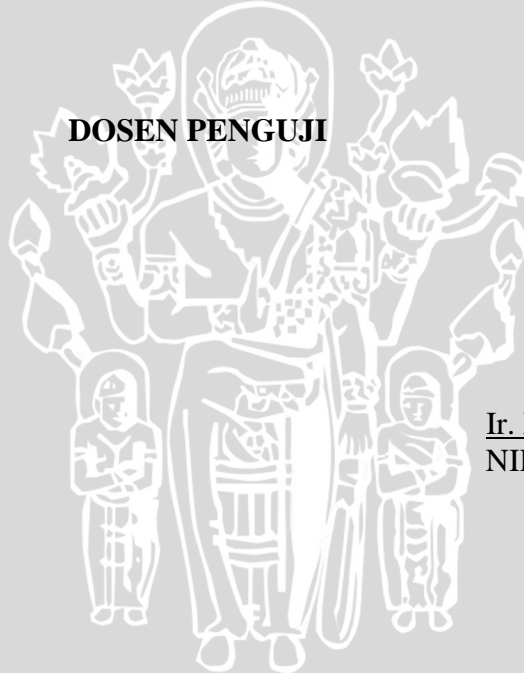
Disusun Oleh:

FERRY KURNIAWAN

NIM. 0310632017-63

Skripsi ini telah diuji dan dinyatakan lulus pada Tanggal 6 Agustus 2007

DOSEN PENGUJI



Waru Djuriatno, ST, MT.
NIP. 132 158 733

Ir. M. Julius St., MS.
NIP. 131 124 655

Suprpto, ST, MT.
NIP. 132 149 320

Rahmadwati, ST, MT.
NIP. 132 319 981

Mengetahui
Ketua Jurusan Teknik Elektro

Ir. Heru Nurwarsito, M.Kom
NIP. 131 879 033

PENGANTAR

Syukur Alhamdulillah, penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT karena berkat rahmat dan karunia-Nya jualah penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul "Alat Pendingin Oli Pada Sepeda Motor Yang Dikontrol Secara Otomatis Dan Dilengkapi Dengan Penampil Suhu". Pengajuan skripsi ini merupakan persyaratan yang wajib ditempuh untuk meraih gelar Sarjana Teknik.

Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan rasa terimakasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Ir. Heru Nurwarsito, M.Kom, selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro
2. Bapak Rudy Yuwono, ST, M.Sc, selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro
3. Bapak Ir. Ponco Siwindarto, MS, selaku Ketua Kelompok Dosen Keahlian Bidang Elektronika
4. Bapak Ir. Bambang Siswojo, selaku dosen Pembimbing I yang telah membantu dalam bimbingan tugas akhir ini.
5. Bapak Ir. Nanang Sulistiyanto, selaku dosen Pembimbing II yang telah membantu dalam bimbingan tugas akhir ini.
6. Seluruh Dosen, Laboran, dan Staf pada Jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya
7. Kedua orang tua, kakak dan adik-adikku tercinta yang memberikan do'a, kasih sayang, perhatian dan dukungan moral serta spiritual.
8. Seluruh mahasiswa Teknik Elektro, terutama rekan-rekan Alih Program 2003, 2004 yang telah membantu hingga Skripsi ini dapat selesai tepat pada waktunya.

Hanya doa yang dapat penulis iringkan kepada Bapak, Ibu, serta Kakak dan Adik yang selalu memberikan doa, kepercayaan, dorongan, dan semangat yang tak pernah berhenti. Dalam pembuatan Skripsi ini penulis menyadari terdapatnya kekurangan dan keterbatasan didalamnya. Oleh karena itu dengan segala kerendahan hati, penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun dari semua pihak demi penyempurnaan Skripsi ini. Semoga Skripsi ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Malang, Agustus 2007
Penulis,

DAFTAR ISI

	Halaman
PENGANTAR	i
ABSTRAK	ii
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR TABEL	viii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang Masalah	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Batasan Masalah	3
1.4. Tujuan	3
1.5. Sistematika Penulisan	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Minyak Pelumas	5
2.2. Perpindahan Kalor	5
2.2.1 Konduksi	6
2.2.2 Konveksi	7
2.2.1 Radiasi	8
2.3. Pembangkitan Kalor Mesin Sepeda Motor	8
2.4. Sensor suhu	9
2.5. Penguat Operasional	10
2.5.1. Karakteristik Dasar Penguat Operational	10
2.5.2. Penguat Tak Membalik (<i>Non Inverting</i>)	11
2.5.4. Rangkaian <i>Voltage Follower (Buffer)</i>	12
2.6 Transistor	12

2.5. Analog to Digital Converter (ADC)	13
2.6. Mikrokontroler AT89C51	16
2.6.1. Arsitektur Mikrokontroler AT89C51	17
2.6.2. Organisasi Memory	21
2.6.2.1 Memori Program	23
2.6.2.2 Memori Data	24
2.6.3. Special Function Register (SFR)	26
2.6.4. Pewaktuan Mikrokontroler AT89C51	29
2.7. Display LCD (<i>Liquid Crystal Display</i>)	30
2.8. Bahasa Assembly MCS-51	34
 BAB III METODE PENELITIAN	
3.1. Studi Literatur	38
3.2. Perancangan Alat	38
3.3. Pembuatan Alat	39
3.4. Pengujian Alat	39
3.5. Pengambilan Kesimpulan	40
 BAB IV PERENCANAAN DAN PEMBUATAN ALAT	
4.1. Spesifikasi Alat	41
4.2. Perancangan Sistem	44
4.3. Perancangan Perangkat keras	42
4.3.1. Perancangan Rangkaian pengukur Suhu	42
4.3.2. Perancangan Rangkaian ADC	44
4.3.3. Perancangan kontrol Menggunakan Mikrokontroler	46
4.3.4. Perancangan Bagian Display	48
4.3.5. Perancangan Driver untuk blower	50
4.3.6. Perancangan Karakterisasi Pendingin	51
4.3.6.1 Perancangan Pendingin Saat Blower Mati	51

4.3.6.1 Perancangan Pendingin Saat Blower hidup.....	52
4.3. Perancangan Perangkat lunak	53

BAB V PENGUJIAN DAN ANALISIS ALAT

5.1. Pengujian Rangkaian Pengkondisi Sinyal untuk Rangkaian Sensor Suhu	55
5.2. Pengujian Rangkaian ADC	57
5.3. Pengujian Rangkaian Blower.....	58
5.4. Pengujian <i>display</i> LCD	60
5.5. Pengujian Sistem Keseluruhan.....	60

BAB VI PENUTUP

6.1. Kesimpulan	61
6.2. Saran	61

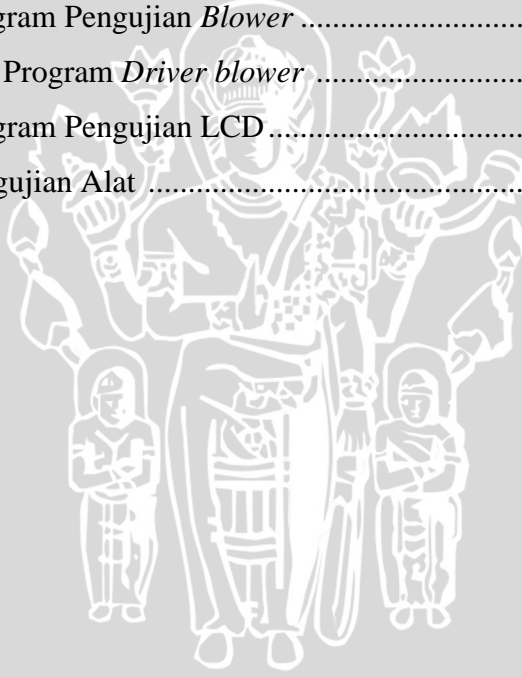
DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN A	FOTO ALAT
LAMPIRAN B	GAMBAR RANGKAIAN KESELURUHAN
LAMPIRAN C	DIAGRAM ALIR DAN LISTING PROGRAM
LAMPIRAN D	DATASHEET KOMPONEN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.	Arah gerak partikel.....	6
Gambar 2.2.	Konduksi pada atom dan elektron.....	6
Gambar 2.3.	Penampang bahan dengan ketebalan berbeda.....	7
Gambar 2.4.	Pembangkitan kalor pada mesin sepeda motor.....	9
Gambar 2.5.	LM35 untuk Temperatur 0°C s/d +100°C.....	10
Gambar 2.6.	Simbol Penguat Operational.....	11
Gambar 2.7.	Penguat Tak Membalik (<i>Non Inverting</i>).....	11
Gambar 2.8.	Rangkaian Penyangga (<i>Buffer</i>).....	12
Gambar 2.9.	Grafik karakteristik transistor.....	13
Gambar 2.10.	Rangkaian Dasar Transistor.....	13
Gambar 2.11.	Diagram Blok ADC.....	14
Gambar 2.12.	Susunan Penyemat MCS-51.....	18
Gambar 2.13.	Blok Diagram MCS-51.....	21
Gambar 2.14.	Struktur Memori Mikrokontroler MCS-51.....	22
Gambar 2.15.	Memori Diagram.....	24
Gambar 2.16.	Memori Data Internal.....	25
Gambar 2.17.	Bagian Bawah 128 Byte RAM Internal.....	26
Gambar 2.18.	Bagian Atas 128 Byte RAM Internal.....	26
Gambar 2.19.	Ruang <i>Spesial Function Register</i>	26
Gambar 2.20.	Osilator Internal.....	29
Gambar 2.21.	LCD 16x2.....	30
Gambar 2.22.	Blok Diagram Modul LCD.....	30
Gambar 4.1.	Blok Diagram sistem.....	41
Gambar 4.2.	Rangkaian Dasar Lm35.....	43
Gambar 4.3.	Rangkaian ADC 0804.....	46
Gambar 4.4.	Rangkaian Mikrokontroler AT89C51.....	46
Gambar 4.5.	Rangkaian Osilator.....	48

Gambar 4.6.	Rangkaian LCD	49
Gambar 4.7.	Rangkaian Driver bagi Blower	51
Gambar 4.8.	Grafik suhu terhadap waktu I.....	52
Gambar 4.9.	Grafik suhu terhadap waktu II	52
Gambar 4.10.	Pengujian alat pendingin oli.....	53
Gambar 4.10.	Flowchart pemrograman perangkat lunak.....	54
Gambar 5.1.	Blok Diagram Pengujian Pengkondisi Sinyal untuk Sensor Suhu.....	56
Gambar 5.2.	Blok Diagram Pengujian Rangkaian ADC	57
Gambar 5.3.	Blok Diagram Pengujian <i>Blower</i>	59
Gambar 5.4.	Flowcard Program <i>Driver blower</i>	59
Gambar 5.5.	Blok Diagram Pengujian LCD	60
Gambar 5.6.	Blok Pengujian Alat	61



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1.	SAE Viscosity Grades for Engine Oils SAE J300 Dec 95.....	5
Tabel 2.2.	Konduktivitas termal untuk beberapa bahan.....	7
Tabel 2.3.	<i>Spesial Function Register</i>	27
Tabel 2.4.	<i>Register Selection</i> pada LCD	31
Tabel 2.5.	Fungsi pin-pin pada LCD M1632	32
Tabel 2.6.	Instruksi dari LCD	34
Tabel 4.1.	Keterangan dari Pin-pin LCD	49
Tabel 4.2.	Suhu alat pada saat blower mati.....	52
Tabel 4.3.	Suhu alat pada saat blower hidup.....	52
Tabel 5.1.	Hasil Pengujian Rangkaian Pengkondisi Sinyal untuk Sensor Suhu.....	56
Tabel 5.2.	Hasil Pengujian Rangkaian ADC	57
Tabel 5.2.	Pengaktifan blower	59
Tabel 5.4.	Hasil pengujian alat pendingin oli sepeda motor.....	61

ABSTRAK

Ferry Kurniawan. 0310632017-63. 2007. *Alat Pendingin Oli Pada Sepeda Motor Yang Dikontrol Secara Otomatis Dan Dilengkapi Dengan Penampil Suhu..* Skripsi Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Brawijaya. Pembimbing: Ir. Bambang Siswojo dan Ir. Nanang Sulistiyanto.

Mesin sepeda motor pada saat awal pemakaian umumnya bersuara halus akan tetapi pada pemakaian yang lama suaranya tidak halus lagi, oli cepat habis dan konsumsi bahan bakar lebih banyak. Hal ini mengindikasikan bahwa suhu oli menjadi terlalu tinggi untuk itu dirancang suatu sistem pendingin oli sepeda motor otomatis.

Sistem ini terdiri dari unit pengukur suhu oli (LM35, ADC0804), unit pusat kontrol (Mikrokontroler AT89C51), unit pendingin (tangki oli dan blower), unit tampilan (LCD). Berdasarkan informasi yang di berikan oleh unit pengukur suhu oli, unit kontrol akan menghidupkan blower pada unit pendingin secara otomatis jika suhu terlalu tinggi. Blower tersebut dimatikan jika suhu oli kurang dari 100°C. Setiap saat pengendara sepeda motor dapat melihat suhu oli pada unit tampilan.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem ini mampu mendinginkan oli 150°C menjadi kurang lebih 87°C selama kurang lebih 30 menit, suhu tersebut dipertahankan sistem pada range 70°C-100°C.

Kata kunci: oli, pendingin, otomatis.



BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Tidak sedikit pengguna sepeda motor mendapati jumlah oli mesinnya selalu berkurang. Berkurangnya pelumas itu akan nampak pada keberadaan oli yang tidak lagi terlihat membasahi garis teratas *dipstick*. Mereka semakin heran akan kejadian ini karena tidak ditemukan kebocoran ataupun adanya rembesan di bagian bawah mesin. Berkurangnya jumlah pelumas mesin, memang sebetulnya hal biasa. Apalagi kalau mesin kendaraan bersangkutan mulai mengalami keausan pada rangkaian piston dan ringnya. Namun pada kondisi mesin normal, kekurangan pelumas sudah lazim terjadi.

Itu karena memang kini jenis pelumas mulai yang bertipe mineral, semi sintetis maupun sintetis mudah mengalami penguapan. Jadi berkurangnya pelumas itu bisa saja bukan karena kerusakan mesinnya tapi karena karakter pada sebagian oli mesin buatan terkini. Menghadapi kondisi demikian, pemilik sepeda motor tak perlu binggung karena dengan kondisi kendaraan yang relatif dingin suhu mesinnya pada saat kendaraan di gunakan akan mengurangi resiko ini. *Over heat* adalah kondisi panas berlebih pada mesin kendaraan yang secara langsung mempengaruhi suhu oli. Dengan adanya *overheat* ini menyebabkan bahan bakar semakin boros dan kinerja mesin sepeda motor menjadi kurang tenaga karena adanya proses pemuaiian oli yang menyebabkan oli cepat habis dan onderdil cepat aus karena kurangnya pelumasan yang akan menyebabkan kondisi overhaul atau penggantian komponen-komponen mesin.

Mikrokontroler sebagai suatu terobosan teknologi mikroprosesor dan mikrokontroler, hadir memenuhi kebutuhan pasar dan teknologi baru. Sebagai teknologi baru yaitu teknologi yang ada didalamnya dapat dikatakan sebagai komputer dalam *chip*, membutuhkan ruang yang kecil sedangkan fungsinya hampir

sama dengan komputer. Selain itu dapat diproduksi dalam jumlah yang banyak membuat harganya menjadi lebih murah dibandingkan dengan mikroprocessor. Dengan menambah beberapa rangkaian sensor dan memadukannya dengan perangkat penampil (*Liquid Crystal Display (LCD)*, *seven-segment*, dan lain lain), sebuah mikrokontroller sebagai pengolah datanya dapat menjadi perangkat yang aplikatif sesuai dengan fungsi dari rangkaian-rangkaian pendukungnya.

Dengan dibuatnya alat ini diharapkan akan memberikan kemudahan bagi masyarakat pengguna sepeda motor ini mempunyai manfaat yang banyak, yaitu di antaranya suhu oli menjadi normal sehingga tarikan mesin menjadi ringan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang dari permasalahan di atas maka proses pembuatan alat pengatur suhu oli pada sepeda motor dapat di susun rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana membuat alat yang berfungsi sebagai alat kontrol secara otomatis sebagai pengatur suhu oli pada sepeda motor.
2. Bagaimana alat pendingin oli ini dapat bekerja dengan baik pada range suhu yang telah di tentukan.

1.2 Batasan Masalah

Untuk menjaga agar permasalahan dalam pengerjaan alat ini tidak meluas, maka penulis membatasi permasalahan yang ada.

Adapun permasalahan yang di batasi adalah:

1. Perangkat keras yang berhubungan dengan mikrokontroller sebagai pengolah data, sensor suhu sebagai indikator dan lcd sebagai penampil data yang memberikan informasi yang di minta.
2. Penerapan pengujian pada sepeda motor 4langkah 150 cc berbahan bakar premium. Tanpa memperhitungkan secara rinci tentang pembangkitan kalor pada sepeda motor

3. Masalah hanya pada perangkat lunak yang berhubungan dengan diagram alur (*flow chart*) dan program.

1.4 Tujuan

Dari ilustrasi permasalahan di atas, tujuan dari pembuatan alat Dapat membantu masyarakat khususnya pemilik sepeda motor dalam merawat usia pakai oli sepeda motor, serta menghemat biaya perawatan komponen-komponen mesin sepeda motor.

1.5 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan yang digunakan dalam penyusunan skripsi ini adalah sebagai berikut:

- BAB I : Menjelaskan tentang Latar Belakang Permasalahan, Rumusan dan Pembatasan Masalah, serta Tujuan dan Kegunaan Kajian.
- BAB II : Menjelaskan tentang teori dasar yang berisi tentang penjelasan hubungan antara ketinggian dan tekanan udara, prinsip dasar sensor tekanan, penguat operasional amplifier (op-amp), ADC, mikrokontroler AT89C2051, dan display LCD.
- BAB III : Menjelaskan tentang metodologi penelitian, perencanaan dan pembuatan alat, cara pengujian alat dan analisis.
- BAB IV : Menjelaskan tentang blok diagram perancangan dan pembuatan alat yang meliputi prinsip kerja, spesifikasi alat, perancangan *hardware*, dan perancangan *software*.
- BAB V : Menjelaskan tentang pengujian dan analisis yang meliputi pengujian tiap-tiap bagian dan pengujian secara keseluruhan
- BAB VI : Memberikan kesimpulan dan saran
- Lampiran : Berisi tentang gambar rangkaian, foto alat, listing program, daftar komponen serta daftar pustaka.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Minyak Pelumas

Minyak pelumas mesin merupakan hasil pencampuran antara minyak dasar dan aditif. Mutu pelumas mesin sepeda motor mengalami perubahan dan perkembangan yang cepat seiring dengan perubahan dan perkembangan teknologi mesin sepeda motor. Banyak faktor yang mempengaruhi pelumas antara lain : standar emisi gas buang yang semakin ketat, ratio power output yang semakin besar di banding kapasitas mesin, adanya perubahan metalurgi komponen mesin dan rpm yang makin tinggi. Pelumas yang di buat saat ini telah memperhitungkan faktor-faktor ekonomis dari penggunaan pada mesin. Mutu pelumas tidak bisa di prediksi dari warna dan bentuk fisiknya dengan menggunakan panca indra tetapi harus di uji secara fisika/kimia di laboratorium sesuai mdengan spesifikasi yang di ditetapkan oleh lembaga Standardisasi atau Pabrikan Mesin.

Ada 3 sistem prinsip dari klasifikasi pelumas mesin:

1. SAE Viscosity Classification Sytem, membuat klasifikasi pelumas mesin menurut tingkat kekentalannya pada suhu 100°C dan beberapa suhu rendah tergantung dari tingkat kekentalannya (SAE Grade). Viskositas pada suhu tinggi berhubungan dengan tingkat konsumsi pelumas dan karakteristik keausan, kekentalan pada suhu rendah memprediksi kemudahan start pada suhu rendah serta kinerja pelumasan pada suhu rendah. Contoh klasifikasi berdasar pada SAE Viscosity Classification System di tunjukan dalam Tabel 2.1.
2. API Service Classification, mengklasifikasikan pelumas mesin berdasarkan kinerjanya pada beberapa mesin tertentu yang beroperasi pada kondisi terkendali yang di buat sebagai simulasi kondisi kerja yang sangat berat di lapangan. Klasifikasi API mencakup pelumas mesin bensin, pelumas mesin diesel dan pelumas roda gigi kendaraan.

3. ACEA European Oil Sequences untuk klasifikasi pelumas mesin berdasarkan kinerja pada uji mesin dan uji baku yang khusus. Beberapa uji mesin mereka sama dengan API Engine service classification system, tetapi uji mesin lainnya di sesuaikan dengan persyaratan pabrik mesin kendaraan di Eropa. Suhu tinggi, high shear viscosity, permanent shear mobility dan syarat-syarat penguapannya telah termasuk dalam ACEA Oil Sequences for service fill.

Tabel 2.1 SAE Viscosity Grades for Engine Oils SAE J300 Dec 95

SAE VISCOSITY GRADES	LOW TEMPERATURE VISCOSITIES		HIGH TEMPERATURE VISCOSITIES		
	Cranking (cP) max at temp °C	Pumping (cP) max With no yield Stress at temp. °C	Kinematic (cSt) at 100 °C		High Shear (cP) at 150°C and $10^6 \text{ S}^{-1} \text{ min}$
			min	max	
0W	3250 at -	60.000 at - 40	3.8	-	-
5W	30	60.000 at - 35	3.8	-	-
10W	3500 at -	60.000 at - 30	4.1	-	-
15W	25	60.000 at - 25	5.6	-	-
20W	3500 at -	60.000 at - 20	5.6	-	-
25W	20	60.000 at - 15	9.3	-	-
20	3500 at -	-	5.6	< 9.3	2.6
30	15	-	9.3	< 2.5	2.9
40	4500 at -	-	12.5	< 16.3	2.9 (0W-40, 5W-40, 10W-40 grades)
50	10	-	16.3	< 21.9	
60	6000 at -	-	21.9	< 26.1	3.7 (15W-40, 20W-40, 25W-40, 40 grades)
	5				3.7

Sumber : Pertamina, 1995:15

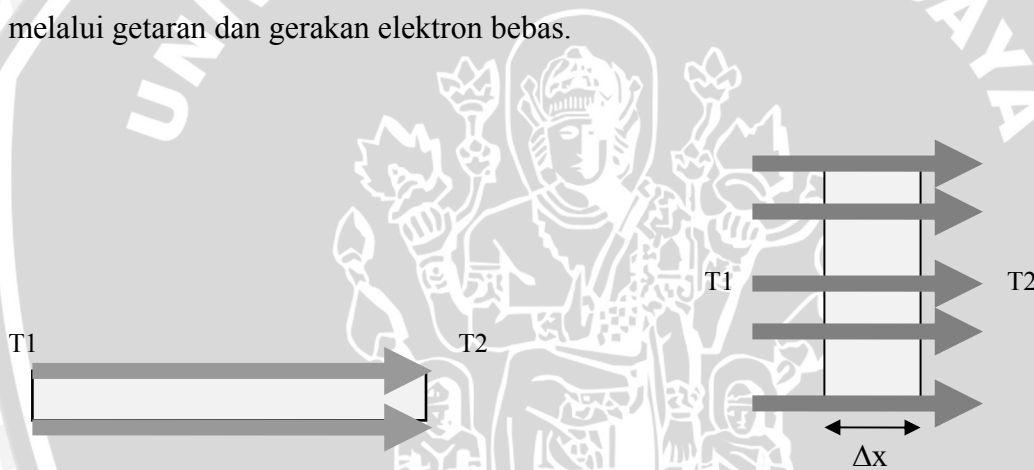
2.2. Perpindahan Kalor

Bila dua benda atau lebih terjadi kontak termal maka akan terjadi aliran kalor dari benda yang bertemperatur lebih tinggi ke benda yang bertemperatur lebih rendah, hingga tercapainya kesetimbangan termal.

Proses perpindahan panas ini berlangsung dalam 3 mekanisme, yaitu : konduksi, konveksi dan radiasi.

2.2.1. Konduksi

Proses perpindahan kalor secara konduksi bila dilihat secara atomik merupakan pertukaran energi kinetik antar molekul (atom), dimana partikel yang energinya rendah dapat meningkat dengan menumbuk partikel dengan energi yang lebih tinggi. Sebelum dipanaskan atom dan elektron dari logam bergetar pada posisi setimbang. Pada ujung logam mulai dipanaskan, pada bagian ini atom dan elektron bergetar dengan amplitudi yang makin membesar. Selanjutnya bertumbukan dengan atom dan elektron disekitarnya dan memindahkan sebagian energinya. Kejadian ini berlanjut hingga pada atom dan elektron di ujung logam yang satunya. Konduksi terjadi melalui getaran dan gerakan elektron bebas.



Gambar 2.1 Arah gerak partikel

Gambar. 2.2 Konduksi pada atom dan elektron

Bila T_2 dan T_1 dipertahankan terus besarnya, maka kesetimbangan termal tidak akan pernah tercapai, dan dalam keadaan mantap/tunak (steady state), kalor yang mengalir persatuan waktu sebanding dengan luas penampang A , sebanding dengan perbedaan temperatur ΔT dan berbanding terbalik dengan lebar bidang Δx ,

$$\Delta Q/\Delta t = H \propto A \Delta T/\Delta x$$

Untuk penampang berupa bidang datar :

$$H = - k A (T_1 - T_2) / L$$

k adalah konduktivitas termal. Nilai konduktifitas termal bahan ditunjukkan dalam tabel 2.2

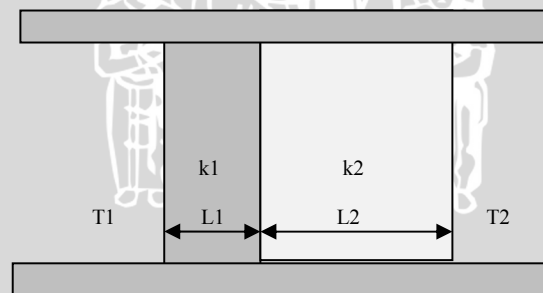
Untuk susunan beberapa bahan dengan ketebalan L_1, L_2, \dots dan konduktivitas masing-masing k_1, k_2, \dots adalah :

$$H = \frac{A(T_1 - T_2)}{\sum (L_i/k_i)}$$

Tabel 2.2 Konduktivitas termal untuk beberapa bahan

Bahan	k (W/m.C°)	Bahan	k (W/m.C°)
Aluminium	238	Asbestos	0,08
Tembaga	397	Concrete	0,8
Emas	314	Gelas	0,8
Besi	79,5	Karet	0,2
Timbal	34,7	air	0,6
Perak	427	kayu	0,08
		udara	0,0234

Sumber: termodinamika 2007:4



Gambar 2.3 Penampang bahan dengan ketebalan yang berbeda

2.2.2. Konveksi

Apabila kalor berpindah dengan cara gerakan partikel yang telah dipanaskan dikatakan perpindahan kalor secara konveksi. Bila perpindahannya dikarenakan

perbedaan kerapatan disebut konveksi alami (natural convection) dan bila didorong, misal dengan fan atau pompa disebut konveksi paksa (forced convection).

Besarnya konveksi tergantung pada :

- Luas permukaan benda yang bersinggungan dengan fluida (A).
- Perbedaan suhu antara permukaan benda dengan fluida (ΔT).
- koefisien konveksi (h), yang tergantung pada :

viskositas fluida

kecepatan fluida

perbedaan temperatur antara permukaan dan fluida

kapasitas panas fluida

rapat massa fluida

bentuk permukaan kontak

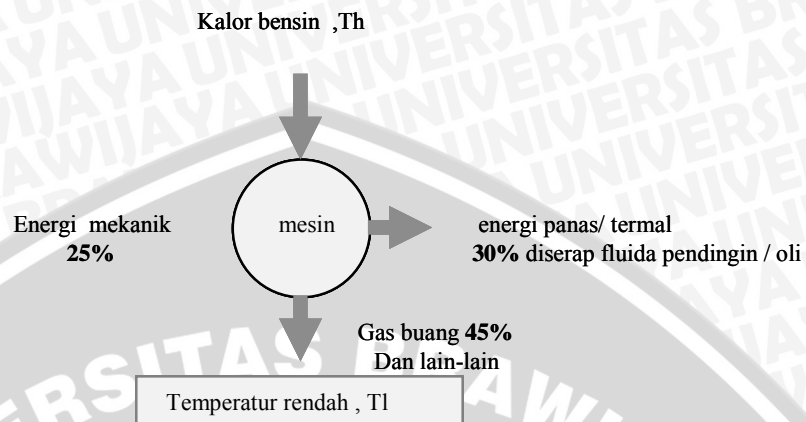
Konveksi : $H = h \times A \times \Delta T$

2.2.3. Radiasi

Pada proses radiasi, energi termis diubah menjadi energi radiasi. Energi ini termuat dalam gelombang elektromagnetik, khususnya daerah inframerah (700 nm - 100 μm). Saat gelombang elektromagnetik tersebut berinteraksi dengan materi energi radiasi berubah menjadi energi termal.

2.3. Pembangkitan Kalor Mesin Sepeda Motor

Berdasar pada mesin bensin maka dapat didekati dengan perhitungan sebagai berikut



Gambar 2.4 Pembangkitan kalor mesin sepeda motor

Pembakaran bensin adalah proses eksoterm, apabila bensin dianggap terdiri atas isooktana (C_8H_{12}) dengan nilai entalpi pembakaran isooktana = -5460 kJ/mol dan masa jenis isooktana = $0,7 \text{ kg/L}$, maka nilai 1L bensin = 700gr , nilai 700 gr isooktana = $6,14 \text{ mol}$

Jadi kalor yang di bebaskan pada pembakaran 1L bensin = $6,14 \text{ mol} \times 5460 \text{ kJ/mol}$
 $= 33524,4 \text{ kJ}$ (sumber: Purba, 1997:10)

Untuk oli,

U (koefisien perpindahan kalor) adalah $60 \text{ Btu} = 63,3 \text{ kJ}$ (sumber: Munandar, 1983:14)

Maka : kalor yang dihasilkan $Q_{\text{oli}} = 63,3 \text{ kJ} \times (T_h - T_l)$

Q yang dilepas = Q yang diterima

$30\% Q_{\text{bensin}} = Q_{\text{oli}}$

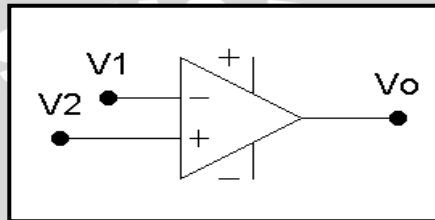
$10057,32 = 63,3 (T_h - T_l)$

maka, $(T_h - T_l) = 158^\circ\text{C}$, misal $T_h_{\text{oli}} = 183^\circ\text{C}$ nilai $T_l_{\text{oli}} = 25^\circ\text{C}$.

2.4 Sensor Suhu

Untuk menjaga kestabilan suhu di ruangan tertentu, maka diperlukan suatu piranti yang dapat mengukur suhu udara pada suatu tempat. Sensor suhu yang

3. Penguatan tegangan terbuka tak terhingga.
4. Penguat operasional menanggapi semua frekuensi sama (lebar pita tak terhingga)
5. Jika tegangan masukan pada kedua terminal sama maka tegangan keluaran adalah nol.



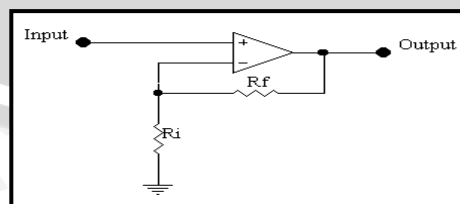
Gambar 2.6. Simbol Penguat Operasional

2.5.2 Rangkaian Penguat Tak Membalik

Gambar 2.7 menunjukkan sebuah rangkaian penguat Tak Membalik (*Non-Inverting*), di mana harga faktor penguatan atau A_v memiliki persamaan sebagai berikut:

$$A_v = \left[\frac{R_f}{R_i} + 1 \right] \quad (2-1)$$

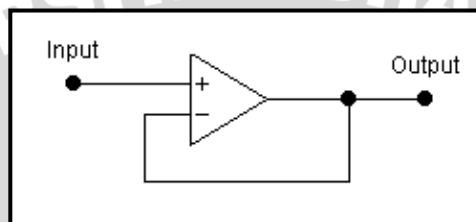
Berdasarkan Persamaan (2-1) dapat diketahui bahwa besarnya faktor penguatan atau A_v dari penguat *Non Inverting* adalah selalu lebih besar dari satu atau dengan kata lain $A_v \geq 1$.



Gambar 2.7. Penguat Tak Membalik (*Non Inverting*)

2.5.3 Rangkaian Penyangga (*Buffer*)

Rangkaian penyangga (*buffer*) atau yang sering dikenal sebagai rangkaian *voltage follower* seperti ditunjukkan dalam Gambar 2.8 adalah suatu rangkaian yang memiliki fungsi untuk menyangga supaya menghasilkan tegangan keluaran yang sama besar dengan tegangan masukan serta mempunyai resistansi masukan tak terhingga.



Gambar 2.8. Rangkaian Penyangga (*Buffer*)

2.6. Transistor

Transistor adalah sebuah komponen aktif, yang fungsinya dapat digunakan sebagai penguat dan juga sebagai *switch* (saklar) elektronik. Dalam penggunaan pada tugas akhir ini transistor kami fungsikan untuk proses *switching* saja yang ditunjukkan dalam Gambar 2.9. Dalam perancangan kita harus mengetahui karakteristik dari transistor sehingga kita dapat mengetahui daerah di mana transistor akan *on* dan *off*.

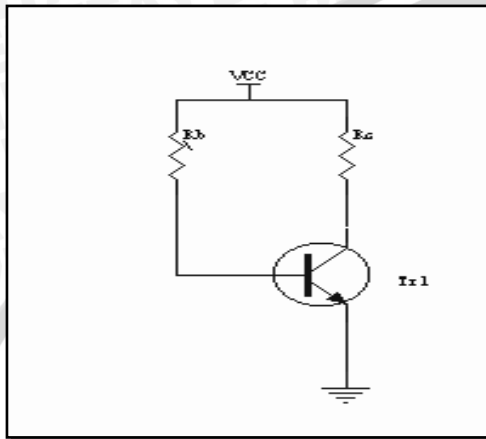
Dalam Gambar 2.10 diketahui bahwa kondisi *cutt off* dan saturasi yang digunakan dalam sistem *switching*. Di mana pada saat kenaikan nilai I_b diikuti oleh nilai penguatannya yang mengakibatkan besar I_c akan naik maka diperoleh persamaan :

$$I_b = \frac{I_c}{\beta(\text{sat})} \quad (2-2)$$

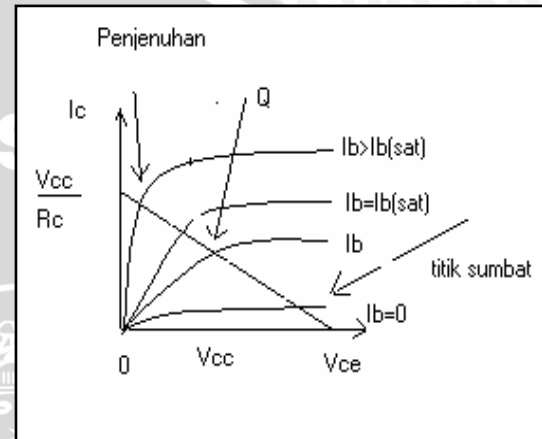
$$R_b = \frac{V_{cc} - V_{be}}{I_b} \quad (2-3)$$

$$R_c = \frac{V_{cc} - V_{ce}(\text{sat})}{I_c} \quad (2-4)$$

Untuk parameter Hfe, Vbe (mak), dan Vce (sat) dapat dilihat pada data sheet



Gambar 2.10 Rangkaian dasar transistor



Gambar 2.9 Grafik karakteristik transistor

2.5 Analog to Digital Converter (ADC)

Dalam sebuah pengukuran suatu variabel fisik yang pada umumnya bersifat analog dengan menggunakan piranti digital, Gambar 2.11 memperlihatkan diagram blok ADC. Dimana diperlukan adanya perubahan variabel tersebut menjadi variabel digital yang nilainya proporsional dengan nilai variabel yang akan diukur. Waktu konversi ADC adalah waktu yang diperlukan oleh ADC untuk menghasilkan suatu kode biner yang tepat untuk tegangan masukan yang diberikan. Sebuah converter disebut berkecepatan tinggi jika memiliki waktu konversi yang pendek.

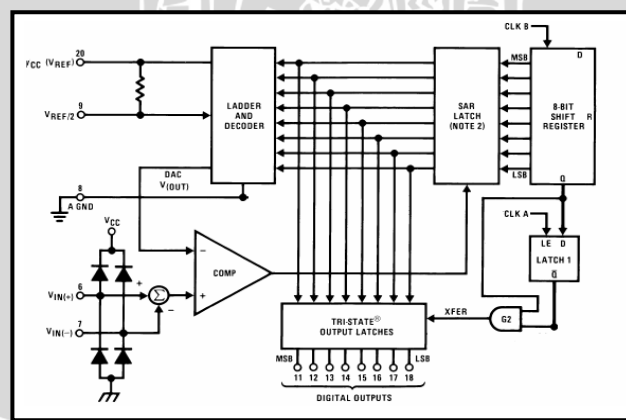
Resolusi ADC adalah perubahan terkecil yang terjadi pada keluaran analog sebagai suatu hasil perubahan pada masukan digital. Resolusi selalu sama dengan bobot dari LSB. Resolusi ADC memiliki perhitungan sebagai berikut:

$$\text{Resolusi} = V_R \cdot (2^n - 1) \quad (2-7)$$

(n menyatakan jumlah bit keluaran biner IC ADC)

Ada banyak cara yang dapat digunakan untuk mengubah sinyal analog menjadi sinyal digital yang nilainya proporsional. Jenis ADC yang biasa digunakan dalam perancangan adalah jenis *successive approximation conversion* atau pendekatan bertingkat yang memiliki waktu konversi jauh lebih singkat dan tidak tergantung pada nilai masukan analognya atau sinyal yang akan diubah.

Proses konversi dimulai dengan memberikan pulsa start. Akibat pulsa start ini, logika kendali akan mereset semua register kontrol, sehingga keluaran register akan sama dengan 0 dan $V_{out} = 0$ volt. Karena itu $V_{out} < V_{in}$, dan keluaran komparator akan berada pada logika 1. Timbulnya logika 1 ini, maka logika kendali akan mengisi data konversi dengan coba-coba dimulai dari data MSB (D7) dan kemudian dimasukkan ke register SAR, sehingga data pada register SAR adalah 1000 0000. Keluaran digital ini akan diubah ke dalam bentuk sinyal analog oleh D/A konverter dan dibandingkan oleh sebuah komparator. Bila nilai konversi ini lebih besar dari V_{in} , keluaran sinyal negatif dari pembandingan yang menuju ke rangkaian kendali akan mereset MSB (D7).



Sumber: National, 2001

Jika V_{out} dari konversi kurang dari V_{in} , keluaran positif dari pembandingan akan menunjukkan bahwa MSB tetap dalam keadaan tinggi (set). Jika dalam operasi

A/D tersebut nilai MSB tidak direset, maka register SAR sekarang menyimpan data 1000 0000. Pulsa detak (CLK) berikutnya akan men-set bit D6 dengan demikian data digital yang ada pada register SAR 1100 0000. Jika V_{out} lebih besar dari V_{in} , keluaran komparator yang negatif akan menyebabkan reset dari D6. Jika V_{out} lebih kecil dari V_{in} , D6 akan tetap bertahan dalam keadaan tinggi (set).

Dalam pulsa-pulsa selanjutnya secara berturut-turut, bit-bit akan diuji. Proses pendekatan ini memerlukan satu periode pulsa clock untuk setiap bit yang merupakan salah satu kelebihan dari *successive approximation* ADC. Jadi, jika menggunakan ADC jenis ini dengan 8 bit, maka setiap konversi sinyal diperlukan 8 bit periode pulsa clock. Apabila suatu bit menyebabkan nilai V_{out} melebihi nilai V_{in} , maka bit yang bersangkutan akan direset. Secara singkat prinsip kerja dari konverter A/D adalah semua bit-bit diset kemudian diuji. Dengan rangkaian yang paling cepat, konversi akan diselesaikan sesudah 8 clock, dan keluaran D/A merupakan nilai analog yang ekuivalen dengan nilai register SAR.

Apabila konversi telah dilaksanakan, rangkaian kembali mengirim sinyal selesai konversi yang berlogika rendah. Sisi turun sinyal ini akan menghasilkan data digital yang ekuivalen ke dalam register buffer. Dengan demikian keluaran digital akan tetap tersimpan sekalipun akan dimulai siklus konversi yang baru.

IC ADC 0804 adalah salah satu tipe IC SAC CMOS-8 bit keluaran biner dalam kemasan 20 pin. IC ADC 0804 mempunyai dua masukan analog $V_{in} (+)$ dan $V_{in} (-)$, sehingga dapat menerima masukan diferensial. Masukan analog sebesarnya (V_{in}) sama dengan selisih antara tegangan-tegangan yang dihubungkan dengan ke dua pin masukan yaitu $V_{in} = V_{in} (+) - V_{in} (-)$. Kalau masukan analog berupa tegangan tunggal, tegangan ini harus dihubungkan dengan $V_{in} (+)$, sedangkan $V_{in} (-)$ di-groundkan. Untuk operasi normal, ADC 0804 menggunakan $V_{cc} = +5$ Volt sebagai referensi. Dalam hal ini jangkauan masukan analog mulai dari 0 Volt sampai 5 Volt (skala penuh), Karena IC ini adalah SAC 8-bit, resolusinya akan sama dengan:

$$\begin{aligned} \text{Resolusi} &= \left[\frac{\text{tegangan skala penuh}}{2^n - 1} \right] & (2-8) \\ &= \left[\frac{5 \text{ Volt}}{2^8 - 1} \right] = \frac{5 \text{ Volt}}{255} = 19,6 \text{ mV} \end{aligned}$$

IC ADC 0804 memiliki generator clock internal yang harus diaktifkan dengan menghubungkan sebuah resistor eksternal (R) antara pin CLK OUT dan CLK IN serta sebuah kapasitor eksternal (C) antara CLK IN dan ground digital. Frekuensi clock yang diperoleh di pin CLK OUT sama dengan:

$$f = \frac{1}{1,1 RC} \quad (2-9)$$

Untuk sinyal clock ini dapat juga digunakan sinyal eksternal yang dihubungkan ke pin CLK IN. ADC 0804 memiliki 8 keluaran digital sehingga dapat langsung dihubungkan dengan saluran data mikrokomputer. Masukan CS (*chip select*) digunakan untuk mengaktifkan ADC 0804. Jika CS berlogika tinggi, ADC 0804 tidak aktif (*disable*).

Masukan WR (*write*) digunakan untuk memulai proses konversi. Untuk itu WR harus diberi pulsa logika 0. Sedangkan keluaran INTR (*interrupt*) menyatakan akhir konversi. Pada saat dimulai konversi, INTR akan berubah ke logika 1. Di akhir konversi INTR akan kembali ke logika 0.

2.6 Mikrokontroler AT89C51

Sebuah mikroprosesor, bila dikombinasikan dengan I/O dan memori akan menghasilkan sebuah mikrokomputer. Pada kenyataannya pengkombinasian CPU dengan memori dan I/O dapat juga dilakukan pada level chip, yang menghasilkan Single Chip Microcomputer (SCM). Untuk membedakannya dengan dengan microcomputer untuk selanjutnya, SCM disebut Mikrokontroler. Mikrokontroler banyak sekali macam dan jenis produksinya karena kebutuhan dari konsumen dan ciptaan dari industri pembuat.

2.6.1 Arsitektur Mikrokontroler AT89C51

Mikrokontroler AT89C51 adalah komponen produksi Atmel yang berorientasi pada kontrol dengan level logika CMOS, merupakan keluarga MCS-51. Rangkaian integrasi tersebut memiliki perlengkapan dasar sebagai *Single Chip Microcomputer*. Perlengkapan yang dimaksud adalah:

CPU (*Central Processing Unit*) terdiri atas komponen yang satu sama lain berhubungan, yaitu Register, ALU (*Arithmetic Logic Unit*), dan Unit Pengendali. Komponen-komponen tersebut memiliki fungsi yang berbeda-beda.

- Register sebagai memori sementara di dalam CPU. Beberapa register berfungsi tertentu seperti *program counter*, dan yang lain bersifat lebih umum seperti *accumulator*
- ALU (*Arithmetic Logic Unit*).
ALU menjalankan operasi aritmatika dan logika dengan bilangan-bilangan biner. Dalam keluarga MCS-51 operasi ALU datanya terbatas pada jumlah bilangan biner 8 bit.
- Unit Pengendali.
Unit Pengendali digunakan untuk menyerempakkan kerja yang sangat diperlukan oleh setiap processor. Sebuah instruksi diambil dan didekode, setelah prosesor mengetahui apa yang dimaksud instruksi maka unit pengendali memberikan signal pada aksi yang dimaksud.

Mikrokontroler AT89C51 di atas memiliki beberapa kemampuan yang dapat dipakai oleh pengguna, adapun kemampuan yang dimaksud adalah:

- Flash program memori ROM internal sebesar 4 Kbyte. Dengan flash PROM ini menyebabkan mikrokontroler mampu diprogram dan dihapus hingga 1000 kali.
- Memori data RAM internal sebesar 128 byte.
- Kemampuan kerja *clock* internal dari 0 hingga 24MHz.
- 4 buah I/O masing-masing 8 bit.

- Kemampuan mengamati memori program dan data maksimum 64Kbyte eksternal.
- 2 buah *timer/counter* yang bisa dipakai hingga 16 bit.
- 2 buah tingkat prioritas interupsi.
- 5 buah interupsi, yaitu 2 interupsi eksternal dan 3 interupsi internal.
- Port serial full duplex UART (*Universal Asynchronous Receive Transmit*).
- Dapat diprogram perbit. Sehingga pemrograman akan lebih leluasa dan efektif.

Mikrokontroler AT89C51 mempunyai 40 pin, susunan masing-masing pin dapat dilihat dalam Gambar 2.12. Masing-masing kaki dalam mikrokontroler AT89C51 tersebut mempunyai fungsi tersendiri. Dengan mengetahui fungsi masing-masing kaki mikrokontroler AT89C51, perancangan aplikasi mikrokontroler AT89C51 akan lebih mudah dalam merencanakan dan membuat sistemnya.

1	P1.0	VCC	40
2	P1.1	P0.0 (AD0)	39
3	P1.2	P0.1 (AD1)	38
4	P1.3	P0.2 (AD2)	37
5	P1.4	P0.3 (AD3)	36
6	P1.5	P0.4 (AD4)	35
7	P1.6	P0.5 (AD5)	34
8	P1.7	P0.6 (AD6)	33
9	RST	P0.7 (AD7)	32
10	P3.0 (RXD)	$\bar{E}A$ / VPP	31
11	P3.1 (TXD)	ALE / PRG	30
12	P3.2 ($\overline{INT0}$)	\overline{PSEN}	29
13	P3.3 ($\overline{INT1}$)	P2.7 (A15)	28
14	P3.4 (T0)	P2.6 (A14)	27
15	P3.5 (T1)	P2.5 (A13)	26
16	P3.6 (\overline{WR})	P2.4 (A12)	25
17	P3.7 (\overline{RD})	P2.3 (A11)	24
18	XTAL 2	P2.2 (A10)	23
19	XTAL 1	P2.1 (A9)	22
20	GND	P2.0 (A8)	21

Gambar 2.12 Susunan penyemat MCS-51

Sumber: Atmel, 1997: 4-29

Fungsi kaki-kaki AT89C51 adalah:

- ❖ Port 1 (Pin 1..8).
Merupakan port I/O 8 bit bidireksional dengan internal pull up resistor. Port ini dipakai alamat bagian bawah selama pemrograman dan verifikasi flash memori. Port ini bias digunakan untuk operasi per bit atau byte.
- ❖ Pin 9 (RST)
pulsa transisi dari rendah ke tinggi yang diumpankan ke pin RST akan mereset AT89C51. Pin ini dihubungkan dengan rangkaian *power on reset*.
- ❖ Port 3 (Pin 10..17),
Port paralel 8 bit dua arah yang memiliki fungsi pengganti. Fungsi pengganti meliputi TXD (*Transmit Data*), RXD (*Receive Data*), INT0 (*Interupt 0*), INT1 (*Interupt 1*), T0 (*Timer 0*), T1 (*Timer 1*), WR (*Write*), RD (*Read*). Apabila fungsi pengganti tidak digunakan, pin-pin ini dapat digunakan sebagai port I/O biasa.
- ❖ Pin 18 (XTAL1)
Merupakan pin masukan ke rangkaian osilator internal. Osilator kristal dan sumber osilator luar dapat digunakan.
- ❖ Pin 19 (XTAL2)
Merupakan pin masukan ke rangkaian osilator internal. Pin ini dipakai bila menggunakan osilator kristal.
- ❖ Pin 20 (*Ground*), dihubungkan ke VSS atau *ground*.
- ❖ Port 2 (Pin 21..28)
Merupakan port I/O 8 bit bidireksional dengan internal pull up. Port 2 mengeluarkan alamat bagian atas selama mengakses memori luar, untuk itu jika digabungkan antara alamat bagian bawah dan atas akan mampu mengalami hingga 16 bit. Port ini juga memberikan sinyal control untuk pemrograman flash memori dan verifikasi.
- ❖ Pin 29 (*PSEN/Program Store Enable*)

Merupakan pengontrol yang digunakan untuk mengakses program memori eksternal masuk ke dalam bus selama proses pemberian/pengambilan instruksi.

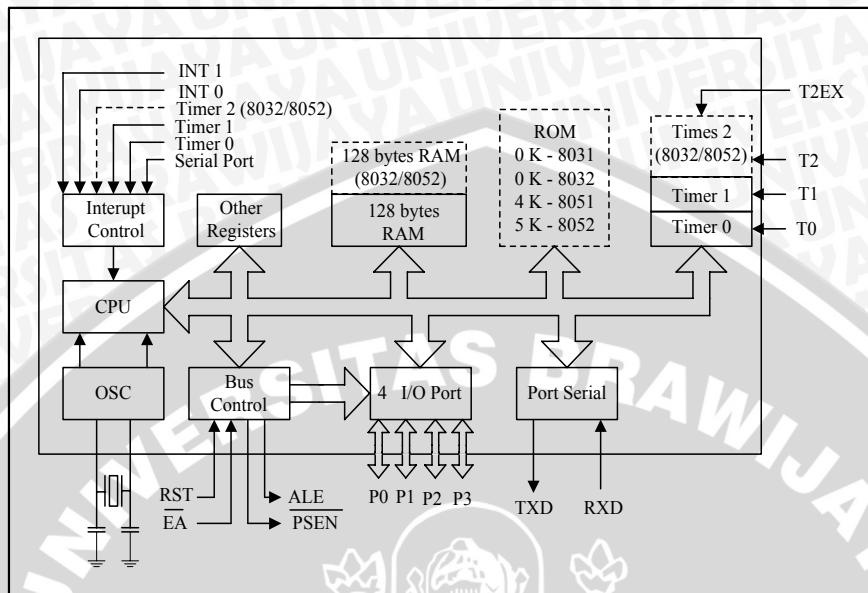
❖ Pin 30 (ALE)

Pin ALE aktif tinggi untuk mengeluarkan pulsa output dan untuk menyimpan alamat byte bagian bawah ke eksternal latch. Pin ini juga digunakan untuk pulsa input pemrograman flash memori. Pada pengoperasian normal, sinyal ALE dikeluarkan secara konstan setiap 1,6 frekuensi osilator, yang dapat digunakan sebagai pewaktu / sumber clock bagi piranti eksternal. Sinyal ALE dapat dimatikan saat mode operasi internal dilakukan. Mematikan sinyal ALE dilakukan dengan mengeset bit 0 pada lokasi SFR alamat 8EH. Bila bit tersebut diset, sinyal ALE hanya aktif saat terdapat instruksi MOVX atau MOVC. Pin 31 (EA), bila pin diberikan logika tinggi, maka mikrokontroler akan melaksanakan instruksi dari ROM/EPROM. Bila diberikan logika rendah, mikrokontroler akan melaksanakan instruksi dari memori program luar.

❖ Port 0 (Pin 32..39).

Port 0 dalam konfigurasi open drain, bidireksional I/O port. Port ini digunakan sebagai data bus selama pemrograman dan verifikasi flash EPROM dan dapat digunakan sebagai input impedansi tinggi. Port ini juga dimultipleks alamat bagian bawah yang digunakan selama pengaksesan ke memori luar. Pada port ini sudah terpasang internal pul up resistor.

❖ Pin 40 (VCC), dihubungkan ke VCC



Gambar 2.13. Blok Diagram MCS-51.

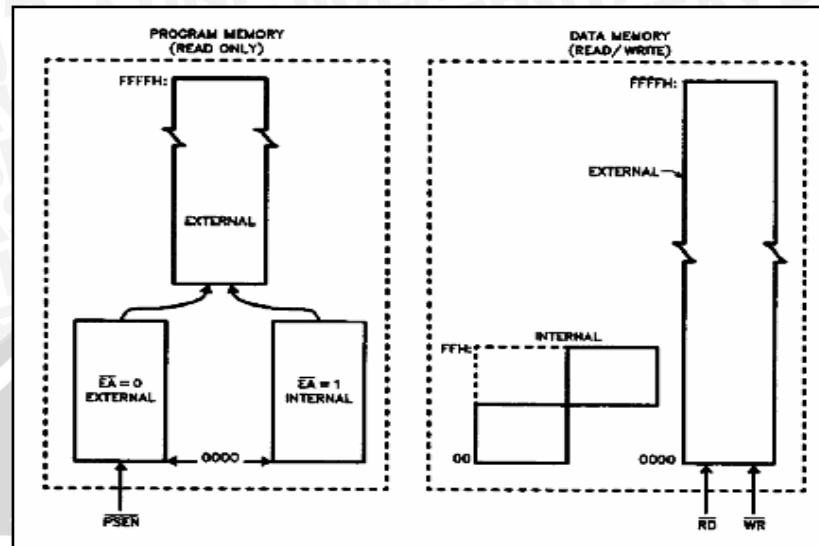
Sumber: Atmel, 1997: 4-30

2.6.2 Organisasi Memori

Mikrokontroler AT89C51 memiliki organisasi memori yang dapat dibagi-bagi menjadi bagian-bagian sesuai dengan kemampuannya. Pembagian tersebut adalah:

- 64 Kbyte memori data dan program diluar chip
- 256 byte memori data di dalam chip
- 4 Kbyte memori program di dalam chip
- 16 bit program counter

Selain itu juga memiliki pembagian ruang alamat untuk memori program dan memori data. Memori program dan data yang terpisah dapat dilihat dalam Gambar 2.14. Pemisahan memori program dan memori data membolehkan memori data untuk diakses oleh alamat 8-bit. Sekalipun demikian, alamat data memori 16 bit dapat dihasilkan melalui register DPTR (*data pointer register*). Memori program hanya dapat dibaca, tidak bisa ditulisi (karena disimpan dalam EPROM). Memori program sebesar 64k dapat dimasukkan dalam EPROM eksternal.



Gambar 2.14. Struktur Memori Mikrokontroler MCS-51
Sumber Atmel, 2002: 3

Gambar di atas dapat dijelaskan bahwa pemakaian memori eksternal dapat diakses langsung hingga 64Kbyte. Pada memori program, alamat-alamat paling bawah dapat berada dalam *Flash on-chip* maupun memori eksternal. Hal tersebut dapat diatur dengan melakukan pengkabelan pada pin \overline{EA} (*External Acces*). Menghubungkan pin \overline{EA} ke Vcc menyebabkan akses internal, sedangkan akses eksternal bila pin \overline{EA} dihubungkan ke GND pada alamat-alamat paling bawah. Sebagai contoh, AT89C51 dengan *Flash on-chip* sebesar 4Kbyte, jika \overline{EA} dihubungkan ke Vcc maka pengambilan instruksi pada lokasi 0000h hingga 0FFFh untuk memori internal dan 1000h hingga FFFFh untuk memori eksternal. Sedangkan jika \overline{EA} dihubungkan ke GND maka semua pengambilan instruksi langsung dilakukan pada memori eksternal. Pin \overline{PSEN} (*program store enable*) digunakan untuk semua pengambilan program eksternal, sedangkan pengaksesan instruksi pada memori internal tidak melibatkan \overline{PSEN} .

Pada memori data penggunaan memori eksternal dapat diakses secara langsung hingga 64 Kbyte dalam ruang memori data eksternal. CPU akan

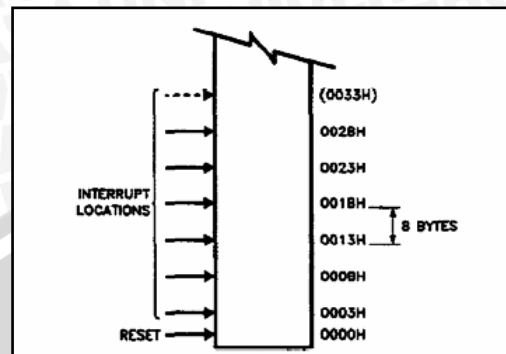
memberikan sinyal baca (\overline{RD}) dan tulis (\overline{WR}) sesuai kebutuhan selama pengaksesan memori data eksternal.

Mikrokontroler AT89C51 memiliki 5 buah ruang alamat, yaitu:

1. Ruang alamat kode (*code address space*) sebanyak 64k, yang seluruhnya merupakan ruang alamat kode eksternal (*off-chip*).
2. Ruang alamat data internal yang dapat dialamati secara langsung, yang terdiri atas:
 - RAM (*Random Access Memori*) sebanyak 128 byte.
 - *Hardware register* sebanyak 128 byte.
 - EEPROM sebanyak 4k byte.
3. Ruang alamat data internal yang dialamati secara tidak langsung sebanyak 128 byte, seluruhnya diakses dengan pengalamatan tidak langsung.
4. Ruang alamat data eksternal sebanyak 64Kbyte (*off-chip*) yang dapat ditambahkan oleh pemakai.
5. Ruang alamat bit, dapat diakses dengan pengalamatan langsung.

2.6.2.1 Memori Program

Memori program merupakan tempat penyimpanan data yang bersifat permanen atau *non volatile* yang artinya data yang ada di dalam memori tidak akan hilang jika catu daya dimatikan. Memori program merupakan memori yang hanya dapat dibaca atau lebih dikenal dengan nama ROM (*Read Only Memory*) seperti ditunjukkan dalam Gambar 2.15. Keadaan memori setelah reset atau sewaktu power ON adalah bertempat di alamat 0000H yang kemudian dilanjutkan mengeksekusi instruksi apa yang ada didalam memori. Selain pada reset yang berlokasi di 0000H, interupsi juga mempunyai lokasi tetap di memori program. Interupsi tersebutlah yang menyebabkan CPU melompat ke lokasi di mana pada lokasi tersebut terdapat sub-rutin yang harus dilaksanakan.



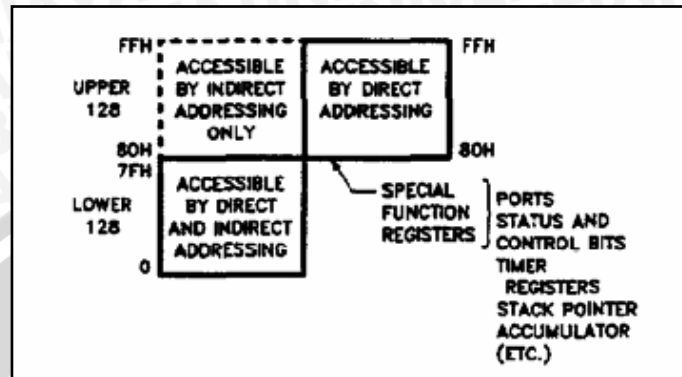
Gambar 2.15. Memori Program

Sumber : Atmel, 2002: 4

2.6.2.2 Memori Data

Memori data adalah tempat untuk menyimpan data yang sifatnya sementara sehingga pada memori data dapat dikategorikan memori volatile, yaitu data masih ada selama catu daya masih ada. Memori data lebih dikenal dengan nama RAM (*Random Acces Memory*) yaitu memori yang dapat dibaca dan ditulisi data pada alamat yang dikehendaki. Memori data pada AT89C51 memiliki kemampuan pengalamatan hingga 64 Kbyte yang didapatkan dari memori data eksternal.. Selain menggunakan memori eksternal, AT 89C51 juga mempunyai 128 byte memori internal dengan sejumlah register berfungsi khusus atau *Special Function Register* (SFR). Pada mikrokontroler AT 89C51 memori data internal dipetakan seperti dalam Gambar 2.16. Ruang memorinya dibagi menjadi tiga blok, yaitu sebagai *lower 128*, *upper 128*, dan ruang SFR (*special function register*).

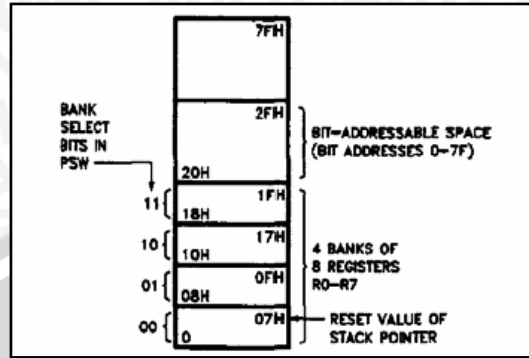
Bagian bawah dari 128 byte RAM dipetakan seperti terlihat dalam Gambar 2.17 Tiga puluh dua byte paling bawah dikelompokkan dalam 4 bank (masing-masing terdiri atas 8 register, yaitu R0 sampai R7). Dua bit dalam PSW (*program status word*) memilih register bank yang digunakan.



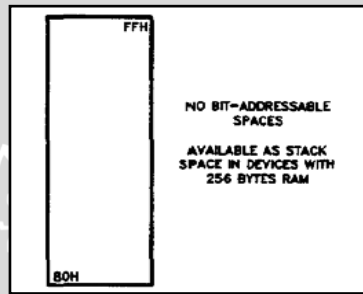
Gambar 2.16. Memori Data Internal

Sumber : Atmel, 2002: 6

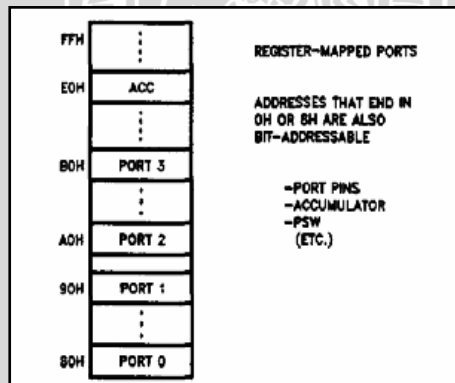
Hal ini memungkinkan penggunaan yang lebih efisien dari ruang alamat kode, karena instruksi yang menggunakan register lebih singkat dari pada instruksi yang menggunakan pengalamatan langsung. Enam belas byte di atas bank register (alamat 20h sampai 2Fh) membentuk blok ruang memori untuk pengalamatan bit. Alamat bit pada daerah ini adalah mulai 00h sampai 7Fh. Semua data pada bagian bawah 128 byte RAM internal dapat diakses oleh pengalamatan langsung dan tak langsung. Sedangkan bagian atas 128 byte RAM internal Seperti ditunjukkan dalam Gambar 2.18. RAM internal hanya dapat diakses dengan pengalamatan tak langsung. Gambar 2.19 menunjukkan ruang SFR (SFR *space*). SFR berisi penahan port (*port latch*), pewaktu (*timer*), pengontrol periferai, dan lain-lain. Register ini hanya dapat diakses oleh pengalamatan langsung.



Gambar 2.17. Bagian Bawah 128 Byte RAM Internal
 Sumber : Atmel, 2002: 7



Gambar 2.18. Bagian Atas 128 Byte RAM Internal
 Sumber : Atmel, 2000: 7



Gambar 2.19. Ruang Special Function Register
 Sumber : Atmel, 2002: 8

2.6.3 Register Fungsi Khusus (*Special Function Register*)

Register fungsi khusus (*Special Function Register*, SFR) terletak pada 128 byte bagian atas memori data internal. Wilayah SFR ini terletak pada alamat 80_H

sampai FF_H. Register-register ini hanya dapat diakses dengan pengalamatan langsung, baik per bit maupun per *byte*.

Beberapa kegunaan register fungsi khusus, yang penting dijelaskan sebagai berikut:

- *Accumulator* (ACC): merupakan register penting dalam operasi penambahan dan pengurangan.
- Register B: merupakan register khusus yang berfungsi melayani operasi perkalian dan operasi pembagian.
- *Program Status Word* (PSW): berisi beberapa bit status yang menggambarkan keadaan CPU pada saat itu. PSW terdiri atas bit *carry*, *auxiliary carry*, dua bit pemilih *bank*, bendera *overflow*, bit paritas dan dua bendera yang dapat didefinisikan sendiri oleh pemakai.
- *Stack Pointer* (SP): merupakan register 8-bit. Register SP dapat diletakkan pada alamat manapun pada RAM internal. Isi register ini ditambah sebelum data disimpan, selama instruksi *PUSH* dan *CALL*. Pada saat *reset*, register SP diinisialisasi pada alamat 07h, sehingga *stack* akan dimulai pada lokasi 08h.

Tabel 2.3 *Special Function Register*

Simbol	Nama	Alamat	Power-on Reset
ACC	Akumulator	E0h	0000 0000
B	Register B	F0h	0000 0000
PSW	I. Program Status Word	D0h	0000 0000
SP	II. Stack Pointer	81h	0000 0111
DPTR	Data Pointer 16 bit		

DPL	Data Pointer byte rendah	82h	0000 0000
DPH	Data Pointer byte tinggi	83h	0000 0000
P0	Port 0	80h	1111 1111
P1	Port 1	90h	1111 1111
P2	Port 2	A0h	1111 1111
P3	Port 3	B0h	1111 1111
IP	III. Interrupt Priority Control	B8h	xxx0 0000
IE	IV. Interrupt Enable Control	A8h	0xx0 0000
TMOD	V. Timer/counter Mode Control	89h	0000 0000
TCON	VI. Timer/counter Control	88h	0000 0000
TH0	VII. Timer/counter 0 high byte	8Ch	0000 0000
TL0	VIII. Timer/counter 0 low byte	8Ah	0000 0000
TH1	IX. Timer/counter 1 high byte	8Dh	0000 0000
TL1	X. Timer/counter 0 low byte	8Bh	0000 0000
SCON	XI. Serial Control	98h	0000 0000
SBUF	XII. Serial Data Buffer	99h	xxxx xxxx



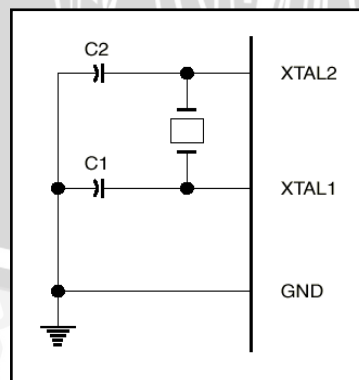
PCON	XIII. Power Control	87h	0xxx xxxx
------	---------------------	-----	-----------

Sumber : Malik & Anistardi, 1997: 19-20

- *Data Pointer (DPTR)*: terdiri dari dua register, yaitu untuk byte tinggi (*Data Pointer High, DPH*) dan untuk byte rendah (*Data Pointer Low, DPL*). Fungsinya dimaksudkan untuk menahan alamat 16-bit. DPTR dapat dimanipulasi sebagai register 16-bit atau sebagai dua buah register 8-bit.
- Port 0 sampai Port 3: merupakan register yang berfungsi untuk membaca dan mengeluarkan data pada port 0, 1, 2, dan 3. Masing-masing register ini dapat dialamati secara per-bit maupun per-byte.

2.6.4 Pewaktuan Mikrokontroler AT89C51

Mikrokontroler AT89C51 memiliki osilator internal (*on chip oscillator*) yang dapat digunakan sebagai sumber clock bagi CPU ditunjukkan dalam Gambar 2.20. Untuk menggunakan osilator internal diperlukan sebuah kristal antara pin XTAL 1 dan pin XTAL 2 dan dua buah kapasitor ke ground seperti terlihat dalam Gambar 2.18. Untuk komponen kristal dapat digunakan frekuensi dari 6 sampai 12 MHz, sedangkan untuk kapasitor dapat bernilai antara 27 pF sampai 33 pF [Atmel Corporation, 1998 : 4].



Gambar 2.20. Osilator Internal

Sumber : Atmel, 1997: 4-3

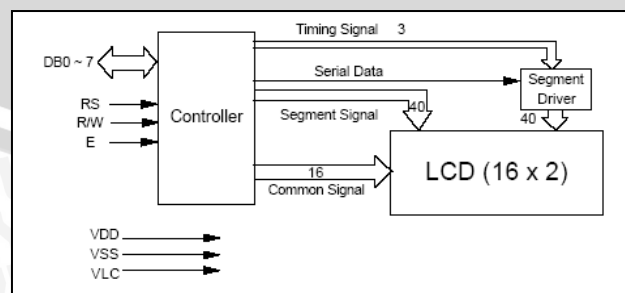
2.7 Display LCD (Liquid Crystal Display)

LCD (*Liquid Crystal Display*) adalah salah satu jenis penampil yang digunakan untuk menampilkan angka, karakter atau bahkan angka dan karakter seperti ditunjukkan dalam Gambar 2.21. LCD terdiri atas tumpukan tipis atau sel dari dua lembar kaca dengan pinggiran yang tertutup rapat. Di antara dua lembar kaca tersebut diberi bahan kristal cair (*liquid crystal*) yang tembus cahaya dimana akan beremulsi apabila diberi tegangan. Tampilannya berupa dot matrik 5 x 7 dengan jenis huruf yang ditampilkan akan lebih banyak dan lebih baik resolusinya jika dibandingkan dengan *seven-segment*.

Selain sebagai suatu modul tampilan yang mempunyai konsumsi daya yang relatif rendah, LCD juga memiliki keistimewaan dibandingkan tampilan yang lain seperti *sevent-segment* yaitu kemampuan untuk menampilkan karakter dan berbagai macam simbol. Ditunjukkan dalam Gambar 2.22 bahwa untuk dapat menggunakan LCD maka hal-hal yang perlu diperhatikan adalah sinyal kontrol dari LCD yaitu : RS, R/\bar{W} dan EN. Instruksi operasi meliputi operasi dasar *register*, *busy flag*, *address counter*, *display data RAM*, *character generator ROM*.



Gambar 2.21. LCD 16x2
Sumber: Seiko, 1998:4



Gambar 2.22. Blok Diagram Modul LCD
Sumber: Seiko, 1998:13

- *Register*

Ditunjukkan dalam Tabel 2.4, Kontroler LCD mempunyai dua buah *register 8 bit*, yaitu *register instruksi (IR)* dan *register data (DR)*. Kedua *register* ini dipilih melalui *register select (RS)*.

Tabel 2.4. *Register selection* pada LCD

RS	RW	Operasi
0	0	IR <i>selection</i> , IR <i>write</i> . <i>Internal operation (Display clear, cursor home)</i>
0	1	<i>Busy Flag (DB7)</i> dan <i>address counter</i>
1	0	DR <i>selection</i> , DR <i>write</i>
1	1	DR <i>selection</i> , DR <i>read</i>

Sumber: Seiko 1998:42

- *Busy Flag*

Busy flag menunjukkan bahwa modul LCD siap untuk menerima instruksi selanjutnya. Sebagaimana terlihat pada Tabel 2.2 *register* seleksi, sinyal akan melalui DB₇ jika RS = 0 dan $R/\overline{W} = 1$.

- *Address Counter (AC)*

Address counter menunjukkan suatu lokasi memori dalam LCD dimana suatu data diletakkan dalam modul LCD. Pemilihan lokasi alamat diberikan melalui *register instruksi (IR)*. Ketika data berada pada AC, maka secara otomatis AC akan menaikkan atau menurunkan alamat dari *entry mode set*.

- *Display Data RAM (DD RAM)*

Pada LCD masing-masing *line* (baris) mempunyai *range* alamat tersendiri. Alamat-alamat itu diekspresikan melalui bilangan hexadesimal. Banyaknya *line* yang tersedia ditentukan oleh tipe LCD yang digunakan. Untuk LCD tipe M1632 (16 x 2) hanya memiliki dua *line* dimana masing-masing *line* terdiri dari 16 *display digit*. Untuk *line* 1 menggunakan kisaran alamat 00_H - 0F_H, sedangkan pada *line* 2 menggunakan kisaran alamat 40_H - 4F_H. Adapun alamat di antara dua kisaran tersebut

($10_H - 3F_H$) tidak dipergunakan oleh LCD tipe M1632. Untuk LCD 16x2 M1632 ini mempunyai 16 pin atau penyemat dengan fungsi-fungsi yang sebagaimana ditunjukkan dalam Tabel 2.5.

- *Character Generator ROM (CG ROM)*

CG ROM membangkitkan 192 buah tipe 5 X 7 karakter dot matriks. Pada LCD telah tersedia ROM sebagai pembangkit karakter dalam kode ASCII. CG RAM digunakan apabila diinginkan untuk pembuatan karakter tersendiri melalui program, dengan maksimal 8 buah karakter.

Tabel 2.5 Fungsi pin-pin pada LCD M1632

No Pin	Nama Pin	Fungsi
16	V – BL	Sebagai <i>ground</i> dari <i>backlight</i>
15	V + BL	Sebagai kutub positif dari <i>backlight</i>
7 - 14	DB0– DB7	Merupakan saluran data, berisi perintah dan data yang akan ditampilkan.
6	E	Sinyal operasi awal, sinyal ini mengaktifkan data tulis atau baca
5	R/W	Sinyal seleksi tulis atau baca 0 = tulis 1 = baca
4	RS	Sinyal pemilih register 0 = register instruksi (tulis) 1 = register data (tulis dan baca)
3	Vlc	Untuk mengendalikan kecerahan LCD dengan mengubah Vlc
2	Vcc	Tegangan catu + 5 volt
1	Vss	Terminal <i>Ground</i>

Sumber: Seiko, 1998:12

Fungsi masing-masing instruksi yang ditunjukkan dalam Tabel 2.6 adalah sebagai berikut :

1. *Display Clear* : membersihkan tampilan yang ada pada LCD dan mengembalikan kursor kembali ke posisi semula

2. *Cursor home* : hanya membersihkan semua tampilan dan kursor kembali semula
3. *Entry mode set* : layar beraksi sebagai tampilan tulis
 - S = 1 / 0 : menggeser layar
 - I / O = 1 : kursor bergerak ke kanan dan layar bergerak ke kiri
 - I / O = 0 : kursor bergerak ke kiri dan layar bergerak ke kanan
4. *Display on/off control*
 - D = 1 : layar on
 - D = 0 : layar off
 - C = 1 : kursor on
 - C = 0 : kursor off
 - B = 1 : kursor berkedip-kedip
 - B = 0 : kursor tidak berkedip-kedip
5. *Cursor display shift*
 - S/C = 1 : LCD diidentifikasi sebagai layar
 - S/C = 0 : LCD diidentifikasi sebagai kursor
 - R/L = 1 : menggeser satu spasi ke kanan
 - R/L = 0 : menggeser satu spasi ke kiri
6. *Function set*
 - DL = 1 : panjang data LCD pada 8 bit (DB7 – DB0)
 - DL = 0 : panjang data LCD pada 4 bit (DB7 – DB0)
 - Bit *upper* ditransfer terlebih dahulu kemudian diikuti dengan 4 bit *lower*
 - N = 1/0 : LCD menggunakan 2 atau 1 baris karakter
 - P = 1/0 : LCD menggunakan 5 × 10 atau 5 × 7 dot matrik
7. *CG RAM address set* : menulis alamat RAM ke karakter.
8. *DD RAM address set* : menulis alamat RAM ke tampilan.
9. *BF / address set* : BF = 1/0, LCD dalam keadaan sibuk atau tidak sibuk.
10. *Data write to CG RAM or DD RAM*: menulis byte ke alamat terakhir RAM yang dipilih.

11. *Data read from CG RAM or DD RAM*: membaca byte dari alamat terakhir RAM yang dipilih.

Tabel 2.6 Instruksi dari LCD

No	INSTRUKSI	RS	R/W	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
1	<i>Display Clear</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
2	<i>Cursor home</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
3	<i>Entry Mode Set</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	I/O	S
4	<i>Display on/off control</i>	0	0	0	0	0	0	1	D	C	B
5	<i>Cursor/display shift</i>	0	0	0	0	0	1	S/C	R/L	0	0
6	<i>Function Set</i>	0	0	0	0	1	DL	N	F	0	0
7	<i>CG RAM address Set</i>	0	0	0	1	Alamat karakter					
8	<i>DD RAM address Set</i>	0	0	1	Tampilan data alamat						
9	<i>BF / address set</i>	0	1	BF	Alamat Arus						
10	<i>Data write to CG RAM or DD RAM</i>	1	0	Byte karakter							
11	<i>Data read from CG RAM or DD RAM</i>	1	1	Byte Karakter							

Sumber: Seiko, 1998:47

2.8 Bahasa Assembly MCS-51

Bahasa assembly merupakan tata cara untuk mewakili operasi CPU dalam format bahasa symbol yang berurutan dalam pernyataannya dimana bahasa assembly adalah bahasa yang menggunakan kode-kode mnemonic yaitu kode-kode yang digunakan dalam bahasa mikro untuk mewakili instruksi-instruksi yang ada dalam bilangan biner yang akan diterjemahkan ke dalam instruksi bahasa mesin. Format Operation Code (Op-Code) yaitu kode operasi yang digunakan untuk memberitahu CPU operasi apa yang akan dilakukan sesuai dengan fungsi *mnemonic operand*.

Menurut fungsinya instruksi MCS-51 dibagi menjadi empat group yaitu:

1. Perpindahan Data

Ada beberapa macam operasi perpindahan data dalam MCS-51 diantaranya;

- Perpindahan data secara umum (*general purpose transfer*)
Contoh : MOV A,R0 (memindahkan isi register R0 ke Acc)
- Perpindahan khusus terhadap *accumulator*
Contoh : XCH A,R4 (menukar isi R4 dengan isi register Acc);
MOVX A,@R1 (memindahkan data yang alamatnya ditunjukkan R1 ke Acc);
MOVC A,@A+DPTR (memindahkan data yang alamatnya ditunjukkan DPTR plus Acc ke Acc).
- *Address object transfer*
Contoh : MOV DPTR,#data (memuati data 16 bit secara langsung ke dalam pasangan register DPH dan DPL)

2. Aritmatika

Instruksi ini digunakan untuk operasi aritmatika diantaranya;

a) Penjumlahan

- **INC** (*increment*) menjumlahkan dengan nilai 1 ke dalam operand sumber dan hasilnya disimpan di dalam operand.
Contoh : INC A, INC R4, INC @R1
- **ADD** menjumlahkan accumulator dengan operand sumber dan hasilnya disimpan di accumulator.
Contoh: ADD A,#data (menjumlahkan data dengan Acc);
ADD A, R4 (menjumlahkan isi register R4 dengan Acc);
ADD A,@R1 (menjumlahkan data yang alamatnya ditunjukkan R1 ke Acc)

b) Pengurangan

- **SUBB** (*subtract with borrow*) mengurangkan *operand* sumber ke dua terhadap operand pertama (Acc) lalu dikurangkan lagi dengan cary dan hasilnya disimpan dalam *accumulator*.
Contoh : SUBB A,#data; SUBB A,R4; SUBB A,@R1

- **DEC** (*Decrement*) mengurangi dengan nilai 1 dari *operand* sumber dan hasilnya disimpan di dalam *operand*. *Operand* yang dimaksudkan berupa *acc*, *register*, *alamat register*

Contoh : DEC A; DEC R4; DEC @R1

c) Perkalian

- **MUL** membentuk perkalian antara *accumulator* dengan register B dan hasilnya disimpan di dalam register B.

Contoh : MUL AB

d) Pembagian.

- **DIV** membentuk pembagian antara *accumulator* dengan isi register B, hasilnya disimpan di register A dan sisanya disimpan di dalam register B.

Contoh: DIV AB

3. Logic

Instruksi ini digunakan untuk melakukan operasi Boolean (AND, OR, XOR dan NOT), dimana pada MCS-51 membentuk dasar operasi logika dari 2 buah bit dan *operand* byte.

- Operasi *single operand*
Contoh : CLR A; SETB A; CPL A; Instruksi operasi rotasi (RL, RLC, RR, RRC, dan SWAP) yang dilakukan pada register A.
- Operasi dua operand
Contoh : ANL A,R4; ORL A,#data; XRL A,@R1.

4. Control Transfer (*jump*)

Instruksi ini mengubah urutan normal pelaksanaan suatu program untuk melaksanakan di tempat lain yang diperlukan pada saat itu. Ada beberapa macam operasi control transfer yaitu;

- *Unconditional call*, *return* dan *jump* adalah bentuk melompat dari nilai *Program Counter* tertentu ke target *address*.

Contoh : CALL (panggil subrutin), RET (kembali dari subrutin), JMP (lompat ke alamat), JMP @A+DPTR (lompat ke A+DPTR).

- *Conditional Jump* membentuk *jump* yang tergantung pada kondisi tertentu.
Contoh : JZ (jump jika $acc = 00H$), JNC (jump jika $C \neq 1$), JB (jump jika *address* bit tertentu set 1), CJNE (*Compare jump not equal* = membandingkan operand pertama dengan operand kedua jika tidak sama *jump* ke *address* target), DJNZ (*Decrement Jump not zero* = *decrement* operand sumber dan mengembalikan hasilnya ke operand, *jump* terjadi jika hasilnya tidak sama dengan nol).
- *Interrupt return*
Contoh : RETI sama dengan RET tetapi mengenablekan interupsi yang bersangkutan.



BAB III

METODE PENELITIAN

Pada bab ini diuraikan metodologi kajian yang dilakukan dalam perancangan alat pendingin oli pada sepeda motor. Perancangan sistem ini mengacu pada rumusan masalah yang telah dibuat sebelumnya. Metodologi yang digunakan secara umum meliputi pengumpulan data berupa studi literatur, perancangan sistem, pembuatan perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*), pengujian alat dan analisa hasil pengujian, serta pengambilan kesimpulan dan saran

3.1 Studi Literatur

Studi literatur dilakukan untuk mendapatkan pengetahuan dasar tentang segala sesuatu yang mendukung perancangan serta pembuatan alat pendingin oli pada sepeda motor. Data pendukung dalam pembuatan alat ini diambil dari buku-buku maupun internet untuk mengetahui karakteristik komponen, prinsip kerja serta teori yang menunjang, antara lain:

1. Hal-hal yang berhubungan dengan pendinginan oli pada sepeda motor.
2. Prinsip-prinsip dasar transduser yang akan digunakan.
3. Teknologi elektronika digital yang berhubungan dengan pengkonversian sinyal analog ke sinyal digital.
4. Prinsip-prinsip dasar mikrokontroler yang akan digunakan sebagai pengendali utama.
5. Prinsip-prinsip dasar *driver* yang akan digunakan untuk pengendali *blower*.
6. Prinsip kerja dari *display* yang akan digunakan.

3.2 Perancangan Alat

Setelah melakukan studi literatur, tahap selanjutnya adalah perencanaan alat. Adapun hal-hal yang dilakukan dalam perencanaan yaitu penentuan spesifikasi sistem

yang dirancang, penyusunan blok diagram sistem untuk mempermudah pemahaman mengenai alur kerja alat yang akan dibuat serta pembuatan skema rangkaian.

3.3 Pembuatan Alat

Dalam pembuatan alat dilakukan sesuai dengan perencanaan. Adapun tahap pembuatan alat dimulai dengan pembuatan unit rangkaian per blok pada PCB. Selanjutnya tiap blok rangkaian dilakukan pengujian awal. Kemudian dilakukan penggabungan tiap blok menjadi suatu blok rangkaian sesuai dengan perencanaan. Sebagai tahap terakhir dari pembuatan alat adalah perakitan komponen elektronika pada PCB yang telah jadi. Untuk pemasangan komponen diawali dengan memasang komponen pasif seperti *jumper*, resistor, kapasitor, dan *soket IC*. Kemudian dilanjutkan dengan pemasangan komponen aktif seperti IC.

Pembuatan perangkat lunak dilakukan dengan mengimplementasikan alur program yang telah direncanakan, penulisan program dalam bahasa *Assembler* dan dilanjutkan dengan pengkonversian dalam bahasa mesin.

3.4 Pengujian Alat

Setelah komponen dipasangkan ke PCB dan perangkat lunak untuk mendukung sistem selesai dibuat, maka diadakan pengujian dan analisa alat. Metode pengujian alat adalah sebagai berikut:

1. Menguji sistem pada tiap-tiap blok.
2. Menggabungkan sistem dari beberapa blok menjadi keseluruhan sistem
3. Mengadakan pengujian rangkaian secara keseluruhan
4. Mengevaluasi hasil pengujian keseluruhan sistem.

3.5 Pengambilan Kesimpulan

Kesimpulan didapat berdasarkan dari hasil perealisasi dan pengujian alat pendingin oli pada sepeda motor sesuai dengan tujuan dan rumusan masalah. Saran

diberikan setelah melihat adanya kekurangan dalam sistem yang telah dibuat, dengan harapan agar nantinya alat ini dapat dikembangkan lebih baik



BAB IV

PERANCANGAN DAN PEMBUATAN

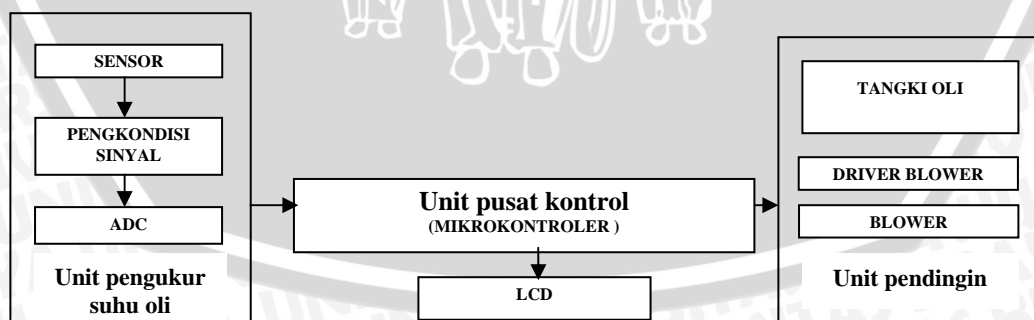
4.1 Spesifikasi Alat

Dalam perencanaan dan pembuatan alat pendingin untuk oli sepeda motor ini memiliki spesifikasi alat sebagai berikut:

1. Tujuan akhir menjadikan suhu oli pada range $70^{\circ}\text{C} - 100^{\circ}\text{C}$.
2. Resolusi dari pengukuran suhu alat ini adalah suhu dalam satuan $^{\circ}\text{C}$ (derajat Celsius).
3. Tampilan dengan menggunakan LCD.

4.2 Perancangan Sistem

Pada dasarnya perancangan alat pendingin oli pada sepeda motor ini dibentuk dari dua bagian yaitu bagian perancangan perangkat keras (*hardware*) blok diagram perangkat keras ditunjukkan dalam Gambar 4.1 dan bagian perancangan perangkat lunak (*software*) ditunjukkan dalam Gambar 4.11. Bagian perancangan perangkat keras terbagi lagi menjadi empat bagian (blok) yang terpisah yaitu unit pengukur suhu oli unit pusat kontrol, unit tampilan(LCD), unit pendingin.



Gambar 4.1 Blok diagram sistem

Pada masing-masing bagian tersebut disusun dengan pemilihan beberapa jenis komponen dengan fungsi sesuai dengan perancangan, sehingga nantinya akan dihasilkan satu bentuk bagian (blok) dengan fungsi sesuai dengan perancangan yang dilakukan di awal. Pada bagian perancangan perangkat lunak dilakukan pembuatan flowchart program. Dengan terbentuknya bagian-bagian tersebut maka akan dihasilkan satu sistem. Sistem ini bekerja setelah mendapat masukan dari sensor suhu LM35 yang mendapatkan pengaruh kenaikan suhu pada alat pendingin, kemudian proses yang terjadi adalah mikrokontroler menerima sinyal masukan dari ADC, mikrokontroler menerjemahkan masukan sesuai dengan program yang disimpan dalam memori pada mikrokontroler. Setelah proses inisialisasi tersebut mikrokontroler memerintahkan driver blower bekerja sesuai dengan sinyal masukannya yaitu bekerja apabila suhu telah mencapai nilai yang telah ditentukan. Pada saat kondisi awal alat menyala maka akan menampilkan suhu mula-mula sebelum mesin dalam kondisi panas yang telah di tentukan. kita dapat mengontrol suhu yang kita inginkan, secara otomatis kipas akan bekerja sesuai dengan masukan tadi. Pada tampilan LCD juga akan muncul suhu batas pada mesin agar tidak overheat.

4.3 Perancangan Perangkat keras

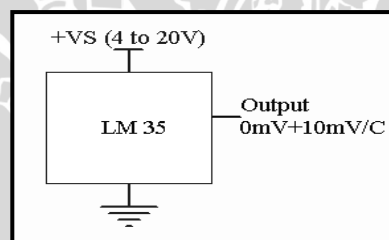
Perancangan blok diagram perangkat keras ditunjukkan dalam Gambar 4.1 terdiri dari perancangan rangkaian pengukur suhu, perancangan rangkaian ADC, perancangan rangkaian kontrol menggunakan AT89C51, perancangan rangkaian *display* dan perancangan rangkaian *driver* bagi blower.

4.3.1 Perancangan Rangkaian Pengukur Suhu

Rangkaian pengukur suhu berfungsi untuk mengetahui dan mengukur besarnya suhu oli pada alat. Rangkaian pengukur suhu ini terdiri atas dua bagian, yaitu sensor suhu dan pengkondisi sinyal.

a) Sensor Suhu

Pada rangkaian pengukur suhu dibutuhkan sensor yang dapat menampilkan perubahan suhu sampai range 100°C yaitu dengan pengukuran tidak langsung, nilai suhu yang berada didalam alat diketahui dengan mengukur suhu pada alatnya saja berdasarkan proses perpindahan panas (kalor) objek berpindah ke benda yang berada didekatnya (prinsip termodinamika), metode ini digunakan karena nilai suhu pada alat berbanding lurus dengan suhu dalam alat yang berisi cairan oli. Dikarenakan range maksimum pada sensor hanya sebesar 100°C sehingga tidak memungkinkan untuk mendeteksi suhu yang lebih tinggi.. Sensor suhu yang digunakan dalam perancangan sistem ini adalah Lm35 yang ditunjukan dalam Gambar 4.2. Pemilihan Lm35 sebagai sensor suhu dengan pertimbangan antara lain: sederhana rangkaiannya, keluarannya linier terhadap suhu, terkalibrasi secara langsung dalam $^{\circ}\text{C}$, memiliki jangkauan yang cukup luas ($0^{\circ}\text{C} - 100^{\circ}\text{C}$), serta mudah didapatkan.



Gambar 4.2 Rangkaian dasar LM35

b) Rangkaian Pengkondisi Sinyal Sensor Suhu

Tegangan keluaran dari LM35 adalah $0\text{mV} - 1000\text{mV}$. Agar nilai keluaran dari LM35 tidak terpengaruh oleh pembebanan dari penguat berikutnya, maka tegangan keluaran LM35 dihubungkan ke penguat penyangga.

Agar perubahan pada LM35 yang memiliki resolusi $10\text{mV}/^{\circ}\text{C}$ dapat dibaca oleh ADC yang direncanakan memiliki tegangan masukan $0-5\text{ Volt}$ serta resolusi $19,6\text{ mV/bit}$, maka keluaran dari LM35 tersebut dikuatkan hingga 5 Volt . Rangkaian pengkondisi sinyal untuk sensor suhu ditunjukkan dalam Gambar 4.5.

Sehingga penguatan yang dibutuhkan adalah:

$$A_v = \frac{V_{\max}}{V(100^{\circ}\text{C})} = \frac{5\text{ V}}{1\text{ V}} = 5\text{ X}$$

Dari hasil penguatan 5X, maka diperoleh keluaran ADC untuk:

$$T(1^{\circ}\text{C}) = \frac{T \times V_{\text{res}} \times A_v}{V_{\text{ref}}} \times (2^n - 1) = \frac{1 \times 10\text{ mV} \times 5}{5} \times 255 = 2,55 \approx 3_H$$

$$T(2^{\circ}\text{C}) = \frac{T \times V_{\text{res}} \times A_v}{V_{\text{ref}}} \times (2^n - 1) = \frac{2 \times 10\text{ mV} \times 5}{5} \times 255 = 5,1 \approx 5_H$$

Maka,

$$\begin{aligned} V_{\text{in max}}(\text{ADC}) &= T \times R \times 1 \text{ bit LSB} \\ &= 100 \times 2,55 \times 19,6 \text{ mV} = 4,9 \text{ Volt} \end{aligned}$$

Keterangan:

T : Suhu

V_{res}: Tegangan resolusi sensor suhu, V_{ref}: Tegangan referensi ADC

R : Range, mempunyai nilai 2,55 (diperoleh dari perhitungan tiap 1⁰C)

V_{in max} (ADC) : tegangan masukan maksimum untuk ADC

Sehingga penguatan yang diberikan agar memenuhi range tegangan ADC adalah:

$$A_v = \frac{V_{\max}}{V(100^{\circ}\text{C})} = \frac{4,9\text{ V}}{1\text{ V}} = 5\text{ X}$$

Berdasarkan pada Persamaan (2-1) maka diperoleh:

$$A_v = 1 + \frac{R_f}{R_i}$$

$$4 = \frac{R_f}{R_i} \quad \text{Misal } R_i = 1 \times 10^3 \Omega, \text{ maka di dapat } R_f = 4 \times 10^3 \Omega$$

4.3.2 Perancangan Rangkaian ADC

ADC yang digunakan pada sistem ini adalah ADC0804 yang merupakan ADC paralel 8-bit dengan 1 masukan. Keuntungan dari penggunaan ADC0804 ini yaitu

adanya *clock* internal dan ADC ini dapat dioperasikan pada mode kontinyu ataupun mode *hand shaking*.

ADC0804 memiliki *range* frekuensi *clock* antara 100 kHz – 1460 kHz dengan frekuensi tipikal 640 kHz. ADC0804 memiliki generator *clock* internal yang harus diaktifkan dengan menghubungkan sebuah resistor eksternal (R) antara pin CLK OUT dan CLK IN serta sebuah kapasitor eksternal (C) antara CLK IN dan ground. Sesuai dengan persamaan 2-9, dengan menggunakan resistor dengan nilai 10 kΩ dan kapasitor dengan nilai 150 pF, maka diperoleh frekuensi *clock* :

$$f = \frac{1}{1,1 RC}$$

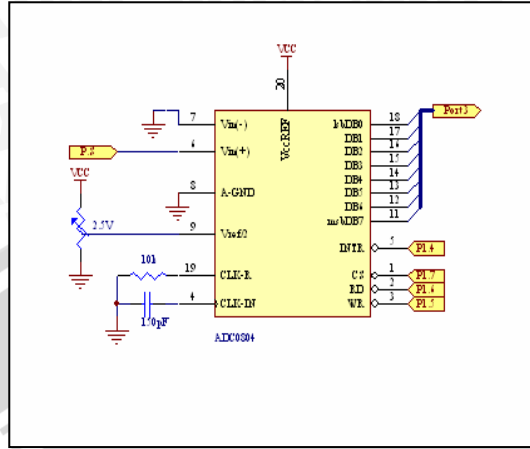
$$= \frac{1}{1,1 \times 10^3 \times 150 \cdot 10^{-9}} = 606 \text{ kHz}$$

Nilai frekuensi yang diperoleh masih berada pada *range* frekuensi dari ADC0804 yaitu 100-1460 kHz. Karena tegangan keluaran dari rangkaian pengkondisi sinyal memiliki jangkauan 0-5 Volt, maka direncanakan ADC0804 tersebut mampu menerima tegangan masukan dengan range 5Volt. Untuk itu tegangan referensi yang digunakan pada ADC0804 ini adalah 2.5 Volt.

Di mana:

$$V_{in} \text{ (untuk referensi)} = \frac{V_{ref}}{2} = \frac{5}{2} = 2,5 \text{ volt}$$

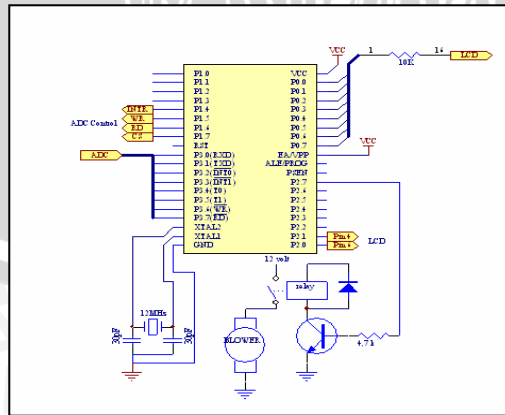
Pada sistem ini direncanakan penggunaan ADC0804 yang ditunjukkan dalam Gambar 4.3. Dengan menggunakan mode operasi kontinyu dimana data data akan dikeluarkan secara terus-menerus tanpa proses operasi jabat tangan. Untuk memfungsikan ADC0804 pada operasi kontinyu, maka pin CS dan RD di-*ground*kan. Sedangkan pin WR dihubungkan ke pin INTR. Untuk memulai konversi, dibutuhkan sinyal rendah (low) untuk mereset WR yang diberikan oleh mikrokontroller. Dan untuk selanjutnya dapat memanfaatkan sinyal yang berasal dari INTR untuk mereset WR.



Gambar 4.3. Rangkaian ADC0804

4.3.3 Perancangan Kontrol Menggunakan Mikrokontroler

Pada rangkaian ini komponen utamanya adalah unit mikrokontroler tipe AT89C51 kompatibel dengan keluarga MC-S51. Komponen ini merupakan sebuah chip tunggal sebagai pengolah data dan pengontrolan alat. Sedangkan pemilihan AT89C51 karena mudah diperoleh di pasaran dengan harga relatif rendah dibandingkan dengan kompatible keluarga MCS-51 lainnya seperti di tunjukan dalam Gambar 4.4, praktis dalam pemrograman karena memiliki program memori tipe EEPROM. Sebagai otak dari pengolahan data dan pengontrolan alat, pin-pin AT89C51 dihubungkan pada rangkaian pendukung membentuk suatu sistem minimum



Gambar 4.4. Rangkaian Mikrokontroler AT89C51

Pin-pin yang digunakan pada IC AT89C51 adalah sebagai berikut:

1) Port 0 (P0.0 – P0.7)

Digunakan sebagai keluaran data ke LCD atau sebagai masukan ke LCD data.

2) Port 1 (P1.0 - P1.7)

Port 1.4 digunakan untuk ADC_INTR

Port 1.5 digunakan untuk. ADC_WR

Port 1.6 digunakan untuk ADC_RD

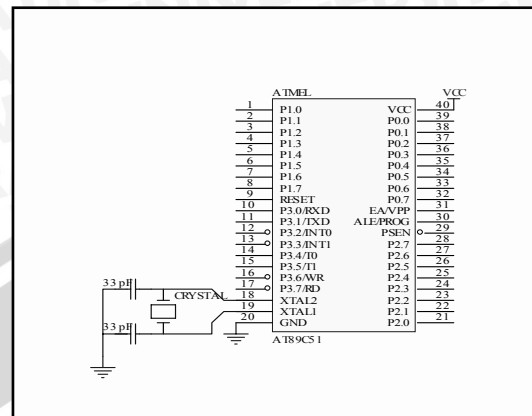
Port 1.7 digunakan untuk ADC_CS

3) Port 2 (P2.0 – P2.7)

- Port 2.0 digunakan sebagai keluaran untuk pin pengaktif register pada pin 4 LCD
- Port 2.1 digunakan mengaktifkan data tulis atau data baca pada pin 6 LCD yaitu pin Enable
- Port 2.7 digunakan untuk menggerakkan driver blower
- Port 3.0 dihubungkan ke pin data ADC 0804 agar mikrokontroler dapat membaca data ADC

4) X1 dan X2

Digunakan sebagai masukan bagi rangkaian osilator kristal yang akan membangkitkan pulsa *clock* yang akan menggerakkan seluruh operasi internal mikrokontroler. Osilator internal MCS AT89C51 dapat dibangkitkan dengan menggunakan kristal sebagai pembangkit pulsa dimana besarnya kristal yang diijinkan sebesar 0 – 24 MHz. Dalam perancangan ditentukan sebesar 12 MHz, sehingga kecepatan pelaksanaan intruksi persiklus sebesar 1 μ s ($((1/12\text{MHz}) \times 12$ siklus perioda). Dalam Gambar 4.5 ditunjukkan rangkaian osilator yang digunakan. Kristal dihubungkan ke kaki 18 dan 19 pada MCS AT89C51 dengan menambahkan C₁ dan C₂ sebesar 33 pF. Penentuan nilai kapasitor sebesar 33 pF berdasarkan *datasheet*. (Atmel *datasheet* : 4)

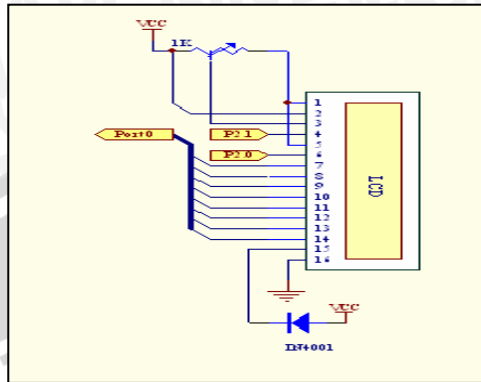


Gambar 4.5. Rangkaian Osilator

4.3.4 Perancangan Bagian *Display*

Display pada sistem ini berfungsi untuk tampilan suhu. Pada bagian *display* ini digunakan display berupa *Liquid Crystal Displays* (LCD) seperti ditunjukkan dalam Gambar 4.6. LCD dengan tipe M1632 (16 kolom x 2 baris). LCD M1632 adalah suatu jenis piranti output yang menggunakan daya rendah dengan pengontrol kontras dan kecerahan. LCD inilah yang akan menampilkan informasi suhu di mana data-data yang ditampilkan dikontrol oleh mikrokontroler.

Berdasarkan keterangan dalam Tabel 4.1 maka pin VSS dan VCC digunakan *variabel resistor* sebesar $1k\Omega$ sebagai pembagi tegangan yang berfungsi untuk mengatur intensitas cahaya pada tampilan LCD. Pada pin R/W dihubungkan dengan *ground* berfungsi untuk mengaktifkan instruksi tulis saja. Pin E merupakan sinyal pengaktif LCD dikontrol oleh mikrokontroller melalui pin P2.0. Sama halnya dengan pin RS yang berfungsi sebagai pengaktif *register control* juga dikendalikan oleh mikrokontroller melalui pin P2.1. Sedangkan saluran datanya dihubungkan dengan Port 0 mikrokontroller untuk menuliskan bit-bit data yang diperlukan LCD.



Gambar 4.6 Rangkaian LCD

Tabel 4.1 Keterangan dari pin-pin LCD

NO PIN	NAMA	KETERANGAN
1	VSS	Ground
2	VCC	Tegangan power supply +5volt
3	VLC	Tegangan pengatur intensitas LCD
4	RS	Sinyal pemilih <i>register control</i>
5	R/W	Sinyal seleksi baca atau tulis
6	E	Sinyal pengaktif LCD
7	DB0	Jalur bus data
8	DB1	Jalur bus data
9	DB2	Jalur bus data
10	DB3	Jalur bus data
11	DB4	Jalur bus data
12	DB5	Jalur bus data
13	DB6	Jalur bus data
14	DB7	Jalur bus data
15	A	Anoda (+) untuk LED <i>backlight</i>
16	K	Katoda (-) untuk LED <i>backlight</i>

4.3.5 Perancangan *Driver* untuk *blower*

Untuk mengaktifkan *blower* menggunakan rangkaian transistor yang difungsikan sebagai saklar untuk mengaktifkan relay. Relay ini akan mematikan atau mengaktifkan *blower*. Relay akan aktif atau bergerak dari keadaan awal jika arus masuk melalui kumparan relay. Arus ini diatur oleh transistor, sedangkan transistor sendiri mendapatkan bias masuk pada kaki basis. Jika terdapat bias pada kaki basis, maka transistor akan aktif sehingga arus mengalir dari kolektor ke emiter. Dengan aktifnya transistor, maka tegangan antara kolektor dan emiter akan minimal dan keadaan ini disebut dengan saturasi. Sebaliknya jika tidak ada tegangan bias, maka transistor akan *cut-off*.

Dalam rangkaian pengaktif *blower* ini menggunakan transistor BC107 yang memiliki karakteristik sebagai berikut:

V_c (max): 45 volt, V_{ce} (sat): 0,2 volt, V_{be} : 0,7 volt

β_d : 110, I_c (max): 100 mA, Resistansi relay : 340 Ω

Untuk memfungsikan transistor agar layaknya sebuah saklar dengan posisi terbuka (*open*), maka dirancang agar V_{CE} mendekati V_{CC} atau bahkan V_{CE} sama dengan V_{CC} . Untuk itu, arus yang mengalir pada basis (I_B) sama dengan nol. Sedangkan untuk memfungsikan transistor sebagai sebuah saklar dengan posisi tertutup (*close*), Gambar 4.7 merupakan rangkaian dari penggunaan transistor sebagai driver, maka dirancang agar transistor dalam keadaan saturasi. Sehingga, dengan menggunakan hukum *kirchoff*, diperoleh perhitungan:

$$I_{C(Sat)} = \frac{V_{CC} - V_{CE(Sat)}}{R_C} = \frac{12 - 0,2}{340} = 34,7 \text{ mA}$$

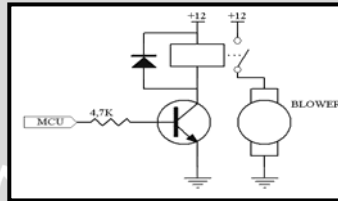
$$I_{B(Sat)} = \frac{I_{C(Sat)}}{\beta_{dc}} = \frac{34,7 \text{ mA}}{110} = 0,31 \text{ mA}$$

Sehingga:

$$R_b = \frac{V_{OH} - V_{BE}}{I_b} = \frac{2,4 - 0,7}{0,31 \text{ mA}} = \frac{1,7 \text{ Volt}}{0,31 \text{ mA}}$$

$$= 5,483 \text{ k}\Omega$$

Karena nilai resistor sebesar 5,483 k Ω tidak terdapat dipasaran, maka dalam perancangan ini menggunakan Rb sebesar 4,7 k Ω . Pemasangan dioda secara paralel dengan relay berfungsi untuk melindungi transistor. Karena jika relay dimatikan, maka akan menimbulkan GGL lawan yang dapat menembus pertemuan kolektor/basis transistor.



Gambar 4.7. Rangkaian driver bagi blower

4.3.6 Perancangan Karakterisasi Pendingin

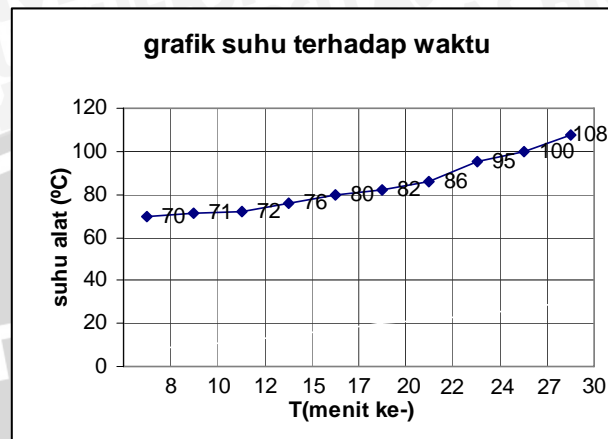
Dalam perancangan ini digunakan sumber panas kompor berbahan bakar minyak tanah (kerosin) suhu oli yang di panaskan sampai 150 °C yang dikondisikan pada suhu tetap stabil. Di anggap kalor yang diberikan kompor diserap oleh oli sebanyak 1 liter. Dengan suhu ruang di sekitarnya sebesar 30°C. Seperti ditunjukkan dalam Gambar 4.10

4.3.6.1 Perancangan Pendingin Saat Blower Mati

Pada saat blower mati diperoleh suatu kondisi dimana suhu pada alat pendingin mengalami kenaikan suhu yang semakin tinggi dan ditunjukkan dalam Tabel 4.2 dan Gambar 4.8 dimana data percobaan diperoleh selama 30 menit

Tabel 4.2 Suhu alat dengan blower mati

No.	T1 alat (°C)	waktu (menit)
1	70	8
2	71	10
3	72	12
4	76	15
5	80	17
6	82	20
7	86	22
8	95	24
9	100	27
10	108	30



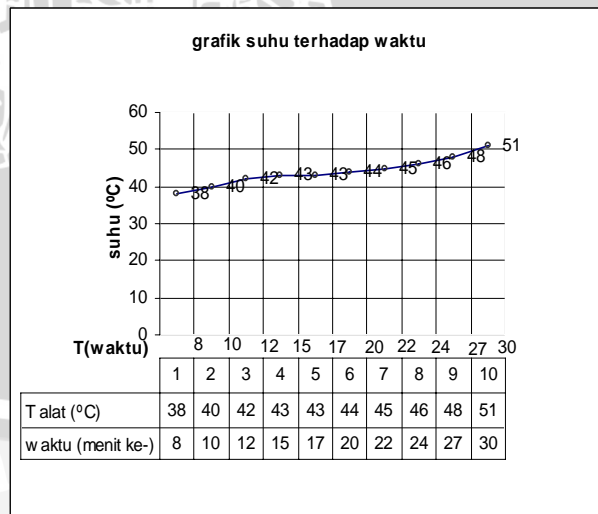
Gambar 4.8 Grafik suhu terhadap waktu 1

4.3.6.2 Perancangan Pendingin Saat Blower Hidup

Pada saat blower hidup diperoleh suatu kondisi dimana suhu pada alat pendingin mengalami kenaikan suhu yang relatif stabil dan untuk suhu kerja alat masih relatif dingin yang ditunjukkan dalam Tabel 4.3 dan Gambar 4.9 dimana data percobaan diperoleh selama 30 menit.

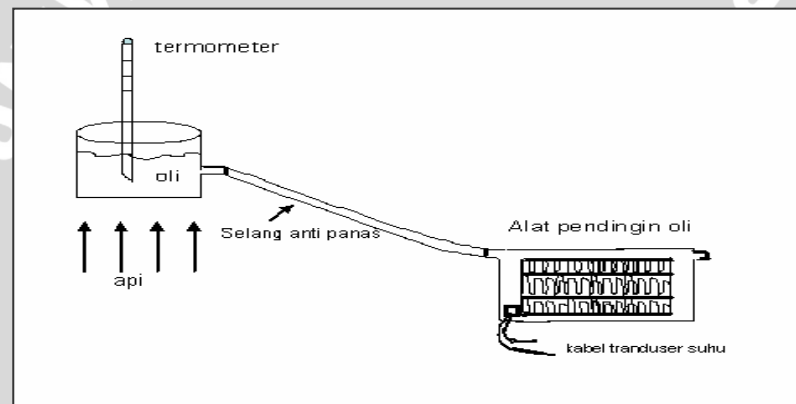
Tabel 4.3 Suhu alat pada saat *blower* hidup

No.	T2 alat (°C)	waktu (menit)
1	38	8
2	40	10
3	42	12
4	43	15
5	43	17
6	44	20
7	45	22
8	46	24
9	48	27
10	51	30



Gambar 4.9 Grafik suhu terhadap waktu 2

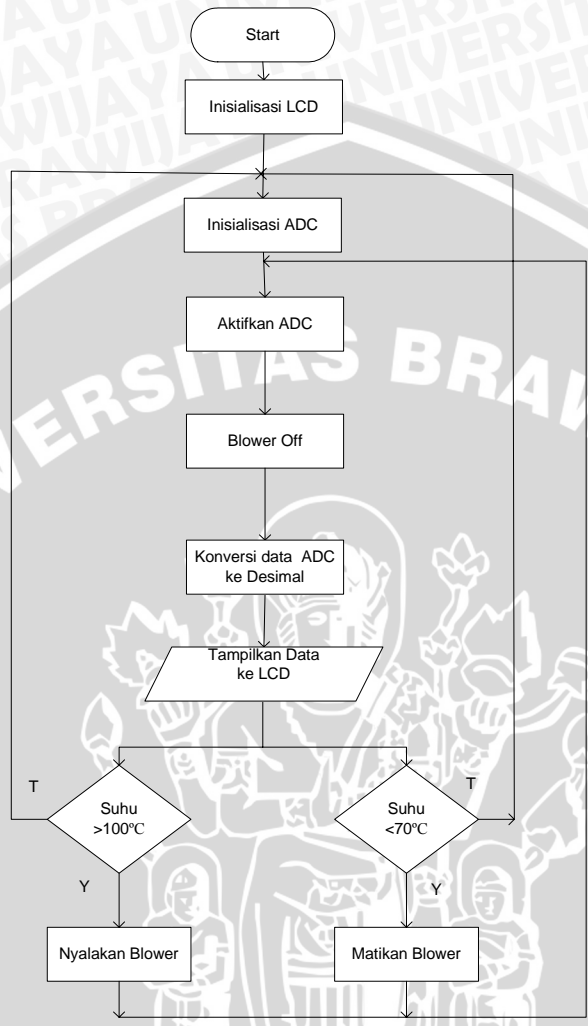
Kondisi saat kipas hidup selama 30 menit didapatkan pada percobaan 2 dengan nilai suhu awal 38°C dan nilai suhu akhir 51°C. Sedangkan pada percobaan 1 diperoleh data suhu awal 70°C dengan suhu akhir pada menit 30 sebesar 108°C. Dengan perbandingan penurunan suhu rata-rata sebesar $\frac{44}{84} \approx 0,52$ atau dengan kesimpulan bahwa $T_2 = 0.5 T_1$. Maka berdasar pada data percobaan di atas alat pendingin oli sepeda motor ini membutuhkan kontrol suhu guna memperoleh suhu kerja 70°C - 100°C.



Gambar 4.10. Pengujian alat pendingin oli.

4.4. Perancangan Perangkat Lunak

Flowchart perancangan perangkat lunak ditunjukkan dalam gambar 4.11. Untuk memberikan gambaran umum jalannya program dan memudahkan pembuatan perangkat lunak, maka dibuat diagram alir yang menunjukkan jalannya program. Proses yang terjadi adalah masukan dari sensor dibaca ADC kemudian data masuk ke unit pengolah untuk kemudian ditampilkan ke LCD, jika nilai pada tampilan LCD menunjukkan nilai >100°C maka blower akan dinyalakan, bila tampilan menunjukkan nilai <70°C maka blower akan dimatikan.



Gambar 4.11. Flowchart pemrograman perangkat lunak

BAB V PENGUJIAN DAN ANALISIS

Untuk mengetahui apakah sistem bekerja dengan baik dan sesuai dengan perencanaan, maka diperlukan serangkaian pengujian. Pengujian yang dilakukan meliputi pengujian rangkaian pengkondisi sinyal untuk sensor suhu, pengujian rangkaian ADC serta pengujian sistem secara keseluruhan.

Untuk menghitung persentase kesalahan serta kesalahan rata-rata menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$\% \text{ Kesalahan (perhitungan)} = \left| \frac{\text{Perhitungan} - \text{Pengukuran}}{\text{Perhitungan}} \right| \times 100\% \quad (5-1)$$

$$\% \text{ Kesalahan rata - rata} = \frac{\sum \% \text{ Kesalahan}}{n} \quad (5-2)$$

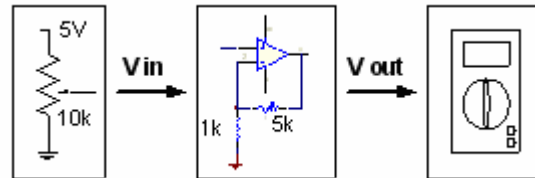
n = Banyaknya pengujian yang dilakukan

5.1 Pengujian Rangkaian Pengkondisi Sinyal untuk Sensor Suhu

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui besarnya nilai selisih tegangan pada rangkaian pengkondisi sinyal untuk sensor suhu. Pengujian dilakukan dengan memberi tegangan masukan sebagai pengganti sensor suhu yang akan digunakan. Besarnya nilai tegangan yang diberikan bervariasi namun tetap dikondisikan seperti pada penggunaan sensor suhu yang sebenarnya (0-1000 mV). Gambar 5.1 menunjukkan blok diagram pengujian rangkaian pengkondisi sinyal untuk sensor suhu.

Hasil pengujian rangkaian pengkondisi sinyal untuk sensor suhu ditunjukkan dalam Tabel 5.1. Dengan tegangan masukan 10 mV pada hasil pengukuran diperoleh tegangan 49,1 mV dan 49,0 mV pada hasil perhitungan dengan selisih tegangan

sebesar 0,1 mV untuk selisih tegangan terkecil. Dan untuk selisih tegangan terbesar terdapat dalam data ke-10, dimana tegangan masukan 450 mV, hasil pengukuran sebesar 2,085 V, hasil perhitungan 2,205 V dengan selisih tegangan sebesar 120 mV. Dan selisih tegangan rata-rata sebesar 21,88 mV.



Gambar 5.1. Blok Diagram Pengujian Pengkondisi Sinyal untuk Sensor Suhu

Tabel 5.1. Hasil Pengujian Rangkaian Pengkondisi Sinyal untuk Sensor Suhu

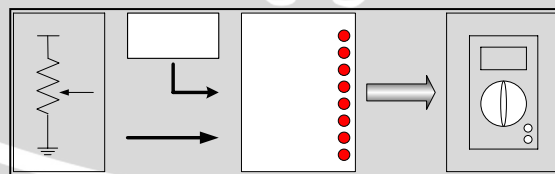
NO	TEGANGAN MASUKAN (mV)	TEGANGAN KELUARAN		SELISIH TEGANGAN (mV)
		Hasil Pengukuran	Hasil Perhitungan	
1.	10,0	49.1 mV	49,0 mV	0,1
2.	50,0	243,25 mV	245,0 mV	1,75
3.	100	489 mV	490 mV	0,1
4.	150	731.25 mV	735 mV	3,75
5.	200	950 mV	980 mV	30
6.	250	1,215 V	1,225 V	10
7.	300	1,455 V	1,47 V	15
8.	350	1,7 V	1,715 V	15
9.	400	1,94 V	1,96 V	20
10.	450	2,085 V	2,205 V	120
11.	500	2,425 V	2,45 V	25
Selisih tegangan rata-rata				21,88

Dari Tabel 5.1 dapat dilihat bahwa selisih tegangan terbesar adalah 120 mV, pada program Excel mempunyai tren data monoton naik dengan nilai regresi (R^2) =

0,998. Hal ini tidak berpengaruh secara signifikan pada alat pendingin oli karena alat ini bukan alat ukur melainkan alat kontrol yang bekerja dengan cara mendeteksi suhu. Hasil pengujian masih di peroleh selisih dikarenakan adanya osilasi dan nilai komponen-komponen pendukung yang masih mempunyai nilai akurasi dan ketidaklinieran. Akan tetapi hasil pengukuran dan perhitungan mempunyai nilai monoton naik.

5.2 Pengujian Rangkaian ADC

Pengujian ADC dilakukan untuk mengetahui hasil pengkonversian data oleh ADC serta besarnya tingkat kesalahan pada rangkaian ADC. Pengujian dilakukan dengan cara memberikan tegangan masukan pada ADC sebagai pengganti tegangan dari pengkondisi sinyal. Sedangkan hasil keluaran pada ADC diukur dengan menggunakan multimeter digital di mana pengukurannya dilakukan tiap-tiap bit dari ADC, yang kemudian di konversikan ke dalam nilai desimal. Gambar 5.2 menunjukkan blok diagram pengujian untuk rangkaian ADC. Hasil pengujian rangkaian ADC ditunjukkan dalam Tabel 5.2. pada tegangan masukan 1 V diperoleh hasil pengukuran 52 dan hasil perhitungan 51 dan kesalahan skala biner sebesar 1 bit LSB untuk kesalahan perhitungan terbesar. Dan untuk data percobaan no.10 diperoleh nilai pada tegangan masukan sebesar 4,5 V keluaran pada perhitungan sebesar 229 dan keluaran pada pengukuran sebesar 230 skala biner 1 bit LSB dan kesalahan rata-rata 0,73.



Gambar 5.2. Blok diagram Pengujian Rangkaian ADC

Tabel 5.2. Hasil Pengujian Rangkaian ADC

TEGAN GAN	KELUARAN (PENGUKURAN)	KELUARAN (PERHITUNGAN)	KESALAHAN (SKALA BINER)
-----------	-----------------------	------------------------	-------------------------

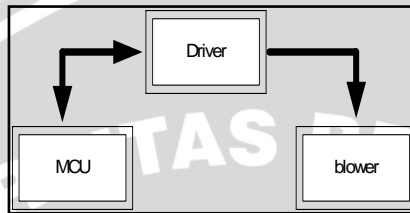
MASUK AN (V)	Desim al	Heksadesi mal	Desim al	Heksadesi mal	
0,0	0	0	0	0	0
0,5	25	19	25	19	0
1,0	52	34	51	33	1-bit LSB
1,5	77	4D	76	4C	1-bit LSB
2,0	103	67	102	66	1-bit LSB
2,5	128	80	127	7F	1-bit LSB
3,0	154	9A	153	99	1-bit LSB
3,5	179	B3	178	B2	1-bit LSB
4,0	205	CD	204	CC	1-bit LSB
4,5	230	E6	229	E5	1-bit LSB
5,0	255	FF	255	FF	0
Kesalahan rata-rata					0,73

Dari Tabel 5.2 dapat dilihat bahwa kesalahan skala biner terbesar adalah 1-bit LSB. Sedangkan kesalahan (perhitungan) rata-rata skala biner pada pengujian ini adalah 0,73, dikarenakan adanya osilasi pembacaan dan nilai komponen-komponen pendukung yang masih mempunyai nilai akurasi dan ketidak lineran. Akan tetapi kesalahan 1 bit LSB yang setara dengan nilai 1°C tersebut tidak berpengaruh secara signifikan pada alat karena alat pendingin oli bukan merupakan alat ukur tetapi alat kontrol.

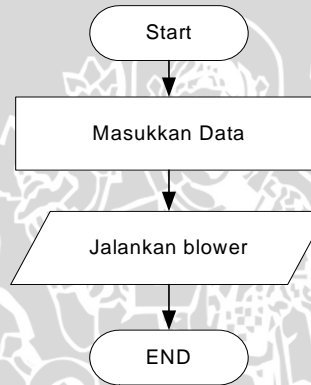
5.3 Pengujian Rangkaian *blower*

Bertujuan untuk mengetahui apakah rangkaian *driver blower* telah berfungsi dengan baik. Perangkat lunak yang digunakan adalah dengan memberikan data keluaran pada modul system minimum AT89C51 yang langsung dihubungkan rangkaian *driver*. Pengujian dilakukan dengan cara memberikan tegangan masukan pada driver blower.

Hasil pengujian melalui alat peraga berupa blower, yang diberikan sesuai dengan nyalanya blower yaitu apabila mendapatkan aktif tinggi dari port 2.7. maka blower akan hidup. Sebaliknya apabila driver blower belum mendapatkan tegangan dari port 2.7 blower belum menyala.



Gambar 5.3 Blok diagram pengujian blower



Gambar 5.4 Flowchart program Driver blower

Tabel 5.3 Pengaktifan blower

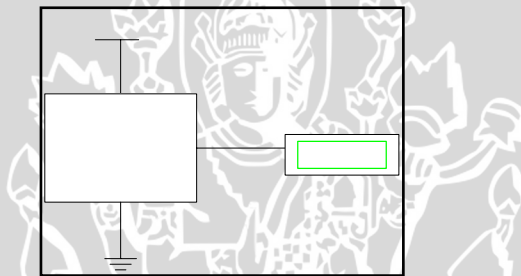
Keluaran P2.7	Kondisi blower
0	nyala
0	nyala
0	nyala
0	nyala
0	nyala
0	nyala
1	mati
1	mati
1	mati
1	mati

Analisis dilakukan dengan melihat apakah blower hidup dengan diberikan tegangan pada driver blower melalui port 2.7 dari mikrokontroler. Ternyata setelah mendapatkan tegangan dari port 2.7 blower hidup.

Jadi blower kondisi menyala apabila mendapatkan tegangan dari port 2.7 yaitu logika 1 dan blower mati apabila masih logika 0 pada port 2.7.

5.4 Pengujian *display* LCD.

Program pengujian ini digunakan untuk menuliskan karakter huruf dan angka pada *display* LCD di mana penulisannya di kontrol melalui mikrokontroler. Seperti dalam Gambar 5.5.yaitu menghubungkan modul minimum sistem mikrokontroler AT89C51 dengan blok rangkaian pengujian *display* LCD, kemudian membuat program pengujian, dan melihat tampilan pada LCD.



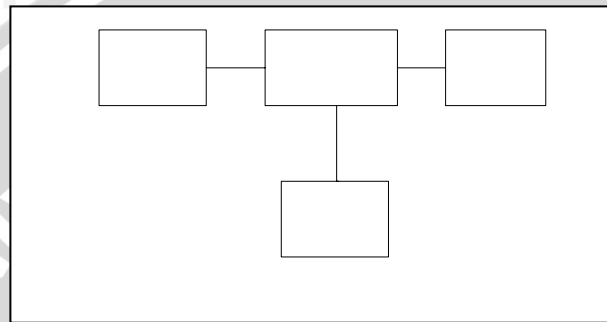
Gambar 5.5 Blok Pengujian *display* LCD

Dengan listing program pengujian LCD ditunjukkan dalam lampiran C: Dari hasil pengujian diperoleh hasil bahwa modul *display* LCD mampu menampilkan karakter “Range 70 - 100” dengan baik sesuai dengan instruksi yang diberikan. Dengan demikian *display* LCD dapat berfungsi dan dapat diakses oleh perangkat lunak.

5.5. Pengujian Sistem Keseluruhan

Tujuan pengujian keseluruhan sistem yang ditunjukkan dalam Gambar 5.6 bertujuan untuk mengetahui kinerja sistem secara keseluruhan, apakah sesuai dengan spesifikasi yang direncanakan di awal yang terdiri unit pengukur temperatur, pusat pengontrol, unit pendingin dan tampilan. Alat yang terdiri dari unit pengukur temperatur, pusat pengontrol, unit pendingin dan tampilan disusun sesuai dengan Gambar 5.6.

Kemudian hasilnya di amati pada tampilan LCD dan kondisi pada blower apakah menyala atau mati apabila tampilan telah sesuai dengan spesifikasi pada nilai 70°C - 100°C . Dengan hasil pengujian alat pada unit pendingin dan tampilan suhu yang terdapat pada LCD.



Gambar 5.6 Blok pengujian alat

Hasil pengujian alat ditunjukkan dalam Tabel 5.4 dimana pada pengujian didapatkan suatu kondisi blower hidup atau mati berdasar tampilan suhu. dari hasil pengujian pada alat pendingin oli sepeda motor ini mampu mendeteksi perubahan suhu dari beberapa percobaan yang berbeda. Pada pengujian alat, saat suhu mencapai $>100^{\circ}\text{C}$ blower akan dinyalakan . Akan tetapi suhu yang dikontrol berkisar pada nilai $\pm 70^{\circ}\text{C}$ - 100°C sehingga blower akan dinyalakan terus sampai tampilan suhu menunjukkan nilai 70°C maka blower akan di matikan.

Tabel 5.4 Hasil pengujian alat pendingin oli sepeda motor

NO	T ALAT ($^{\circ}\text{C}$)	WAKTU (MENIT)	KONDISI BLOWER
1.	60°C	10	Mati
2.	70°C	13	Mati
3.	76°C	15	Mati
4.	84°C	18	Mati

5.	95°C	20	Hidup
6.	102°C	25	Hidup
7.	120°C	30	Hidup
8.	100°C	35	Hidup
9.	85°C	40	Hidup
10.	87°C	45	Hidup

Hasil pengujian pertama kali diperoleh kondisi mati apabila suhu masih menunjukkan nilai di bawah 70°C. Dan kondisi blower hidup pada saat suhu menunjukkan nilai 100°C akan tetapi pada suhu 85°C dan 87°C blower masih dalam keadaan hidup dikarenakan untuk mengkondisikan supaya suhu dapat berkisar pada suhu kerja yang sesuai dengan spesifikasi 70°C-100°C.



BAB VI PENUTUP

6.1 Kesimpulan

Berdasar hasil pengujian dan analisis alat pendingin oli sepeda motor dapat di tarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Unit pengukur suhu pada alat pendingin oli sepeda motor ini dapat mendeteksi suhu oli pada alat antara 70°C - 100°C .
2. Dengan menggunakan oli bersuhu $\pm 150^{\circ}\text{C}$ maka suhu oli setelah melalui unit pendingin dapat menjadi $\pm 100^{\circ}\text{C}$.
3. Alat pendingin oli sepeda motor yang di uji ini dapat mewakili dan mendeteksi suhu pada saat proses pembangkitan kalor terjadi pada sepeda motor (mesin sepeda motor dalam kondisi bekerja).

6.2 Saran

1. Bentuk fisik dari alat kontrol pendingin oli sepeda motor ini dapat di buat lebih kecil lagi sehingga mempermudah pemakai alat ini.
2. Blower pada unit pendingin dapat dibuat lebih besar sehingga proses pendinginan dapat bekerja lebih baik lagi.
3. Alat pendingin oli sepeda motor yang di uji ini hendaknya memperhitungkan proses pembangkitan kalor yang terjadi pada sepeda motor dan faktor-faktor yang mempengaruhinya.
4. Dalam pengambilan data suhu hendaknya memperhatikan faktor cuaca dan menggunakan data-data yang valid, sehingga presentase kesalahan pembacaan dapat dikurangi.

DAFTAR PUSTAKA

Atmel. 2002. *AT89C51 8 bit microcontroller with 4k Byte Flash*.
<http://www.atmel.com/89C51.pdf>, 7 juni 2007.

Coughlin, Robert F. 1982. *Penguat Operasional dan Rangkaian Terpadu Linear*,
Jakarta: Erlangga.

Purba, Michael. 1997. *Termokimia*, Jilid 2. Jakarta: Erlangga.

Pertamina. 1998. *Pelumas dan Pelumasan*. Direktorat Pembekalan dan Pemasaran
Dalam Negeri Dinas Penyuluhan dan Pengendalian Mutu.

National. 2000. LM35. Precision Centigrade Temperature Sensors.
<http://www.national.com/LM35.pdf>, 7 juni 2007

National. 2001. *ADC0801 / ADC0802 / ADC0803 / ADC0804 / ADC0805, 8-Bit μ P
Compatible A/D Converters*. <http://www.national.com/ADC0804.pdf>,
7 juni 2007.

Munandar, Aris. 1983. *Penggerak Mula Motor Bakar Torak*. Bandung: ITB.

Seiko. 1998. *Liquid Cristal Displays, Standart Character Modules Application
Notes..* <http://www.seiko.com/seiko manual.pdf>, 7 juni 2007