## PERANCANGAN ALAT UKUR KADAR GLUKOSA PADA URINE

### **SKRIPSI**

Diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan memperoleh gelar Sarjana Teknik



Disusun oleh:

AGUNG TRI KURNIADI NIM. 0210633006

DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
MALANG
2007

# BRAWIJAYA

## PERANCANGAN ALAT UKUR KADAR GLUKOSA PADA URINE

### **SKRIPSI**

Diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan memperoleh gelar Sarjana Teknik



Disusun oleh:

AGUNG TRI KURNIADI NIM. 0210633006

Telah Diperiksa dan Disetujui **Dosen Pembimbing:** 

<u>Ir. Nurussa'adah</u> NIP. 131 994 339 <u>Panca Mudjirahardjo, ST, MT.</u> NIP. 132 288 163

## PERANCANGAN ALAT UKUR KADAR GLUKOSA PADA URINE

Disusun oleh:

AGUNG TRI KURNIADI NIM. 0210633006

Skripsi ini telah diuji dan dinyatakan lulus pada tanggal 09 Agustus 2007

**DOSEN PENGUJI** 

Ir.Heru Nurwarsito, M.Kom

NIP. 131 879 033

Ir. Ponco Siwindarto, MS.

NIP. 131 837 966

Suprapto, ST. MT. NIP. 132 149 320

Tibyani, ST. MT. NIP. 132 135 200

Mengetahui Ketua Jurusan Teknik Elektro

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



#### **PENGANTAR**

Assalamualaikum Wr. Wb.

Segala puji dan syukur kepada Allah SWT Tuhan yang telah memberi rahmat dan hidayah-Nya sehingga skripsi dengan judul "Perancangan Alat Ukur Kadar Glukosa Pada Urine" ini bisa terselesaikan.

Skripsi ini disusun untuk memenuhi persyaratan kelulusan dalam menyelesaikan pendidikan dan memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Fakultas Teknik Jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya Malang.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa dalam menyelesaikan skripsi ini banyak memperoleh dorongan serta bantuan dari berbagai pihak. Maka dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang tidak terhingga kepada :

- 1. Bapak Ir. Heru Nurwarsito, M.Kom selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya.
- 2. Bapak Rudy Yuwono, ST, MSc. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya.
- 3. Bapak Ir. Ponco Siwindarto, MS. selaku KKDK Teknik Elektronika Jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya.
- 4. Ibu Ir. Nurussa'adah selaku dosen pembimbing pertama yang telah membimbing dan memberikan banyak masukan.
- 5. Bapak Panca Mudjirahardjo, ST, MT. selaku dosen pembimbing kedua yang telah membimbing dan memberikan banyak masukan.
- 6. Seluruh Dosen Jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya.
- 7. Seluruh Karyawan Jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya.
- 8. Ibu, Bapak, dan Kakak-kaklakku serta keponakanku (Elin & Dita). Sungguh besar jasa mereka, semoga Allah SWT. selalu melimpahkan rahmat, karunia dan ampunan-Nya kepada mereka serta membalas segala jasa yang telah mereka berikan. Amin....
- 9. Ade'ku Nie-nie yang telah menjadikan hidup penulis lebih berarti.

- 10. Heru Suratmono dan Hermawan Rahman Sholeh yang telah banyak membantu dalam menyelesaikan skripsi ini.
- 11. Seluruh teman-teman kuliah Jurusan Elektro Fakultas Teknik Universitas Brawijaya yang tidak bisa disebutkan satu persatu.
- 12. Semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan, karena itulah segala kritik dan saran yang mengarah kepada perbaikan akan sangat penulis terima dengan senang hati. Semoga skripsi ini bisa berguna untuk perkembangan teknologi di masa yang akan datang.

Akhir kata, Semoga Allah SWT selalu memberikan hidayah dan hinayah-Nya kepada kita semua. Amin.

> Wassalamualaikum Wr. Wb Malang, Agustus 2007

> > Penulis



## DAFTAR ISI

	Halan	nan
	NTAR	i
	R ISI	
DAFTAF	R GAMBAR	vi
DAFTAF	R TABEL	vii
RINGKA	SAN	viii
	PENDAHULUAN  1.1. Latar Belakang	
BAB I	PENDAHULUAN	
	1.1. Latar Belakang	1
	1.2. Rumusan Masalah	
	1.3. Ruang Lingkup	2
	1.4. Tujuan Penelitian	
	1.5. Sistematika Penulisan	3
	文 医鼻 》//线悬隆	
BAB II	TINJAUAN PUSTAKA	
	2.1. Glukosa dalam Darah	
	2.1.1. Diabetes Melitus	
	2.2. Sensor OPT101	
	2.3. Operational Amplifier (Op-Amp)	
	2.4. Analog to Digital Converter (ADC)	8
	2.4.1. MSB	9
	2.4.2. Bit-bit sisa	9
	2.4.3. Buffer keluaran	10
	2.5. Mikrokontroler AT89C51	10
	2.5.1. Susunan kaki mikrokontroler AT89C51	
	2.5.2. Organisasi Memori	13
	2.5.3. Pewaktu CPU	
	2.5.4. Struktur Interupsi	
	2.5.4.1. Pengaktifan Interupsi	14

	2.5.4.2. Prioritas Interupsi	15
	2.5.5. Timer dan Counter	16
	2.6. Liquid Crystal Display (LCD)	17
	2.6.1. LCD tipe M1632	18
BAB III	METODOLOGI PENELITIAN	
	3.1. Perancangan Alat	
	3.2. Perancangan Perangkat Lunak	21
	3.3. Pengujian Alat dan Analisis	21
	3.4. Pengambilan Kesimpulan	22
BAB IV	PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT	
	4.1. Perencanaan Sistem	23
	4.1.1. Spesifikasi Alat	23
	4.1.2. Blok Diagram Sistem	
	4.2. Perancangan Rangkaian	25
	4.2.1. Rangkaian Sensor OPT 101	25
	4.2.2. Rangkaian Pengkondisi Sinyal	27
	4.2.3. Rangkaian Analog to Digital Converter (ADC)	29
	4.2.4. Rangkaian <i>Interfacing</i> Mikrokontroller AT89C51	31
	4.2.5. Rangkaian LCD	32
	4.2.6. Perancangan Perangkat Lunak Mikrokontroler	33
BAB V	PENGUJIAN ALAT	
国科	5.1. Pengujian Rangkaian Sensor OPT101	35
	5.1.1. Tujuan	35
	5.1.2. Peralatan Pengujian	35
	5.1.3. Prosedur Pengujian	36
	5.1.4. Hasil Pengujian	36
	5.2. Pengujian Rangkaian Pengkondisi Sinyal	37
	5.2.1. Tujuan	37
	5.2.2 Peralatan Penguijan	37

5.2.3. Prosedur Pengujian	37
5.2.4. Hasil Pengujian	38
5.3. Pengujian Analog to Digital Converting (ADC0804)	38
5.3.1. Tujuan	38
5.3.2. Peralatan Pengujian	38
5.3.3. Prosedur Pengujian	39
	39
5.4. Pengujian Rangkaian Secara Keseluruhan	41
5.4.1. Tujuan	41
5.4.2. Peralatan Pengujian	41
5.4.3. Prosedur Pengujian	41
5.4.4. Hasil Pengujian	42
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN	
6.1. Kesimpulan	43
6.2. Saran	44
DAFTAR PUSTAKA	45
LAMPIRAN DEL CENTRAL DEL CENTR	



## DAFTAR GAMBAR

	Halam	ıan
Gambar 2.1.	Konfigurasi pin sensor OPT101	6
Gambar 2.2.	Simbol Op-Amp	7
Gambar 2.3.	Analog to Digital Converter	8
Gambar 2.4.	Diagram pin AT89C51	11
Gambar 2.5.		
Gambar 2.6.		
Gambar 2.7.	Register IE - Interupt Enable pada AT89C51	14
Gambar 2.8.	Register IE (Interupt Priority) pada AT89C51	15
Gambar 2.9.	Sistem Kontrol Interupsi AT89C51	16
Gambar 2.10.	Konsep dasar Timer/Counter pada AT89C51	17
Gambar 2.11.	Diagram blok LCD tipe M1632	19
Gambar 4.1.	Blok Diagram Sistem	24
Gambar 4.2.	Rangkakaian linieritas OPT101	26
Gambar 4.3.	Grafik spectral responsivity OPT101	26
Gambar 4.4.	Rangkaian Penguat Diferensial	
Gambar 4.5.	Rangkaian ADC0804	30
Gambar 4.6.	Konfigurasi interfacing AT89C51	
Gambar 4.7.	Rangkaian LCD	33
Gambar 4.8.	Diagram alir Sistem Utama Perangkat Lunak	34
Gambar 5.1	Blok diagram pengujian sensor OPT101	36
Gambar 5.2	Grafik kadar glukosa sebagai masukan sensor dan tegan	gan
keluaran senso	or	37
Gambar 5.3	Rangkaian Pengkondisi Sinyal	
Gambar 5.4	Blok diagram pengujian rangkaian ADC	39

## DAFTAR TABEL

	Halan	ıan
Tabel 2.1.	Pembacaan warna strips test urine	5
Tabel 2.2.	Fungsi-fungsi kaki (pin) AT89C51	12
Tabel 2.3.	Register IE - Interupt Enable pada AT89C51	15
Tabel 5.1.	Hasil Pengambilan Data Tegangan Keluaran Sensor OPT101	36
Tabel 5.2.	Hasil Pengujian Rangkaian Pengkondisi Sinyal	38
Tabel 5.3.	Hasil pengujian output ADC0804	39
Tabel 5.4.	Hasil pengujian sensor pada ADC0804	41
Tabel 5.5.	Hasil perbandingan data pada LCD dengan data referensi	42



#### RINGKASAN

Agung Tri Kurniadi, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Brawijiya, Juli 2007, *Perancangan Alat Ukur Kadar Glukosa Pada Urine*, Dosen Pembimbing: Ir. Nurussa'adah dan Panca Mudjirahardjo, ST, MT.

Latar belakang dari skripsi ini adalah karena adanya keinginan manusia untuk meningkatkan kualitas hidup dengan kondisi tubuh yang sehat dan selalu terkontrol. Analisa urine merupakan salah satu cara yang banyak dipakai di bidang kedokteran sebagai deteksi awal dan kontrol dari berbagai jenis penyakit, karena urine merupakan suatu cairan hasil metabolisme tubuh yang sudah tidak terpakai lagi. Dengan adanya glucotest strips maka dapat diketahui kadarnya secara manual dengan cara membandingkan dengan warna referensi. Tujuan utama dari skripsi ini adalah membuat sebuah device (alat) yang berupa alat ukur kadar glukosa dalam urine sebagai medical chek up dengan metode pembacaan perubahan warna pada tes urine strips. Skripsi ini membahas tentang perancangan suatu alat yang mampu mendeteksi warna dari strips tersebut, dengan menggunakan sensor OPT101, rangkaian pengkondisi sinyal, ADC0804, Mikrokontroler AT89C51 akan menampilkan data dari pembacaan warna melalui LCD.

Kata kunci: OPT101, Glucotest strips, Mikrokontroler AT89C51.

#### **BABI**

#### **PENDAHULUAN**

#### 1.1. Latar Belakang

Teknologi elektronika telah berkembang sangat pesat akhir-akhir ini di berbagai disiplin ilmu, telah diciptakan peralatan-peralatan elektronik untuk membantu menyelesaikan masalah yang ada, keuntungan dari pemakaian peralatan elektronik ini adalah kemudahan bagi pengguna (user) baik dalam pengambilan data maupun dalam menganalisis data.

Di bidang kedokteran, dengan adanya peralatan elektronik, sangat membantu pada dokter untuk mengetahui kondisi dari pasiennya dalam waktu relatif singkat. Bagi pasien, peralatan elektronika membantu untuk melakukan pengecekan secara mandiri sehingga mampu menghemat biaya pemeriksaan (chek-up).

Analisa urine merupakan salah satu cara yang banyak dipakai pada bidang kedokteran sebagai deteksi awal dan kontrol dari berbagai jenis penyakit, karena urine merupakan suatu cairan hasil metabolisme tubuh yang tidak terpakai lagi. Selain itu analisa urine merupakan metode yang mudah dan murah untuk pendeteksian awal dan kontrol dari berbagai macam jenis penyakit.

## BRAWIJAYA

#### 1.2. Rumusan Masalah

Dalam penyusunan skripsi ini pokok permasalahan akan ditekankan pada beberapa hal yaitu:

- Bagaimana merancang rangkaian yang dapat mengkonversikan besaran fisik warna menjadi besaran tegangan.
- Bagaimana merancang rangkaian pengkondisi sinyal yang sesuai dengan keluaran sensor dan dapat diubah menjadi data biner oleh ADC.
- Bagaimana menentukan kadar glukosa pada urine dalam pengambilan keputusannya untuk menentukan tingkatan kadar glukosa seseorang.

#### 1.3. Ruang Lingkup

Dalam perancangan dan pembuatan pengukur kadar glukosa pada urine ini, dapat dirumuskan permasalahannya sebagai berikut:

- Pemeriksaan dilakukan dengan *glucotest strips*.
- Kadar glukosa yang diukur dan diujikan dibatasi pada lima macam sampel tertentu.
- Tidak membahas tentang zat-zat yang menyebabkan perubahan warna.
- Parameter keberhasilan alat pada kemampuan untuk mendeteksi perubahan warna, yaitu perubahan warna yang terjadi pada *strips* setelah dicelupkan pada urine.
- Catu daya diluar sistem.

#### 1.4. Tujuan Penelitian

Tujuan penyusunan skripsi ini adalah membuat sebuah *device* (alat) yang berupa alat ukur kadar glukosa pada urine sebagai *medical chek up* dengan metode pembacaan perubahan warna pada test urine *strips*.

#### 1.5. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan dalam skripsi ini disusun dengan kerangka pembahasan sebagai berikut:

#### • BAB I : Pendahuluan

Menjelaskan tentang latar belakang, rumusan masalah, ruang lingkup, tujuan penelitian, dan sistematika penulisan.

#### • BAB II : Dasar Teori

Menjelaskan tentang teori dasar yang berisi tentang penjelasan glukosa dalam darah, sensor OPT101, rangkaian pengkondisi sinyal, *analog to digital converter* (ADC0804), prinsip dasar mikrokontroler AT89C51, dan *display* LCD tipe M1632.

#### • BAB III : Metodologi Penelitian

Menjelaskan tentang metodologi penelitian, perencanaan dan pembuatan alat dan cara pengujian alat.

#### • BAB IV : Perencanaan dan Pembuatan Alat

Menjelaskan tentang blok diagram perancangan dan pembuatan alat yang meliputi prinsip kerja, spesifikasi alat dan perancangan hardware.

#### • BAB V : Pengujian dan Analisis

Menjelaskan tentang pengujian dan analisa yang meliputi pengujian tiap-tiap bagian dan pengujian secara keseluruhan.

#### • BAB VI : Penutup

Merupakan kesimpulan dari pembahasan sebelumnya dan saransaran guna pengembangan dan penyempurnaan skripsi lebih lanjut.

### BAB II TEORI PENUNJANG

#### 2.1. Glukosa dalam Darah

Pengolahan gula dalam tubuh kita dimulai dari tahap pertama yaitu mulut untuk selanjutnya diubah dari gugus gula majemuk menjadi gugus gula tunggal, pada tahap kedua gugus gula tunggal dan gugus lainnya menembus dinding usus melalui berjuta-juta pembuluh kecil mengalir ke pembuluh sedang dan akhirnya masuk ke gerbang utama (*vena porta*) hati yang kapasitasnya +1 gr/BB/jam kemudian pengolahan diserahkan pada kelenjar beta sel pankreas yang dikenal dengan kelenjar lidah perut yang beretugas memproduksi hormin insulin. Insulin adalah petugas utama pengolah dan penentu keseimbangan gula dalam tubuh. Prinsip kerja insulin adalah mengubah gugus gula tunggal menjadi gugus gula majamuk dan disimpan dalam hati serta sebagian kecil dalam otot. Selesailah proses pembentukan cadangan bahan bakar. Gula secara teratur dikirim ke setiap sel di dalam tubuh karena sel membutuhkan bahan bakar untuk menjalankan fungsinya. Dalm keadaan puasa, cadangan gugus gula majemuk akan dipecah dan dilepaskan dalam aliran darah, bila cadangan gugus gula habis dapat dibuat dari pemecahan cadangan kedua yaitu lemak dan protein.

Sesuai tatanan dan peraturan tubuh kita, maka pada puasa kadar gula antara 80-120 mg, sedangkan satu jam setelah itu bisa mencapai 170 mg. Tatanan ini tidak lepas dari pengawasan hormon insulin yang akan dilepas oleh sel beta pankresas sesuai dengan kebutuhan. Insulin dapat diproduksi sesuai dengan kebutuhan, bahan bakar masuk ke *vena porta*. Tahap ketiga (penyimpanan gula di dalam hati), bila pada tahap ini tersendat dan goyah, maka dengan sedikit terpaksa proses tahap ketiga dilayani, apabila bahan bakar berlebihan masuk melaui gerbang utama pembuluh porta, maka insulin yang berjumlah sedikit tidak sesuai dengan kebutuhan, sehingga gula akan berhamburan dalam darah, jumlah gula yang berhamburan bertambah, maka kadar gula melampaui batas ambang, gula keluar bersama urine disinilah bermula kencing manis, seiring dengan waktu,

BRAWIJAY/

maka insulin menjadi sedikit, pengendalian gula menjadi kacau. Gugus gula majemuk di hati pecah, akibatnya gula darah akan semakin tinggi juga.

#### 2.1.1. Diabetes Melitus

Penyakit yang timbul akibat gangguan hormon insulin sehingga menyebabkan berlebihnya kadar gula dalam darah disebut penyakit *Diabetes Melitus* yang bisa menyerang berbagai organ tubuh secara bersamaan. Berikut ini gejala-gejala yang diakibatkan oleh penyakit *Diabetes Melitus*: (*Sumber: A. Tjokroprawiro, Diabetes melitus, 1986*)

- Pada kaki: adanya gangguan peredaran darah pada kaki, gangguan persyarafan kaki, terjadinya ruda paksa, dan terjadi infeksi.
- Pada mata: kelopak mata terdapat timbunan lemak-lemak yang membentuk benjolan kecil dan pada lensa mata terjadi kekeruhan.
- Pada jantung: sesak nafas, lemas, rasa tidak enak di ulu hati yang disebabkan kekakuan dinding jantung oleh endapan jaringan yang dapat menyebabkan curah jantung menjadi buruk.
- Terjadinya gagal ginjal dan beberapa gangguan saraf yang bisa menyebabkan impotensi.

Untuk bisa mengetahui kadar glukosa dalam darah bisa diketahui dengan melakukan tes urine menggunakan *strips* urine. Besarnya kandungan gula dapat diketahui melalui perubahan warna pada *strips*. Berikut ini nilai kandungan berdasarkan warna *strips*.

Tabel 2.1. Pembacaan warna strips test urine

No.	Perubahan Warna	Nilai Kadar Gula
1	Biru jernih atau hijau keruh tanpa endapan	0 mg/dl
2	Hijau dengan endapan kuning	100 mg/dl
3	Hijau agak tua	250 mg/dl
4	Coklat muda	500 mg/dl
5	Coklat	1000 mg/dl

Sumber: Petunjuk Pemakaian Glucotest OneMed

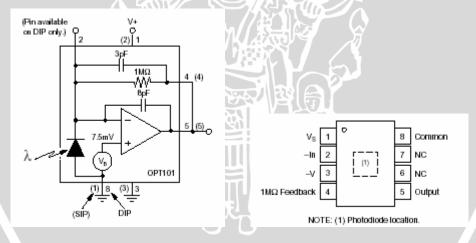
## BRAWIJAYA

#### 2.2. Sensor OPT101

OPT101 adalah suatu photodioda monolitik dengan *on-chip* transimpedance amplifier, tegangan keluaran menunjukkan peningkatan secara linier dengan intensitas cahaya. Amplifier dirancang untuk operasi supply tunggal hal ini sangat ideal dengan menggunakan baterai pada pengoperasian peralatan. Kombinasi photodioda yang terintegrasi dan tranimpedance amplifier pada suatu chip tunggal menghapuskan permasalahan yang biasanya ditemui pada desain terpisah seperti arus bocoran kesalahan, suara gaduh pengulang suara dan keuntungan yang mencapai puncak dalam kaitan dengan stray kapasitansi.

Photodioda 0.09 x 0.09 inci dioperasikan dalam mode photokonduktif untuk linieritas yang sempurna dan arus gelap yang rendah. OPT101 beroperasi pada range tegangan supply dari +2.7V sampai +36V, arus sekitar 120mA dan range temperatur antara 0°C sampai 70°C.

OPT101 memiliki kaki sebanyak 8 pin, dimana skema diagram dari sensor tersebut ditunjukkan pada gambar dibawah ini,



Gambar 2.1. Konfigurasi pin sensor OPT101

Sumber: Data sheet, 1994:1

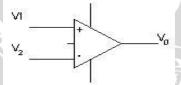
Jika photodioda dioperasikan pada *mode photokonduktif*, maka arus output dari photodioda sangat linier dengan radiasi kuat cahaya pada range yang luas. Ketidaklinieran berada dibawah sekitar 0.05% pada 100mA arus photodioda.

Photodioda dapat menghasilkan arus keluaran 1mA atau lebih besar dengan kuat radiasi yang tinggi, tetapi peningkatan ketidaklinieran hanya beberapa persen pada daerah ini. Hal ini sangat linier pada radiasi cahaya yang tinggi diasumsikan bahwa area photodioda tertutup secara sempurna oleh cahaya. Jika sumber cahaya dipusatkan pada suatu area yang kecil pada photodioda, ketidaklinieran akan terjadi pada radiasi cahaya yang lebih rendah.

#### 2.3. Operasional Amplifier (Op-Amp)

Untuk menguatkan sinyal yang dihasilkan oleh sensor warna diperlukan sebuah pengkondisi sinyal yang juga berfungsi sebagai penguat. Pemilihan penguat (amplifier) didasarkan pada karakteristik amplifier yaitu dengan menggunakan penguat operasional (operasional amplifier).

Op-Amp mempunyai karakteristik resistansi masukan yang cukup besar, resistansi keluaran yang kecil dan penguatan tegangan yang besar. Simbol dari Op-Amp diperlihatkan pada Gambar 2.2. Dari simbol tersebut terlihat adanya dua masukan, yaitu masukan *noninverting* (V+) dan masukan *inverting* (V-). Vo merupakan keluaran dari Op-Amp.



Gambar 2.2. Simbol Op-Amp

Sumber: Aswan,2004:1

IC Op-Amp (operasional amplifier) adalah piranti solid stated yang mampu mengindera dan memperkuat sinyal masukan. Op-Amp memerlukan catu positif dan negatif.

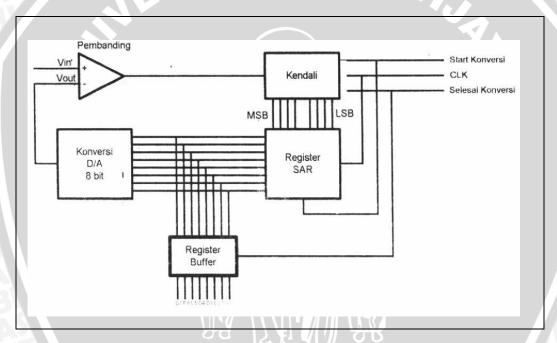
Karakteristik Op-Amp yang terpenting adalah:

- Impedansi masukan yang sangat tinggi, sehingga arus masukan praktis dapat diabaikan.
- Penguatan loop terbuka amat tinggi.
- Impedansi keluaran amat rendah, sehingga keluaran penguat tidak terpengaruh oleh pembebanan.
- Pada rangkaian pengkondisi sinyal ini tegangan keluaran masih berupa analog

kemudian dibutuhkan ADC untuk mengkonversi keluaran rangkaian pengkondisi sinyal ke dalam bentuk data biner.

#### 2.4. Analog to Digital Converter (ADC)

ADC yang digunakan untuk mengkonversi sinyal analog dari sensor menjadi sinyal digital, ADC digunakan untuk mengkonversikan tegangan keluaran pengkondisi sinyal analog menjadi data digital yang mewakili masukan analog tersebut. Pendekatan yang paling luas digunakan dalam konversi AID adalah metode aproksimasi berturut-turut (*successive-approximation methode*), yang diperlihatkan dalam Gambar 2.3.



Gambar 2.3. Analog to Digital Converter

Sumber: Malvino,1993:334

Keluaran konverter D/A menggerakkan masukan membalik dari sebuah pembanding (*komparator*) Op-Amp. Proses yang- ditempuh register SAR dalam mencapai ekivalen digitalnya adalah dengan aproksimasi berturut-turut. Apabila konversi telah selesai dilaksanakan, data digital yang ekivalen akan dipindahkan ke *register-buffer* keluaran.

#### **2.4.1. MSB**

Apabila sinyal-mulai-konversi menjadi rendah, register SAR akan dikosongkan dan Vout menurun menjadi nol. Ketika sinyal-mulai-konversi kembali ke keadaan tinggi, operasi konversi segera dimulai. Dalam cara ini tidak dilakukan pencacahan naik 1 bit setiap saat, melainkan memulai operasinya dengan memasang MSB. Dengan kata lain, pada pulsa detak yang pertama, rangkaian kendali mengisikan MSB tinggi ke dalam register SAR, yang kemudian memberikan keluaran:

#### 1 000 0000

Sesegera setelah keluaran digital ini muncul, nilai Vout melonjak menjadi128/255 dikalikan nilai skala penuh. Bila nilai ini lebih besar daripada Vin, keluaran negatif dari sinyal pembanding yang menuju ke rangkaian kendali akan me-reset MSB. Di pihak lain, jika Vout kurang dari Vin, keluaran positif dari pembanding akan menunjukkan bahwa MSB tetap pasang (set). Dalam beberapa desain, konversi ini, pemasangan dan perrteriksaan MSB berlangsung dalam pulsa detak yang pertama menyusul sinyal-mulai-konversi. Dalam desain-desain yang lain, diperlukan beberapa pulsa detak untuk me-reset MSB, memeriksanya, dan me-reset lagi jika perlu.

#### 2.4.2. Bit-bit sisanya

Kita andaikan dalam operasi A/D tersebut bahwa MSB tidak di-*reset*. Register SAR sekarang mengandung isi 1000 0000. Pulsa detak yang berikutnya akan memasang bit 06, dan memberikan keluaran digital:

#### 11000000

Sebagai akibatnya, Vout melangkah ke harga 192/255 dikalikan nilai skala penuh. Jika Vout lebih besar dafi Vin, keluaran op-amp yang negatif menyebabkan *reset* dari 06. Jika Vout lebih kecil dari V in, 06 tetap bertahan dalam keadaan *set*.

Dalam pulsa-pulsa detak selanjutnya, secara berturut-turut bit-bit yang lain akan di-set dan diuji. Bilamana suatu bit menyebabkan nilai Vout melebihi Vin, maka bit yang bersangkutan akan di-reset. Dalam cara ini, semua bit di-set, diuji,

**BRAWIJAY** 

dan di-*reset* jika perlu. Dengan rangkaian yang paling cepat, konversi akan selesai sesudah delapan pulsa detak, dan keluaran D/A merupakan nilai analog yang ekivalen dengan isi *register*. Desain rangkaian yang lebih lambat memerlukan waktu yang lebih lama oleh karena lebih banyak pulsa yang diperlukan guna menjadikan *set*, menguji, dan mungkin me-*reset* setiap bit.

#### 2.4.3. Buffer keluaran

Apabila konversi telah selesai dilaksanakan, rangkaian kendali mengirimkan sinyal-selesai-konversi yang rendah. Tepi turun ini akan mengisikan data digital yang ekivalen ke dalam *register buffer*. Dengan demikian, keluaran digital akan tetap tersimpan sekalipun kita memulai siklus konversi yang baru.

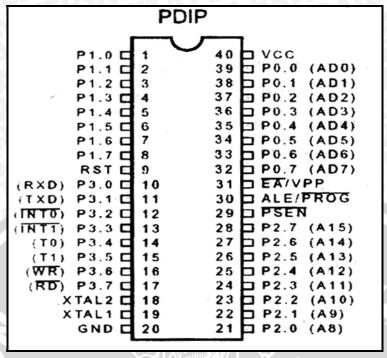
#### 2.5. Mikrokontroler AT89C51

AT89C51 adalah mikrokontroler keluaran atmel dengan 4K *byte flash* PEROM (*Programmable and Enable Read Only Memory*), AT89C51 merupakan memori dengan teknologi *nonvolatile memory*, isi memory tersebut dapat diisi ulang ataupun dihapus berkali-kali.

Memori ini biasa digunakan untuk menyimpan instruksi (perintah) berstandar MCS-51 *code* sehingga memungkinkan mikrokontroler ini untuk bekerja dalam *mode single chip operation* (*mode* operasi keping tunggal) yang tidak memerlukan *external memory* (memori luar) untuk menyimpan *source code* tersebut.

#### 2.5.1. Susunan kaki mikrokontroller AT89C51

Mikrokontroller AT89C51 mempunyai 40 kaki, 32 kaki di antaranya adalah kaki untuk keperluan Port paralel. Satu port paralel terdiri 8 kaki, dengan demikian 32 kaki tersebut membentuk 4 buah Port paralel, yang masing-masing dikenal sebagai port 0, port 1, port 2 dan port 3. Nomor dari masing-masing jalur (kaki) dari port paralel mulai dari 0 sampai 7, jalur (kaki) pertama port 0.0 dan jalur terakhir untul port 3 adalah port 3.7. Diagram pin AT89C51 terdapat pada Gambar 2.4 dan fungsi-fungsi kaki (pin) AT89C51 terdapat dalam Tabel 2.2.



Gambar 2.4. Diagram pin AT89C51

Sumber: Agfianto Eko Putra, 2002:69

Tabel 2.2. Fungsi-fungsi kaki (pin) AT89C51

lomor Pin	Nama Pin	Alternatif	Keterangan	
20	GND		Ground Samely	
40 3239	vcc	07 00 0 47 40	Power Supply Port 0 dapat berfungsi sebagai I/O biasa, low order	
3239	-0.70.0	0700 & A7A0	multiplex address/data ataupun menerima kode byte	
			pada saat Flash Programming	
			Pada fungsi sebagai I/O biasa port ini dapat memberikan	
			output sink ke delapan buah TTL Input atau dapat diubah	
			sebagai input dengan memberikan logika 1 pada port	
			tersebut	
			Pada fungsi sebagai low order multiplex address/data	
			port ini akan mempunyai internal pull up	
			Pada saat Flash Programming diperlukan external pull up	
			Terutama pada saat verifikasi program	
18	P1.0P1.7		Port 1 berfungsi sebagai I/O biasa atau menerima low	
			order address bytes selama pada saat Flash	
			Programming	
			Port ini mempunyai internal pull up dan berfungsi sebagai	
			input dengan memberikan logika 1	
			Sebagai output port ini dapat memberikan output sink	
			ke empat buah input TTL	
2128	P2.0P2.7	A8A15	Port 2 berfungsi sebagai I/O biasa atau high order	
			address, pada saat mengakses memory secara 16 bit	
			(Movx @Optr)	
			Pada saat mengakes memory secara 8 bit, (Mov @Rn)	
			port ini akan mengeluarkan isi dari P2 Special	
			Function Register Port ini mempunyai Internal puli up dan berfungsi sebagai	
			input dengan memberikan logika 1	
			Sebagai output port ini dapat memberikan output sink	
			Ke empat bush input TTL	
1017		Port 3	Sebagai I/O biasa Port 3 mempunyai sifat yang sama	
			dengan Port 1 maupun Port 2	
			Sedangkan sebagai fungsi spesial port-port ini mempunyai	
	<b>I</b>		keterangan sebagai berikut	
10	P3.0	RXD	Port Serial Input	
11	P3.1	TXD	Port Serial Output	
12	P3.2	INTO	Port External Interrupt 0	
13	P3.3	INT1	Port External Interrupt 1	
14	P3.4	то	Port External Timer 0 Input	
16	P3.5	T1	Port External Timer 1 Input	
16	P3.6	WR	External Data Memory Write Strobe	
17	P3.7	RD	External Data Memory Read Strobe	
•	RST		Reset akan aktif dengan memberikan input high selama	
			2 cycle	
30	ALE	PROG	Pin ini dapat berfungsi sebagai Address Latch Enable (ALE)	
			yang me-latch low byte address pada saat mengakses	
			memori eksternal	
			Sedangkan pada saat Flash Programming (PROG)	
			berfungsi sebagai pulse input untuk	
			Pada operasi normal ALE akan mengeluarkan sinyal clock	
			sebesar 1/16 frekwensi oscillator kecuali pada saat	
			mengakses memori eksternal	
			Sinyal clock pada pin ini dapat pula didisable dengan	
			men-set bit 0 dari Special Function Register di alamat 8EH	
			ALE hanya akan aktif pada saat mengakses memori ekster-	
			nal (MOVX & MOVC)	
29	PSEN		Pin ini berfungsi pada saat mengeksekusi program yang ter-	
			letak pada memori eksternal. PSEN akan aktif dua kali	
			setiap cycle	
31	EA	VP	Pada kondisi low maka pin ini akan berfungsi sebagai EA	
31	~	٧٢		
			yaitu mikrokontroler akan menjalankan program yang ada	
			pada memori eksternal setelah sistem direset	
			Apabila berkondisi high maka pin ini akan berfungsi untuk	
			menjalankan program yang ada pada memori internal	
			Pada saat Flash Programming pin ini akan mendapat te-	
			gangan 12 Volt (VP)	
19	XTAL1		Input Oscillator	
18	XTAL2		Output Oscillator	

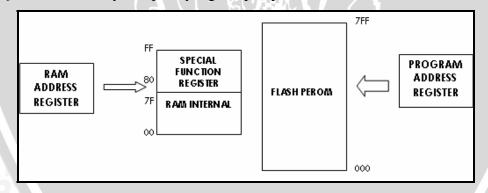
Sumber: Paulus Andi Nalwan,2003:2

#### 2.5.2. Organisasi memori

Memori dari AT89C51 terbagi menjadi:

- RAM internal, memori sebesar 128 byte yang biasanya digunakan untuk menyimpan variabel atau data yang bersifat sementara.
  - o Register bank
- o Bit addressable RAM
- o General purpose RAM
- Register fungsi khusus (*Special function register*), memori yang berisi register-register yang mempunyai fungsi-fungsi khusus yang disediakan oleh mikrokontroler tersebut, seperti *timer*, serial dan lainlain.
- Flash PEROM, memori yang digunakan unruk menyimpan instruksi-instruksi MCS51.
- Memori eksternal, dibutuhkan untuk memori berkapasitas besar dan emulasi program.

AT89C51 mempunyai struktur memori yang terpisah antara RAM internal dan *flash* PEROM-nya. Seperti yang tampak pada Gambar 2.5.



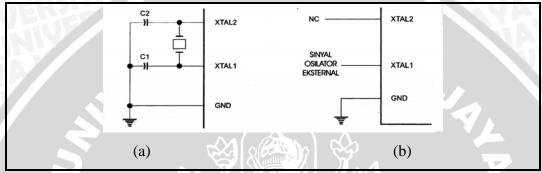
Gambar 2.5. Alamat RAM internal dan flash PEROM

Sumber: Paulus Andi Nalwan, 2003:4

RAM internal dialamati oleh RAM *address register* (register alamat RAM) sedangkan *flash* PEROM yang menyimpan perintah-perintah MCS-51 dialamati oleh *program address register* (register alamat program). Dengan adanya struktur memori yang terpisah tersebut, walaupun RAM internal dan *flash* PEROM, mempunyai alamat awal yang sama, yaiu alamat 00, namun secara fisiknya kedua memori tersebut tidak saling berhubungan.

#### 2.5.3. Pewaktu CPU

Semua mikrokontroler 51 Atmel memiliki osilator *on-chip*, yang digunakan sebagai sumber detak (*clock*) ke CPU. Untuk menggunakannya, hubungkan sebuah resonator kristal atau keramik di antara kaki-kaki XTAL1 dan XTAL2 pada mikrokontroler dan hubungkan kapasitornya ke *ground* seperti pada Gambar 2.6a. Sedangkan contoh bagaimana mengaktifkan *clock* menggunakan osilator eksternal ditunjukkan pada Gambar 2.6b.



Gambar 2.6. Sumber detak (clock) ke CPU. (a) Hubungan ke kristal.

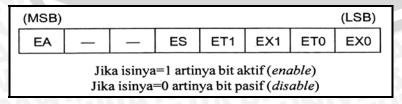
(b) Konfigurasi pemberian *clock* eksternal Sumber: Agfianto Eko Putra,2002:22

#### 2.5.4. Struktur interupsi

AT89C51 menyediakan 5 sumber interupsi, yaitu: 2 interupsi eksternal, 2 interupsi pewaktu dan sebuah interupsi serial.

#### 2.5.4.1. Pengaktifan interupsi

Masing-masing sumber interupsi dapat diaktifkan dan dimatikan secara individual atau dengan menolkan bit-bit IE (*Interupt Enable*) dalam SFR. *Register* IE ini juga mengandung sebuah bit untuk aktivasi *interupsi* secara *global*, yang dapat digunakan untuk mengaktifkan dan mematikan interupsi secara keseluruhan (*global*). Pada Gambar 2.7 dan Tabel 2.3 ditunjukkan *register* IE pada AT89C51.



Gambar 2.7. Register IE - Interupt Enable pada AT89C51

Sumber: Agfianto Eko Putra, 2002:25

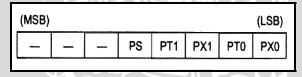
Simbol	Posisi	Fungsi
EA	IE.7	Untuk menghidupkan (IE=1) dan mematikan (IE=0) seluruh interupsi secara serentak
-	IE.6	Cadangan *
-	IE.5	Cadangan *
ES	IE.4	Bit aktivasi interupsi Port serial
ET1	IE.3	Bit aktivasi interupsi Timer 1 Overflow
EX1	IE.2	Bit aktivasi interupsi eksternal 1
ET0	IE.1	Bit aktivasi interupsi Timer 0 Overflow
EX0	IE.O	Bit aktivasi interupsi eksternal 0

Tabel 2.3. Register IE - Interupt Enable pada AT89C51

Sumber: Agfianto Eko Putra, 2002:25

#### 2.5.4.2. Prioritas interupsi

Masing-masing sumber *interupsi* dapat diprogram secara sendiri-sendiri ke salah satu dari dua tingkat prioritas dengan menjadikan *set* (1) atau menjadikan *clear* (0) bit IP (*Interupt Priority*) yang bersangkutan dalam SFR, seperti pada Gambar 2.8. dan Tabel 2.4.



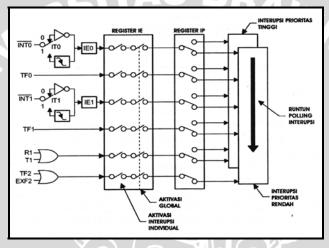
**Gambar 2.8.** Register IE (Interupt Priority) pada AT89C51 Sumber: Agfianto Eko Putra,2002:26

Tabel 2.4. Register IE (Interupt Priority) pada AT89C51

Simbol	Posisi	Fungsi
-	IP.7	Cadangan *
-	IP.6	Cadangan *
-	IP.5	Cadangan *
PS	IP.4	Bit prioritas untuk Interupsi Port serial
PT1	IP.3	Bit prioritas untuk Interupsi Timer 1
PX1	IP.2	Bit prioritas untuk Interupsi Eksternal 1
PT0	IP.1	Bit prioritas untuk Interupsi Timer 0
PX0	IP.O	Bit prioritas untuk Interupsi Eksternal 0

Sumber: Agfianto Eko Putra, 2002:26

Sebuah interupsi dengan prioritas rendah dapat diinterupsi oleh yang berprioritas lebih tinggi tetapi tidak untuk prioritas yang sama (sama rendahnya). Sedangkan interupsi dengan tingkat prioritas tertinggi tidak dapat diinterupsi oleh sumber interupsi yang lain. Jika dua permintaan interupsi yang berbeda prioritas muncul pada saat yang bersamaan, maka layanan ditujukan ke sumber interupsi yang memiliki tingkat prioritas yang lebih tinggi. Namun jika dua interupsi dengan tingkat prioritas yang sama muncul bersamaan, maka metode polling (pengecekan kontinyu) internal akan menentukan interupsi mana yang akan dilayani pertama kali. Dengan demikian pada masing-masing tingkat prioritas, metode polling digunakan sebagai penentu struktur prioritas kedua. Pada Gambar 2.9. ditunjukkan bagaimana *register* IE dan IP serta metode polling bekerja dalam menentukan interupsi mana yang aka dilayani.

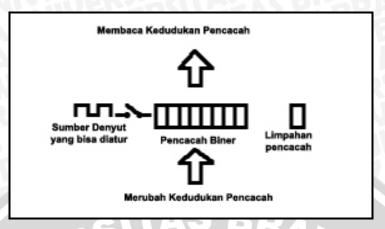


**Gambar 2.9.** Sistem Kontrol Interupsi AT89C51 Sumber: Agfianto Eko Putra,2002:26

#### 2.5.5. Timer dan Counter

Pada dasarnya sarana masukan yang satu ini merupakan seperangkat pencacah biner (*binary counter*) yang terhubung langsung ke saluran-data mikrokontroler, sehingga mikrokontroler bisa membaca kondisi pencacah dan bila diperlukan mikrokontroler dapat pula merubah kondisi pencacah tersebut.

Seperti layaknya pencacah biner, saat sinyal detak (*clock*) yang diberikan sudah melebihi kapasitas pencacah, maka pencacah akan memberikan sinyal *overflow* atau limpahan, sinyal ini merupakan suatu hal yang penting dalam pemakaian pencacahdan terjadinya limpahan pencacah ini dicatat dalam suatu *register*. Selain itu, sinyal detak yang diberikan ke pencacah bisa dikendalaikan dengan mudah, pada Gambar 2.10 ditunjukkan konsep dasar *Timer/Counter*.



Gambar 2.10. Konsep dasar Timer/Counter pada AT89C51.

Sumber: Agfianto Eko Putra, 2002:111

Sinyal detak yang diberikan ke pencacah dibedakan menjadi 2 macam, yang pertama ialah sinyal detak dengan frekuensi tetap yang sudah diketahui besarnya dan yang kedua adalah sinyal detak dengan frekuensi yang bisa beryariasi.

Jika sebuah pencacah berkerja dengan frekuensi tetap, dikatakan pencacah tersebut bekerja sebagai timer atau pewaktu, karena kondisi pencacah tersebut setara dengan waktu yang bisa ditentukan secara pasti.

Jika sebuah pencacah bekerja dengan frekuensi yang bervariasi, dikatakan pencacah tersebut bekerja sebagai counter atau pencacah, kondisi pencacah tersebut menyatakan banyaknya pulsa detak yang sudah diterima. Untai pencacah biner tersebut merupakan pencacah biner naik (count up binary counter).

#### 2.6. Liquid Crystal Display (LCD)

LCD merupakan komponen elektronika yang digunakan untuk menampilkan suatu karakter baik itu angka, huruf atau karakter tertentu, sehingga tampilan tersebut dapat dilihat secara *visual*. Pemakaian LCD sebagai indikator tampilan banyak digunakan dikarenakan daya yang dibutuhkan LCD relatif kecil, disamping itu dapat juga menampilkan angka, huruf atau simbol dan karakter tertentu. Meskipun pada komponen ini dibatasi oleh sumber cahaya *eksternal/internal*, suhu, dan *lifetime*.

BRAWIJAYA

LCD terdiri atas tumpukan tipis atau sel dari dua lembar kaca dengan pinggiran tertutup rapat. Antara dua lembar kaca tersebut diberi bahan kristal cair (*liquid crystal*) yang tembus cahaya. Permukaan luar masing-masing keping kaca mempunyai lapisan tembus cahaya seperti oksida timah (*tin oxide*) atau oksida indium (*indium oxide*). Sel mempunyai ketebalan 1x 10<sup>-5</sup> meter dan diisi dengan kristal cair.

Kristal cair adalah suatu bahan yang akan mengalir seperti sebuah cairan tetapi struktur molekulnya seperti benda padat. Pada LCD terdapat suatu unit penghamburan cahaya, yang mana terdapat suatu proses *nematic liquid crystal*. Pada proses tersebut permukaan penghantar indium oksida yang tembus pandang, sehingga saat cahaya datang dan melewatinya struktur kristal cair akan kelihatan bersih. Jika diberikan tegangan pada permukaan penghantar, susunan molekul terganggu yang menyebabkan perbedaan penyebaran pada daerah yang terbentuk. Cahaya datang dipantulkan dalam arah yang berbeda pada titik temu antara penyebaran indeks yang berbeda pada daerah dengan hasil hamburan sinar menampakkan suatu lapisan kaca, dimana hubungan antara permukaan berlawanan antara yang satu dengan yang lain.

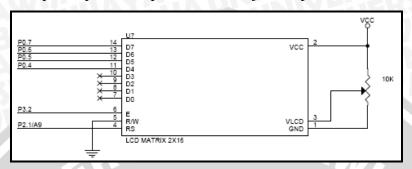
#### **2.6.1.** LCD Tipe M1632

LCD tipe M1632 merupakan suatu jenis tampilan yang menggunakan liquid crystal dalam menampilkan suatu karakter secara dot matrik. LCD ini memiliki ciri-ciri sebagai berikut:

- 1. LCD ini terdiri dari 32 karakter dengan 2 baris masing-masing 16 karakter dengan *display* dot matrik 5x7.
- 2. Karakter generator ROM dengan 192 tipe karakter.
- 3. Karakter generator RAM dengan 8 bit karakter.
- 4. 80x8 bit *display* data RAM.
- 5. Dapat diinterfacekan ke MCU 8 atau 4.
- 6. Dilengkapi fungsi tambahan; display clear, cursor home, display on/off, cursor on/off, display character blink, cursor shift, display shift.
- 7. Internal data.

- 8. Reset pada saat power on.
- 9. Tegangan +5 volt PSU tunggal.

Diagram blok penampil LCD tipe M1632 ditunjukkan pada Gambar 2.11.



Gambar 2.11. Diagram blok LCD tipe M1632

Sumber: Seiko Instruments Inc.

LCD ini mempunyai konsumsi daya yang relatif rendah dan terdapat sebuah kontroler CMOS di dalamnya. Kontroler tersebut sebagai pembangkit dari karakter ROM/RAM dan display data RAM. Semua fungsi tampilan dikontrol oleh suatu instruksi dan modul LCD dapat dengan mudah diinterfacekan dengan mikrokontroller. Masukan yang diperlukan untuk mengendalikan modul ini berupa bus data yang masih ter-multiplex dengan bus alamat serta 3 bit sinyal kontrol. Sementara pengendalian dot matrik LCD secara internal oleh kontroler yang sudah ada pada modul LCD.

### **BAB III** METODOLOGI PENELITIAN

Penyusunan skripsi ini didasarkan pada masalah yang bersifat aplikatif, yaitu perencanaan dan parealisasian piranti agar dapat menampilkan unjuk kerja yang baik sesuai dengan perencanaan dengan mengacu pada rumusan masalah. Perancangan dan pembuatan alat pengukuran pada urine ini menggunakan BRAWINAL metodologi sebagai berikut:

- 1. Perancangan alat
- 2. Perancangan perangkat lunak
- 3. Pengujian alat dan analisis
- 4. Penyusunan buku laporan tugas akhir

#### 3.1. Perancangan Alat

Perancangan alat ini disesuaikan dengan fungsi dari komponen-komponen yang akan digunakan sehingga terbentuk rangkaian elektronik yang siap direalisasikan.

Untuk perancangan alat dilakukan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Perancangan sensor

Untuk perancangan sensor dilakukan langkah-langkah sebagai berikut:

- o Dipilih OPT101 sebagai sensor.
- Mencoba keluaran respon dari sensor OPT101.
- 2. Perancangan rangkaian pengkondisi sinyal

Untuk perancangan rangkaian pengkondisi sinyal dilakukan langkah-langkah sebagai berikut:

- o Membuat persamaan linier antara keluaran sensor dan tegangan masukan ADC agar didapat rangkaian pengkondisi sinyal yang digunakan.
- o Menentukan jenis penguatan operasi (Op-Amp) yang akan digunakan yaitu jenis LM358.
- 3. Perancangan ADC (Analog to Digital Converter)

BRAWIJAYA

Pada perancangan rangkaian ADC, dipilih ADC yang masukan analognya memenuhi kebutuhan akan keluaran sinyal analog dari sensor yang akan dirubah ke dalam data digital dimana hanya dibutuhkan satu masukan analog. ADC yang dipakai adalah jenis ADC0804.

- 4. Perancangan sistem mikrokontroler AT89C51
  - Untuk perancangan sistem mikrokontroler AT89C51 dilakukan langkahlangkah sebagai berikut:
  - o Dibuat diagram blok sistem.
  - o Menentukan penyemat-penyemat (kaki) dari mikrokontroler AT89C51 yang digunakan .
- Perancangan perangkat lunak untuk mikrokontroler AT89C51
   Untuk perancangan perangkat lunak mikrokontroler AT89C51 digunakan bahasa assembler.
- 6. Perancangan tampilan (display) menggunakan LCD tipe M1632.

#### 3.2. Perancangan Perangkat Lunak

Setelah perangkat keras dirancang sesuai dengan perencanaan, maka langkah selanjutnya adalah perancangan perangkat lunak. Perangkat lunak ini difungsikan untuk mengatur keseluruhan sistem yang terdiri atas beberapa perangkat keras sehingga sistem ini dapat bekerja dengan baik. Pembuatan dimulai dari pembuatan *lay out* PCB, pemasangan komponen dan pembuatan perangkat lunak yang mendukung sistim.

#### 3.3. Pengujian Alat dan Analisis

Hal-hal yang dilakukan selama pengujian adalah sebagai berikut:

- Pengujian Rangkaian Sensor
  - Pada pengujian rangkaian sensor OPT101 bertujuan untuk mengetahui ketepatan sensor dalam merespon perubahan warna yaitu dengan mengukur tegangan keluarannya. Jika tanggapan sensor warna baik maka setiap masukan berubah warna 1µW keluaran sensor menjadi 0,55V.
- Pengujian Rangkaian Pengkondisi Sinyal

Pengujian rangkaian ini dilakukan dengan memberikan tegangan tertentu yang sudah ditentukan pada masukannya dan kemudian diukur tegangan keluarannya apakah penguatannya sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan dengan menggunakan multimeter.

- Pengujian Analog to Digital Converter (ADC) Pengujian rangkaian ADC (Analog to Digital Converter) ini adalah bertujuan untuk mengetahui bit keluaran dari ADC untuk tegangan masukan yang berbeda.
- Pengujian tampilan (display) LCD Kemampuan tampilan (display) dalam menampilkan hasil pendeteksian kadar glukosa pada urine.

#### 3.4. Pengambilan Kesimpulan

Kesimpulan didapat berdasarkan dari hasil perealisasian dan pengujian alat 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 ALAT

Pada bab ini menjelaskan mengenai spesifikasi alat, perancangan rangkaian dari alat pengukuran kadar glukosa pada urine, yang meliputi diagram blok rangkaian, dan cara kerja rangkaian. Selain perancangan perangkat keras akan dijelaskan juga mengenai perancangan perangkat lunak.

BRAW

#### 4.1. Perencanaan Sistem

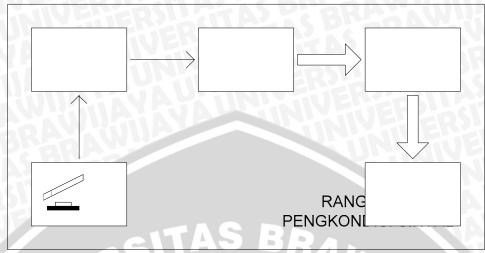
#### 4.1.1. Spesifikasi Alat

Perancangan alat ini mempunyai beberapa spesifikasi diantaranya:

- 1. Sensor warna yang digunakan adalah sensor OPT101, dalam hal ini sensor digunakan untuk mendeteksi perubahan warna yang terjadi pada *strips*.
- 2. Sumber cahaya yang digunakan adalah LED warna merah.
- 3. Media yang digunakan dalam analisis urine ini adalah *glucotest strips*.
- 4. Menggunakan mikrokontroler AT89C51 sebagai pengolah data.
- 5. Hasil keluaran alat ini adalah tampilan karakter LCD berupa kadar glukosa pada urine.
- 6. Catu daya alat ini berada diluar sistem.

#### 4.1.2. Blok Diagram Alat

Blok diagram dari Alat Pengukuran Kadar Glukosa Pada Urine ditunjukkan dalam gambar 4.1.



Gambar 4.1. Blok Diagram Sistem

Sumber: Perancangan

Keterangan diagram blok yang ditunjukkan dalam gambar 4.1 adalah sebagai berikut:

- 1) Sensor OPT101 merupakan sensor warna yang digunakan dalam pendeteksian perubahan warna yang terjadi pada strips urine.
- Rangkaian pengkondisi sinyal yang dipakai pada perancangan ini adalah Op-Amp jenis LM358 yang digunakan sebagai penguat dari SENSOR OPT 101
- 3) ADC0804 digunakan untuk merubah tegangan analog dari pengkondisi sinyal menjadi data digital yaitu kode biner.
- 4) Mikrokontroller AT89C51 digunakan sebagai pusat pengolah data kode biner dari ADC0804.
- 5) LCD 16x2 akan menampilkan hasil pengolahan data dari mikrokontroller AT89C51 yaitu berupa kadar glukosa pada urine dalam satuan mg/dL dan jenisnya.

Prinsip kerja rangkaian ini adalah sebagai berikut:

Strips dicelupkan pada sampel urine yang telah disiapkan pada sebuah tabung bening. Setelah beberapa detik angkat *strips* dari sampel urine kemudian keringkan dengan lap. Setelah itu *strips* diletakan pada tempat yang telah dibuat

dan diberi sinar LED. Pantulan sinar dari *strips* diterima rangkaian sensor OPT101. Kemudian rangkaian sensor mengeluarkan *output* berupa tegangan.

Karena *output* dari rangkaian sensor OPT101 yang yang terlalu besar,

Karena *output* dari rangkaian sensor OPT101 yang yang terlalu besar, maka harus dilemahkan beberapa kali oleh rangkaian pengkondisi sinyal. Setelah itu ADC mengubah *output* dari rangkaian pengkondisi sinyal menjadi sinyal digital.

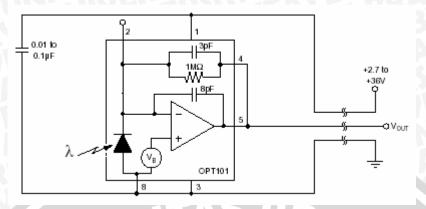
Disini AT89C51 akan menentukan level kadar glukosa pada urine melalui *output* dari ADC. Selanjutnya LCD menampilkan keluaran dari AT89C51 berupa data yang menunjukkan nilai kadar glukosa dalam mg/dl dan salah satu kondisi, yaitu termasuk jenis kadar glukosa normal,  $\pm$ , +, + +, atau + + +. Selanjutnya gantilah strips test urine dengan sampel-sampel yang lain. LCD yang digunakan dalam perancangan ini adalah LCD M1632. Semua hasil pendeteksian akan ditampilkan pada display LCD.

#### 4.2. Perancangan Rangkaian

#### 4.2.1. Rangkaian Sensor OPT 101

Rangakian ini berguna untuk mendeteksi cahaya (warna yang dibiaskan). Dalam IC OPT101 terdapat photodioda yang sangat sensitif terhadap cahaya, disamping itu juga diintegrasikan rangkaian *amplifier* didalamnya. Pada perancangan modul sensor ini, maka digunakan rangakaian linieritas sehingga photodioda dioperasikan pada *mode* photokonduktif, maka arus outputnya sangat linier dengan radiasi kuat cahaya pada range yang luas. Ketidaklinieran berada dibawah sekitar 0,05 % pada 100 mA arus photodioda.

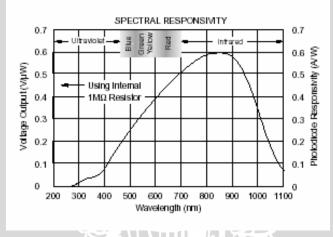
Photodioda dapat menghasilkan 1mA atau lebih besar dengan kuat radiasi cahaya yang tinggi, tetapi peningkatan ketidaklinieran hanya beberapa persen pada pada daerah ini. Hal ini sangat linier pada radiasi yang tinggi diasumsikan bahwa area photodioda tertutup secara sempurna oleh cahaya. Jika sumber cahaya dipusatkan pada suatu area yang kecil pada photodioda, ketidaklinieran akan terjadi pada radiasi cahaya yang lebih rendah, berikut ini rangkaian untuk mendapatkan suatu *output* yang sangat linier terhadap kuat cahaya yang diterima oleh pothodioda.



Gambar 4.2. Rangkakaian linieritas OPT101

Sumber: Datasheet, 1994:1

Untuk mencari resolusi sensor dapat dilihat dari gambar 4.3. berikut ini.



**Grafik 4.3.** Grafik *spectral responsivity* OPT101 Sumber: Data sheet, 1994:1

Sensor bekerja pada *spectral responsivity* merah dengan panjang gelombang 650 nm dan mempunyai tegangan keluaran 0,45 V/ $\mu$ W. Maka didapatkan resolusi sensor sebesar 0,45 V/ $\mu$ W, yang berarti setiap perubahan 1 $\mu$ W pada masukan sesor akan menghasilkan tegangan keluaran sebesar 0,45 V.

# 4.2.2. Rangkaian Pengkondisi Sinyal

Rangkaian pengkondisi sinyal merupakan rangkaian yang menghubungkan antara keluaran sensor dengan masukan konversi analog ke digital (ADC). Tegangan keluaran sensor mempunyai perubahan tegangan

keluaran antara 4,55 V - 6,05 V. Untuk mensinkronkan antara keluaran sensor warna dengan rangkaian konversi analog ke digital maka digunakan rangkaian pengkondisi sinyal.

Blok rangkaian ini terdiri dari rangkaian penguat deferensial. Pada ADC0804 range tegangan input sebesar 0 V sampai dengan 5 V, untuk tegangan input 0 V pada ADC 0804 menghasilkan output 0D dalam binernya adalah 0000 0000 sedangkan untuk tegangan input 5 V menghasilkan output 256D atau dalam binernya adalah 1111 1111. Untuk output tegangan minimum sensor sebesar 4,55 V diinginkan output pada ADC0804 0D atau dalam binernya adalah 0000 0000 dan untuk output tegangan maksimum sensor sebesar 6,05 V diinginkan output pada ADC0804 256D dalam binernya adalah 1111 1111. Pada ADC 0804 0D membutuhkantegangan input sebesar : 5/255 x 0 = 0 V dan jika diinginkan output 256D membutuhkan tegangan input sebesar: 5/255 x 255 = 5 V.

Pendekatan perancangan pengkondisi sinyal yang paling mudah adalah dengan membuat persamaan antara masukan dan keluaran. Dengan persamaan ini akan terlihat jelas rangkaian pengkondisi sinyal yang dapat digunakan. Persamaan ini menyatakan fungsi alih statik.

Karena sistem ini harus linier, maka disusun suatu persamaan linier antara keluaran sensor (*Vin* pengkondisi sinyal) dan tegangan masukan ADC 0804 (*Vout* pengkondisi sinyal.

# Rangkaian Penguat Deferensial

Penguat diferensial adalah jenis penguat penyangga dengan *mode* diferensial dimana perbedaan tegangan pada kedua masukan penguat akan dikuatkan. Dengan kata lain tegangan keluaran dari penguat diferensial sebanding dengan tegangan yang diterapkan pada masukan positif dan masukan negatifnya. Sedangkan besarnya penguatan pada penguat diferensial ditentukan oleh perbandingan tahanannya. Gambar 4.4. menunjukkan sebuah rangkaian penguat diferensial.

Gambar 4.4. Rangkaian Penguat Diferensial

Sumber: Perancangan

4,55 V 3 k d

R

3 k c

Dari persamaan 4-1:

$$Vout = m.Vin + Vo.....(4-1)$$

V2 Output Sensor

Dimana,

$$m = \frac{Rf}{Ri}$$
 = Penguatan op-amp

 $Vin = V_2 =$  Tegangan keluaran sensor

 $Vo = V_I = \text{Tegangan referensi}$ 

Dengan memasukkan data-data yang telah diketahui diatas ke dalam persamaan 4-

1, maka:

$$4,55.m + Vo = 0 \ volt$$

$$6.05.m + Vo = 5$$
 volt

Dari kedua persamaan ini diperoleh m = 3,33 dan Vo = 4,55 V

$$V_{out} = 3.33(V_{in} - 4.55)$$

$$V_{out} = \frac{R_f}{R} (V_2 - V_1)$$

$$V_{out} = 3,33(V_{in} - 4,55)$$

$$V_{out} = \frac{R_f}{R_i}(V_2 - V_1)$$

$$\frac{Rf}{Ri} = 3,33 \cong \frac{10k\Omega}{3k\Omega}$$

$$Rf = R_2 = 10k\Omega$$

$$R_i = R_1 = 3k\Omega$$

#### 4.2.3. Rangkaian Analog to Digital Converter (ADC)

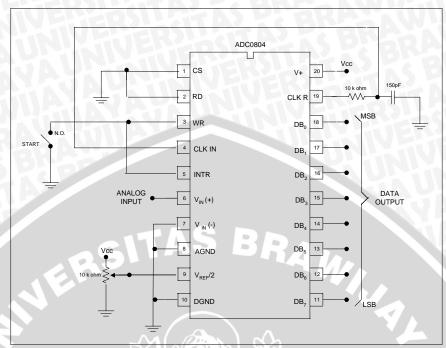
Agar dapat diolah oleh mikrokontroler maka sinyal yang masuk kedalam mikrokontroler harus merupakan sinyal digital. Untuk itu sinyal dari sensor warna yang telah diperkuat harus dikonversikan terlebih dahulu menjadi sinyal digital dengan rangkaian ADC. Dalam perancangan ini dipergunakan ADC0804.

Rangkaian ADC ini mempunyai 8 bit keluaran (DB<sub>0</sub>-DB<sub>7</sub>) yang dihubungkan ke masukan mikrokontroler. Sedangkan masukannya adalah keluaran dari sensor warna yang telah diperkuat. Masukan yang diterima ADC ini dibatasi antara 0 sampai 5 volt (*datasheet*).

Untuk operasi dasar ADC0804 adalah sebagai berikut :

- 1) Agar ADC aktif maka pin CS harus diberi logika low "0".
- 2) Untuk memulai suatu konversi, pin WR harus diberi *trigger* pulsa *low* "0" dan sesaat kemudian mengembalikan kondisi ke logika *high* "1". Konversi dimulai ketika WR berubah dari logika *low* ke *high*.
- 3) Ketika proses konversi selesai maka pin INTR akan berubah dari kondisi *high* "1" ke *low* "0".
- 4) Saat pin INTR berubah dari "1" menjadi "0" maka pin RD diberi *trigger* pulsa "0" dan pin WR diberi logika "1" maka hasil konversi akan dapat dibaca melalui pin DB0 DB7 secara bersamaan.
- 5) Untuk proses terakhir adalah mengembalikan pin RD ke kondisi *high* "1" maka proses konversi data selanjutnya dapat dilakukan.

Rangkaian konversi analog ke digital yang mempergunakan ADC0804 didalam perancangan sistem ini diperlihatkan dalam Gambar 4.5.



Gambar 4.5. Rangkaian ADC0804

Sumber: Perancangan

Pada perancangan ini, ADC0804 harus mengkonversi masukan analog 0 volt sampai 5 volt menjadi keluaran biner. Hasil konversi ADC tersebut mendekati hasil perhitungan. Sesuai dengan persamaan 4-2 resolusi ADC adalah :

Resolusi ADC = 
$$\frac{Vref}{2^n - 1}$$
 ....(4-2)

*Vref* = *Vcc* (tegangan referensi) Dimana,

$$n = \text{bit ADC}$$

Dengan memasukkan data-data yang telah diketahui diatas ke dalam persamaan 4-2, maka:

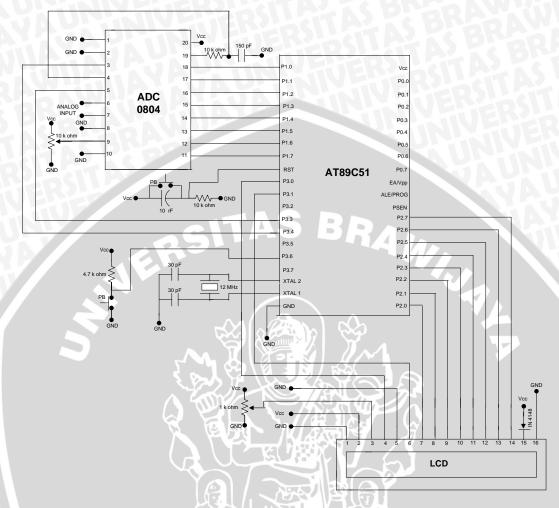
Resolusi ADC = 
$$\frac{Vref}{2^n - 1}$$
  
=  $\frac{5V}{2^8 - 1}$   
=  $\frac{5V}{256 - 1}$   
=  $\frac{5V}{255}$   
= 0,0196 V  
= 19,6 mV

Yang berarti bahwa setiap kenaikan 19,6 mV pada analog input, maka akan terjadi perubahan 1 bit pada output ADC.

# 4.2.4.Rangkaian Interfacing Mikrokontroller AT89C51

Perangkat lunak yang dirancang, dibuat dengan menggunakan bahasa assembler mikrokontroler MCS-51. Pada perancangan perangkat lunak alat pengukur kadar glukosa pada urine ini terdapat dua sistem mikrokontroler yang dihubungkan secara serial. Sistem pertama adalah pada mikrokontroler AT89C51 yang mempunyai fungsi untuk mengatur kerja ADC (*Analog to Digital Conveter*) sebagai pengubah sinyal analog ke bentuk sinyal digital dengan pendekatan sesuai jumlah digit yang digunakan dan sistem kedua mempunyai fungsi sebagai pemberi perintah pada LCD.

Pada mikrokontroler AT89C51 dipasang saklar yang berfungsi sebagai tanda agar program mulai membaca data dari ADC setelah output dari sensor warna berada pada lever tegangan yang konstan. Hal ini dikarenakan setelah sensor warna mengadakan kontak atau pendeteksian pada sampel urine, dan kemudian diubah menjadi tegangan yang konstan memerlukan durasi waktu tertentu. Adapun konfigurasi *interfacing* yang telah didisain dapat dilihat dalam gambar 4.6.

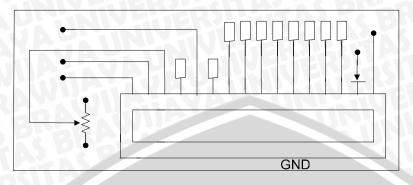


Gambar 4.6. Konfigurasi interfacing AT89C51

Sumber: Perancangan

# 4.2.5. Rangkaian LCD

LCD yang digunakan adalah tipe M1632 (16 kolom x 2 baris). *Bus* data LCD (D0-D7) terhubung dengan port 0 mikrokontroler (P0.0-P0.7). Karena LCD dioperasikan hanya menerima data, maka pin R/W dihubungkan dengan *ground*. RS dihubungkan dengan pin 2.6 dari mikrokontroler. Sedangkan untuk mengaktifkan E (*Enable*) LCD dibutuhkan keluaran dari pin 2.7. Untuk mengatur tingkat kecerahan LCD digunakan resistor variabel 1 k $\Omega$ . Gambar LCD dan konfigurasi pinnya dapat dilihat dalam Gambar 4.7.



Gambar 4.7. Rangkaian LCD Sumber: Perancangan Vcc

# 4.2.6. Perancangan Perangkat Lunak Mikrok MPoler

Perangkat lunak yang dirancang, dibuat dengan menggunakan bahasa assembler mikrokontroler MCS-51. Pada perancangan perangkat lunak alat pengukuran kadar glukosa pada urine terdapat dua sistem mikrokontroler yang dihubungkan secara serial. Sistem pertama adalah pada mikrokontroler AT89C51 yang mempunyai fungsi untuk mengatur kerja ADC (Arallog to Digital Conveter) sebagai pengubah sinyal analog ke bentuk sinyal digital dengan pendekatan sesuai jumlah digit yang digunakan dan sistem kedua mempunyai fungsi sebagai pemberi perintah pada LCD.

Pada mikrokontroler AT89C51 dipasang tombol yang berfungsi sebagai tanda agar program mulai membaca data dari ADC setelah output dari sensor berada pada level tegangan yang konstan. Hal ini dikarenakan setelah sensor mengadakan kontak atau pendeteksian pada warna strips, dan kemudian diubah menjadi tegangan yang konstan memerlukan durasi waktu tertentu.

Adapun diagram alir program yang telah didisain dapat dilihat dalam gambar 4.7.

**Gambar 4.7.** Diagram alir Sistem Utama Perangkat Lunak Sumber: Perancangan

# BAB V PENGUJIAN ALAT

Bab ini berisi penjelasan prosedur pengujian dari alat yang telah dirancang guna mengetahui sistem dapat bekerja dengan baik sesuai dengan perencanaan. Pengujian dilakukan dengan memberikan perubahan pada masukan blok rangkaian dan mengamati keluaran dari blok rangkaian yang diuji tersebut. Dengan demikian pengujian dilakukan dengan proses pengujian masing-masing modul terpisah dan kemudian dilakukan pengujian secara menyeluruh dan terintegrasi. Data hasil pengujian yang diperoleh nantinya akan dianalisis untuk dijadikan acuan dalam mengambil kesimpulan. Pengujian dilakukan pada tiaptiap blok sistem. Adapun blok-blok yang diuji adalah:

- 1) Pengujian rangkaian sensor OPT101
- 2) Pengujian rangkaian pengkondisi sinyal
- 3) Pengujian rangkaian Analog to Digital Conveter
- 4) Pengujian rangkaian secara keseluruhan

# 5.1. Pengujian Rangkaian Sensor OPT101

# **5.1.1.** Tujuan

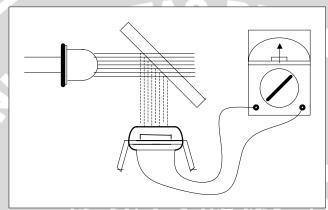
Pengujian rangkaian sensor warna yang menggunakan OPT101 bertujuan untuk mengetahui performa sensor OPT101 terhadap radiasi cahaya yang masuk ke photodiode, cahaya yang digunakan berupa cahaya berwarna merah.

# 5.1.2. Peralatan pengujian

- Power supply +12 V
- Regulator Power Supply
- Glucotest Strips
- Modul OPT101
- LED warna merah
- Kabel secukupnya
- Multimeter digital tipe YF-3502

# 5.1.3. Prosedur Pengujian

- Menyusun rangkaian modul sensor OPT 101 seperti pada Gambar 5.1.
- Memberikan tegangan +12 V sebagai tegangan *supply* sensor OPT 101.
- Menyalakan LED dengan regulator power supply.
- Setelah semuanya terhubung maka kita dekatkan LED pada *stips* dengan arah siku-siku terhadap sensor, kemudian kita lihat responnya pada multimeter dan dicatat tegangan keluaran (*output*) dari tiap *strips*.



**Gambar 5.1.** Blok diagram pengujian sensor OPT101

# 5.1.4. Hasil Pengujian

Tabel 5.1. Hasil Pengambilan Data Tegangan Keluaran Sensor OPT101

	Kadar Pengujian ke-n						Rata- rata	
No.	Glukosa	Warna strips	4	(volt)				
3.	(mg/dL)	\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\		2	3	4	(volt)	
1	0		5,05	5,04	5,05	5,06	5,05	
2	100		5,35	5,35	5,36	5,34	5,35	
3	250		5,46	5,44	5,45	5,45	5,45	
4	500		5,72	5,71	1.7EC	5,75	5,73	
5	1000	7 6	6,05	6,02	6,03	6,07	6,05	

Sumber: Pengujian

SENSOR OPT 101 GLUC ST

**BRAWIJAY** 

# 5.2. Rangkaian Pengkondisi Sinyal

## **5.2.1.** Tujuan

Pengujian rangkaian pengkondisi sinyal bertujuan untuk menguatkan sinyal output dari sensor menjadi 3,33 kali lipat, sehingga dapat diterima oleh analog to digital converter (ADC).

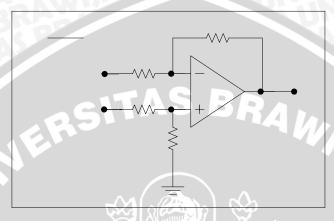
## 5.2.2. Peralatan pengujian

- *Power supply* +12 V
- Regulator Power Supply
- Kabel secukupnya
- Modul OPT101
- Multimeter digital tipe YF-3502

## 5.2.3. Prosedur Pengujian

- Menyusun rangkaian penguat differensial seperti pada gambar 5.3.
- Memberikan tegangan Vsupply +12 V sebagai tegangan supply Op-Amp.

- Memberikan *input* per *step* sesuai dengan keluaran sensor OPT101 dengan menggunakan *regulator power supply*.
- Setelah semuanya terhubung maka kita ON-kan power supply.
- Kemudian kita amati tegangan yang keluar dari Op-Amp dan catat hasilnya untuk tiap *step* diatas.



Gambar 5.3. Rangkaian Pengkondisi Sinyal

# 5.2.4. Hasil Pengujian

Tabel 5.2. Hasil Pengujian Rangkaian Pengkondisi Sinyal

Vcc

No.	Kadar Glukosa	Vin	Vout	%	
	(mg/dL)	(mg/dL) (volt) pengukuran perhitungan		Kesyarja <u>h</u> ang 55 V	
1.	0	5,05	2,12	1,66	0,27
2.	100	5,35	2,50	2,66	0,06
3.	250	5,45	3,33	2,99	0,11
4.	500	5,73	3,94	3,93	V/20≔ Output Sensor
5.	1000	6,05	4,67	4,99	0,06

Sumber: Pengujian

# 5.3. Pengujian Analog to Digital Converter (ADC)

# 5.3.1. Tujuan

Pengujian rangkaian *analog to digital converter* bertujuan untuk mengubah nilai sinyal analog menjadi data digital untuk ditampilkan dalam bentuk LED 8 bit.

3 K d

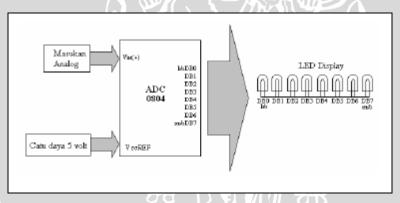
3 K c

## 5.3.2. Peralatan pengujian

- Power supply  $\pm 5 \text{ V}$
- Regulator Power Supply
- Kabel secukupnya
- Board 8 x LED
- Multimeter digital tipe YF-3502

# 5.3.3. Prosedur Pengujian

- Menyusun rangkaian ADC0804 seperti pada gambar 5.4.
- Memberikan tegangan Vsupply +5 V sebagai tegangan referensi ADC.
- Memberikan input dari regulator power supply.
- Setelah semuanya terhubung maka kita ON-kan *power supply*.
- Kemudian kita amati setiap perubahan *input* tegangan, maka LED sebagai indikator konversi menyala berubah sesuai dengan perubahan nilai *input*.



Gambar 5.4. Blok diagram pengujian rangkaian ADC

# 5.3.4. Hasil Pengujian

Tabel 5.3. Hasil pengujian output ADC0804

No.	Input (volt)	Keluar	Kesalahan	
AH	iiA!!AV	Teori	Pengamatan	(bit)
1.	0,000	00000000	00000000	0
2.	0,019	00000000	00000001	1

3.	0,039	00000001	00000010	1
4.		0000001	0000011	1
2.4	0,058			
5.	0,078	00000011	00000100	1
6.	0,098	00000101	00000101	0
7.	0,117	00000101	00000110	1
8.	0,137	00000110	00000111	1
9.	0,156	00000111	00001000	1
10.	0,196	00001010	00001010	0
11.	0,313	00001111	00001111	0
12.	0,067	00011110	00011111	1
13.	1,234	00111110	00111111	1
14.	2,175	01101110	01101111	1
15.	2,486	01111110	01111111	7.1
16.	2,822	10001111	10010000	1
17.	3,116	10011110	10011111	1
18.	3,430	10101111	10101111	0
19.	3,450	10110000	10110000	0
20.	3,734	10111110	10111111	1
21.	3,920	11001000	11001000	0
22.	4,057	11001110	11001111	1
23.	4,135	11010010	11010011	0
24.	4,155	11010011	11010100	1
25.	4,370	11011110	11011111	1
26.	4,490	11100101	11100101	0
27.	4,586	11101001	11101010	1
28.	4,680	11011111	11011111	0
29.	4,700	11101111	11110000	1
30.	4,860	11110111	11111000	1
Sumbor	Penguiian	AVPIAII		<del>105117</del>

Sumber: Pengujian

No.	Kadar Glukosa	Keluar	Kesalahan	
	(mg/dL)	Teori	Pengamatan	(bit)
1.	0	00101011	00101011	0
2.	100	10000001	10000000	1-1
3.	250	10101110	10101111	1
4.	500	11001100	11001011	1

11110001

11110001

0

**Tabel 5.4.** Hasil pengujian sensor pada ADC0804

Sumber: Pengujian

5.

# 5.4. Pengujian Rangkaian Secara Keseluruhan

1000

#### **5.4.1.** Tujuan

Pengujian rangkaian secara keseluruhan digunakan mengambil data dari sensor yang digunakan untuk menampilkan input menjadi tampilan data pada LCD.

#### 5.4.2. Peralatan pengujian

- Rangkaian sensor OPT101
- Rangkaian ADC0804
- Rangkaian Op-Amp
- Mikrokontroller AT89C51
- Kabel secukupnya
- Strips test urine
- Multimeter digital tipe YF-3502

## **5.4.3. Prosedur Pengujian**

- Memasang semua kabel penghubung seperti pada perancangan perangkat keras.
- Memberikan tegangan supply untuk semua rangkaian.
- Menyiapkan strips test urine yang akan dites.
- Setelah semuanya terhubung maka kita ON-kan power supply dan menjalankan program mikrokontroller.

AVV.

- Masukkan *strips test* urine pada tempat yang telah dibuat.
- Kemudian kita amati hasil pengukuran pada layar LCD, selanjutnya gantilah *strips test* dengan yang lainnya. Setiap pergantian *strips test* urine dengan warna yang berbeda-beda maka *display* LCD akan menampilkan data yang berbeda pula.

# 5.4.4. Hasil Pengujian

Berdasarkan tabel dibawah ini dapat dilihat prosentase *error* yang ditampilkan oleh data pada pembacaan pada *display* LCD dengan data referensi pembacaan tiap *strips* (dalam hex).

**Tabel 5.5.** Hasil perbandingan data pada LCD dengan data referensi

	Kadar		%					
No	Glukosa		Pen	Rata-	Kesalahan			
	(mg/dL)	1	2	3 =	4 4	^5	rata	
1	0	0	-0	0	0	05	0	0
2	100	100	100	_ 100	100	100	100	0
3	250	250	250	250	250	250	250	0
4	500	500	500	500	500	500	500	0
5	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	0

Sumber: Pengujian

BRAWIJAYA

# BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi kesimpulan dan saran dari perencanaan dan pembuatan alat pengukuran kadar glukosa pada urine.

# 6.1. Kesimpulan

Hasil dari perancangan dan pembuatan alat pengukuran kadar glukosa pada urine dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

- 1. Alat pendeteksi ini bekerja berdasarkan data dari sensor OPT 101 yang dapat mendeteksi perubahan warna yang terjadi pada *glucotest strips* yang telah dicelupkan pada sampel urine. Perubahan warna yang dapat dideteksi alat ini mempunyai panjang gelombang antara 450 nm 700 nm.
- Output alat pengukuran kadar glukosa pada urine ini berupa tampilan pada LCD yang menunjukkan tingkatan kadar glukosa yang terkandung pada urine dalam suatu nilai 0 mg/dL, 100 mg/dL, 250 mg/dL,dan 500 mg/dL, serta 1000 mg/dL.
- 3. Prosentase kesalahan rata-rata berdasarkan pegujian alat secara keseluruhan yang telah dilakukan adalah 0 %.
- 4. Dari hasil pengujian yang meliputi pengujian perangkat keras dan perangkat lunak diketahui bahwa alat dapat beroperasi sesuai dengan perencanaan dan spesifikasi yang telah ditentukan.

#### 6.2. Saran

Dalam perancangan dan pembuatan alat pengukuran kadar glukosa pada urine ini terdapat beberapa hal yang dapat dikembangkan untuk disempurnakan. Hal tersebut dapat berupa:

Perbaikan pada bagian mikrokontroller AT89C51 harus disertai data yang lengkap, sehingga data refarensi semakin banyak.

2. Perlu adanya penelitian lebih mendalam dalam pembacaan *glucotest strips* dengan didukung sampel data yang proporsional dan sangat beragam jenisnya.



#### DAFTAR PUSTAKA

- \_\_\_\_\_\_\_,2001, stanbio Glucosa LiquiColor, www.stanbio.com \_\_\_\_\_\_\_,Urinalysis, www.oshu.edu/som-Pathology/POC/testgroups
- Aswan, 2004, Operational Amplifier, www.electroniclab.com
- ATMEL Corp. 1997. "8-Bit Microcontroller with 4 kbytes Flash AT89C51".

  ATMEL. <a href="http://www.atmel.com/index.html">http://www.atmel.com/index.html</a>
- Budiman, 2001, Urinalisis, Malang, Bagian Patologi Klinik Fakultas Kedokteran Universitas Brawijaya.
- Coughlin, Robert F. and Frederick F. Driscoll. 1983. *Penguat Operasional dan Rangkaian Terpadu Linear*. Edisi Kedua. Terjemahan Herman Widodo Soemitro. Jakarta: Erlangga.
- Malvino, Albert Paul, 1996. Prinsip-Prinsip Elektronika, Edisi ketiga, Alih bahasa: Hanapi Gunawan, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Muhaimin, 2001, Teknologi Penerangan, Malang: Politeknik Negeri Malang.
- Nalwan, Paulus Andi. 2003. *Panduan Praktis Teknik Antarmuka dan Pemrograman Mikrokontroler AT89C51*, Penerbit Elex Media Komputindo, Jakarta.
- Prihatna, Tri Endra. 2002. *Alat Penganalisa Kadar Glukosa Pada Urin*, Malang: Teknik Elektro Universitas Brawijaya.
- Putra, Agfianto Eko. 2002. *Belajar Mikrokontroler AT89C51/52/55 Teori dan Aplikasi*, Penerbit Gava Media, Yogyakarta.
- Seiko Instruments Inc. 1987. Liquid Crystal Display Module M1632 User Manual. Japan.