PERANCANGAN PENGUKUR *OPTICAL DENSITY* BAKTERI *LACTOBACILLUS PLANTARUM* DAN STATER YOGURT (*LACTOBACILLUS PLANTARUM DAN STREPTOCOCCUS THERMOPHILLUS*)

SKRIPSI

Diajukan Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan

Memperoleh Gelar Sarjana Teknik

Disusun Oleh:

SORAYA NORMA MUSTIKA

NIM. 105060301111019 – 63

KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN NASIONAL

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

FAKULTAS TEKNIK

MALANG

2014

LEMBAR PERSETUJUAN

PERANCANGAN PENGUKUR *OPTICAL DENSITY* BAKTERI *LACTOBACILLUS PLANTARUM* DAN STATER YOGURT (*LACTOBACILLUS PLANTARUM DAN STREPTOCOCCUS THERMOPHILLUS*)

SKRIPSI

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

Diajukan Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik

Disusun Oleh:

SORAYA NORMA MUSTIKA

NIM. 105060301111019 - 63

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

Pembimbing 1	Pembimbing 2
Ir. Ponco Siwindarto, M.Eng.Sc	**Dian Widya Ningtyas, STP.,MP**
NIP. 19590304 198903 1 001	NIP. 19810713 200501 2002

LEMBAR PENGESAHAN

PERANCANGAN PENGUKUR *OPTICAL DENSITY*
BAKTERI *LACTOBACILLUS PLANTARUM* DAN STATER YOGURT
(*LACTOBACILLUS PLANTARUM DAN STREPTOCOCCUS THERMOPHILLUS*)

SKRIPSI

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

Disusun Oleh:

SORAYA NORMA MUSTIKA

NIM. 105060301111019 - 63

Skripsi ini telah diuji dan dinyatakan lulus pada
tanggal 8 Juli 2014

MAJELIS PENGUJI

Ir Nanang Sulistyanto,MT	**Ir Nurussa'adah,MT**
NIP. 19700113 199403 1 002	**NIP.19680706 199203 2 001**

Ir.M.Julius St.,MS
NIP. 19540720 198203 1 002
Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Elektro

M. Aziz Muslim, ST., MT., Ph.D
NIP. 19741203 200012 1 001

PENGANTAR

Subhanallah, Alhamdulillah, puji syukur ke hadirat Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya dan perkenan-Nya penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini.

Karya ini tidak mungkin selesai tanpa restu dan dukungan dari berbagai pihak. Untuk itu penulis mengucapkan terima kasih sedalam-dalamnya yang tidak terhingga kepada:

1. Kedua orang tua penulis, Moedji Widodo dan Eko Noerhayati atas asuhan,kasih sayang, dorongan dan doa restunya sehingga penulis dapat menuntut ilmu sampai jenjang sarjana
2. Ir. Ponco Siwindarto, M.Eng.Sc sebagai pembimbing pertama dan Dian Widya Ningtyas, STP.,MP sebagai pembimbing kedua, di tengah kesibukan beliau berdua selalu memberikan waktu untuk diskusi dengan tulus, sabar memberikan masukan yang sungguh berharga
3. Ketua Laboruturium UNISMA atas semua bantuan yang diberikan dalam pengerjaan skripsi ini, dan staf di lingkup Laboraturium pusat UNISMA.
4. Para Dosen Pengajar Program Studi Teknik Elektro Universitas Brawijaya, yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu yang telah memberikan bekal ilmu pada penulis dalam menyelesaikan studi
5. Kepada adik tersayang Nehru Khrisna Mahendra atas pengertian, dorongan, dukungan serta penulis dapat menyelesaikan studi
6. Keluarga DKJ, Sahabat-sahabat Magnet'10, kakak serta adik yang terlibat di semua lingkup kegiatan penulis yang tidak bisa disebut satu persatu selalu memberikan dukungan dan semangat tak hentinya selama penulis mengerjakan skripsi

Akhir kata, mohon maaf jika ada ada yang tidak berkenan

Malang, Juni 2014

Penulis

DAFTAR ISI

PENGANTAR ..... **i**

DAFTAR ISI ..... **ii**

DAFTAR GAMBAR ..... **v**

DAFTAR TABEL ..... **vi**

RINGKASAN ..... **vii**

BAB I PENDAHULUAN **1**

1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 2
1.3 Tujuan 2
1.4 Ruang Lingkup 2
1.5 Sistematika Penulisan 3

BAB II TINJAUAN PUSTAKA **4**

2.1 Optical Density 4
2.2 Spektrofotometer 8
2.3 Hukum Lambert Beer 6
2.4 LED 7
2.5 Sensor Fotodioda 8
2.6 Pengubah Arus ke Tegangan 9
2.7 Penguat Pembalik 9

2.8 Mikrokontroller AVR ATMEGA 8 10
2.9 LCD 16 X 2 15

BAB III METODE PENELITIAN 17

3.1 Studi Literatur 18
3.2 Perencanaan Alat 18
3.3 Pembuatan Alat 18
3.4 Metode Pengujian 19
3.5 Pengambilan Kesimpulan 20

BAB IV PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT 21

4.1 Spesifikasi Alat 21
4.2 Diagram Blok Rangkaian 22
4.3 Prinsip Kerja 22
4.4 Perencanaan Perangkat Keras dan Perangkat Lunak 22
4.4.1 Perangkat Keras 23
4.4.1.1 Rangkaian Detektor Sensor 24
4.4.1.2 Rangkaian Mikrokontroller 25
4.4.2 Perangkat Lunak 28

BAB V PENGUJIAN ALAT 31

5.1 Pengujian Respon Sensor 31
5.1.1 Tujuan 31
5.1.2 Peralatan 31
5.1.3 Prosedur Pengujian 31
5.1.4 Hasil Pengujian 32
5.2 Pengujian Rangkaian Pengondisi Sinyal 34
5.2.1 Tujuan 34
5.2.2 Peralatan 34
5.2.3 Prosedur Pengujian 34

5.2.4 Hasil Pengujian 34
5.3 Pengujian Mikrokontroller ATMEGA 8 36
5.3.1 Pengujian pada LCD 35
5.3.1.1 Tujuan 35
5.3.1.2 Peralatan 35
5.3.1.3 Prosedur Pengujian 36
5.3.1.4 Hasil Pengujian 37
5.3.2 Pengujian pada MAX 232 37
5.3.2.1 Tujuan 37
5.3.2.2 Peralatan 37
5.3.2.3 Prosedur Pengujian 37
5.3.2.4 Hasil Pengujian 38
5.3.3 Pengujian Rangkaian Keseluruhan 38
5.3.3.1 Tujuan 38
5.3.3.2 Peralatan 38
5.3.3.3 Prosedur Pengujian 39
5.3.3.4 Hasil Pengujian 39

BAB VI PENUTUP 41

6.1 Kesimpulan 41
6.2 Saran 41
DAFTAR PUSTAKA 42

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Pengubah Arus ke Tegangan 9

Gambar 2.2 Penguat Pembalik..... 9

Gambar 2.3 Konfigurasi Pin ATMega 8 11

Gambar 3.1 Diagram Alir Metodologi Penelitian..... 17

Gambar 3.2 Diagram Blok Sistem 19

Gambar 4.1 Diagram Blok Sistem Secara Keseluruhan 22

Gambar 4.2 Rangkaian Detektor Cahaya 23

Gambar 4.3 Rangkaian Mikrokontroller dengan ULN 2803 27

Gambar 4.4 Rangkaian Mikrokontroller dengan LCD 27

Gambar 4.5 Rangkaian Mikrokontroller dengan MAX 232..... 28

Gambar 4.8 Flowchart Program Utama 30

Gambar 5.1 Flowchart Pengujian LCD 36

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Operasi LCD	15
Tabel 2.2	Konfigurasi Pin LCD	15
Tabel 4.1	Konfigurasi I/O Mikrokontroller	26
Tabel 5.1	Hasil Pengujian Tegangan Keluaran Sensor LED Merah	32
Tabel 5.2	Hasil Pengujian Tegangan Keluaran Sensor LED Hijau	33
Tabel 5.3	Hasil Pengujian Tegangan Keluaran Sensor LED Biru	33
Tabel 5.4	Hasil Pengujian Rangkaian Pengondisi Sinyal	35
Tabel 5.5	Hasil Pengujian Rangkaian MAX 232	38
Tabel 5.4	Hasil Pengujian Keseluruhan Sistem	39

RINGKASAN

Soraya Norma Mustika, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Brawijaya, Juli 2014, *Perancangan Perhitungan Bakteri Lactobacillus Plantarum, Stater Yogurt* (*Streptococcus Thermophillus* dan *Lactobacillus Bulgaricus*) *dalam Optical Density.* Dosen Pembimbing : Ponco Siwindarto dan Dian Widya Ningtyas.

Bakteri sudah sering dimanfaatkan oleh banyak orang pada masa ini. Salah satu kegunaan bakteri yang paling sering dipakai adalah untuk fermentasi, fermentasi daging ataupun fermentasi yogurt. Bakteri yang sering digunakan adalah *Lactobacillus Plantarum* yang digunakan untuk fermentasi daging, stater yogurt (*Streptococcus thermophillus* dan *Lactobacillus bulgaricus*) yang digunakan untuk fermentasi yogurt. Dalam pembuatan fermentasi bakteri akan berpengaruh besar dalam menentukan hasil fermentasi. Untuk itulah dibutuhkan Alat penghitung bakteri untuk dapat menghitung jumlah bakteri supaya hasil fermentasi efektif. Salah satu metode perhitungan bakterti adalah spektrofotometri dimana menggunakan sensor *photodiode* yang menangkap cahaya dari LED dan memanfaatkan hukum *Lambert Beer* supaya dapat mengetahui OD (*Optical Density*) dari larutan *Lactobacillus plantarum* dan stater yogurt (*Streptococcus thermophillus* dan *Lactobacillus bulgaricus*). Digunakan pula pengondisi sinyal yakni pengubah arus ke tegangan, dan dapat diproses dengan Mikrokontroller ATMega8. Pada alat ini, hasil akan ditampilkan menggunakan LCD maupun komputer dengan menggunakan MAX 232.

Kata Kunci:Bakteri, Spektrofotometri, *Optical Density*

repository.ub.ac

SUMMARY

Soraya Norma Mustika. Department of Electrical Engineering, Faculty of Engineering, University of Brawijaya, July 2014. Design of Lactobacillus Plantarum Bacteria Calculation, Yoghurt Starter (Streptococcus Thermophillus and Lactobacillus Bulgaricus) in Optical Density. Supervisor: Ponco Siwindarto and Dian Widya Ningtyas.

Bacteria often be used by many people today. One of the bacteria usage is for fermentation, meat fermentation or yoghurt fermentation. The often be used bacteria is *lactobacillus plantarum* that be used for meat fermentation, yoghurt starter (streptococcus thermophillus and lactobacillus bulgaricus) that is used for yoghurt fermentation. For that, it needs bacteria calculator that able to calculated bacteria amount so the fermentation become effective. One of bacteria calculation method is spectrophotometry that uses photodiode sensor that catch the light from LED and use the Lambert beer law to know the OD (optical density) from the lactobacillus plantarum liquid and yoghurt starter (streptococcus thermophillus and lactobacillus bulgaricus). It is also be used the signal conditioning that is the converter of current to voltage, and can be processed by Microcontroller ATMega8. At the device, it will be displayed at LCD or computer by using MAX 232.

Keywords: bacteria, spectrophotometry, optical density.

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Fermentasi adalah proses secara aerob maupun anaerob yang menghasilkan berbagai produk dengan melibatkan aktivitas mikrobater kontrol. Proses fermentasi melibatkan aktivitas mikrobater kontrol yang umumnya disebut stater. Setiap fermentasi membutuhkan bakteri yang berbeda-beda. Salah satu bakteri yang sering digunakan dalam proses fermentasi adalah bakteri *Lactobacillus plantarum* yang digunakan untuk fermentasi daging, stater yogurt (*Streptococcus thermophillus* dan *Lactobacillus bulgaricus*) .

Stater adalah bibit pembuatan produk fermentasi. Untuk membuat hasil fermentasi menjadi lebih optimal dan lebih cepat, maka dalam proses fermentasi diperlukan kultur stater yang tepat. Tepat disini diartikan bahwa stater dikondisikan secara maksimal. Pengondisian stater dapat dilakukan dengan berbagai cara, antara lain membuat kultur stater basah atau pembuatan kultur stater kering.

Salah satu indikasi hasil kultur stater berhasil atau tidak adalah mengukur jumlah banyaknya bakteri yang dihasilkan dari proses pengondisian pembuatan stater. Dengan kata lain, keberhasilan pembuatan kultur stater dapat dilihat perlakuan yang dilakukan apakah menghasilkan jumlah bakteri yang mencukupi untuk digunakan dalam fermentasi atau tidak. Dengan begitu perlu adanya alat yang dapat mengetahui jumlah bakteri yang dihasilkan oleh perlakuan ataupun pengondisian yang dilakukan. Untuk industri produk fermentasi seperti unit kecil menengah jarang menggunakan alat penghitung bakteri untuk memaksimalkan hasil fermentasi yang dibuat karena alat tersebut sangat mahal, sehingga uji coba bakteri masih menggunakan cara-cara manual, bahkan tidak dihitung baktri yang terkandung.

Melihat kendala yang dihadapi oleh kalangan industri fermentasi menengah kebawah tadi, perlu dirancang alat dengan metode lain yang dapat menghitung bakteri hasil pembuatan kultur stater. Perancangan alat ini memanfaatkan metode

spektrofotometri. Dengan metode interaksi tersebut dapat mengetahui banyaknya bakteri yang dihasilkan pada perlakuan pembuatan kultur tanpa merusak bakteri.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut :

1. Bagaimana merancang dan membuat perangkat penghitung bakteri *Lactobacillus plantarum,* stater yogurt (*Streptococcus thermophillus* dan *Lactobacillus bulgaricus*) dengan metode spektrofotometri.
2. Bagaimana merancang dan membuat rangkaian pengubah arus ke tegangan yang mengubah dan menguatkan arus keluaran dari sensor menjadi tegangan.
3. Bagaimana menampilkan hasil pengukuran bakteri oleh sensor dengan menggunakan modul LCD
4. Bagaimana menampilkan hasil pengukuran bakteri pada komputer dengan menggunakan modul MAX 232

1.3 Tujuan

Tujuan penulisan skripsi ini adalah merancang alat yang dapat digunakan untuk menghitung bakteri *Lactobacillus plantarum,* stater yogurt (*Streptococcus thermophillus* dan *Lactobacillus bulgaricus*) dalam *Optical Density*.

1.4 Ruang Lingkup

Mengacu pada permasalahan yang ada pada alat penghitung bakteri, permasalahan dibatasi dalam beberapa hal yaitu:

1. Metode pengukuran yang digunakan adalah absorpsi spektofotometri
2. Parameter keberhasilan adalah kemampuan untuk menghitung jumlah bakteri dalam satuan *optical density.*

1.5 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan yang digunakan dalam penyusunan skripsi sebagai berikut:

BAB I Pendahuluan

Menjelaskan latar belakang, rumusan masalah, tujuan, pembatasan masalah, metodologi pembahasan, dan sistematika pembahasan

BAB II Tinjauan Pustaka

Membahas teori dasar penunjang perancangan dan pembuatan alat

BAB III Metodologi Penelitian

Berisi tentang metode penelitian, perencanaan alat serta pengujian

BAB IV Perancangan dan Pembuatan Alat

Perancangan alat yang meliputi spesifikasi alat, perencanaan diagram blok serta prinsip kerja alat.

BAB V Pengujian Alat

Memuat hasil pengujian alat

BAB VI Kesimpulan dan Saran

Berisi kesimpulan dari alat yang telah dibuat serta saran untuk penyempurnaan alat selanjutnya

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Optical Density

Mengukur *optical density* adalah metode yang umum untuk menghitung berbagai parameter seperti konsentrasi sel, produksi biomassa atau perubahan morfologi sel. Dalam *optical density* memungkinkan perhitungan secara *realtime*. Analisis dengan cara ini, supaya mempermudah perhitungan , karena secara kontinyu dapat membuat hasil optimal dalam mengendalikan reproduktifitas dalam berbagai fermentasi. Secara umum mengukur *Optical Density* adalah metode umum utuk mengukur konsentrasi zat (Hukum Lambert-Beer), karena absorbansi sebanding dengan konsentrasi spesies yang terserap dalam sampel.

Setiap bakteri memiliki panjang gelombang tertentu yang paling efektif untuk dapat dihitung dengan *optical density*. Bakteri yang digunakan adalah bakteri yang biasa digunakan pada stater yogurt yakni *Lactobacillus bulgaricus* dan *Sterptococcus thermophilus*. *Lactobacillus bulgaricus* dan *Sterptococcus thermophilus* menggunakan panjang gelombang 635 nm (Herve,Luciana, 2007:1). Sedangkan pada fermentasi daging, menggunakan *Lactobacillus plantarum* diukur menggunakan panjang gelombang 600 nm (Sung ko,Jae, 2007:1)

2.2 Spektofotometer

Spektrofotometer sesuai dengan namanya adalah alat yang terdiri dari spektrometer dan fotometer. Spektrometer menghasilkan sinar dari spektrum dengan panjang gelombang tertentu dan fotometer adalah alat pengukuran intensitas cahaya yang ditransmisikan atau yang diabsorbsi. Jadi, spektrofotometer digunakan untuk mengukur energi secara relatif jika energi tersebut ditransmisikan, direfleksikan atau diemisikan sebagai fungsi dari panjang gelombang. Suatu spektrofotometer tersusun dari sumber spektrum tampak yang kontinyu, monokromator, sel pengabsorbsi untuk larutan sampel atau blanko dan suatu alat untuk mengukur perbedaan absorbsi antara sampel dan pembanding.

Spektrum yang diabsorpsi atau tepatnya jumlah absolut spektrum sinar yang terserap oleh suatu senyawa adalah sejumlah sinar yang diserap atau hilang oleh suatu senyawa pada panjang gelombang tertentu. Untuk senyawa berwarna akan memiliki satu atau lebih penyerapan spektrum yang tertinggi di daerah spektrum tampak (400 – 700 nm). Untuk mendapatkan spektrum serapan, angka serapan suatu bahan harus diukur pada panjang gelombang tertentu yang diketahui. Serapan pada daerah tampak dapat dikenali dengan mata telanjang, tetapi teknik yang dipakai pada alat spektrofotometer menggunakan prinsip tegangan listrik yang terbentuk pada sel fotoelektron setara dengan jumlah radiasi yang mengenainya.

Peralatan spektrofotometer terdiri dari :

1. Sumber Radiasi

   Dua sumber radiasi yang digunakan dalam spektrofotometer yang mana di antaranya dapat menyediakan selang panjang gelombang dari 200 nm sampai 800 nm.

   a. Untuk pengukuran di atas 320 nm, sumber radiasi dari bahan tungsten – halogen

   b. Untuk pengukuran di bawah 320 nm, sumber radiasi dari bahan deuterium.

2. Monokromator

   Fungsi dari monokromator adalah untuk menseleksi panjang gelombang sempit yang lewat melalui sel sample (kuvet), dan dalam instrument modern menggunakan kisi difraksi.

3. Sel sampel atau kuvet

   Sel dibuat dari silika untuk sinar ultraviolet atau tampak, dan dari plastik untuk sinar tampak. Umumnya digunakan sel dengan jarak tempuh berukuran 10 mm dan kapasitas 3 sampai 4 cm^3 dari larutan yang ditampung.

4. Detektor

   Fungsi dari detektor adalah untuk menerima radiasi yang jatuh pada permukaan peka dan memberikan sinyal yang proporsional terhadap intensitas radiasi. Ada dua jenis detektor yang digunakan dalam spektrofotometer uv/visibel. Silikon fotodioda

dalam peralatan yang lebih tua.Untuk kepekaan maksimum pada energi rendah dengan tabung fotomultiplier yang digunakan dalam instrumen yang lebih mahal.

5. Hasil keluaran

Dalam instrumen manual diperoleh hasil keluaran secara tetap dari beberapa bentuk yang mana menunjukan transmitansi secara langsung atau digunakan sebagai penunjuk nol dalam sirkuit potensiometri. Potensiometri biasanya dikalibrasi dalam satuan transmitansi dan dalam satuan absorbansi. Instrumen modern lebih digunakan karena mempunyai hubungan keluaran digital pada mikroprosesor yang memberikan nilai absorbansi secara langsung atau dapat dikalibrasi dalam satuan konsentrasi setelah larutan standar diukur

Tahap Menentukan Jumlah Hitung dengan Mengukur *Optical Density* (OD)

1. Membuat pengenceran bertingkat dari stater kultur. Pengenceran yang digunakan adalah ½, ¼ , 1/8 , 1/16, dan 1/32
2. Menandai 5 tabung yang mengandung 5 ml TSB (dengan faktor pengenceran yang digunakan)
3. Mencampur stater kultur dengan baik dengan cara menggoyang bagian dasar tabung bebeapa kali dengan jari telunjuk sedangkan tangan lainnya memegang ujung tabung
4. Memindahkan 5 ml suspensi stater kultur kedalam tabung dengan pengenceran ½, kemudian campur dengan baik
5. Memindahkan 5 ml dari pengenceran ½ ke dalam tabung pengenceran ¼ kemudian campur dengan baik
6. Melakukan hal yang sama untuk memperoleh pengenceran 1/8,1/16, dan 1/32

2.3 Hukum Lambert – Beer

Jika intensitas cahaya I_o pada panjang gelombang tertentu dilewatkan melalui larutan yang mengandung bahan yang mengabsorpsi cahaya dapat diukur dengan detektor. Hukum Lambert – Beer digunakan untuk mengGambarkan absorpsi cahaya pada panjang gelombang tertentu yang diberikan oleh absorpsi spesi dalam larutan :

$$A = -log \frac{I_o}{I} \qquad (2.1)$$

Dengan A adalah absorbansi;1 adalah panjang laluan sinar melalui larutan (cm); c adalah konsentrasi spesi (molal) (Tkachenko,Nikolai, 2006:4)

Umumnya hukum Lambert – Beer berlaku dalam jangka konsentrasi yang lebar jika struktur ion berwarna ataupun nonelektrolit berwarna dalam keadaan terlarut tidak berubah dengan berubahnya konsentrasi. Elektrolit dalam jumlah kecil, yang tidak bereaksi kimia dengan komponen berwarna, biasanya tidak mempengaruhi penyerapan cahaya; elektrolit dalam jumlah besar dapat mengakibatkan bergesernya absorpsi maksimum, dan dapat juga mengubah nilai absorptivitas molar. Penyimpangan biasanya terjadi bila zat terlarut berwarna mengion, berdisosiasi, atau berasosiasi dalam larutan, karena sifat dasar spesies dalam larutan akan berubah-ubah dengan berubahnya konsentrasi. Juga penyimpangan dapat terjadi bila tidak digunakan cahaya monokromatik. Perilaku suatu zat dapat selalu diuji dengan mengalurkan log I_o/I_t ataupun log terhadap konsentrasi : Suatu garis lurus yang melewati titik (0,0) menyatakan kesesuaian dengan hukum itu. Untuk larutan yang tidak mematuhi hukum Lambert–Beer, paling baik adalah dengan membuat suatu kurva kalibrasi dengan menggunakan sederetan standar yang konsentrasinya diketahui dengan tepat.

Sedangkan untuk mengetahui hubungan energi yang telah diabsorbsi dengan panjang gelombang adalah

$$E = \frac{hc}{\lambda} \qquad (2.2)$$

dimana E adalah energi yang telah diabsorpsi , sedangkan h adalah konstanta Planck, c adalah kecepatan cahaya dan yang terakhir λ adalah panjang gelombang (Linton, John. 2000:389).

2.4 LED (*Light Emitting Dioda*)

LED merupakan komponen yang dapat mengeluarkan emisi cahaya. LED merupakan produk temuan lain setelah dioda. Strukturnya sama dengan dioda, tetapi belakangan ditemukan bahwa elektron yang menerjang sambungan p-n juga melepaskan energi panad dan energi cahaya. Karakteristik LED sama dengan karakteristik dioda penyearah. Bedanya jika dioda membuang energi dalam bentuk panas, sedangkan LED membuang energi dalam bentuk cahaya.

Keuntungan menggunakan LED adalah struktur solid, ukurannya kecil, masa pakai tahan lama dan tidak terpengaruh oleh on/off pensaklaran, mudah dipakai dan mudah didapat. Radiasi cahaya yang dipancarkan LED tergantung dari materi dan susunan dioda P-N dan bahan semikonduktor penusun LED itu sendiri. Bahan semikonduktor yang sering digunakan dalam pembuatan LED adalah:

- Gas As (*Galium Arsenide*) meradiasikan sinar inframerah
- Gas As P (*Galium Arsenide Phospide*) meradiasikan warna merah dan kuning
- Ga P (*Galium Phospide*) meradiasikan warna merah dan kuning

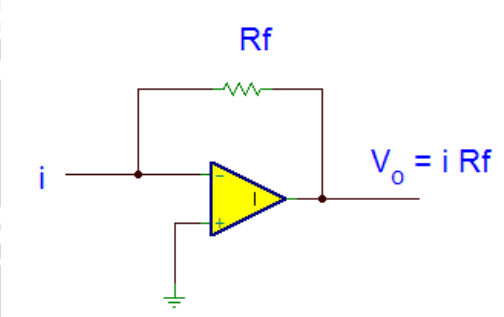
Besar arus I yang melewati LED menentukan intensitas cahaya yang dipancarkan, atau dengan kata lain arus LED menentukan intensitas cahaya yang dipancarkan, atau dengan kata lain arus LED sebanding dengan intensitas cahaya yang dihasilkan. Jika arus yang melewati LED besar, maka intensitas cahaya yang dihasilkan juga terang. Sebaliknya jika arus yang lewat kecil, maka nyala LED akan redup atau LED tidak akan menyala sama sekali.

2.5 Sensor Fotodioda

Detektor cahaya berfungsi untuk mengubah energi cahaya menjadi energi listrik.Detektor cahaya yang digunakan adalah fotodioda. Fotodioda adalah sebuah dioda semikonduktor yang berfungsi sebagai sensor cahaya. Fotodioda memiliki hambatan yang sangat tinggi pada saat dibias mundur. Hambatan ini akan berkurang ketika fotodioda disinari cahaya dengan panjang gelombang yang tepat, sehingga fotodioda dapat digunakan sebagai detektor cahaya dengan memonitoring arus yang mengalir melaluinya.

2.6 Pengubah Arus ke Tegangan

Rangkaian Pengubah arus ke tegangan diperlukan untuk mengubah arus keluaran sensor menjadi tegangan. Rangkaian ini memerlukan arus minimal dan maksimal sensor sehingga akan didapatkan keluaran tegangan dalam orde volt dan tegangan tegangan minimal serta maksimal dari sensor tersebut. Gambar 2.1 menunjukkan rangkaian pengubah arus ke tegangan.

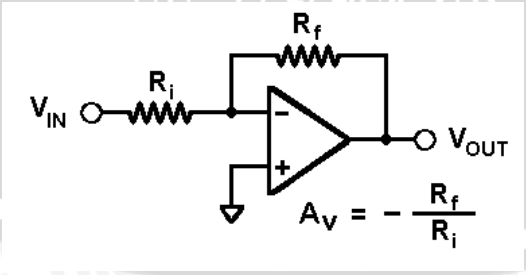


Gambar 2.1 Pengubah Arus ke Tegangan

Sumber: Malvino(1992:715)

2.7 Penguat Pembalik

Tegangan yang dihasilkan detektor cahaya dan dikonversikan oleh pengubah arus ke tegangan terlalu kecil untuk dapat diolah ke subsistem selanjutnya. Untuk itu diperlukan adanya penguat sinyal untuk menghasilkan tegangan tertentu yang dibutuhkan mikrokontroler.Penguat operasional (op-amp) berfungsi untuk menguatkan sinyal keluaran yang dihasilkan detektor cahaya.Rangkaian pembalik merupakan sebuah penguat yang gain-untaian-tertutup-nya dari V_i ke V_o ditentukan oleh R_f, yang dapat memperkuat isyarat AC atau isyarat DC. Gambar 2.2 menunjukkan rangkaian penguat pembalik.



Gambar 2.2 Penguat pembalik

Sumber: Coughlin(1982:37)

Karena ujung Ri yang satu ada di E_i dan yang lain ada di 0 V, penurunan tegangan melalui R_i adalah V_i. Arus I yang melalui R_i didapat dari Hukum Ohm:

$$I = \frac{V_i}{R_i} \tag{2.3}$$

R_i meliputi resistansi dari pembangkit isyaratnya. Seluruh masukan I mengalir melalui R_t, karena jumlah yang dialirkan oleh terminal masukan(-) nya dapat diabaikan. Penurunan tegangan yang melalui R_f adalah I(R_f) (Coughlin,1982:33), atau

$$V_{rf} = Ix\, R_f = \frac{V_i}{R_i} R_f \tag{2.4}$$

Salah satu ujung R_f dan satu ujung R_l beban telah dihubungkan. Tegangan dari hubungan ini ke ground adalah V_o. Ujung R_f dan R_l yang lain berada pada potensial ground. Karenanya, V_o menyamai V_{rf} (tegangan melalui R_f). Untuk memperoleh polaritas V_o, dilihat dari ujung kiri dari R_f, memaksa ujung kanan R_f menjadi negatif. Karenanya, jika V_o negatif bila E_i positif. Sekarang dengan menyamakan V_o menjadi negatif bila Ei menjadi positif, didapatkan:

$$V_o = -V_i \frac{V_f}{R_i} \tag{2.5}$$

Dengan memasukkan definisi bahwa gain untian tertutup dari penguat tersebut sebaai A_{CL} persamaannya adalah sebagai berikut:

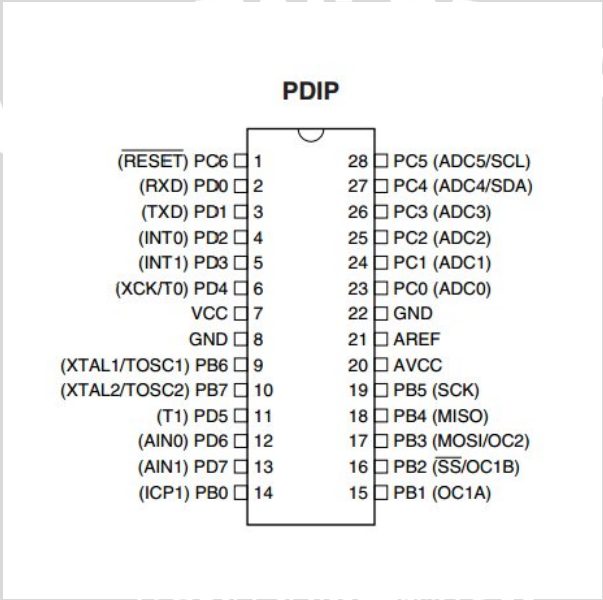
$$A_{CL} = \frac{V_o}{V_i} = -\frac{R_f}{R_i} \tag{2.6}$$

(Coughlin,1982:34)

2.8 Mikrokontroler AVR Atmega8

AVR merupakan salah satu jenis mikrokontroler yang di dalamnya terdapat berbagai macam fungsi.Perbedaannya pada mikrokontroller yang pada umumnya digunakan seperti MCS51 adalah pada AVR tidak perlu menggunakan *oscillator* eksternal karena di dalamnya sudah terdapat internal *oscillator*. Selain itu kelebihan dari AVR adalah memiliki *Power-On Reset*, yaitu tidak perlu ada tombol reset dari luar karena cukup hanya dengan mematikan *supply*, maka secara otomatis AVR akan melakukan *reset*. Untuk beberapa jenis AVR terdapat beberapa fungsi khusus seperti ADC, EEPROM sekitar 128 *byte* sampai dengan 512 byte. AVR ATmega8 adalah

mikrokontroler CMOS 8-*bit* berarsitektur AVR RISC yang memiliki 8 K *byte in-System Programmable Flash*. Mikrokontroler dengan konsumsi daya rendah ini mampu mengeksekusi instruksi dengan kecepatan maksimum 16MIPS pada frekuensi 16 MHz. Jika dibandingkan dengan ATmega8L perbedaannya hanya terletak pada besarnya tegangan yang diperlukan untuk bekerja. Untuk ATmega8 tipe L, mikrokontroler ini dapat bekerja dengan tegangan antara 2,7 - 5,5 V sedangkan untuk ATmega8 hanya dapat bekerja pada tegangan antara 4,5 – 5,5 V. Konfigurasi pin ATMega 8 ditunjukkan pada Gambar 2.3



Gambar 2.3 Konfigurasi Pin ATMega 8

Sumber**:** Atmel(2013:2)

ATmega8 memiliki 28 Pin, yang masing-masing pin memiliki fungsi yang berbeda-beda baik sebagai port maupun fungsi yang lainnya. Berikut akan dijelaskan fungsi dari masing-masing kaki ATmega8.

- VCC

  Merupakan*supply* tegangan digital.

- GND

  Merupakan ground untuk semua komponen yang membutuhkan grounding.

- Port B (PB7...PB0)

  Didalam Port B terdapat XTAL1, XTAL2, TOSC1, TOSC2. Jumlah Port B adalah 8 buah pin, mulai dari pin B.0 sampai dengan B.7. Tiap pin dapat digunakan sebagai *input* maupun *output*. Port B merupakan sebuah 8-bit *bi-*

directional I/O dengan internal pull-up resistor. Sebagai *input,* pin-pin yang terdapat pada port B yang secara eksternal diturunkan, maka akan mengeluarkan arus jika *pull-up* resistor diaktifkan. Khusus PB6 dapat digunakan sebagai *input* Kristal (*inverting oscillator amplifier*) dan *input* ke rangkaian *clock* internal, bergantung pada pengaturan *Fuse bit* yang digunakan untuk memilih sumber *clock*. Sedangkan untuk PB7 dapat digunakan sebagai *output* Kristal (*output oscillator amplifier*) bergantung pada pengaturan *Fuse bit* yang digunakan untuk memilih sumber *clock*. Jika sumber clock yang dipilih dari *oscillator internal*, PB7 dan PB6 dapat digunakan sebagai I/O atau jika menggunakan *Asyncronous Timer/Counter2* maka PB6 dan PB7 (TOSC2 dan TOSC1) digunakan untuk saluran *inputtimer*.

- Port C (PC5…PC0)

  Port C merupakan sebuah 7-*bit bi-directional* I/O port yang di dalam masingmasing pin terdapat *pull-up* resistor. Jumlah pin nya hanya 7 buah mulai dari *pin* C.0 sampai dengan *pin* C.6. Sebagai keluaran/*output port* C memiliki karakteristik yang sama dalam hal menyerap arus (*sink*) ataupunmengeluarkan arus *(source*).

- RESET/PC6

  Jika RSTDISBL *Fuse* diprogram, maka PC6 akan berfungsi sebagai *pin* I/O. *Pin* ini memiliki karakteristik yang berbeda dengan *pin-pin* yang terdapat pada *port* C lainnya. Jika RSTDISBL *Fuse* tidak diprogram, maka pin ini akan berfungsi sebagai input reset. Jika *level* tegangan yang masuk ke pin ini rendah dan pulsa yang ada lebih pendek dari pulsa minimum, maka akan menghasilkan suatu kondisi reset meskipun *clock*-nya tidak bekerja.

- Port D (PD7…PD0)

  Port D merupakan 8-*bit bi-directional* I/O dengan internal *pull-up* resistor. Fungsi dari port ini sama dengan port-port yang lain.Hanya saja pada port ini tidak terdapat kegunaan-kegunaan yang lain. Pada *port* ini hanya berfungsi sebagai masukan dan keluaran saja atau biasa disebut dengan I/O.

- AVcc

  Pin ini berfungsi sebagai *supply* tegangan untuk ADC. Untuk *pin* ini harus dihubungkan secara terpisah dengan VCC karena *pin* ini digunakan untuk analog saja. Bahkan jika ADC pada AVR tidak digunakan tetap saja disarankan untuk

menghubungkannya secara terpisah dengan VCC. Jika ADC digunakan, maka AVcc harus dihubungkan ke VCC melalui *low passfilter*.

- AREF

  Merupakan pin referensi jika menggunakan ADC. Pada AVR status registermengandung beberapa informasi mengenai hasil dari kebanyakan hasil eksekusi instruksi aritmatik. Informasi ini digunakan untuk altering arus program sebagai kegunaan untuk meningkatkan performa pengoperasian. Register ini di-*update* setelah operasi ALU (*Arithmetic LogicUnit*) hal tersebut seperti yang tertulis dalam *datasheet* khususnya pada bagian *Instruction Set Reference*.Dalam hal ini untuk beberapa kasus dapat membuang penggunaan kebutuhan instrukasi perbandingan yang telah didedikasikan serta dapat menghasilkan peningkatan dalam hal kecepatan dan kode yang lebih sederhana dan singkat.Registerini tidak secara otomatis tersimpan ketika memasuki sebuah rutin interupsi dan juga ketika menjalankan sebuah perintah setelah kembali dari interupsi. Namun hal tersebut harus dilakukan melalui *software*.

Blok diagram ATMega

- Bit 7(I)

  Merupakan *bit Global Interrupt Enable*. *Bit* ini harus di-set agar semua perintah interupsi dapat dijalankan. Untuk perintah interupsi individual akan di jelaskan pada bagian yang lain. Jika bit ini di-*reset*, maka semua perintah interupsi baik yang individual maupun yang secara umum akan diabaikan. Bit ini akan dibersihkan atau *cleared* oleh *hardware* setelah sebuah interupsi di jalankan dan akan di-*set* kembali oleh perintah RETI. *Bit* ini juga dapat diset dan di-*reset* melalui aplikasi dan intruksi SEI dan CL.

- Bit 6(T)

  Merupakan *bit Copy Storage*. Instruksi bit *Copy Instructions* BLD (*Bit Load*) and BST (*Bit Store*) menggunakan *bit* ini sebagai asal atau tujuan untuk *bit* yang telah dioperasikan. Sebuah *bit* dari sebuah *register* dalam *Register File* dapat disalin ke dalam bit ini dengan menggunakan instruksi BST, dan sebuah *bit* di dalam bit ini dapat disalin ke dalam *bit* di dalam *register* pada *Register File* dengan menggunakan perintah BLD.

- Bit 5(H)

  Merupakan *bit Half Carry Flag*. *Bit* ini menandakan sebuah *Half Carry* dalam beberapa operasi aritmatika. *Bit* ini berfungsi dalam aritmatika BCD.

- Bit 4(S)

  Merupakan *Sign bit*. Bit ini selalu merupakan sebuah ekslusif di antara *Negative Flag* (N) dan *two's Complement Overflow Flag (V).*

- Bit 3(V)

  Merupakan *bit Two's Complement Overflow Flag*. Bit ini menyediakan fungsi aritmatika dua komplemen.

- Bit 2(N)

  Merupakan *bit Negative Flag*. Bit ini mengindikasikan sebuah hasil *negative* di dalam sebuah fungsi logika atai aritmatika.

- Bit 1(Z)

  Merupakan *bit Zero Flag*. Bit ini mengindikasikan sebuah hasil nol "0" dalan sebuah fungsi aritmatika atau logika.

- Bit 0(C)

  Merupakan *bit Carry Flag*. Bit ini mengindikasikan sebuah Carry atau sisa dalam sebuah aritmatika atau logika.

Memori atmega terbagi menjadi tiga yaitu :

1. Memori *Flash*

Memori flash adalah memori ROM tempat kode-kode program berada. Kata flash menunjukan jenis ROM yng dapat ditulis dan dihapus secara elektrik. Memori flash terbagi menjadi dua bagian yaitu bagian aplikasi dan bagian *boot*. Bagian aplikasi adalah bagian kode-kode program apikasi berada. Bagian *boot* adalah bagian yang digunakan khusus untuk *booting* awal yang dapat diprogram untuk menulis bagian aplikasi tanpa melalui *programmer/downloader*, misalnya melalui USART.

2. Memori Data

Memori data adalah memori RAM yang digunakan untuk keperluan program.Memori data terbagi beberapa bagian.32 GPR (*General Purphose Register*) adalah register khusus yang bertugas untuk membantu eksekusi program oleh ALU (*Arithmatich Logic Unit*), dalam instruksi assembler setiap instruksi harus melibatkan GPR. Dalam bahasa C biasanya digunakan untuk variabel global atau nilai balik fungsi dan nilai-nilai yang dapat memperingan kerja ALU. Dalam istilah processor komputer

sahari-hari GPR dikenal sebagai *"chace memory"*.I/O register dan Aditional I/O register adalah *register* yang difungsikan khusus untuk mengendalikan berbagai pheripheral dalam mikrokontroler seperti *pin port, timer/counter, usart* dan lain-lain. Register ini dalam keluarga mikrokontrol MCS51 dikenal sebagi SFR(*Special Function Register*).

3. EEPROM

EEPROM adalah memori data yang dapat mengendap ketika chip mati (*off*), digunakan untuk keperluan penyimpanan data yang tahan terhadap gangguan catu daya.

2.9 LCD 16X2

LCD memanfaatkan silicon atau gallium dalam bentuk kristal cair sebagai pemendar cahaya.Pada layar LCD, setiap matrik adalah susunan dua dimensi piksel yang dibagi dalam baris dan kolom.Dengan demikian, setiap pertemuan baris dan kolom adalah sebuah LED terdapat sebuah bidang datar (*backplane*), yang merupakan lempengan kaca bagian belakang dengan sisi dalam yang ditutupi oleh lapisan elektroda transparan.Dalam keadaan normal, cairan yang digunakan memiliki warna merah. Daerah-daerah tertentu pada cairan akan berubah warnanya menjadi hitam ketika tegangan diterapkan antara bidang datar dan pola elektoda yang terdapat pada sisi dalam lempeng kaca bagian depan. Tabel 2.1 menunjukkan macam-macam operasi LCD.

Tabel 2.1Operasi LCD

Rs	**R/W**	**Operasi**
0	0	Input Inststruksi ke LCD
0	1	Membaca Satus flag(DB_7) dan alamat counter(DB_0 ke DB_6)
1	0	Menulis Data
1	1	Membaca Data

Sumber: Afrie (2011:26)

Tabel 2.2 Konfigurasi Pin LCD

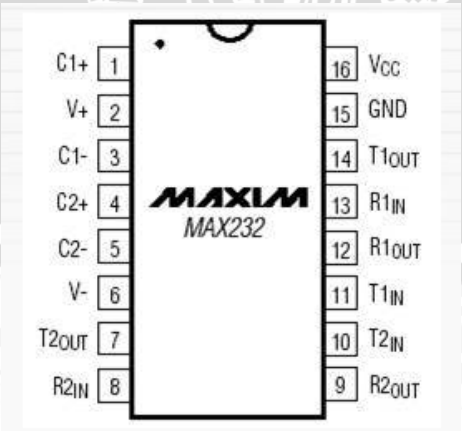
Pin No	**Keterangan**	**Konfigurasi Hubung**
1	GND	Ground
2	VCC	Tegangan+5V_{DC}

3	VEE	Ground
4	RS	Kendali RS
5	RW	Ground
6	E	Kendali E/Enable
7	D0	Bit 0
8	D1	Bit 1
9	D2	Bit 2
10	D3	Bit 3
11	D4	Bit 4
12	D5	Bit 5
13	D6	Bit 6
14	D7	Bit 7
15	A	Anoda(+5V_{DC})
16	K	Katoda(Ground)

Sumber: Afrie(2011:26)

2.10 MAX 232

MAX232 merupakan salah satu jenis IC rangkaian antar muka dual RS-232 transmitter / receiver yang memenuhi semua spesifikasi standar EIA-232-E. IC MAX232 hanya membutuhkan power supply 5V (single power supply) sebagai catu. IC MAX232 di sini berfungsi untuk merubah level tegangan pada COM1 menjadi level tegangan TTL / CMOS. IC MAX232 terdiri atas tiga bagian yaitu dual charge-pump voltage konverter, driver RS232, dan receiver RS232. Konfigurasi pin max 232 terlihat dalam Gambar 2.4

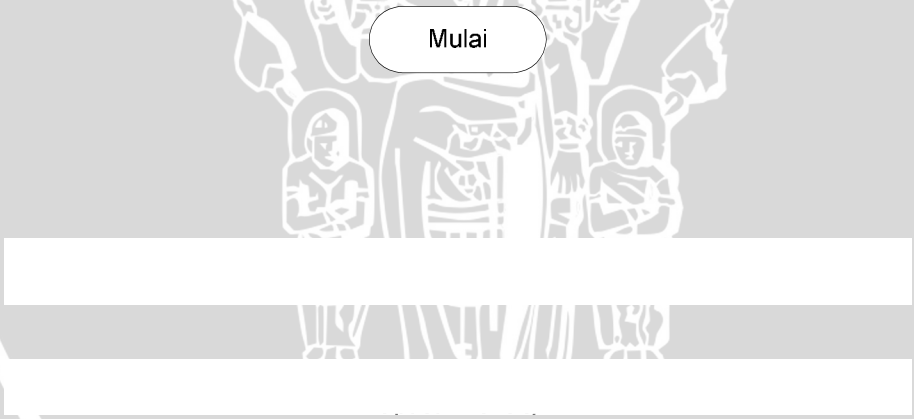


Gambar 2.4 Konfigurasi Pin Max 232

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

Pada bagian ini akan diuraikan metode penelitian yang akan dilakukan pada proses perancangan dan pembuatan perhitungan bakteri *Lactobacillus plantarum,* stater yogurt (*Streptococcus thermophillus* dan *Lactobacillus bulgaricus*) dalam *Optical Density*. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah besarnya tegangan yang dihasilkan. Hasil penelitian yang diharapkan adalah mengidentifikasi jumlah bakteri *Lactobacillus plantarum,* stater yogurt (*Streptococcus thermophillus* dan *Lactobacillus bulgaricus*) dengan menerapkan sistem spektofotometri. Jumlah Bakteri dapat dianalisis dengan mengetahui hubungan antara tingkat kekeruhan yang dihasilkan dari variabel penelitian. Percobaan ini dilakukan terhadap sampel dengan penambahan atau pergantian sampel secara terus menerus. Penelitian diasumsikan dilakukan pada suhu dan tekanan standar yaitu 25˚ C dan tekanan 1 atm. Metodologi penelitian yang digunakan secara umum dalam Gambar 3.1.



3.1 Studi Literatur

Dalam perencanaan sistem ini dilakukan studi literatur yang dibutuhkan untuk mengetahui unjuk kerja dalam perencanaan dan pembuatan alat. Teori yang berkaitan dengan sistem ini dan diperlukan adalah sebagai berikut :

a. Studi tentang sistem spektofotometri
b. Studi tentang rangkaian pengondisi sinyal
c. Studi tentang pengubah arus ke tegangan
d. Studi tentang arsitektur ATMEGA 8
e. Studi tentang arsitektur LCD
f. Studi tentang arsitektur MAX 232
g. Studi tentang rangkaian keseluruhan
h. Pemograman perangkat lunak sistem mikrokontroller ATMEGA 8

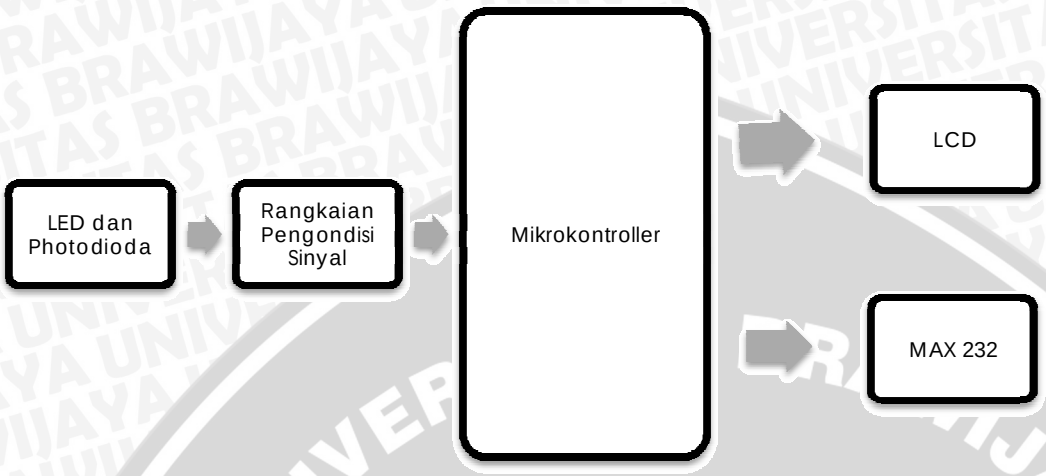
3.2 Perencanaan Alat

Bagian ini menjelaskan perencanaan pengukur jumlah bakteri pada larutan menggunakan ATMEGA 8. Perencanaan dibagi menjadi dua bagian yaitu:

a. Perencanaan Perangkat keras meliputi pemilihan komponen perangkat keras berdasarkan komponen yang ada di pasaran,perancangan komponen
b. Perencanaan Perangkat Lunak dimana menguraikan algoritma dalam perealisasian alat.

Supaya perencanaan berjalan sistematis, perlu dirancang diagram blok yang menjelaskan sistem secara garis besar.

Dalam pembuatan alat, Gambar 3.2 menunjukkan blok diagram sebagai acuan yang akan digunakan nantinya



Gambar 3.2 Diagram Blok Sistem

3.3 Pembuatan Alat

Pembuatan alat dilakukan berdasarkan perencanaan alat yang telah dilakukan. Hal pertama yang dilakukan adalah pembuatan unit rangkaian tiap blok pada *project board* yang kemudian dilakukan pengujian awal. Setelah pengujian awal berhasil, kemudian dilakukan penggabungn antar blok rangkaian dalam *project board*. Setelah blok rangkaian yang digabungkan sesuai dengan perencanaan, tiap rangkaian per blok akan dibuat dalam PCB.

Untuk perancangan tata letak komponen pada PCB, digunakan perangkat lunak eagle 6. Pembuatan program mikrokontroller meliputi penulisan program menggunakan bahasa C++ menggunakan perangkat lunak CV AVR.

3.4 Metode Pengujian

Untuk memastikan sistem dapat bekerja sesuai dengan yang direncanakan maka diperlukan serangkaian pengujian. Hal-hal yang dilakukan dalam pengujian adalah sebagai berikut:

1. Pengujian unit pengukur

   Pengujian ini memiliki tujuan untuk mengetahui kinerja sensor dan fotodioda. Selain itu hasil rangkaian pengubah arus ke tegangan yang dihasilkan unit sensor
2. Pengujian unit pengondisi sinyal

   Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kinerja rangkaian pengondisi sinyal
3. Pengujian antarmuka sistem mikrokontroler ke modul LCD

   Pengujian dilakukan untuk mengetahui tampilan LCD sesuai atau tidak dengan program yang dituliskan ke dalam mikrokontroler
4. Pengujian antarmuka sistem mikrokontroler ke modul MAX 232

   Pengujian dilakukan untuk mengetahui tampilan pada komputer sesuai atau tidak dengan program yang dituliskan ke dalam mikrokontroler
5. Pengujian sistem secara keseluruhan

   Pengujian ini untuk mengetahui alat yang dibuat dapat berkerja dengan baik atau tidak sesuai dengan yang telah direncanakan dan hasilnya akan dibandingkan dengan perhitungan bakteri yang dilakukan di laboraturium

3.5 Pengambilan Kesimpulan

Kesimpulan didapat berdasarkan hasil perealisasian alat penghitung jumlah bakteri pada larutan.

BAB IV

PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT

Perancangan dan pembuatan Alat Pegukur rapat optik bakteri dilakukan secara bertahap meliputi penyusunan blok diagram sistem, pembuatan skema rangkaian, perencanaan sistem optik, rangkaian penguat, rangkaian pengondisi sinyal, rangkaian ADC, rangkaian mikrokontroller, LCD sebagai tampilan, dan penampil pada komputer menggunakan MAX 232.

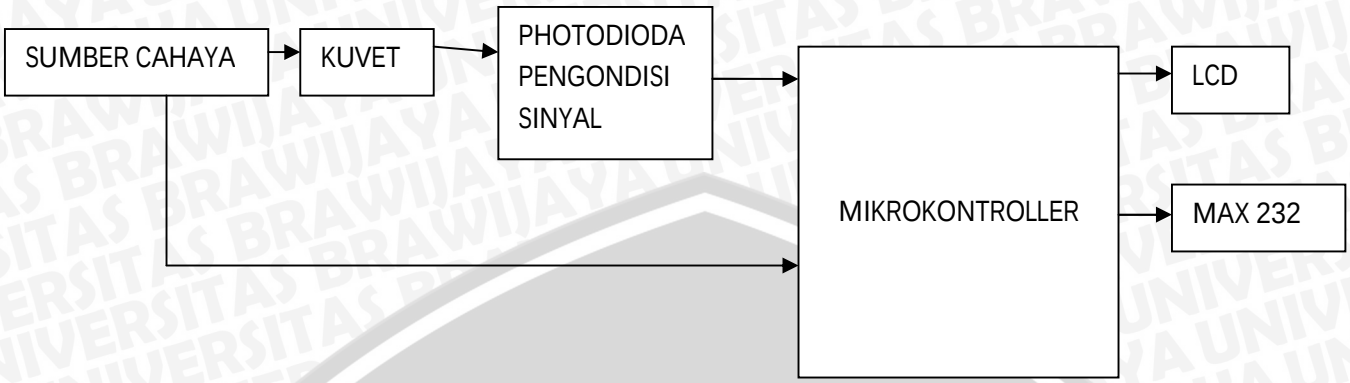
4.1 Spesifikasi Alat

Spesifikasi rangkaian alat diterapkan terlebih dahulu sebagai acuan dalam perancangan spesifikasi alat adalah sebagai berikut :

- Pengukuran *optical density* bakteri didasarkan pada intensitas cahaya setelah melewati sampel kultur basah
- Jangkauan pengukuran *optical density* bakteri antara merah (610 nm-760 nm), hijau(500-570 nm), biru (450-500 nm)
- Sumber cahaya yang digunakan adalah sebuah LED merah, hijau, biru yang juga memiliki spectrum warna dari bakteri
- Sensor cahaya yang digunakan adalah fotodioda silikon

Kalibrasi alat ini dilakukan dengan cara membandingkan keluaran alat uji (berupa tegangan) dengan data laboraturium

4.2 Diagram Blok Rangkaian



Gambar 4.1 Diagram blok sistem secara keseluruhan

4.3 Prinsip Kerja

Sumber cahaya memancarkan cahaya yang sesuai dengan spektrum warna larutan yang mengandung bakteri. Cahaya tersebut selanjutnya akan diteruskan oleh sampel sehingga akan diterima oleh sensor fotodioda. Resistansi fotodioda berubah seiring dengan perubahan warna larutan yang mengandung bakteri yang akan menghasilkan arus saat diberi teganganVcc. Sensor fotodioda mengubah besaran cahaya menjadi arus yang akan diubah menjadi tegangan oleh rangkaian pengubah arus ke tegangan. Kemudian tegangan tersebut dikuatkan dan disesuaikan oleh rangkaian pengondisi sinyal agar memenuhi tegangan masukan sesuai yang dapat diterima oleh mikrokontroler. Hasilnya akan diproses oleh mikrokontroler yang juga mengubah menjadi bentuk angka dalam satuan OD (*Optical Density*) untuk ditampilkan pada LCD, dan ditampilkan oleh komputer menggunakan MAX 232.

4.4 Perencanaan Perangkat Keras dan Perangkat Lunak

Perencanaan dari masing-masing bagian dapat diuraikan sebagai berikut:

1) Perencanaan bagian perangkat keras (*hardware*) meliputi:
    a) Bagian sumber cahaya
    b) Bagian *detektor* cahaya

c) Bagian pengubah arus ke tegangan
d) Bagian pengondisi sinyal
e) Bagian mikrokontroler ATmega 8
f) Bagian display LCD 2x16
g) Bagian MAX 232

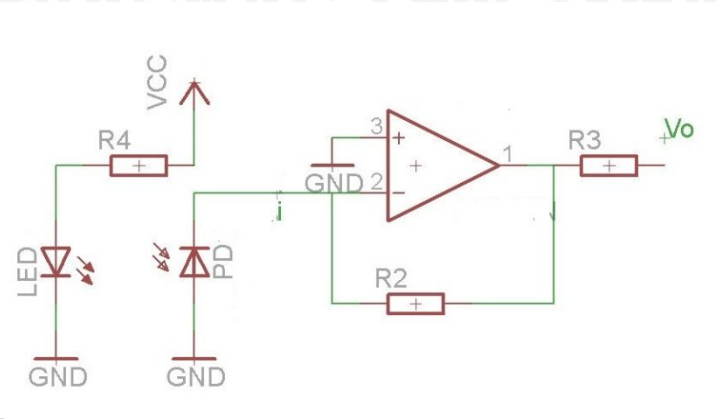
2) Perencanaan bagian perangkat lunak

4.4.1 Perangkat keras

Pada perangkat keras ini ada beberapa bagian antara lain, bagian sumber cahaya, bagian *detektor* cahaya, bagian pengubah arus ke tegangan, bagian pengondisi sinyal, bagian mikrokontroler ATmega 8, bagian penampil LCD, dan bagian penampil ke komputer menggunakan MAX 232

4.4.1.1 Rangkaian Detektor Cahaya

Rangkaian ini merupakan rangkaian yang digunakan untuk menghasilkan cahaya yang akan dipancarkan melewati sampel larutan yang mengandung bakteri. Rangkaian sumber cahaya menggunakan LED dengan warna yang sesuai dengan dengan spektrum warna yang diinginkan yakni LED merah ,hijau, dan biru. Menurut *datasheet*, tegangan yang digunakan adalah 9 *k*Ω**.** Sedangkan arus yang tertera pada *datasheet* adalah 20 mA. Rangkaian sumber cahaya ditunjukkan pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2 Rangkaian Detektor Cahaya

Untuk menentukan resistor yang digunakan ,menggunakan persamaan ini,

$$R_4 = \frac{V_{cc} - V_f}{I}$$

$$R_4 = \frac{9\,V - 3{,}5\,V}{20\,mA}$$

$$R = 2.75\,k\Omega$$

Dapat dilihat resistor yang digunakan adalah 2.75 kΩ. Di pasaran resistor yang ada adalah 2.7 kΩ, karena itulah digunakan 2.7 kΩ. Detektor cahaya yang digunakan adalah fotodioda, yang dapat memberikan respon dari panjang gelombang yang dimiliki bakteri. Sensor ini menghasilkan arus yang berbanding terbalik dengan perubahan warna larutan. Arus fotodioda semakin kecil seiring dengan pekatnya larutan yang mengandung bakteri. Rangkaian pengondisi sinyal digunakan untuk mengubah sinyal keluaran dari rangkaian fotodioda supaya sesuai dengan jangkauan tegangan mikrokontroler. Dari pengamatan menggunakan sampel bakteri didapatkan arus minimal dan maksimal sensor adalah sebesar 0 μA dan 49,9 μA.

Tegangan yang diperlukan oleh masukan ADC pada mikrokontroller adalah 0-5 V. Tegangan yang diinginkan adalah 0 - 4,992 V. Untuk mendapatkan keluaran tegangan dalam rang tersebut maka digunakan rangkaian pengubah arus ke tegangan. Resistor yang diperlukan didapatkan dari persamaan sebagai berikut:

$$|V_o| = |-I| \times R_2$$

$$R_2 = \frac{|V_o|}{|-I|}$$

$$R_2 = \frac{4{,}992\ V}{49{,}9\ \mu A}$$

$$R_2 = 100\ \text{k}\Omega$$

Sehingga didapatkan bahwa resistor yang digunakan adalah 100 kΩ untuk mencapai nilai tegangan yang diinginkan 0 - 4,992 V yang diperlukan untuk masuk ADC pada mikrokontroller.

4.4.1.2 Rangkaian Mikrokontroller

Rangkaian Mikrokontroller ATMEGA 8 merupakan tempat pengolahan data dan pengontrolan alat. Gambar 4.5 menunjukkan pin-pin mikrokontroller ATMEGA 8 yang dihubungkan pada ULN2803, MAX 232 dan LCD. Sebuah mikrokontroller agar dapat bekerja sebagai pengontrol alat ini dalam berbagai macam fungsi, kaki-kaki port mikrokontroller dihubungkan dengan LCD, MAX 232, ULN 2803. Konfigurasi input output yang digunakan pada mikrokontroller ditunjukkan dalam Tabel 4.1.

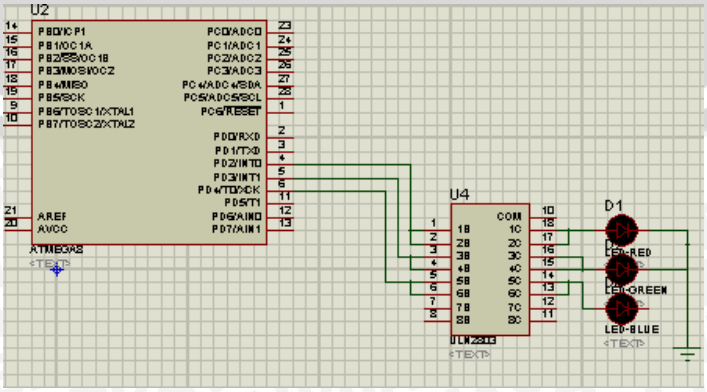
Tabel 4.1 Konfigurasi I/O Mikronkotroller

Alamat Port	**Fungsi**
PB.0	Output ke LCD
PB.1	
PB.2	

PB.3	
PB.4	
PB.5	
PB.6	
PB.7	
PC.0	Input ADC dari Sensor
PD.0	Input ke MAX 232
PD.1	
PD.2	Input Rangkaian ULN 2803
PD.3	
PD.4	
RST	Reset Rangkaian

4.4.1.2.1 Rangkaian ULN 2803

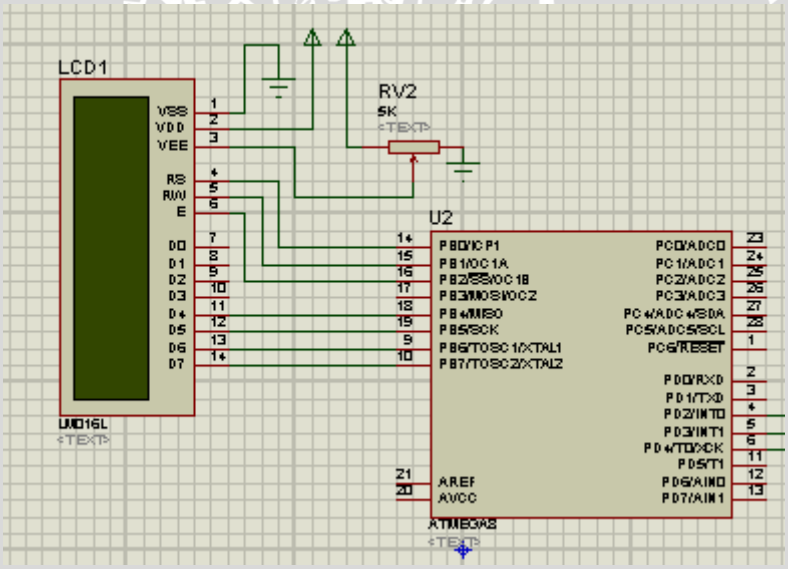
Terdapat tombol switch yang mengubah LED yang akan digunakan, untuk pertama kali LED yang digunakan adalah merah , setelah tombol switch ditekan maka LED yang digunakan berubah menjadi, dan selanjutnya jika ditekan ketiga kalinya, LED akan berubah menjadi biru. Hal ini membutuhkan mikrokontroller yang dihubungkan pada pin PD. 2, PD. 3 dan PD. 4. Arus pada mikrokontroller sangat kecil, untuk penguatnya digunakanlah ULN2803. Gambar 4.5 menunjukkan rangkaian mikrokontroller yang dihubungkan dengan ULN 2803.



Gambar 4.3 Rangkaian Mikrokontroller dengan ULN 2803

4.4.1.2.2 Rangkaian LCD

LCD merupakan unit keluaran sistem mikrokontroller.LCD yang digunakan adalah tipe (16 kolom x 2 baris). Bus data LCD (D4-D7) terhubung dengan mikrokontroller (P). Karena LCD dioperasikanhanyamenerima data, maka pin R/W dihubungkan dengan *ground*. RS dihubungkan dengan pin PB.0 pada mikrokontroller. Sedangkan untuk mengaktifkan E(enable) LCD dibutuhkan keluaran dari pin PB.1 untuk mengatur tingkat kecerahan LCD digunakan resistor variabel 5k. Gambar 4.6 menujukkan rangkaian LCD dan konfigurasi pinnya dengan mikrokontroller.

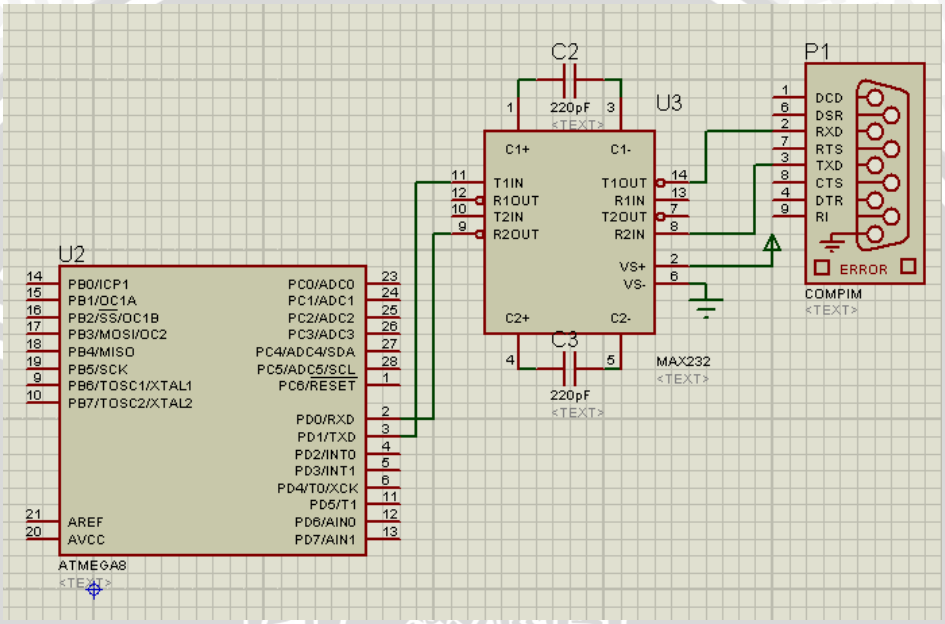


Gambar 4.4 Rangkaian Mikrokontroller dengan LCD

4.4.1.2.3 Rangkaian MAX 232

Seperti yang sudah dijelaskan sebelumnya, komunikasi antara komputer dengan alat dilakukan secara serial, dengan level tegangan untuk RS232. Dikarenakan adanya perbedaan level tegangan antara mikro dengan port kabel data serial komputer yang telah *compatible* dengan standar RS232, maka

dibutuhkan sebuah pengubah level tegangan. IC MAX 232 digunakan sebagai pengubah level tegangan TTL pada mikro ke level tegangan RS232. Komunikasi dilakukan secara asinkron dengan jumlah data 8 bit, noparity, dan menggunakan *baud rate* sebesar ±9600bps, untuk pengiriman data digunakan fasilitas yang ada pada pengendali mikro yaitu fasilitas pada PD. 0 (RXD), PD.1 (TXD) dan GND. Gambar 4.7 menunjukkan rangkaian mikrokontoller dengan MAX 232.

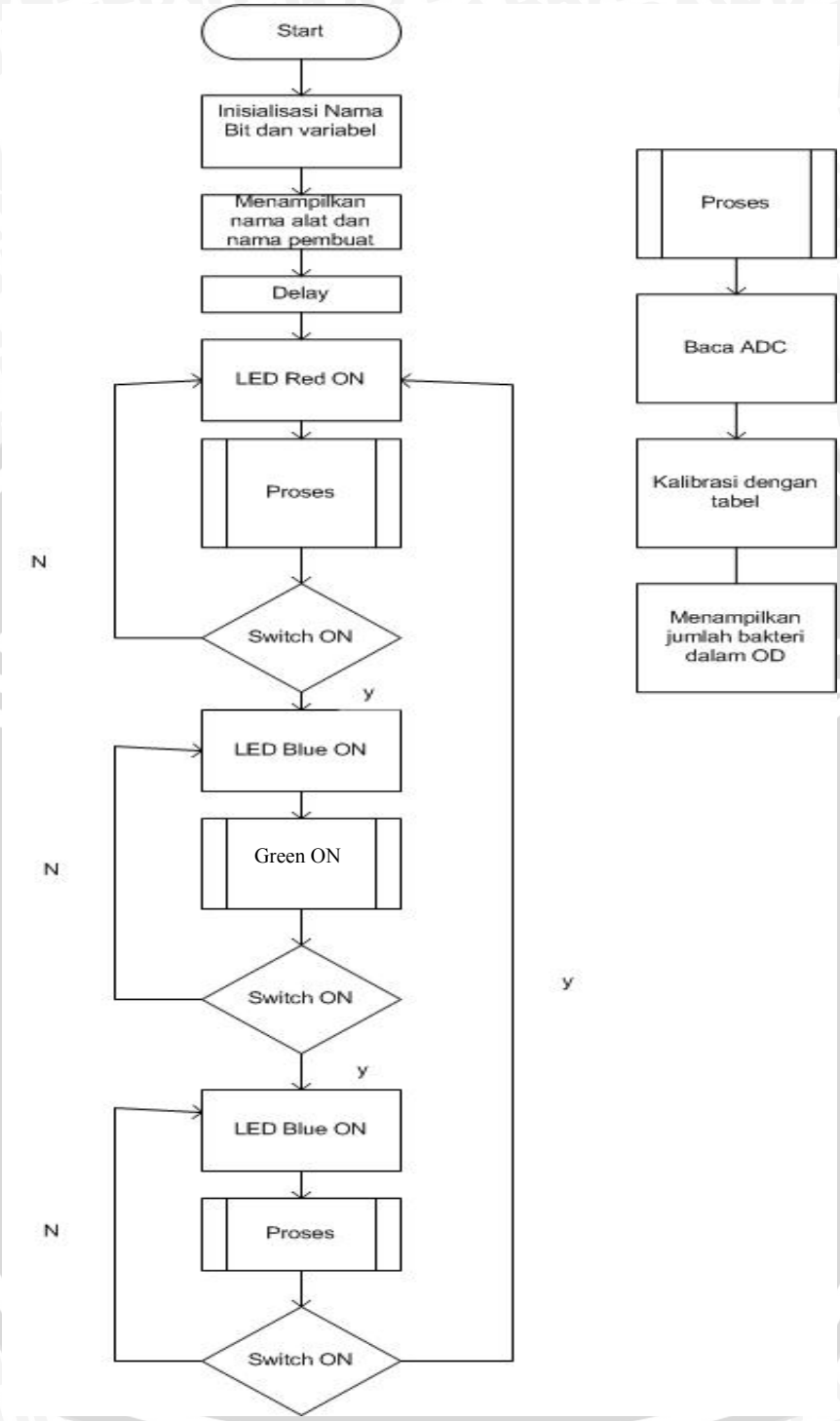


Gambar 4.5 Rangkaian Mikrokontroller dengan MAX232

4.5 Perangkat Lunak

Tujuan dari program utama adalah mengatur urutan kerja sistem sehingga sistem mampu menjalankan fungsinya dengan baik. Secara umum tugas yang harus dikerjakan oleh program utama meliputi sistem pembacaan sensor kemudian menampilkan data ke LCD, kemudian menampilkan pada komputer. Algoritma program utama ditunjukkan dalam Gambar 4.8.

Perancangan perangkat lunak berkaitan dengan flowchart ladder diagram pada software CV AVR.Gambar 4.8 adalah flowchart sistem keseluruhan.



Gambar 4.8 Flowchart Program Utama

BAB V

PENGUJIAN ALAT

Pada bab ini dijelaskan mengenai hasil pengujian sistem keseluruhan dan pada masing-masing subsistem dengan mengikuti prosedur seperti yang dijelaskan pada Bab III. Pengujian ini dilakukan menggunakan beberapa alat pendukung serta catu daya.

5.1 Pengujian Respon Sensor

5.1.1 Tujuan

Pengujian respon sensor bertujuan untuk mengetahui perubahan arus yang dihasilkan oleh fotodioda dalam menangkap cahaya dari LED dalam menghitung bakteri dalam larutan. Pengujian ini juga meliputi pengubah arus ke tegangan untuk memperoleh respon yang linier.

5.1.2 Peralatan

1. Rangkaian unit sumber cahaya (LED) dan sensor fotodioda
2. Kotak kedap cahaya
3. Beberapa sampel
4. Multimeter
5. Rangkaian pengubah arus ke tegangan

5.1.3 Prosedur Pengujian

1. Menyusun rangkaian LED dan fotodioda seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.2 dan 4.3
2. Menyusun rangkaian pengubah arus ke tegangan
3. Menyusun rangkaian LED dan fotodioda dan dihubungkan dengan rangkaian pengubah arus ketegangan

4. Mengatur rangkaian LED, fotodioda dan rangkaian pengubah arus ke tegangan agar dapat mendeteksi sampel dan posisi yang tepat untuk multimeter agar mudah dalam pencatatan.
5. Menghidupkan catu daya
6. Meletakkan sampel pada tempat ukur secara bergantian
7. Mencatat hasil dari hasil pengamatan multimeter

5.1.4 Hasil Pengujian dan Analisis

Hasil pengujian didapat dari perbandingan antara tegangan keluaran sensor yang sudah diubah menjadi tegangan dengan hasil pengukuran jumlah bakteri di Laboraturium pusat UNISMA. Hasil perbandingannya ditunjukkan dalam Tabel 5.1 pada LED merah, Tabel 5.2 pada LED hijau, dan Tabel 5.3 pada LED biru.

Tabel 5.2 Hasil Pengujian Tegangan Keluaran Sensor LED merah (610 nm-760 nm)

Jenis Sampel dan ke	**Tegangan (mV) dari Alat**	**Nilai Optical Density (OD) dari Spektofotometer**
Lactobacillus plantarum 1	429	0.32
Lactobacillus plantarum 2	483	0.362
Lactobacillus plantarum 3	503	0.29
Stater yogurt 1	605	0.2
Stater yogurt 2	898	0.18
Stater yogurt 3	1093	0.17

Tabel 5.2 Hasil Pengujian Tegangan Keluaran Sensor LED Hijau (500-570 nm)

Jenis Sampel dan ke	**Tegangan (mV) dari Alat**	**Nilai Optical Density (OD) dari Spektofotometer**
Lactobacillus plantarum 1	2645	0.38
Lactobacillus plantarum 2	2872	0.37
Lactobacillus plantarum 3	3396	0.3
Stater yogurt 1	3748	0.21
Stater yogurt 2	3899	0.18
Stater yogurt 3	4333	0.17

Tabel 5.3 Hasil Pengujian Tegangan Keluaran Sensor LED Biru (450-500 nm)

Jenis Sampel dan ke	**Tegangan (mV) dari Alat**	**Nilai Optical Density (OD) dari Spektofotometer**
Lactobacillus plantarum 1	551	0.46
Lactobacillus plantarum 2	557	0.44
Lactobacillus plantarum 3	605	0.36
Stater yogurt 1	620	0.31
Stater yogurt 2	898	0.28
Stater yogurt 3	1171	0.16

Dari data tabel tersebut didapatkan hasil yang linear antara nilai *optical density* dengan nilai tegangan yang dihasilkan fotodioda. Hasil regresi dari tegangan dengan nilai optical density, adalah sebagai berikut:

Pada LED Merah

Regression Analysis: OD versus Tegangan

```
The regression equation is
OD = 0.425 - 0.000256 Tegangan
```

Pada LED Hijau

Regression Analysis: OD versus Tegangan

```
The regression equation is
OD = 0.768 - 0.000144 Tegangan
```

Pada LED Biru

Regression Analysis: OD versus Tegangan

```
The regression equation is
OD = 0.634 - 0.000408 Tegangan
```

Dari hasil regresi tersebut memiliki hubungan korelasi langsung positif baik dalam linieritas, dapat dilihat dari determinasi lebih dari 60 %.

5.2 Pengujian Rangkaian Pengondisi Sinyal

5.2.1 Tujuan

Pengujian dilakukan untuk mengetahui perubahan tegangan keluaran rangkaian pengondisi sinyal sesuai atau tidak dengan perhitungan

5.2.2 Peralatan

1. Rangkaian pengondisi sinyal
2. Multimeter
3. Variabel resistor

5.2.3 Prosedur Pengujian

1. Menghidupkan catu daya
2. Mengubah arus masukan pada range 117-2645 µA

3. Mencatat hasil pengukuran pada multimeter yang telah disetting pada mode voltmeter, tegangan yang masuk dan keluar

5.2.4 Hasil Pengujian dan Analisis

Hasil pengujian rangkaian pengondisi sinyal ditunjukkan dalam Tabel 5.4

Tabel 5.4 Hasil Pengujian Rangkaian Pengondisi Sinyal

No	Arus Pengukuran(μA)			Tegangan perhitungan(mV)			Tegangan pengukuran(mV)			Rata-Rata Error
	Red	Green	Blue	Red	Green	Blue	Red	Green	Blue	
1	273,2	620,1	742,4	273,2	620,1	742,4	272	619,2	743	0.22171
2	429,3	859,2	776,7	429,3	859,2	776,7	428,7	860,1	776,2	0.102976
3	386,2	937,8	815,8	386,2	937,8	815,8	386,1	935	816,1	0.120408
4	117,3	586,7	273,5	117,3	586,7	273,5	116,5	585,1	273,8	0.354764
5	371,5	1093,7	776,3	371,5	1093,7	776,3	370	1094	775,8	0.165216
6	386,3	2645,2	486,2	386,3	2645,2	486,2	385,6	2644,4	487,2	0.138901

Besarnya kesalahan dari hasil pengujian pada Tabel 5.6 dapat diperoleh dengan perhitungan sebagai berikut :

1. Prosentase penyimpangan pengujian rangkaian pengondisi sinyal adalah:

$$\%Kesalahan = \left|\frac{V_{out}Perhitungan - V_{out}Pengukuran}{V_{out}Perhitungan}\right| \times 100\% \qquad (5.1)$$

2. Kesalahan rata-rata hasil pengujian rangkaian pengondisi sinyal adalah :

$$\%Kesalahan\ rata-rata = \frac{\sum \%\ Kesalahan}{n} \times 100\% \qquad (5.2)$$

n=banyaknya pengujian yang dilakukan

$$\%Kesalahan\ rata-rata = \frac{3.311927}{18} \times 100\%$$

$$= 0.184\ \%$$

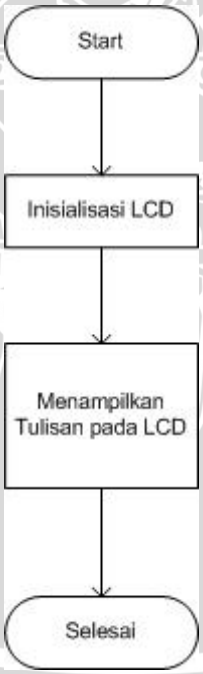
Tabel 5.6 menunjukkan bahwa data yang didapatkan telah mendekati perencanaan sebelumnya dan dapat disimpulkan bahwa pengondisi sinyal telah bekerja dengan baik. Adanya kesalahan hasil pengukuran rangkaian pengondisi sinyal disebabkan oleh tingkat akurasi dari komponen-komponen yang digunakan berbeda-beda.

5.3 Pengujian Mikrokontroller ATMEGA8

5.3.1 Pengujian Pada LCD

5.3.1.1 Tujuan

Pengujian yang dilakukan untuk mengetahui perangkat lunak yang dituliskan pada mikrokontroller bekerja sesuai dengan yang diinginkan. Gambar 5.1 menunjukkan diagram alir pengujian Mikrokontroller pada LCD.



Gambar 5.1 Flowchart Pengujian LCD

5.3.1.2 Peralatan

1. Rangkaian unit mikrokontroller dan writernya

2. Modul LCD

5.3.1.3 Prosedur Pengujian

1. Membuat program dengan diagram alir seperti dalam Gambar melakukan compiling dan mengisikan ke ATmega8
2. Menyusun rangkaian seperti terlihat pada Gambar
3. Menghidupkan catu daya
4. Mencatat keluaran pada LCD

5.3.1.4 Hasil Pengujian dan Analisis

Hasil pengujian didapatkan bahwa perangkat lunak pada mikrokontroller ATmega 8 bekerja sesuai diagram alir. Hal ini dapat dilihat dari hasil keluaran pada LCD persis sama seperti yang ditliskan pada mikrokontroller.

5.3.2 Pengujian MAX 232

5.3.2.1 Tujuan

Pengujian yang dilakukan untuk mengetahui rangkaian dan program yang dibuat apakah sesuai hasilnya dengan yang diinginkan atau tidak

5.3.2.2 Peralatan

1. Rangkaian unit max 232
2. Kabel serial USART
3. Komputer

5.3.2.3 Prosedur Pengujian

1. Memasang kabel USART pada computer
2. Menghidupkan catu daya
3. Mengubah isi bakteri atau sampel sebanyak 3 kali

4. Setiap sampel dilihat hasilnya pada grafik prisma dan dibandingkan dengan hasil yang tertampil di LCD
5. Mencatat keluaran grafik hasil perbandingan

5.3.2.4 Hasil Pengujian

Hasil pengujian didapatkan bahwa perangkat lunak pada MAX 232 bekerja sesuai diagram alir. Tampilan angka pada MAX 232 sesuai dengan yang tertampil di LCD, yang ditunjukkan pada Tabel berikut

Tabel 5.5 Hasil Pengujian Rangkaian MAX 232

No	Nilai yang keluar pada Komputer	Nilai yang tertera pada LCD
1	0.217	0.217
2	0.245	0.245
3	0.651	0.651
4	0.327	0.327
5	0.940	0.940

Nilai Error atau kesalahan dapat dihitung menggunakan persamaan 5.1 dan 5.2, sehingga didapatkan kesalahan sebesar 0% pada rangkaian MAX 232. Hal ini dapat dilihat bahwa nilai yang keluar sama persis dengan yang tertera pada LCD.

5.4 Pengujian Keseluruhan Sistem

5.4.1 Tujuan

Pengujian keseluruhan sistem memiliki tujuann untuk menganalisis kerja dari penggabungan seluruh subsistem hasil perancangan. Besar prosentase kesalahan perancangan diketahui dari selisih hasil penrhitungan jumlah bakteri yang diampilkan LCD dengan hasil uji laboraturium

5.4.2 Peralatan

1. Rangkaian unit mikrokontroller dan writernya
2. LCD
3. Rangkaian pengubah arus ke tegangan
4. Rangkaian unit LED dan fotodioda
5. Rangkaian pengondisi sinyal
6. Kotak kedap cahaya
7. Beberapa sampel

5.4.3 Prosedur Pengujian

1. Menggabungkan semua rangkaian tiap subsistem menjadi sebuah sistem seperti dalam diagram blok sistem
2. Membuat program dengan diagram alir dan melakukan compiling juga mengisikan ke ATmega8
3. Menghidupkan catu daya
4. Meletakkan sampel pada tempat sampel
5. Menekan tombol pengaktifan
6. Mengamati dan mencatat keluaran pada LCD

5.4.4 Hasil Pengujian

Hasil pengujian keseluruhan sistem perhitungan bakteri dalam larutan dapat diketahui besar kesalahannya dengan sampel yang ada diukur dan dibandingkan dengan pengujian yang dilakukan di laboraturium seperti yang ditunjukkan pada Tabel 5.6

Tabel 5.6 Hasil Pengujian Keseluruhan Sistem

No	Jenis Sampel	Alat Penghitung Bakteri (*Optical Density*)			Hasil Laboraturium (*Optical Density*)			Rata-Rata Error
		Red	Green	Blue	Red	Green	Blue	

1	*Lactobacillus plantarum* Pengenceran 1	0.17	0.22	0.27	0,15	0.25	0.31	4.875168
2	*Lactobacillus plantarum* Pengenceran 2	0.133	0.242	0.313	0.14	0.23	0.31	3.729859
3	Stater Yogurt Pengenceran 3	0.245	0.268	0.345	0.23	0.27	0.36	3.678461
4	Stater Yogurt Pengenceran 4	0.433	0.576	0.614	0.425	0.59	0.62	1.748624

Akumulasi dan prosentase kesalahan hasil uji keseluruhan sistem sebesar 3.508 %. Hal ini didapatkan karena kurang nya efektifitas alat karena sensitivitas fotodioda yang tidak tinggi. Hal lain yang mempengaruhi hasil tersebut adalah kesterilan alat pada pengujian yang membuat bakteri lain mudah masuk.

BAB VI
KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Dari hasil perancangan dan pengujian yang telah dilakukan, pembuatan perangkat penghitung bakteri menggunakan LED RGB, sensor fotodioda, ULN 2803, Mikrokontroller ATMEGA 8, LCD dan MAX 232. Sensor fotodioda keluaran yang dikondisikan dengan pengubah arus ke tegangan adalah dengan penyimpangan 0.184%, menunjukkan pengondisi sinyal yang baik. Sedangkan hasil keluaran sensor semakin keruh maka semakin kecil nilai tegangan menunjukkan respon sensor yang cukup baik. Keluaran pada LCD dan komputer sesuai dengan program yang dibuat yang menampilkan secara *realtime.* Dari keseluruhan alat kesalahan yang didapatkan adalah 3.508% dari pengujian pada *Lactobacillus plantarum* maupun stater yogurt.

6.2 Saran

Beberapa saran yang diberikan untuk perbaikan skripsi ini antara lain:

- Lebih memperhatikan kesterilan alat dan juga sampel sehingga tidak ada bakteri lain yang terhitung.
- Melakukan percobaan dengan banyak sampel yang berbeda supaya keakuratan semakin terjaga.
- Menambah aplikasi grafik pada komputer sehingga dapat mengetahui secara mudah perkembangan bakteri dalam sampel

Daftar Pustaka

Afrie, Setiawan. 2011. 20 *AplikasiMikrontroller ATMEGA 16 Menggunakan BASCOM-AVR*.Yogyakarta:Andi OFFSET

Atmel.2013.*ATmega8*. California:Atmel Corporation

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

Herve, Luciana. 2007. *Physiology of Streptococcus thermophilus during the late stage of milk fermentation with special regard to sulfur amino-acid metabolism*. Proteomics 2008, 8, 4273–4286

Jae Sung Ko.2007. *Lactobacillus plantarum inhibits epithelial barrier dysfunction and interleukin-8 secretion induced by tumor necrosis factor-α* . World J Gastroenterol 2007 April 7; 13(13)

Lindon,John.2000. *Encyclopedia of spectroscopy and Spectrometry*.London:Academic Press

Malvino, Albert Paul. 1996. *Prinsip-prinsip Elektronika, Edisi Ketiga*.Jakarta:Erlangga

Tkachenko,Nikolai.2006.*Optical Spectroscopy Methods and Instrumentation*.Netherland:Oxford

LAMPIRAN

GAMBAR ALAT

HASIL LISTING PROGRAM

```
/*****************************************************
This program was produced by the
CodeWizardAVR V1.25.8 Professional
Automatic Program Generator
© Copyright 1998-2007 Pavel Haiduc, HP InfoTech s.r.l.
http://www.hpinfotech.com

Project :
Version :
Date    : 4/27/2014
Author  : F4CG
Company : F4CG
Comments:


Chip type           : ATmega8
Program type        : Application
Clock frequency     : 1.000000 MHz
Memory model        : Small
External SRAM size  : 0
Data Stack size     : 256
*****************************************************/

#include <mega8.h>

// Alphanumeric LCD Module functions
#asm
  .equ __lcd_port=0x18 ;PORTB
#endasm
```

```
// LCD display buffer
char lcd_buffer[33];

// Standard Input/Output functions
#include <stdio.h>
#include <lcd.h>
#include <math.h>
#include <delay.h>

#define FIRST_ADC_INPUT 0
#define LAST_ADC_INPUT 0
unsigned int adc_data[LAST_ADC_INPUT-FIRST_ADC_INPUT+1];
#define ADC_VREF_TYPE 0x00

// ADC interrupt service routine
// with auto input scanning
interrupt [ADC_INT] void adc_isr(void)
{
register static unsigned char input_index=0;
// Read the AD conversion result
adc_data[input_index]=ADCW;
// Select next ADC input
if (++input_index > (LAST_ADC_INPUT-FIRST_ADC_INPUT))
  input_index=0;
ADMUX=(FIRST_ADC_INPUT | (ADC_VREF_TYPE & 0xff))+input_index;
// Delay needed for the stabilization of the ADC input voltage
delay_us(10);
// Start the AD conversion
ADCSRA|=0x40;
}
```

```
// Declare your global variables here

unsigned char data_transmit;
int range ;
unsigned int data1,data2;
float teg,y;


void main(void)

{
// Declare your local variables here

// Input/Output Ports initialization
// Port B initialization
// Func7=In Func6=In Func5=In Func4=In Func3=In Func2=In Func1=In Func0=In
// State7=T State6=T State5=T State4=T State3=T State2=T State1=T State0=T
PORTB=0x00;
DDRB=0x00;

// Port C initialization
// Func6=In Func5=In Func4=In Func3=In Func2=In Func1=In Func0=In
// State6=T State5=T State4=T State3=T State2=T State1=T State0=T
PORTC=0x00;
DDRC=0x00;

// Port D initialization
// Func7=In Func6=In Func5=In Func4=Out Func3=Out Func2=Out Func1=In Func0=In
// State7=T State6=T State5=P State4=0 State3=0 State2=0 State1=T State0=T
```

```
PORTD=0x20;
DDRD=0x1C;

// Timer/Counter 0 initialization
// Clock source: System Clock
// Clock value: Timer 0 Stopped
TCCR0=0x00;
TCNT0=0x00;

// Timer/Counter 1 initialization
// Clock source: System Clock
// Clock value: Timer 1 Stopped
// Mode: Normal top=FFFFh
// OC1A output: Discon.
// OC1B output: Discon.
// Noise Canceler: Off
// Input Capture on Falling Edge
// Timer 1 Overflow Interrupt: Off
// Input Capture Interrupt: Off
// Compare A Match Interrupt: Off
// Compare B Match Interrupt: Off
TCCR1A=0x00;
TCCR1B=0x00;
TCNT1H=0x00;
TCNT1L=0x00;
ICR1H=0x00;
ICR1L=0x00;
OCR1AH=0x00;
OCR1AL=0x00;
OCR1BH=0x00;
```

```
OCR1BL=0x00;

// Timer/Counter 2 initialization
// Clock source: System Clock
// Clock value: Timer 2 Stopped
// Mode: Normal top=FFh
// OC2 output: Disconnected
ASSR=0x00;
TCCR2=0x00;
TCNT2=0x00;
OCR2=0x00;

// External Interrupt(s) initialization
// INT0: Off
// INT1: Off
MCUCR=0x00;

// Timer(s)/Counter(s) Interrupt(s) initialization
TIMSK=0x00;

// USART initialization
// Communication Parameters: 8 Data, 1 Stop, No Parity
// USART Receiver: On
// USART Transmitter: On
// USART Mode: Asynchronous
// USART Baud Rate: 9600
UCSRA=0x00;
UCSRB=0x18;
UCSRC=0x86;
UBRRH=0x00;
```

```
UBRRL=0x33;

// Analog Comparator initialization
// Analog Comparator: Off
// Analog Comparator Input Capture by Timer/Counter 1: Off
ACSR=0x80;
SFIOR=0x00;

// ADC initialization
// ADC Clock frequency: 500.000 kHz
// ADC Voltage Reference: AREF pin
ADMUX=FIRST_ADC_INPUT | (ADC_VREF_TYPE & 0xff);
ADCSRA=0xC9;

// LCD module initialization
lcd_init(16);

// Global enable interrupts
#asm("sei")

lcd_gotoxy(0,0);
lcd_putsf("ALAT PENGHITUNG");
lcd_gotoxy(0,1);
lcd_putsf("    BAKTERI    ");
delay_ms(100);
lcd_clear();

lcd_gotoxy(1,0);
lcd_putsf("   BERBASIS  "); //Mencetak karakter pada layar LCD
lcd_gotoxy(1,1);
```

```
lcd_putsf("MIKROKONTROLER");
delay_ms(100);
lcd_clear();

lcd_gotoxy(1,0);
lcd_putsf("    SORAYA   ");
lcd_gotoxy(1,1);
lcd_putsf("NORMA MUSTIKA ");
delay_ms(100);
lcd_clear();
range=0;

while (1)
    {
    // Place your code here

    if (range==0)
    {
    PORTD.2=1;
    PORTD.3=0;
    PORTD.4=0;


    data1=adc_data[0];
    teg=((float)data1*4.88);
    y=(0.4252-(0.000256*teg));

    lcd_gotoxy(1,0);
    lcd_putsf("     RED      ");
```

```
lcd_gotoxy(3,1);
lcd_putsf("Y =          ");

lcd_gotoxy(7,1);
sprintf(lcd_buffer,"%2.3f ",y);
lcd_puts(lcd_buffer);
}

 else if (range==1)
{
PORTD.2=0;
PORTD.3=1;
PORTD.4=0;

data1=adc_data[0];
teg=((float)data1*4.88);
y=(0.768-(0.000144*teg));

lcd_gotoxy(1,0);
lcd_putsf("    GREEN    ");

lcd_gotoxy(3,1);
lcd_putsf("Y =          ");

lcd_gotoxy(7,1);
sprintf(lcd_buffer,"%2.3f ",y);
lcd_puts(lcd_buffer);
}

else if (range==2)
```

```
{
PORTD.2=0;
PORTD.3=0;
PORTD.4=1;

data1=adc_data[0];
teg=((float)data1*4.88);
y=(-0.069-(0.000708*teg));

lcd_gotoxy(1,0);
lcd_putsf("     BLUE     ");

lcd_gotoxy(3,1);
lcd_putsf("Y =           ");

lcd_gotoxy(7,1);
sprintf(lcd_buffer,"%2.3f ",y);
lcd_puts(lcd_buffer);
}

else if (range==3)
{
range=0;
}

else
range=range;

if (PIND.5==0)
range=(range+1);
```

```
    delay_ms(50);

    puts(lcd_buffer);

    lcd_clear();

    };
}
```

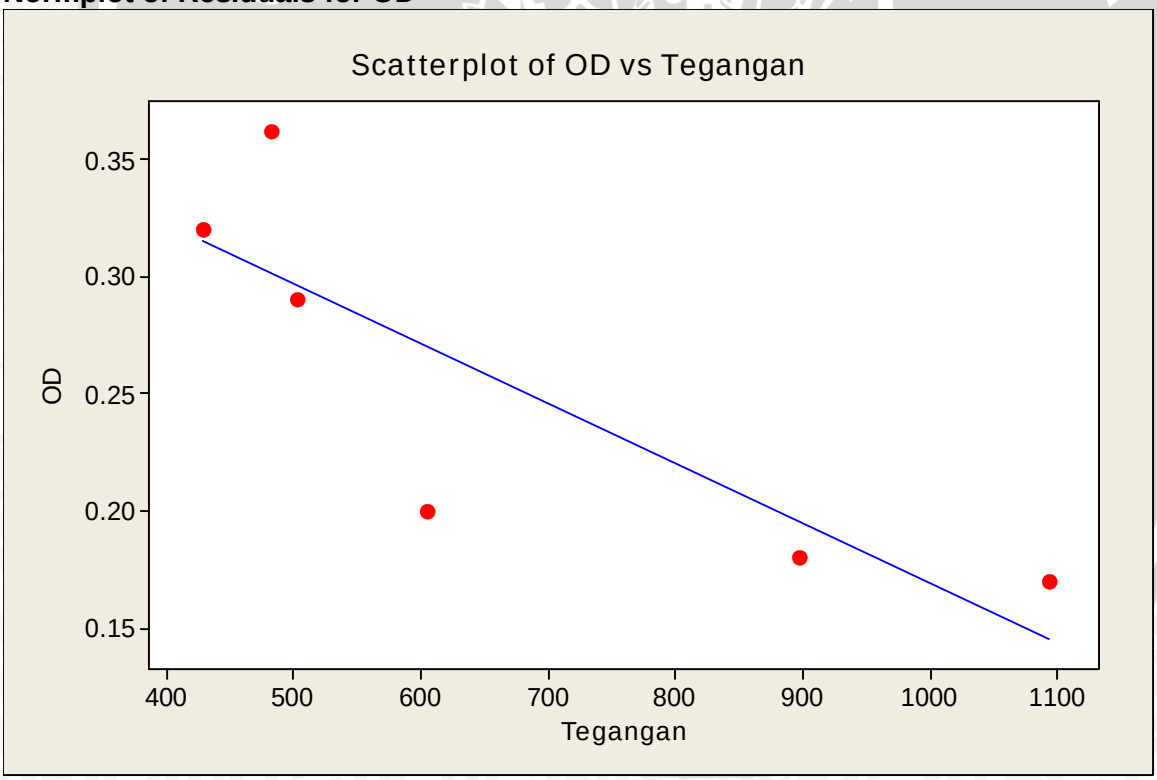
HASIL MINITAB

6/27/2014 1:43:18 AM

Regression Analysis: OD versus Tegangan

```
The regression equation is
OD = 0.425 - 0.000256 Tegangan

Predictor         Coef     SE Coef      T      P
Constant       0.42454     0.05811   7.31  0.002
Tegangan   -0.00025560  0.00008167  -3.13  0.035

S = 0.0487356   R-Sq = 71.0%
Analysis of Variance

Source           DF        SS         MS     F      P
Regression        1  0.023263  0.023263  9.79  0.035
Residual Error    4  0.009501  0.002375
Total             5  0.032763
```

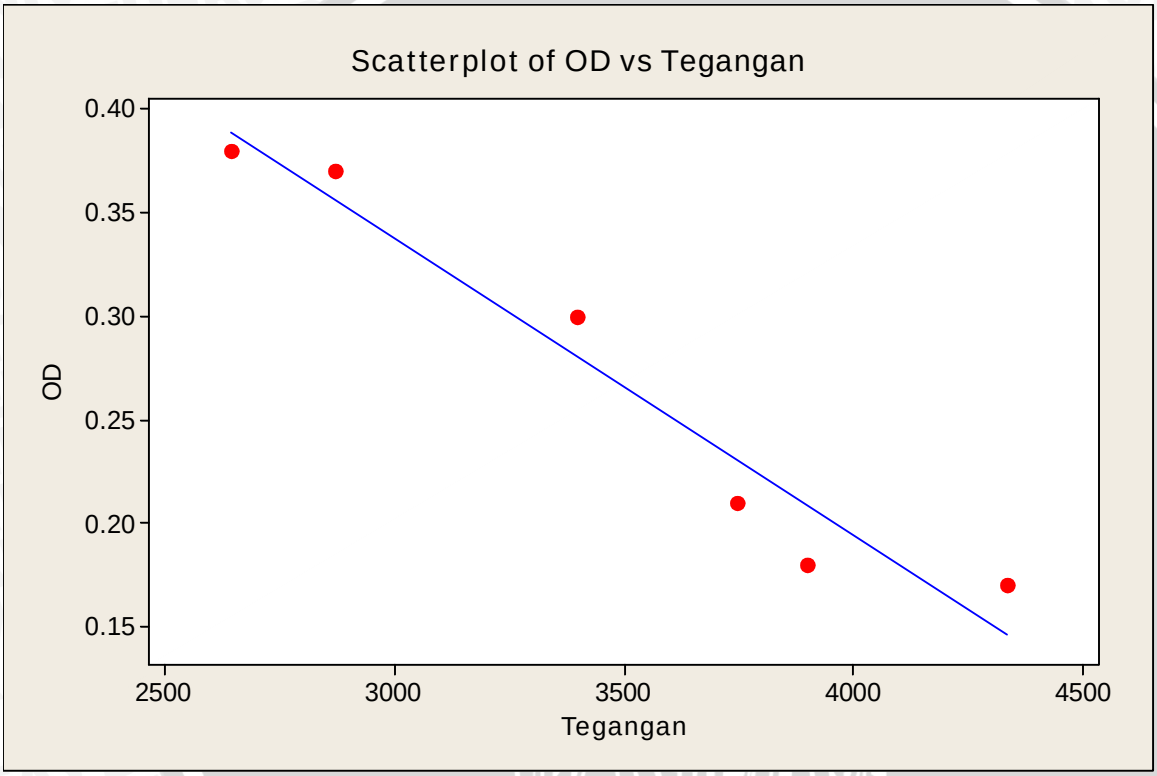
Normplot of Residuals for OD



Regression Analysis: OD versus Tegangan

```
The regression equation is
OD = 0.634 - 0.000408 Tegangan
```

```
Predictor         Coef     SE Coef      T      P
Constant       0.63411     0.06749   9.40  0.001
Tegangan   -0.00040769  0.00008784  -4.64  0.010

S = 0.0490882   R-Sq = 84.3%

Analysis of Variance

Source           DF       SS        MS      F      P
Regression        1  0.051911  0.051911  21.54  0.010
Residual Error    4  0.009639  0.002410
Total             5  0.061550
```

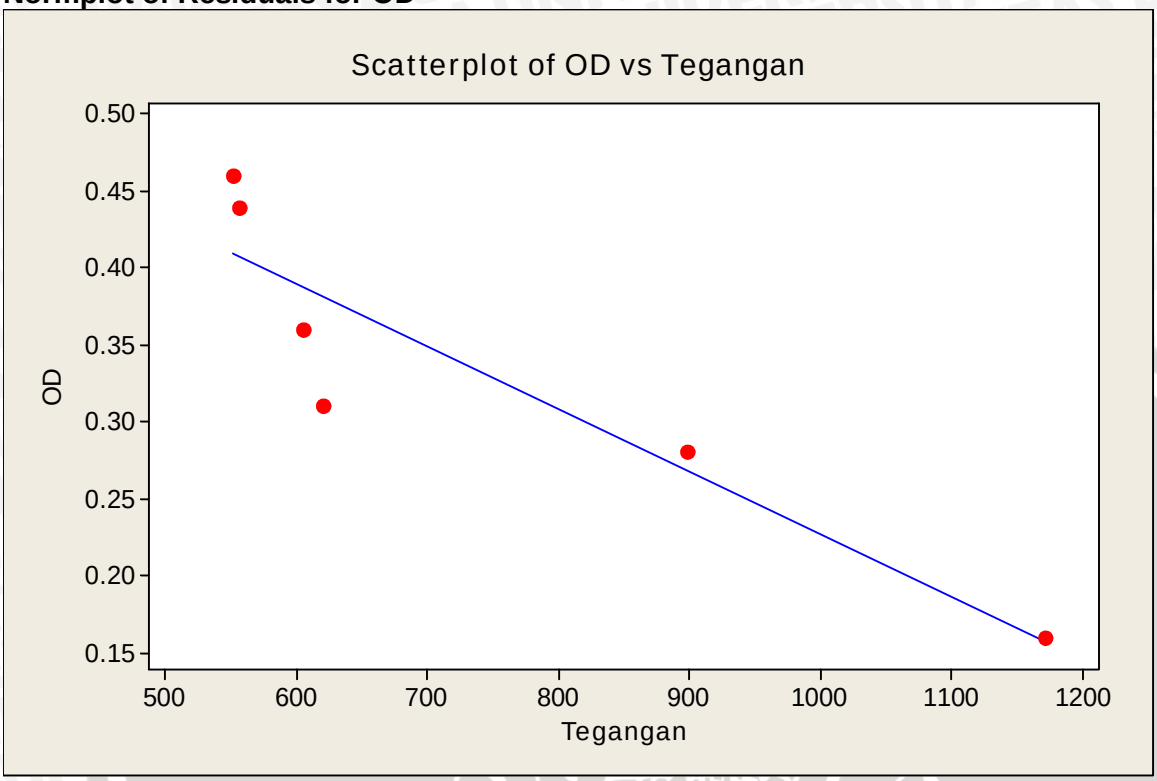


Regression Analysis: OD versus Tegangan

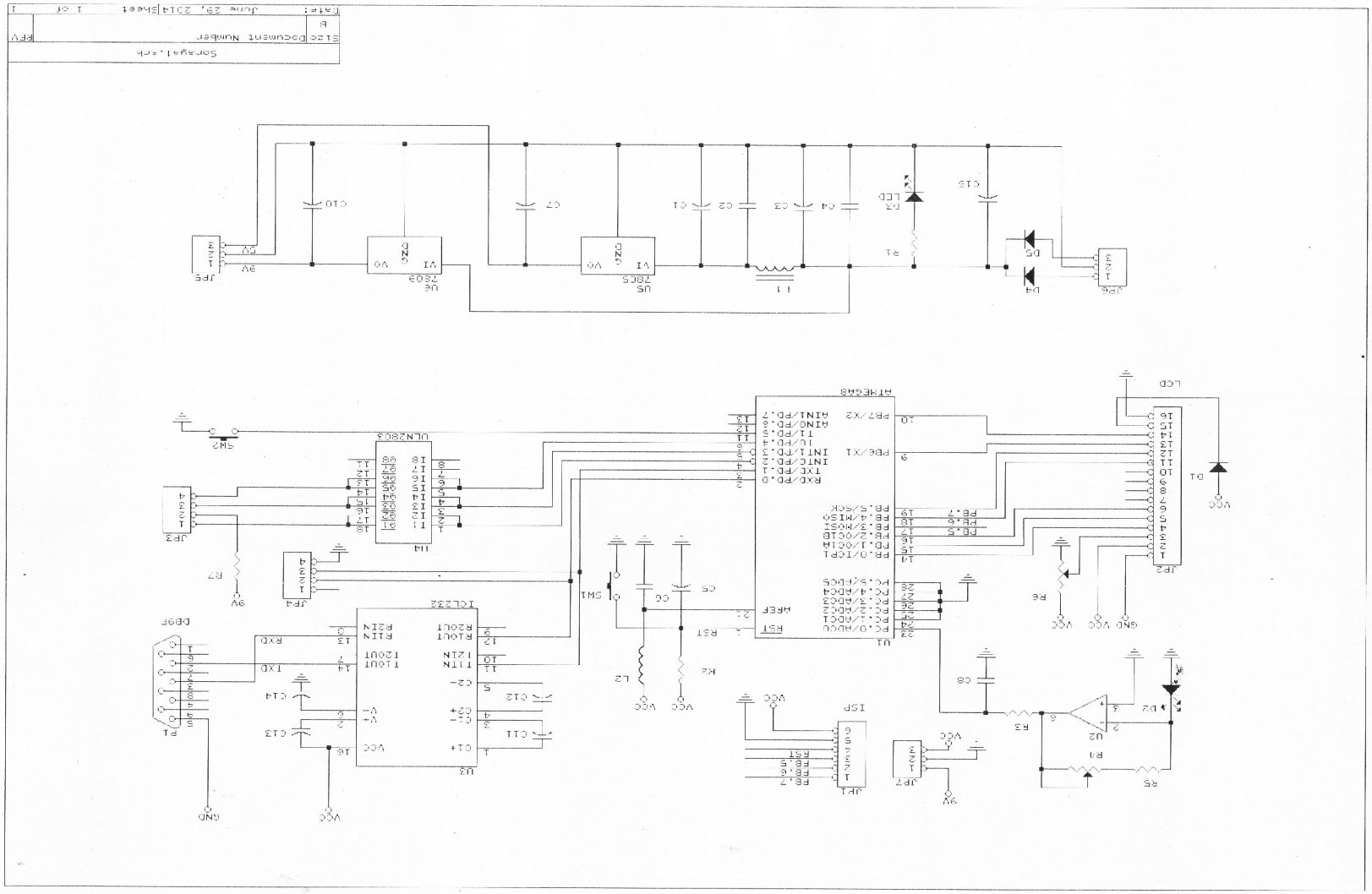
```
The regression equation is
OD = 0.768 - 0.000144 Tegangan

Predictor         Coef     SE Coef      T      P
Constant       0.76840     0.06078  12.64  0.000
Tegangan   -0.00014361  0.00001721  -8.34  0.001

S = 0.0246404   R-Sq = 94.6%

Analysis of Variance

Source           DF       SS        MS      F      P
Regression        1  0.042255  0.042255  69.60  0.001
```

Residual Error	4	0.002429	0.000607
Total	5	0.044683	

Normplot of Residuals for OD



UNIVERSITAS BRAWIJAYA
repository.ub.ac



repository.ub.ac
UNIVERSITAS BRAWIJAYA