

**ALAT PENGUKUR KADAR PROTEIN  
PADA TEPUNG TERIGU DENGAN PRINSIP  
SPEKTROSKOPI**

**SKRIPSI**

*Diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan  
memperoleh gelar Sarjana Teknik*



*Disusun oleh :*

**ARY ZAKARIA  
NIM. 0110630023**

**DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL  
UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
FAKULTAS TEKNIK  
MALANG  
2007**

**ALAT PENGUKUR KADAR PROTEIN  
PADA TEPUNG TERIGU DENGAN PRINSIP  
SPEKTROSKOPI**

**SKRIPSI**

Diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan

memperoleh gelar Sarjana Teknik



Disusun oleh :

**ARY ZAKARIA  
NIM. 0110630023**

Telah diperiksa dan disetujui oleh:

**DOSEN PEMBIMBING :**

**Ir. Nurussa'adah  
NIP. 131 994 339**

**M. Rif'an, ST.,MT.  
NIP. 132 283 659**

ALAT PENGUKUR KADAR PROTEIN  
PADA TEPUNG TERIGU DENGAN PRINSIP  
SPEKTROSKOPI

Disusun Oleh:

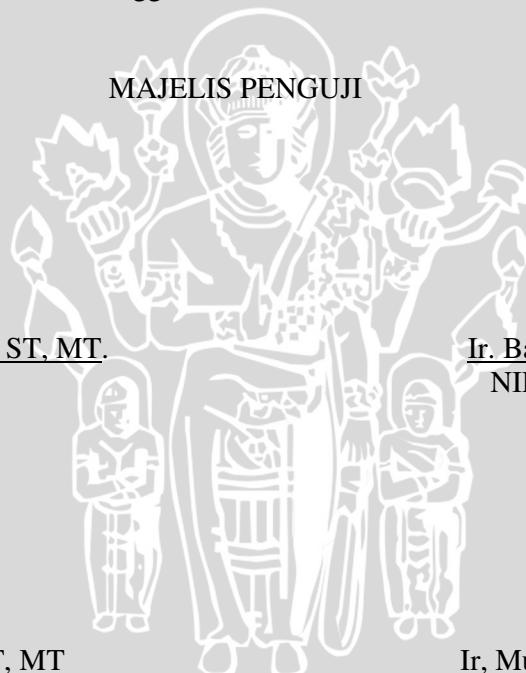
ARY ZAKARIA

NIM. 0110630023

Skripsi ini telah diuji dan dinyatakan lulus pada

Tanggal 25 Januari 2007

MAJELIS PENGUJI



Panca Mudjirahardjo, ST, MT.  
NIP. 132 288 163

Ir. Bambang Siswoyo  
NIP. 131 759 588

Adharul Muttaqin, ST, MT  
NIP. 132 311 886

Ir. Muhammad Aswin  
NIP. 131 879 045

Mengetahui  
Ketua Jurusan Teknik Elektro

Ir Purwanto MS.  
NIP. 131 574 847

## ABSTRAK

**Ary Zakaria, Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Brawijaya, Januari 2007, Alat Pengukur kadar Protein Pada Tepung Terigu Dengan Prinsip Spektroskopi, Dosen pembimbing: Ir. Nurussa'adah dan M. Rif'an, ST., MT.**

Pada industri makanan misalnya industri pembuatan roti, pembuatan mie dan lain-lain yang membutuhkan tepung sebagai bahan dasarnya mempunyai formula tersendiri agar pruduk yang dihasilkan industri tersebut memuaskan baik dari segi rasanya, kualitas gizinya, bentuk dan kebersihannya. Salah satu faktor tercapainya hasil yang memuaskan tersebut adalah tingkat kekenyalan adonan dari bahan dasar yaitu tepung terigu. Hal yang mempengaruhi kekenyalan adonan tersebut salah satunya adalah komposisi atau kandungan protein pada tepung sebagai bahan dasar. Pengukuran kadar protein pada tepung biasanya dilakukan di laboratorium kimia dengan menggunakan metode yang cukup rumit dan melalui proses yang agak panjang.

Alat ini dirancang agar bisa digunakan untuk mengukur kadar protein pada tepung terigu sehingga dapat diketahui apakah tepung tersebut lebih cocok digunakan sebagai bahan dasar pembuatan roti, mie atau gorengan.

Alat ini menggunakan sumber cahaya yang memancarkan cahaya warna kuning dan memiliki panjang gelombang 600-650 nm. Sistem ini dirancang dengan menggunakan prinsip spektroskopi yaitu mengukur intensitas cahaya yang melewati sampel dan cahaya yang melewati sampel diterima oleh sensor OPT101 *Monolithic Photodiode*. Sebagai pengolah data digunakan Mikrokontroler AT89S51 dan hasil pengukuran akan ditampilkan oleh LCD 16x2 karakter.

Alat pengukur ini dapat menampilkan kadar protein pada sampel yang terukur dengan jangkauan antara 6,2 % sampai 14 %.

## KATA PENGANTAR



Segala nikmat karunia menjadi milik Allah SWT penguasa alam semesta dan Shalawat serta salam semoga selalu dicurahkan atas junjungan kita Nabi Besar Muhammad SAW, keluarganya dan para sahabatnya.

Alhamdulillahi Robbil 'aalamin, segala puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan petunjuk, rahmat serta ridho-Nya kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini.

Skripsi ini disusun sebagai suatu syarat untuk menempuh ujian kesarjanaan pada Fakultas Teknik Jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya Malang. Judul skripsi ini adalah: “ALAT PENGUKUR KADAR PROTEIN PADA TEPUNG TERIGU DENGAN PRINSIP SPEKTROSKOPI”.

Dalam penulisan skripsi ini, penulis banyak mendapat bantuan dan dorongan dari berbagai pihak baik secara langsung maupun tidak langsung, sehingga skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik. Karena itu penulis ingin menyampaikan banyak terima kasih kepada:

1. Ibu Ir. Nurussa'adah selaku dosen pembimbing skripsi yang telah memberikan banyak masukan dan koreksi dalam skripsi ini.
2. Bapak M. Rif'an ST., MT. selaku pembimbing skripsi yang telah memberikan banyak pengarahan dalam skripsi ini.
3. Bapak Ir. Purwanto, MT. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya Malang.
4. Bapak Ir. Ponco Siwindarto selaku KKDK konsentrasi Elektronika di Jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya.
5. Seluruh dosen Teknik Elektro Universitas Brawijaya yang telah membagi dan memberikan ilmunya.
6. Bapak S. Mundzir dan Ibu Siti Asmah tercinta yang dengan sabar merawat, mendidik, memberikan do'a yang tulus dan kasih sayang kepada penulis.
7. Saudara kandungku mbak Nisa, mas Dian, adik Yaya, dan adik Nani atas kasih sayang dan pengertian yang diberikan.
8. Mbah Uti yang selalu sabar dan sayang sama semua cucu-cucunya.

9. Alina Septika Hapsari beserta keluarga yang selalu mendorong agar penulisan ini segera selesai serta rela menemani dalam suka dan duka dalam penulisan skripsi ini.
10. Teman-teman dekatku Dhiyak, Hahan, Agus, Dimas, Doni, Dodik, Andri yang membantu dan memberi semangat dengan ikhlas baik secara langsung maupun tidak langsung.
11. Teman-teman Elektro'01 atas kebersamaannya dan semua pihak yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih terdapat banyak kekurangan, walaupun penulis telah berusaha semaksimal mungkin. Oleh karena itu, penulis mengharapkan saran dan kritik yang membangun demi kesempurnaan skripsi ini.

Harapan penulis semoga laporan ini bisa bermanfaat bagi semuanya khususnya bagi almamater.

Malang, Januari 2007

Penulis



**DAFTAR ISI****LEMBAR PERSETUJUAN****LEMBAR PENGESAHAN****RINGKASAN** .....

i

**KATA PENGANTAR** .....

ii

**DAFTAR ISI** .....

iv

**DAFTAR GAMBAR** .....

vi

**DAFTAR TABEL** .....

vii

**DAFTAR GRAFIK** .....

viii

**BAB I PENDAHULUAN**

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

**BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

|   |    |
|---|----|
| 2.1. Tepung Terigu .....                              | 4  |
| 2.2. Protein .....                                    | 4  |
| 2.3. Metode Kjeldahl.....                             | 5  |
| 2.4. Spektroskopi.....                                | 7  |
| 2.4.1. Radiasi Elektromagnetik .....                  | 7  |
| 2.5. Hukum Lambert-Beer .....                         | 8  |
| 2.6. Sensor OPT101 <i>Monolithic Photodiode</i> ..... | 10 |
| 2.7. Penguat Operasional.....                         | 12 |
| 2.7.1. Penguat Tak Membalik .....                     | 12 |
| 2.8. Rangkaian ADC .....                              | 13 |
| 2.9. Mikrokontroler AT89S51 .....                     | 14 |
| 2.9.1. Penjelasan Fungsi Pin AT89S51 .....            | 15 |
| 2.10. LCD .....                                       | 17 |

**BAB III METODOLOGI**

|                            |    |
|----------------------------|----|
| 3.1. Studi Literatur ..... | 19 |
|----------------------------|----|

|   |    |
|---|----|
| 3.2. Perencanaan Alat.....                                    | 19 |
| 3.3. Metode Pengujian .....                                   | 19 |
| 3.4. Realisasi Alat .....                                     | 20 |
| 3.5. Pengambilan Kesimpulan.....                              | 21 |
| <b>BAB IV PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT</b>                  |    |
| 4.1. Spesifikasi Alat .....                                   | 20 |
| 4.2. Perencanaan Blok Diagram Rangkaian.....                  | 20 |
| 4.3. Prinsip Kerja Sistem.....                                | 21 |
| 4.4. Preparasi Sampel.....                                    | 21 |
| 4.5. Rangkaian Sumber Cahaya .....                            | 22 |
| 4.6. Rangkaian Penerima Cahaya.....                           | 25 |
| 4.7. Rangkaian Pengkondisi Sinyal.....                        | 26 |
| 4.8. Rangkaian Pengkonversi Analog ke Digital .....           | 29 |
| 4.9. Rangkaian Mikrokontroler .....                           | 31 |
| 4.10. Rangkaian LCD.....                                      | 32 |
| <b>BAB V PENGUJIAN DAN ANALISIS SISTEM</b>                    |    |
| 5.1. Pengujian Rangkaian Pengkondisi Sinyal.....              | 34 |
| 5.2. Pengujian Rangkaian ADC .....                            | 35 |
| 5.3. Pengujian Rangkaian Mikrokontroler AT89S51 dan LCD ..... | 35 |
| 5.4. Pengujian Keseluruhan Sistem.....                        | 37 |
| <b>BAB VI PENUTUP</b>   |    |
| 6.1. Kesimpulan .....   | 38 |
| 6.2. Saran.....   | 38 |
| DAFTAR PUSTAKA .....  | 39 |
| LAMPIRAN-LAMPIRAN   |    |

## DAFTAR GAMBAR

|  |    |
|--|----|
| <b>GAMBAR 2.1</b> Pendidihan (destruksi) bahan dalam labu Kjeldahl ..... | 6  |
| <b>GAMBAR 2.2</b> Alat distilasi Mikro Kjeldahl .....                    | 6  |
| <b>GAMBAR 2.3</b> Spektrum warna kandungan tepung terigu .....           | 8  |
| <b>GAMBAR 2.4</b> Hubungan Absorbansi Cahaya dengan Kadar Protein.....   | 10 |
| <b>GAMBAR 2.5</b> <i>Spectral Responsivity</i> .....                     | 11 |
| <b>GAMBAR 2.6</b> Rangkaian OPT101 <i>Linear Photodiode</i> .....        | 11 |
| <b>GAMBAR 2.7</b> Penguat Operasional .....                              | 12 |
| <b>GAMBAR 2.8</b> Rangkaian penguat operasional tak membalik .....       | 12 |
| <b>GAMBAR 2.9</b> <i>Analog To Digital Converter</i> .....               | 13 |
| <b>GAMBAR 2.10</b> Susunan Pin AT89S51 .....                             | 16 |
| <b>GAMBAR 2.11</b> Blok Diagram LCD TM162ABC .....                       | 18 |
| <b>GAMBAR 4.1</b> Blok diagram sistem .....                              | 21 |
| <b>GAMBAR 4.2</b> Rangkaian sumber cahaya.....                           | 22 |
| <b>GAMBAR 4.3</b> Rangkaian OPT101 <i>Monolithic Photodiode</i> .....    | 26 |
| <b>GAMBAR 4.4</b> Rangkaian pengkondisi sinyal .....                     | 27 |
| <b>GAMBAR 4.5</b> Rangkaian ADC .....                                    | 29 |
| <b>GAMBAR 4.6</b> Rangkaian Mikrokontroler.....                          | 31 |
| <b>GAMBAR 4.7</b> Rangkaian LCD .....                                    | 32 |
| <b>GAMBAR 5.1</b> Diagram Alir Perangkat Lunak untuk Pengujian LCD.....  | 36 |
| <b>GAMBAR 5.2</b> Rangkaian Pengujian Mikrokontroler dan LCD .....       | 36 |

## DAFTAR TABEL

|  |    |
|--|----|
| <b>TABEL 2.1</b> Warna dan warna komplementer dalam spektrum cahaya tampak .....     | 8  |
| <b>TABEL 4.1</b> Hasil Pengujian Respon Sensor Menggunakan Sumber Cahaya Biru .....  | 24 |
| <b>TABEL 4.2</b> Hasil Pengujian Respon Sensor Menggunakan Sumber Cahaya Kuning..... | 25 |
| <b>TABEL 4.3</b> Operasi Penulisan LCD .....   | 32 |
| <b>TABEL 5.1</b> Hasil pengujian rangkaian pengkondisi sinyal .....                  | 33 |
| <b>TABEL 5.2</b> Hasil pengujian rangkaian ADC.....                                  | 34 |
| <b>TABEL 5.3</b> Hasil Pengujian Keseluruhan Sistem.....                             | 36 |



## DAFTAR GRAFIK

**GRAFIK 4.1** Pengujian Respon Sensor Menggunakan Sumber Cahaya Biru ..... 24

**GRAFIK 4.2** Pengujian Respon Sensor Menggunakan Sumber Cahaya Kuning..... 25



## BAB I

### PENDAHULUAN

#### 1.1 Latar Belakang

Industri makanan di Indonesia sudah mulai maju seiring dengan majunya teknologi yang berkembang di Indonesia baik itu industri kecil, industri sedang maupun industri besar. Pada industri makanan misalnya industri pembuatan roti, pembuatan mie dan lain-lain yang membutuhkan tepung sebagai bahan dasarnya mempunyai formula tersendiri agar produk yang dihasilkan industri tersebut memuaskan baik dari segi rasanya, kualitas gizinya, bentuk dan kebersihannya. Salah satu faktor tercapainya hasil yang memuaskan tersebut adalah tingkat kekenyalan adonan dari bahan dasar yaitu tepung. Hal yang mempengaruhi kekenyalan adonan tersebut salah satunya adalah komposisi atau kandungan protein pada tepung sebagai bahan dasar.

Protein dalam bahan biologis biasanya terdapat dalam bentuk fisis yang renggang maupun ikatan kimia yang lebih erat dengan karbohidrat dan lemak. Karena ikatan-ikatan ini maka terbentuk senyawa-senyawa glikoprotein dan lipoprotein yang berperan besar dalam penentuan sifat-sifat fisis aliran bahan (*rheologis*) seperti pada sistem emulsi / adonan roti.

Penentuan kadar protein, selain untuk menentukan kualitas gizi yang terkandung pada tepung juga untuk menentukan apakah tepung tersebut cocok untuk digunakan sebagai bahan dasar roti, mie atau gorengan. Hal ini juga disebabkan karena adanya produk-produk tepung yang tersedia dipasaran masih ada yang belum mencantumkan komposisi-komposisi yang terdapat pada tepung tersebut, seperti kadar protein dan kadar-kadar yang lainnya.

Dengan diketahuinya kadar protein akan lebih memudahkan konsumen untuk memilih tepung terigu mana yang akan digunakan sebagai bahan dasar pembuatan makanan yang diinginkan karena produk tepung terigu tidak hanya satu macam saja yang ada dipasaran. Ada berbagai jenis tepung terigu yang diproduksi baik itu dalam satu produsen maupun yang berbeda produsen.

Untuk mengetahui kadar protein yang terkandung pada tepung terigu dibutuhkan suatu piranti yang dapat mempermudah pengukuran tersebut.

Dengan menggunakan prinsip spektroskopi pengukuran akan lebih mudah dan cepat, karena tidak membutuhkan banyak proses untuk menentukan kadar protein pada tepung terigu. Sedangkan pada pengukuran yang digunakan sebelumnya yaitu dengan metode Kjeldahl membutuhkan beberapa proses diantaranya adalah proses destruksi, destilasi dan titrasi. Proses-proses ini membutuhkan waktu yang lama dan rumit.

## 1.2 Perumusan Masalah

Dari latar belakang masalah di atas dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut:

- a) Bagaimana merancang dan membuat alat untuk mengukur kadar protein pada tepung.
- b) Bagaimana merancang dan membuat alat pengukur yang dapat menjadi alternatif selain menggunakan metode Kjeldahl.
- c) Bagaimana membuat alat penampil kadar protein pada tepung terigu.

## 1.3 Ruang Lingkup

Dengan mengacu pada permasalahan yang telah dirumuskan, maka hal-hal yang berkaitan dengan alat yang akan dibuat, diberi batasan sebagai berikut:

1. Menekankan pada perancangan, pembuatan dan pembahasan sistem pengukuran kadar protein pada tepung terigu dengan prinsip spektroskopi.
2. Parameter keberhasilan alat adalah kemampuan untuk mendeteksi kadar protein pada tepung terigu.

## 1.4 Tujuan

Tujuan penyusunan skripsi ini adalah memberikan alternatif alat pengukuran kadar protein pada tepung terigu menggunakan prinsip spektroskopi.

## 1.5 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan dalam skripsi ini sebagai berikut:

### BAB I PENDAHULUAN

Memuat latar belakang, rumusan masalah, ruang lingkup, tujuan, dan sistematika penulisan.

**BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

Membahas teori-teori yang mendukung dalam perencanaan dan pembuatan alat.

**BAB III METODOLOGI**

Berisi tentang metode penelitian dan perencanaan alat serta pengujian.

**BAB IV PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT**

Perancangan dan perealisasian alat yang meliputi spesifikasi, perencanaan blok diagram, prinsip kerja dan realisasi alat.

**BAB V PEGUJIAN ALAT**

Memuat hasil pengujian terhadap alat yang telah direalisasikan.

**BAB VI PENUTUP**

Memuat kesimpulan dan saran-saran.



## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Tepung terigu

Tepung terigu biasa disebut tepung gandum karena terbuat dari biji gandum. Tepung ini mengandung gluten (protein) dan terbagi menjadi beberapa jenis. Tepung gandum dengan kadar gluten tinggi biasanya digunakan untuk membuat roti, kadar sedang untuk membuat mi, dan kadar gluten rendah untuk membuat gorengan, kue basah dan kue kering.

Pada roti umumnya dibuat dari tepung terigu kuat. Maksudnya tepung mampu menyerap air dalam jumlah besar, dapat mencapai konsistensi adonan yang tepat, memiliki elastisitas yang baik untuk menghasilkan roti dengan remah halus, tekstur lembut, volume besar, dan mengandung 12-13 % protein.

Kandungan protein pada terigu tipe kuat paling tinggi dibandingkan dengan terigu tipe lainnya. Dalam pembuatan roti, penggunaan terigu tipe kuat lebih disukai karena kemampuan gluten (jenis protein pada tepung terigu) yang sangat elastis dan kuat untuk menahan pengembangan adonan akibat terbentuknya gas karbondioksida ( $\text{CO}_2$ ) oleh *Khamir Saccharomyces Cereviseae*. (Astawan,2004:1)

Semakin kuat gluten menahan terbentuknya gas  $\text{CO}_2$ , semakin mengembang volume adonan roti. Mengembangnya volume adonan mengakibatkan roti yang telah dioven akan menjadi mekar. Hal ini terjadi karena struktur berongga yang terbentuk di dalam roti.

#### 2.2 Protein

Protein merupakan salah satu kelompok bahan makronutrien. Tidak seperti bahan makronutrien lain (lemak dan karbohidrat), protein ini berperan lebih penting dalam pembentukan biomolekul daripada sumber energi. Namun demikian apabila organisme sedang kekurangan energi, maka protein ini terpaksa dapat juga dipakai sebagai sumber energi. Kandungan energi protein rata-rata 4 kilokalori/gram atau setara dengan kandungan energi karbohidrat.

Keistimewaan lain dari ini adalah strukturnya yang mengandung N, disamping C, H, O (seperti juga karbohidrat dan lemak), S dan kadang-kadang P, Fe dan Cu (sebagai senyawa kompleks dengan protein). Dengan demikian maka salah satu cara terpenting yang cukup spesifik untuk menentukan jumlah protein secara kuantitatif adalah dengan penentuan kandungan N yang ada dalam bahan makanan atau bahan lain.

### 2.3 Metode Kjeldahl

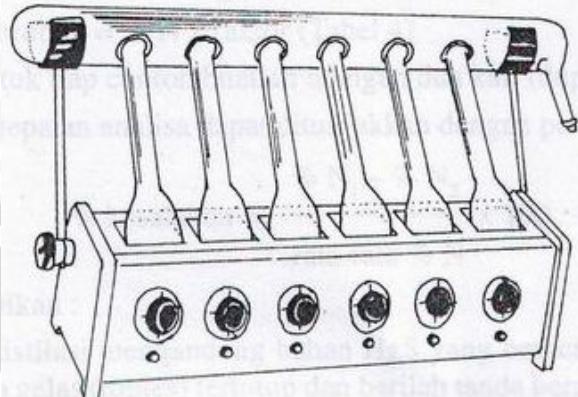
Metode Kjeldahl merupakan metode yang biasa dipakai untuk menghitung jumlah protein. Metode ini menentukan jumlah protein secara kuantitatif yaitu menentukan kandungan rata-rata unsur N yang ada dalam protein. Cara ini sebenarnya mengandung kelemahan, yaitu tidak semua jenis protein mengandung jumlah N yang sama; kelemahan lain adalah adanya senyawa lain bukan protein yang mengandung N meskipun jumlahnya sedikit dari protein. Kadar protein yang ditentukan dengan cara ini sering disebut sebagai kadar protein kasar.

Penentuan N-Total cara Semi-Mikro-Kjeldahl:

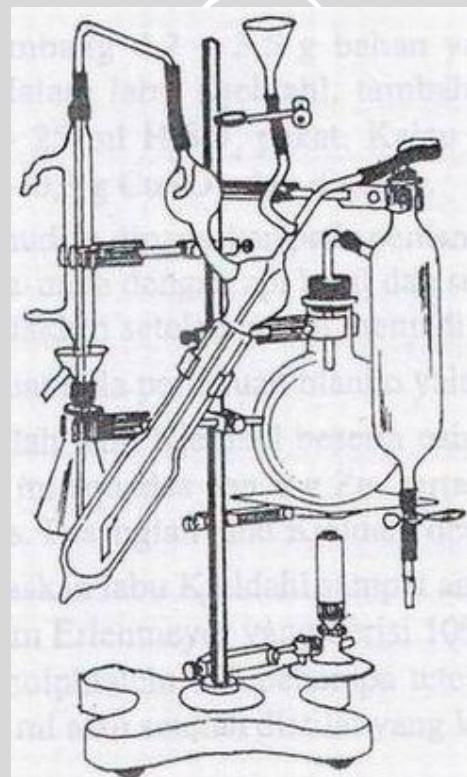
- Ambil 10 ml larutan protein dan masukkan ke dalam labu takar 100 ml dan encerkan dengan aquades sampai tanda.
- Ambil 100 ml dari larutan ini dan masukkan ke dalam labu kjeldahl 500 ml dan tambahkan 10 ml  $H_2SO_4$  (93 - 98 % bebas N). Tambahkan 5 gr campuran  $Na_2SO_4 - HgO$  (20 : 1) untuk katalisator.
- Didihkan sampai jernih dan lanjutkan pendidihan 30 menit lagi. Setelah dingin dalam labu kjeldahl dengan aquades dan didihkan lagi selama 30 menit.
- Setelah dingin tambahkan 140 ml aquades, dan tambahkan 35 ml larutan  $NaOH - Na_2S_2O_3$  dan beberapa butiran zink.
- Kemudian lakukan distilasi; distilat ditampung 100 ml dalam erlenmeyer yang berisi 25 ml larutan jenuh asam borat dan beberapa tetes indikator metil merah/metilen biru.
- Titrasilah larutan yang diperoleh dengan 0,02 HCl.
- Hitunglah jumlah Ntotal N

$$\text{Jumlah N total} = \frac{\text{ml HCl} \times \text{N HCl}}{\text{ml larutan contoh}} \times 14,008 \times f \text{ mg/ml}$$

f = faktor pengenceran, dalam contoh petunjuk ini besarnya f = 10.



Gambar 2.1. Pendidihan (destruksi) bahan dalam labu Kjeldahl



Gambar 2.2. Alat distilasi Mikro Kjeldahl

Gambar alat untuk proses destruksi dan distilasi ditunjukkan dalam Gambar 2.1 dan 2.2.

## 2.4 Spektroskopi

Prinsip spektroskopi didasarkan adanya interaksi dari energi radiasi elektromagnetik dengan zat kimia. Dengan mengetahui interaksi yang terjadi, dikembangkan teknik-teknik analisis kimia yang memanfaatkan sifat-sifat dari interaksi tersebut. Hasil interaksi tersebut bisa menimbulkan satu atau lebih peristiwa seperti: pemantulan, pembiasan, interferensi, difraksi, penyerapan (*absorbsi*). Fluorosensi dan ionisasi. Dalam analisis kimia, peristiwa absorpsi tersebut bersifat unik/spesifik untuk setiap zat kimia atau segolongan zat kimia (aplikasi kualitatif). Disamping itu adalah kenyataan bahwa banyaknya absorpsi berbanding lurus dengan banyaknya zat kimia (aplikasi kuantitatif).

### 2.4.1 Radiasi Elektromagnetik

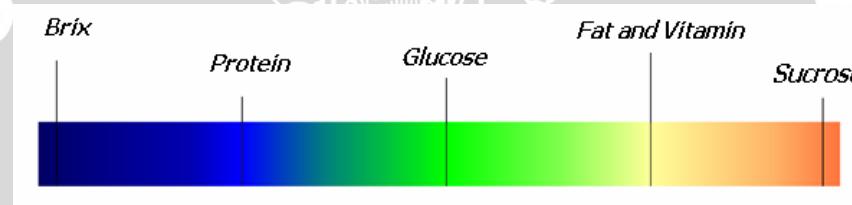
Radiasi elektromagnetik meliputi banyak panjang gelombang, mulai dari radiasi yang mempunyai frekuensi yang sangat rendah sampai yang sangat sangat tinggi dan disebut spektrum elektromagnetik. Spektrum tersebut biasa dibagi dalam daerah-daerah lebih kecil.

Radiasi yang dapat dilihat oleh manusia disebut cahaya tampak/terlihat yang meliputi daerah panjang gelombang dari 400 – 700 nm, dan merupakan campuran dari warna-warna seperti yang terlihat pada pelangi. Apabila suatu larutan mendapat irradiasi sinar polikhromatik yaitu sinar yang terdiri dari beberapa macam warna, maka ada suatu sinar dengan panjang gelombang tertentu yang diserap, sedang yang lainnya diteruskan melalui larutan tersebut. Sinar yang mempunyai warna sama dengan larutan tidak diserap oleh larutan tersebut, tapi akan diteruskan. Warna yang diteruskan yang sebenarnya merupakan warna dari larutan tersebut merupakan warna komplementer dari warna yang tidak diteruskan atau warna yang diserap. Beberapa warna dan warna komplementer dalam spektrum cahaya tampak tercantum dalam tabel 2.1.

| Panjang Gelombang (nm) | Warna            | Warna Komplementer |
|------------------------|------------------|--------------------|
| 400 - 435              | Violet (ungu)    | Hijau Kekuningan   |
| 435 - 480              | Biru             | Kuning             |
| 480 - 490              | Biru Kehijauan   | Jingga             |
| 490 - 600              | Biru Kebiruan    | Merah              |
| 500 - 560              | Hijau            | Ungu Kemerahan     |
| 560 - 595              | Hijau Kekuningan | Ungu               |
| 595 - 610              | Jingga           | Biru Kehijauan     |
| 610 - 680              | Merah            | Hijau Kebiruan     |
| 680 - 700              | Ungu kemerahan   | Hijau              |

Tabel 2.1 Warna dan warna komplementer dalam spektrum cahaya tampak

Sumber: Slamet Sudarmaji, Bambang haryono, Suhardi, 1996.



Gambar 2.3. Spektrum Warna Kandungan Tepung Terigu

Sumber: Duncan, L.W., 1996:7

Spektrum warna kandungan zat pada tepung terigu ditunjukkan dalam Gambar 2.3. Dalam Gambar 2.3 tampak bahwa spektrum warna dari protein adalah warna biru yang mempunyai panjang gelombang sekitar 435-480 nm dan memiliki warna komplementer kuning dengan panjang gelombang 590 – 650 nm.

## 2.5 Hukum Lambert-Beer

Hubungan antara panjang gelombang medium yang dilewati cahaya dan daya radiasi pertama kali dirumuskan oleh Lambert. Hukum ini menyatakan bahwa seberkas cahaya monokromatis melalui sebuah medium yang dapat menyerap cahaya untuk daya radiasi cahaya tersebut akan berkurang secara eksponensial dengan bertambah panjangnya medium tersebut. Sedangkan hubungan konsentrasi medium penyerap dengan daya radiasi seberkas cahaya

dikemukakan oleh Beer. Hukum ini menyatakan bahwa daya radiasi seberkas cahaya monokromator yang melewati sebuah medium penyerap akan berkurang secara eksponensial dengan bertambahnya konsentrasi larutan tersebut. Gabungan kedua rumusan ini dikenal dengan hukum Lambert-Beer. Apabila seberkas cahaya monokromatik dengan daya radiasi ( $P_0$ ) dijatuhkan pada kuvet yang berisi larutan dengan konsentrasi ( $c$ ) maka setelah berkas tersebut melewati jarak ( $b$ ), daya radiasi cahaya akan turun sampai ( $P$ ). Daya radiasi cahaya setelah melewati larutan akan berkurang karena sebagian cahaya diserap oleh larutan pada panjang gelombang tertentu.

Hukum Lambert ini tentunya hanya berlaku jika di dalam bahan/medium tersebut tidak ada reaksi kimia ataupun proses fisis yang dapat dipicu atau diimbau oleh berkas cahaya datang tersebut. Dalam hal demikian, intensitas cahaya yang keluar setelah melewati bahan/medium tersebut dapat dituliskan dalam bentuk sederhana sbb.:

$$I = T \times I_0 \quad (2.1)$$

dengan  $I$  adalah intensitas berkas cahaya keluar,  $I_0$  adalah intensitas berkas cahaya masuk/datang, dan  $T$  adalah transmitansi.

Transmitansi adalah perbandingan antara daya radiasi cahaya setelah melewati larutan terhadap daya radiasi sebelum melewati larutan. Semakin tinggi konsentrasi larutan semakin banyak pula cahaya yang akan diserap larutan dan semakin sedikit cahaya yang akan diteruskan larutan sehingga transmitansinya semakin kecil.

Karena  $P = P_0$  untuk  $b = 0$  maka

$$T = \frac{P}{P_0} = 10^{-\varepsilon bc} \quad (2.2)$$

$$\log T = -\varepsilon bc \quad (2.3)$$

$$\log \frac{1}{T} = \varepsilon bc$$

$$A = \log \frac{P}{P_0} \quad (2.4)$$

$$A = \varepsilon bc \quad (2.5)$$

Dengan

$P_0$  = daya radiasi sebelum melewati larutan

$P$  = daya radiasi setelah melewati larutan

$A$  = penyerapan

$\epsilon$  = koefisien absorbansi ( $\text{liter} \cdot \text{mol}^{-1} \text{cm}^{-1}$ ). Koefisien absorbansi protein sebesar  $k=0,0765$

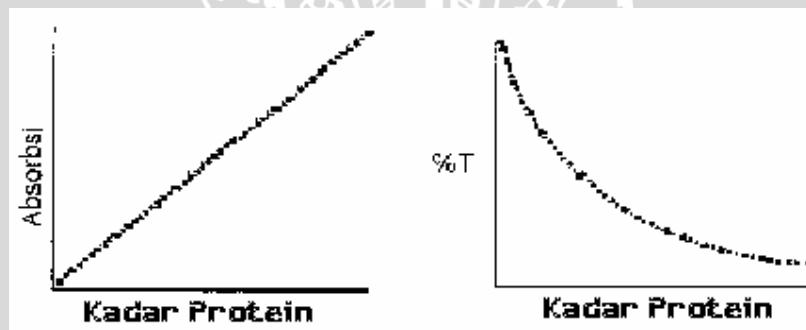
$b$  = panjang larutan yang dilalui cahaya(cm)

$c$  = konsentrasi larutan (mol)

Dari persamaan 2.5 dapat diubah menjadi

$$c = \frac{A}{b\epsilon}$$

karena besarnya koefisien absorbansi dan panjang lintasan tetap maka terdapat hubungan yang linier antara daya serap suatu larutan dengan besarnya konsentrasi larutan tersebut. Hubungan antara absorbansi cahaya dengan kadar protein dapat digambarkan dalam Gambar 2.4.

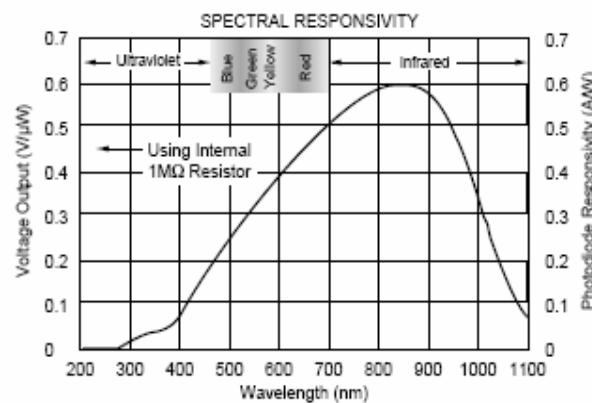


Gambar 2.4. Hubungan Absorbansi Cahaya dengan Kadar Protein

Sumber: Walstra and Gennes , 2005: 1

## 2.6 Sensor OPT101 Monolithic Photodiode

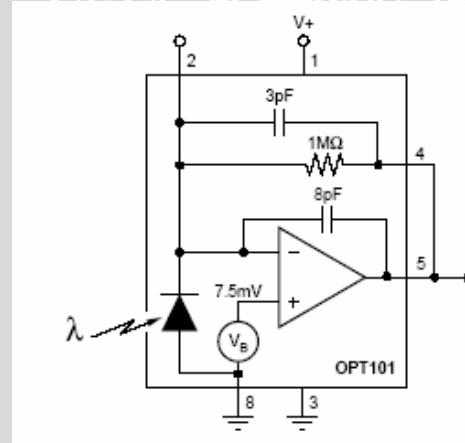
OPT101 *Monolithic Photodiode* adalah sensor penerima intensitas cahaya. Cahaya yang digunakan sebagai sumber salah satunya adalah LED yang mempunyai panjang gelombang kira-kira 500-700 nm. Respon optimal detektor ini mendekripsi intensitas cahaya pada panjang gelombang 650 nm. Agar diperoleh respon yang bagus maka digunakan LED warna kuning sebagai sumber cahaya karena memiliki panjang gelombang antara 600-650 nm, seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.5.



Gambar 2.5. Spectral Responsivity

Sumber: OPT101 Data Sheet

Prinsip kerja sensor ini yaitu mendeteksi cahaya yang diserap oleh larutan sampel yang disinari oleh sumber cahaya. Keluaran dari sensor ini berupa tegangan yang akan bertambah secara linier seiring dengan bertambahnya intensitas cahaya. Sensor ini membutuhkan sumber tegangan 2,7-36 V. Rangkaianya ditunjukkan pada gambar 2.6.



Gambar 2.6. Rangkaian OPT101 Linear Photodiode

Sumber : OPT101 Data Sheet

## 2.7 Penguat Operasional

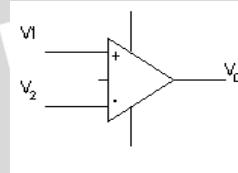
Penguat berfungsi untuk menguatkan sinyal keluaran yang dihasilkan detektor cahaya. Penguat yang digunakan adalah penguat operasional. Karakteristik dari suatu penguat operasional adalah:

- impedansi masukan yang sangat tinggi sehingga arus masukan dapat diabaikan.
- penguatan loop terbuka ( $A_v$ ) sangat tinggi sehingga tegangan keluaran penguat menjadi :

$$V_{out} = A_v((V_+)-(V_-)) \quad (2.6)$$

- impedansi keluaran amat rendah sehingga keluaran penguat tidak terpengaruh pada pembebanan.

Sebuah penguat operasional ditunjukkan dalam Gambar 2.7.



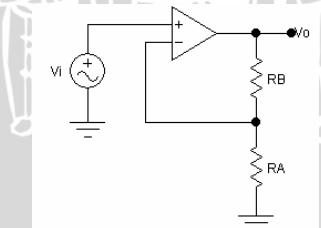
**Gambar 2.7.** Penguat Operasional  
Sumber: Coughlin, Robert F. 1992,

### 2.7.1. Penguat Tak Membalik

Penguat yang digunakan adalah penguat operasi (*operational amplifier*) tak membalik (*non inverting*). Rangkaian penguat ini memiliki keluaran tak membalik dan penguatannya sebesar:

$$V_o = \left(1 + \frac{R_B}{R_A}\right) V_i$$

Rangkaian penguat ditunjukkan pada gambar 2.8.



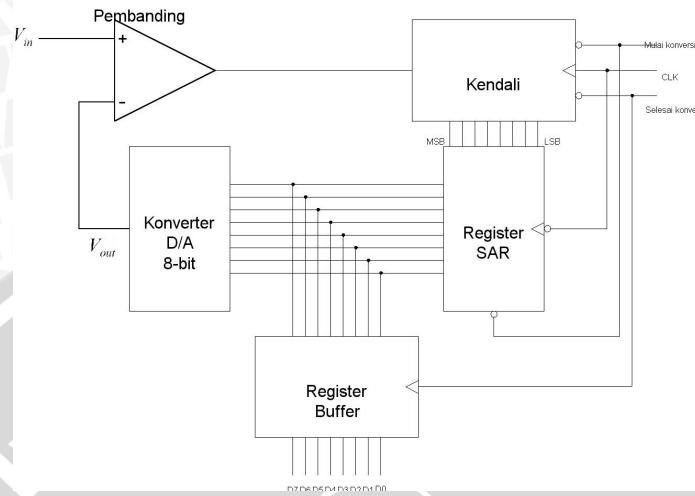
**Gambar 2.8.** Rangkaian penguat operasional tak membalik

Sumber: Coughlin, Robert F. 1992.

### 2.8 Rangkaian ADC

ADC 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 A/D adalah

metode aproksimasi berturut-turut (*successive-approximation methode*), yang diperlihatkan dalam Gambar 2.9.



**Gambar 2.9. Analog To Digital Converter**

Sumber: Malvino, 1993:334

Konverter D/A menerima tegangan masukan suatu tegangan analog dan beberapa saat kemudian menghasilkan keluaran digital yang mewakili masukan analog tersebut. Konversi ADC yang bekerja berdasarkan metode pendekatan berturut-turut mengikuti langkah berikut:

1. Jika sinyal konversi berubah dari logika tinggi ke rendah, register SAR akan dikosongkan dan  $V_{out}$  bernilai nol. Ketika sinyal mulai konversi kembali berlogika tinggi, pulsa detak pertama akan menyebabkan rangkaian kendali menset MSB dalam register SAR.
2. Setelah keluaran digital ini muncul, mulai  $V_{out}$  dari keluaran D/A akan dibandingkan. Bila nilai ini melebihi  $V_{in}$ , keluaran negatif dari pembanding akan menyebabkan rangkaian kendali akan mereset MSB dalam register SAR. Tetapi bila nilai ini lebih kecil dari  $V_{in}$ , keluaran positif dari pembanding akan menyebabkan rangkaian kendali akan menset MSB dalam register SAR
3. Pada pulsa-pulsa detak berikutnya secara berturut-turut, bit MSB yang lebih rendah pada register SAR akan diset dan diuji. Bila suatu bit menyebabkan nilai  $V_{out}$  melebihi  $V_{in}$  maka bit yang bersangkutan akan direset, tetapi bila suatu bit menyebabkan nilai  $V_{out}$  kurang dari  $V_{in}$

maka bit yang bersangkutan akan diset. Langkah ini dilakukan sampai bit terakhir/LSB.

4. Apabila konversi telah selesai dilakukan, rangkaian kendali membangkitkan sinyal selesai konversi register buffer dengan nilai digital akhir hasil konversi.

Waktu konversi merupakan waktu yang dibutuhkan IC untuk mengkonversi tegangan masukan analog menjadi data keluaran biner. Waktu konversi berkisar antara 12 - 100 $\mu$ s.

Resolusi dari suatu konverter A/D merupakan kenaikan analog terkecil yang menyebabkan perubahan keluaran sebesar 1 LSB dan ditentukan oleh banyaknya bit keluaran digitalnya, dimana jumlah level analognya adalah sebesar  $2^n$ .

## 2.9 Mikrokontroler AT89S51

AT89S51 merupakan salah satu mikrokontroler dari buatan ATMEL keluarga MCS-51 yang mempunyai 4 kbyte Flash PEROM (*Flash Programmable and Erasable Read Only Memory*), 128 byte RAM, 32 pin I/O (4 buah *port* I/O bit) yang mana tiap pin tersebut dapat diprogram secara paralel dan tersendiri, mempunyai dua buah timer/counter 16 bit, serta enam buah sumber interupsi.

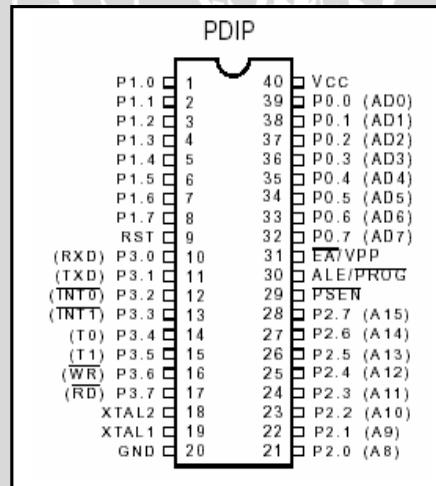
Pada dasarnya mikrokontroler adalah terdiri atas mikroprosesor, *timer*, dan *counter*, perangkat I/O dan internal memori. Mikrokontroler termasuk perangkat yang sudah didesain dalam bentuk *chip* tunggal. Mikrokontroler dikemas dalam satu *chip* (*single chip*). Mikrokontroler didesain dengan instruksi-instruksi lebih luas dan 8 bit instruksi yang digunakan membaca data instruksi dari internal memori ke ALU . (Paulus Andi. 2003)

Sebagai suatu sistem kontrol mikrokontroler AT89S51 bila dibandingkan dengan mikroprosesor memiliki kemampuan dan segi ekonomis yang bisa diandalkan karena dalam mikrokontroler sudah terdapat RAM dan ROM sedangkan mikroprosesor didalamnya tidak terdapat keduanya. Secara umum konfigurasi yang dimiliki mikrokontroler AT89S51 adalah sebagai berikut : (Atmel, 1997: 4-29)

- Sebuah CPU 8 bit dengan menggunakan teknologi dari Atmel.
- Memiliki memori baca-tulis (RAM) sebesar 128 byte.
- Jalur dua arah (*bidirectional*) yang digunakan sebagai saluran masukan atau keluaran.
- Sebuah *port* serial dengan kontrol *full duplex* UART (*Universal Asynchronous Receiver Transmitter*).
- Dua buah *timer/counter* 16 bit.
- Osilator internal dan rangkaian pewaktu.
- Flash PEROM yang besarnya 4 kbyte untuk memori program
- Kemampuan melaksanakan operasi perkalian, pembagian, dan operasi *Boolean*.
- Mampu beroperasi sampai 24 MHz.

### 2.9.1 Penjelasan Fungsi Pin AT89S51

Mikrokontroler AT89S51 mempunyai 40 pin seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.10. Fungsi-fungsi pin dijelaskan sebagai berikut:



Gambar 2.10. Susunan Pin AT89S51

Sumber : AT89S51 Data Sheet

Fungsi kaki-kaki AT89S51 adalah:

- *Port 1* (Pin 1..8), merupakan saluran masukan/keluaran dua arah.
- Pin 9 RST, merupakan saluran dua masukan untuk mereset mikrokontroler dengan cara memberi masukan logika tinggi.

- Port 3 (Pin 10..17), merupakan saluran masukan/keluaran dua arah dan mempunyai fungsi khusus. Fungsi khusus meliputi TXD (*Transmit Data*), RXD (*Receive Data*),  $\overline{INT0}$  (*Interrupt 0*),  $\overline{INT1}$  (*Interrupt 1*), T0 (*Timer 0*), T1 (*Timer 1*),  $\overline{WR}$  (*Write*),  $\overline{RD}$  (*Read*).
- Pin 18 dan 19 ( $XTAL_1$  dan  $XTAL_2$ ), merupakan saluran untuk mengatur pewaktuan sistem. Untuk pewaktuan dapat dapat menggunakan pewaktuan internal maupun eksternal.
- Pin 20  $V_{SS}$ , merupakan hubungan ke *ground* dari rangkaian.
- Port 2 (Pin 21..28), merupakan saluran masukan/keluaran dua arah.
- Pin 29  $\overline{PSEN}$  (*Program Store Enable*), merupakan sinyal baca untuk mengaktifkan memori program eksternal.
- Pin 30  $ALE / \overline{PROG}$  (*Address Latch Enable*), merupakan pulsa yang berfungsi untuk menahan alamat rendah (A0-A7) dalam *port 0*, selama proses baca/tulis memori eksternal. Frekuensi ALE adalah 1/6 kali frekuensi osilator, dan dapat digunakan sebagai pewaktu. Pin ini juga berfungsi sebagai saluran program selama dilakukan pemrograman jika menggunakan memori program internal.
- Pin 31  $\overline{EA} / VPP$  (*External Access Enable*), untuk mengatur penggunaan memori program eksternal dan internal. Pin ini harus dihubungkan dengan *ground* bila menggunakan memori program eksternal dan dihubungkan dengan VPP sebesar 12 volt jika menggunakan memori program eksternal.
- Port 0 (Pin 32..39), merupakan saluran masukan/keluaran *open drain*.
- Pin 40  $V_{CC}$ , merupakan saluran masukan untuk catu daya positif sebesar 5 volt DC dengan toleransi lebih kurang 10%.

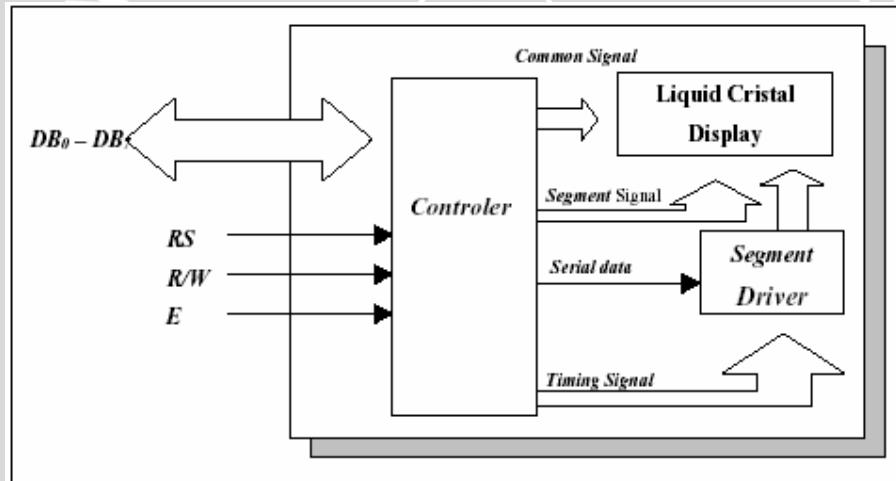
## 2.10 LCD

LCD model TM162ABC produksi *SEIKO Instrument Inc. Corporation* memiliki spesifikasi sebagai berikut :

- a. Menampilkan 16 karakter pada tiap baris TN LCD dengan 5 x 7 dot matrik.

- b. Pembangkit karakter ROM untuk 192 jenis karakter
- c. Pembangkit karakter RAM untuk 8 jenis karakter
- d. 80 x 8 bit data RAM
- e. Antarmuka dengan 4 bit atau 8 bit MPU
- f. Tegangan catu 5 volt dan temperatur operasi 0 – 500 C
- g. Otomatis reset pada saat dihidupkan

Masukan yang diperlukan untuk mengendalikan modul LCD ini berupa bus data yang masih termultipleks dengan bus alamat serta 3 bit sinyal kontrol, yaitu RS, R/W dan E. Sementara pengendali dot matrix LCD dilakukan secara internal oleh kontroler yang sudah terpasang pada modul LCD. Blok diagram ditunjukkan pada Gambar 2.11.



Gambar 2.11. Blok Diagram LCD TM162ABC

Sumber : LCD TM162ABC manual book

### BAB III

## METODOLOGI

Penyusunan skripsi ini didasarkan pada masalah yang bersifat aplikatif, yaitu perencanaan dan perealisasian alat agar dapat menampilkan unjuk kerja sesuai dengan yang direncanakan dengan mengacu pada rumusan masalah. Data dan spesifikasi komponen yang digunakan dalam perencanaan merupakan data sekunder yang diambil dari buku data komponen elektronika. Pemilihan komponen berdasarkan perencanaan dan disesuaikan dengan komponen yang ada di pasaran.

Langkah-langkah yang perlu dilakukan untuk merealisasikan alat yang akan dibuat adalah sebagai berikut:

#### 3.1 Studi Literatur

Studi literatur dilakukan untuk mempelajari teori penunjang sistem yang dibutuhkan dalam perencanaan dan pembuatan alat. Teori yang diperlukan berkaitan dengan hal-hal seperti unit penyusun spektroskopi, penguat operasional, rangkaian pengkonversi analog menjadi digital, mikrokontroler dan tampilan peraga.

#### 3.2 Perancangan Alat

Agar perancangan dan perealisasian alat berjalan secara sistematis maka perlu dirancang diagram blok yang menjelaskan sistem yang dirancang secara garis besar.

#### 3.3 Metode Pengujian

Untuk mengetahui unjuk kerja piranti sesuai dengan yang direncanakan maka diperlukan pengujian rangkaian. Pengujian dilakukan pada masing-masing blok dan secara sistem keseluruhan. Pengujian antara lain berupa:

##### 3.3.1. Pengujian Sistem Sensor

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh cahaya dari luar yang dapat mempengaruhi penerimaan cahaya oleh sensor fotodioda atau tidak.

### 3.3.2. Pengujian Rangkaian Pengkondisi Sinyal

Pengujian rangkaian ini dilakukan dengan memberikan tegangan tertentu yang sudah ditentukan pada masukannya dan kemudian mengukur tegangan keluarannya sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan .

### 3.3.3. Pengujian ADC

Pengujian ADC dilakukan dengan memberikan tegangan tertentu pada masukan ADC dan kemudian menguji keluarannya berdasarkan perhitungan.

### 3.3.4. Pengujian Mikrokontroler dan LCD (*Liquid Crystal Display*)

Pengujian dilakukan dengan cara memberi masukan program pada mikrokontroler untuk ditampilkan oleh LCD kemudian menguji keluaran data dengan membandingkan data yang telah diisikan pada mikrokontroler tersebut..

### 3.3.5. Pengujian keseluruhan sistem

Pengujian dilakukan terhadap sistem pengkabelan dan hubungan tiap komponen unuk mengetahui kesalahan penghubungan, peletakan dan terjadinya hubung singkat. Pengujian ini juga dilakukan untuk mengetahui kinerja alat dan hasilnya dibandingkan dengan hasil pengujian laboratorium Kimia Universitas Muhammadiyah Malang.

## 3.4 Realisasi Alat

Pembuatan alat dilakukan berdasarkan perencanaan yang telah dibuat, diawali dengan pembuatan unit rangkaian tiap blok pada *project board* yang selanjutnya dilakukan pengujian awal. Kemudian tiap blok-blok rangkaian pada *project board* digabungkan, untuk direalisasikan sesuai dengan perencanaan. Langkah awal pembuatan PCB dilakukan perancangan tata letak komponen dengan menggunakan software protel. Kemudian layout PCB disablon dan dietsakan untuk melarutkan tembaga. Setelah proses pengetasan selesai zat penutup sketsa rangkaian dibersihkan dengan alkohol selanjutnya dilakukan pengeboran lubang tempat kaki-kaki komponen.

### 3.5 Pengambilan Kesimpulan

Kesimpulan didapat berdasarkan hasil perealisasian alat pengukur kadar protein pada tepung terigu.



## BAB IV

### PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT

Dalam perancangan dan pembuatan alat pengukur kadar protein ini dilakukan secara bertahap blok demi blok untuk memudahkan analisis sistem setiap bagian maupun sistem secara keseluruhan. Perancangan dan pembuatan alat ini meliputi rangkaian sensor fotodioda, pengkondisi sinyal, ADC, Mikrokontroler dan LCD sebagai tampilan. Beberapa aspek lain yang perlu dijelaskan dalam pembahasan bab ini adalah penentuan spesifikasi dari sistem yang dirancang, blok diagram dan prinsip kerja sistem.

#### 4.1. Spesifikasi Alat

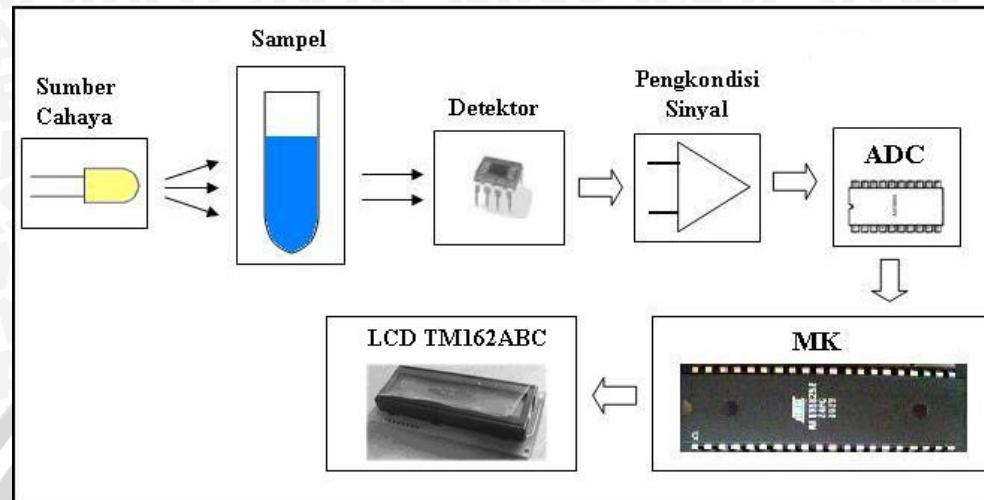
Sebelum melakukan perancangan dan perealisasian alat, maka perlu ditentukan spesifikasi alat yang akan dibuat. Spesifikasi alat yang akan direncanakan adalah sebagai berikut:

1. Sumber cahaya yang digunakan adalah LED yang memancarkan cahaya warna kuning sedangkan sensor penerima intensitas cahaya adalah OPT101 *Monolithic Photodiode*.
2. Pengolah data yang digunakan adalah Mikrokontroler AT89S51.
3. Besarnya kadar protein pada sampel ditampilkan dengan menggunakan LCD TM162ABC dalam satuan persen.
4. Jangkauan pengukuran kadar protein pada tepung terigu antara 6,2 - 14 %.
5. Pengkalibrasian alat dilakukan dengan cara membandingkan keluaran alat dengan hasil pengujian dari Laboratorium Kimia Dasar Universitas Muhammadiyah Malang.

#### 4.2. Perencanaan Blok Diagram Rangkaian

Pembuatan blok diagram rangkaian pengukur kadar protein pada tepung terigu ini merupakan dasar dari perancangan sistem agar perancangan dan perealisasian alat berjalan secara sistematis. Diagram blok ini nantinya digunakan untuk pengecekan masing-masing blok dari rangkaian seperti yang terlihat dalam Gambar 4.1. Sehingga keseluruhan diagram blok rangkaian tersebut akan

menghasilkan suatu sistem yang dapat difungsikan atau sistem yang bekerja sesuai dengan perancangan.



Gambar 4.1 Blok diagram sistem

### 4.3. Prinsip Kerja Sistem

Sumber cahaya memancarkan cahaya warna kuning dengan panjang gelombang 600 nm. Warna ini adalah warna komplementer dari warna biru yang merupakan spektrum dari protein. Cahaya yang dipancarkan ke arah sampel akan terserap oleh sampel tersebut lalu sebagian cahaya akan diterima oleh sensor fotodioda.

Sensor fotodioda mengubah besaran cahaya menjadi tegangan. Tegangan tersebut selanjutnya dikuatkan serta disesuaikan oleh rangkaian pengkondisi sinyal agar memenuhi tegangan masukan yang diijinkan oleh ADC.

ADC akan menghasilkan keluaran data digital dan merupakan masukan dari mikrokontroler yang berfungsi sebagai pengolah data. Data yang berupa kadar protein selanjutnya akan ditampilkan oleh LCD.

### 4.4. Preparasi Sampel

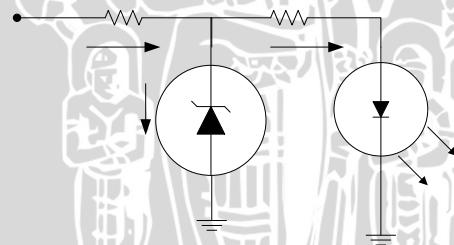
Preparasi sampel bertujuan untuk mempersiapkan sampel tepung terigu berupa serbuk yang akan diubah dalam bentuk larutan standar atau larutan isolasi protein agar dapat diukur dengan metode spektroskopi. Berikut ini adalah proses pembuatan larutan isolasi protein:

- Larutan protein yang terlarut diendapkan terlebih dahulu dengan amonium sulfat kristal (jumlahnya tergantung dari jenis proteinnya, kalau perlu sampai mendekati kejenuhan amonium-sulfat dalam larutan).
- Pisahkan protein yang mengendap dengan sentrifus 11.000 rpm selama 10 menit. Pisahkan supernatanya.
- Presipitat yang merupakan protein kemudian perlu dilarutkan kembali dengan bufer asam asetat pH 5,0 misalnya sampai 10 ml.
- Untuk pengukuran campurkan larutan protein sampel dengan reagen biuret untuk mengubah warna larutan menjadi biru dengan perbandingan volume larutan dan reagen yaitu 1:2.

Setelah melalui proses tersebut diatas maka sampel telah siap untuk diuji dengan menggunakan prinsip spektroskopi.

#### 4.5. Rangkaian Sumber Cahaya

Rangkaian Sumber Cahaya merupakan rangkaian yang digunakan untuk menghasilkan cahaya yang akan dipancarkan melewati sampel larutan tepung terigu.



Gambar 4.2 Rangkaian sumber cahaya

Untuk menjaga intensitas cahaya yang dipancarkan oleh LED tetap stabil, maka dalam perancangan ini tegangan yang mencatut LED diusahakan tetap konstan. Dengan menggunakan dioda zener tipe 1N746A yang dipasang seperti yang ditunjukkan dalam Gambar 4.2 maka tegangan yang masuk ke LED dapat dijaga tetap konstan sebesar 3,3 V. Sedangkan besarnya nilai  $R_1$  dan  $R_2$  dapat dicari dengan cara berikut:

$$V_Z = V_{LED} + I_{LED} \cdot R_2 \quad (4.1)$$

$$3,3 = 1,9 + 20 \cdot 10^{-3} \cdot R_2$$

$$R_2 = \frac{1,4}{20 \cdot 10^{-3}} = 70 \Omega$$

$$I_Z = \frac{P_Z}{V_Z} = \frac{0,5W}{3,3V} = 150 \text{ mA}$$

$$I_T = I_Z + I_{LED}$$

$$I_T = (150 + 20) \text{ mA}$$

$$I_T = 170 \text{ mA}$$

$$V_{CC} = I_T \cdot R_1 + V_Z$$

$$5 = 170 \cdot 10^{-3} \cdot R_1 + 3,3$$

$$R_1 = \frac{1,7}{170 \cdot 10^{-3}} = 10 \Omega$$

(4.2)

(4.3)

Nilai resistor  $R_2$  yang digunakan sebesar  $70 \Omega$  dan  $R_1$  sebesar  $10 \Omega$ .

#### 4.5.1. Pemilihan Warna Sumber Cahaya Berdasarkan Respon Sensor

Ada 2 pilihan sumber cahaya yang digunakan untuk memancarkan cahaya yaitu LED warna kuning yang memiliki panjang gelombang sebesar 600 nm dan LED warna biru yang memiliki panjang gelombang 480 nm. Menurut teori yang telah dibahas dalam BAB II, bahwa sinar yang sama dengan warna larutan tidak akan diserap oleh larutan tersebut tetapi akan diteruskan. Sedangkan warna yang diserap adalah warna komplementer dari warna larutan.

Dalam perancangan alat ini larutan sampel berwarna biru. Menurut teori, apabila larutan berwarna biru maka sumber cahaya yang digunakan adalah warna komplementer dari biru yaitu kuning.

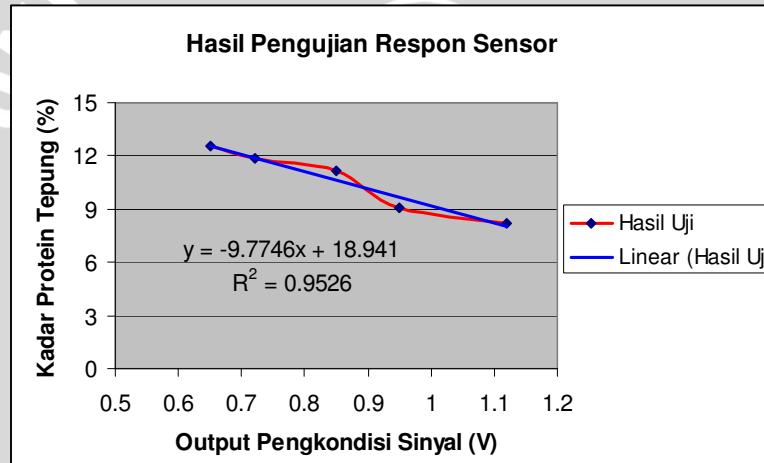
Untuk memilih sumber cahaya antara warna biru dan kuning maka akan dibuktikan dengan membandingkan respon sensor bila menggunakan sumber cahaya biru dan sumber cahaya kuning. Sedangkan sampel yang digunakan dalam pembandingan pengukuran ini sama.

#### 4.5.1.1. Pengujian Respon Sensor Menggunakan Sumber Cahaya Biru

Dari hasil pengujian diperoleh data keluaran tegangan dari rangkaian sensor yang ditunjukkan dalam Tabel 4.1 dan hasil pengujian respon sensor ditunjukkan dalam Grafik 4.1.

Tabel 4.1 Hasil Pengujian Respon Sensor Menggunakan Sumber Cahaya Biru

| Sampel Tepung | Keluaran Sensor (V) | Kadar Protein Hasil Pengukuran Laboratorium (%) |
|---------------|---------------------|---|
| 1             | 1,12                | 8,18  |
| 2             | 0,95                | 9,04  |
| 3             | 0,85                | 11,13   |
| 4             | 0,72                | 11,86   |
| 5             | 0,65                | 12,56   |



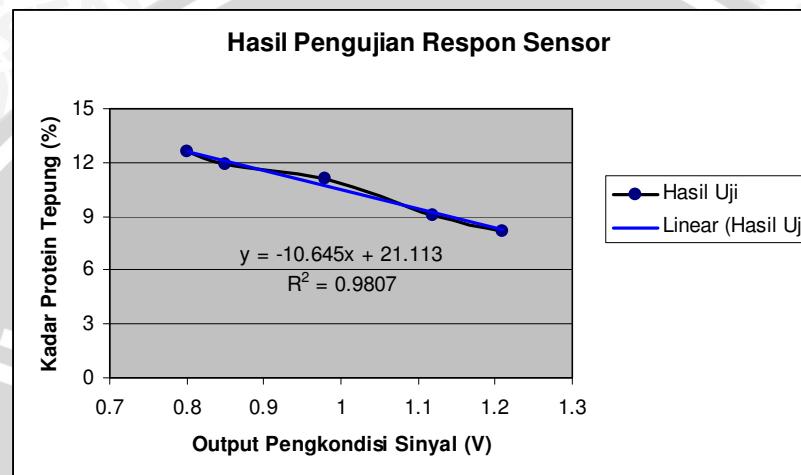
Grafik 4.1 Pengujian Respon Sensor Menggunakan Sumber Cahaya Biru

#### 4.5.1.2. Pengujian Respon Sensor Menggunakan Sumber Cahaya Kuning

Dari hasil pengujian diperoleh data keluaran tegangan dari rangkaian sensor yang ditunjukkan dalam Tabel 4.2 dan hasil pengujian respon sensor ditunjukkan dalam Grafik 4.2.

**Tabel 4.2** Hasil Pengujian Respon Sensor Menggunakan Sumber Cahaya Kuning

| Sampel Tepung | Keluaran Sensor (V) | Kadar Protein Hasil Pengukuran Laboratorium (%) |
|---------------|---------------------|---|
| 1             | 1,21                | 8,18  |
| 2             | 1,12                | 9,04  |
| 3             | 0,98                | 11,13   |
| 4             | 0,85                | 11,86   |
| 5             | 0,80                | 12,56   |

**Grafik 4.2** Pengujian Respon Sensor Menggunakan Sumber Cahaya Kuning

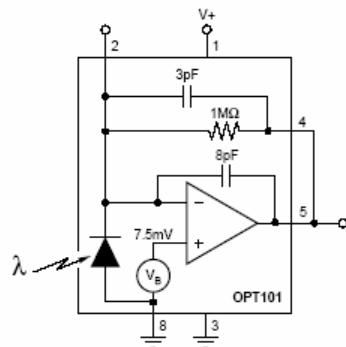
Dari hasil pengujian didapatkan bahwa perubahan tegangan keluaran dari rangkaian sensor terhadap perubahan kadar protein adalah mendekati linier. Pengujian respon sensor menggunakan sumber cahaya warna kuning lebih linier dan lebih optimal dibandingkan dengan respon sensor menggunakan sumber cahaya warna biru.

Jadi dalam perancangan ini, sumber cahaya yang digunakan untuk memancarkan cahaya yaitu LED warna kuning yang memiliki panjang gelombang sebesar 600 nm.

#### 4.6. Rangkaian Penerima Cahaya

Sensor cahaya yang digunakan adalah OPT101 *Monolithic Photodiode*. Fotodioda ini dapat menangkap intensitas cahaya pada panjang gelombang antara 200 - 1100 nm. Respon optimal sensor ini menerima cahaya dengan panjang gelombang 650 nm. Tegangan keluaran dari sensor ini linier dengan intensitas

cahaya. Catu daya yang digunakan adalah antara 2,7 – 36 V. Rangkaian dari sensor fotodioda ditunjukkan dalam Gambar 4.3.

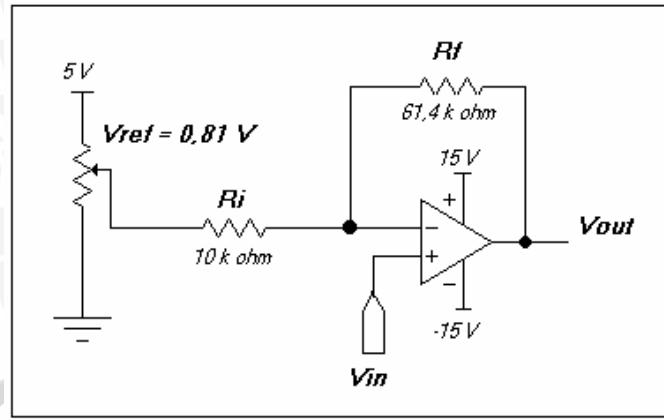


Gambar 4.3 Rangkaian OPT101 *Monolithic Photodiode*

#### 4.7. Rangkaian Pengkondisi Sinyal

Rangkaian pengkondisi sinyal merupakan rangkaian yang menghubungkan antara keluaran sensor photodioda yang telah dikonversikan dengan masukan ADC. Tegangan keluaran yang dihasilkan oleh sensor belum bisa diproses oleh rangkaian pengkonversi analog ke digital. Karena jangkauan tegangan masukan yang dapat diproses oleh rangkaian pengkonversi analog ke digital dibatasi sebesar 0 sampai 5 volt. Untuk mensinkronkan antara keluaran sensor dengan rangkaian pengkonversi analog ke digital maka digunakan rangkaian pengkondisi sinyal.

Rangkaian pengkondisi sinyal ini terdiri dari pengikut tegangan dan penguat membalik. Keluaran dari pengikut tegangan yang besarnya sama dengan masukannya akan dikuatkan oleh penguat membalik. Pada rangkaian pengkondisi sinyal ini dirancang agar tegangan keluaran minimal dari sensor  $V_{MinSensor} = 0,7$  V bisa memberikan tegangan masukan minimal pada ADC sebesar 0 V. Sedangkan tegangan maksimum sensor  $V_{MaxSensor} = 1,4$  V memberikan tegangan masukan maksimal pada ADC sebesar 5 V.



Gambar 4.4 Rangkaian pengkondisi sinyal

Tegangan referensi dan penguatan yang diperlukan untuk menghasilkan pengkondisi sinyal seperti yang direncanakan adalah:

$$\frac{V_{out} - V_{in}}{R_f} = \frac{V_{in} - V_{ref}}{R_i}$$

$$V_{out} = \frac{R_f}{R_i} (V_{in} - V_{ref}) + V_{in}$$

$$5 = \frac{R_f}{R_i} (1,4 - V_{ref}) + 1,4 \quad (4.4)$$

$$0 = \frac{R_f}{R_i} (0,7 - V_{ref}) + 0,7 \quad (4.5)$$

Dari Persamaan (4.4) dan (4.5) didapatkan:

$$5 = \frac{R_f}{R_i} \cdot 0,7 + 0,7$$

$$\frac{4,3}{0,7} = \frac{R_f}{R_i}$$

$$\frac{R_f}{R_i} = 6,14$$

Dari persamaan (4.4) didapatkan:

$$5 = 6,14 (1,4 - V_{ref}) + 1,4$$

$$\frac{3,6}{6,14} = 1,4 - V_{ref}$$

$$V_{ref} = 1,4 - 0,59$$

$$= 0,81 \text{ V}$$

Apabila ditetapkan nilai  $R_i=10 \text{ k}\Omega$  maka nilai dari  $R_f = 61,4 \text{ k}\Omega$ .

Rangkaian pengkondisi sinyal yang digunakan agar keluaran sensor dapat direspon oleh ADC adalah penguat tak membalik yang mempunyai penguatan 6,14 kali dan dengan memberikan tegangan referensi pada terminal inverting sebesar 0,81 V. Rangkaian pengkondisi sinyal yang digunakan dalam perancangan sistem ini ditunjukkan dalam Gambar 4.4.

Persamaan (2.3) menunjukkan hubungan transmitansi dan konsentrasi suatu larutan tidak linier. Hubungan antara konsentrasi larutan dan transmitansi tersebut adalah:

$$A = -\log(T)$$

$$c = \frac{-\log(T)}{\epsilon b} = \frac{-\log(P/P_0)}{\epsilon b} \quad (4.6)$$

Hubungan antara transmitansi dan penyerapan pada larutan berdasar Persamaan (2.4) adalah:

$$A = \log P_0 - \log P$$

Total daya radiasi yang dipancarkan LED ( $P_0$ ) setelah melewati jarak 1 cm sebesar  $5,76 \mu\text{W}$  dan daya yang diterima sensor sebesar  $\log P$ . Jika  $\log 5,76 \cdot 10^{-6} = -5,24$  maka:

$$A = -5,24 - \log P \quad (4.7)$$

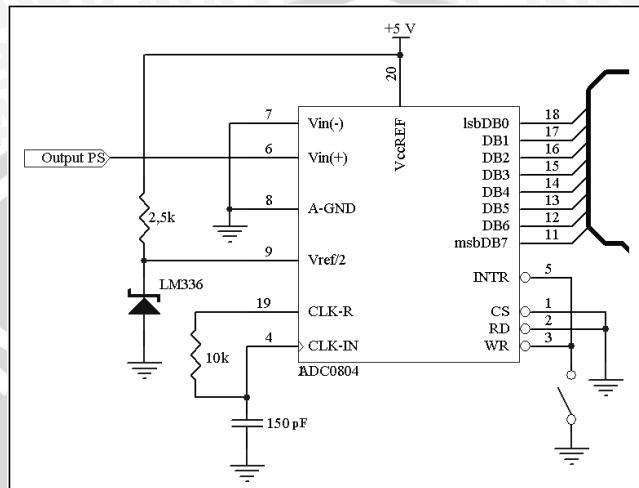
Tabel data perhitungan Absorbansi ( $A$ ),  $\log P$ , Transmitansi ( $T$ ) serta Konsentrasi ( $c$ ) selengkapnya terdapat dalam lampiran.

#### 4.8. Rangkaian Pengkonversi Analog ke Digital

Agar proses pengolahan data dapat dilakukan oleh mikrokontroler maka sinyal yang masuk ke mikrokontroler harus merupakan sinyal digital. Untuk itu sinyal dari photodioda yang masih berupa sinyal analog dan telah diperkuat pada

rangkaian pengkondisi sinyal harus dikonversikan terlebih dahulu menjadi sinyal digital yang mewakili dari masukan analog tersebut dengan menggunakan ADC.

Rangkaian konversi analog ke digital yang menggunakan ADC0804 di dalam perancangan sistem alat ini ditunjukkan dalam Gambar 4.5.



Gambar 4.5 Rangkaian ADC

Rangkaian ADC ini mempunyai 8 bit keluaran ( $DB_0$ - $DB_7$ ) yang dihubungkan ke port masukan mikrokontroler. Sedangkan masukannya adalah keluaran sensor yang telah dikonversikan dan dikuatkan oleh pengkondisi sinyal yang dihubungkan ke terminal masukan  $V_{in}(+)$ . Masukan yang diterima oleh ADC ini dibatasi diantara 0 sampai 5 volt (*datasheet*). Pada pin WR dan INTR saling dihubungkan sedangkan pin CS dan RD diberi logika rendah. Pin CS berfungsi untuk mengaktifkan ADC, sedangkan pin RD berfungsi agar ADC 0804 dapat melakukan pembacaan data dari hasil pendekripsi secara terus menerus. Dengan demikian ADC dapat dioperasikan secara terus menerus yang disebut dengan metode kontinyu.

Tegangan referensi dari ADC adalah sebesar 5V, jadi untuk mendapatkan tegangan masukan analog yang maksimal maka pin  $V_{in}(+)$  dihubungkan dengan tegangan catu atau referensinya. Sedangkan untuk  $V_{in}(-)$  dihubungkan dengan *ground*. Sedangkan pin 9 pada ADC ditentukan tegangannya sebesar:

$$V_{ref}/2 = \frac{5}{2} = 2,5 \text{ V}$$

Untuk mendapatkan tegangan sebesar 2,5V tersebut didapatkan dengan cara memasang dioda referensi LM336 2,5V, sehingga didapatkan tegangan keluaran yang presisi seperti yang direncanakan.

Kerja ADC 0804 akan optimum bila frekuensi clock yang digunakan sebesar 640 kHz (*datasheet*). Berdasar persamaan (4.5) dengan menentukan nilai R sebesar 10 kΩ maka akan diperoleh nilai C sebesar:

$$f = \frac{1}{1,1RC} \quad (4.5)$$

$$C = \frac{1}{1,1 \times 640 \cdot 10^3 \times 10 \cdot 10^3}$$

$$C = 142 \cdot 10^{-12} \text{ F} \cong 150 \text{ pF}$$

Untuk mengetahui kenaikan tegangan setiap *step* (langkah) atau resolusi tegangan yang terdapat pada ADC 0804 ini, dapat dilakukan dengan mengetahui tegangan masukan maksimum yang dapat dideteksi oleh ADC dan juga jumlah bit keluaran ADC. Tegangan masukan maksimum pada ADC 0804 adalah sebesar 5V (*datasheet*).

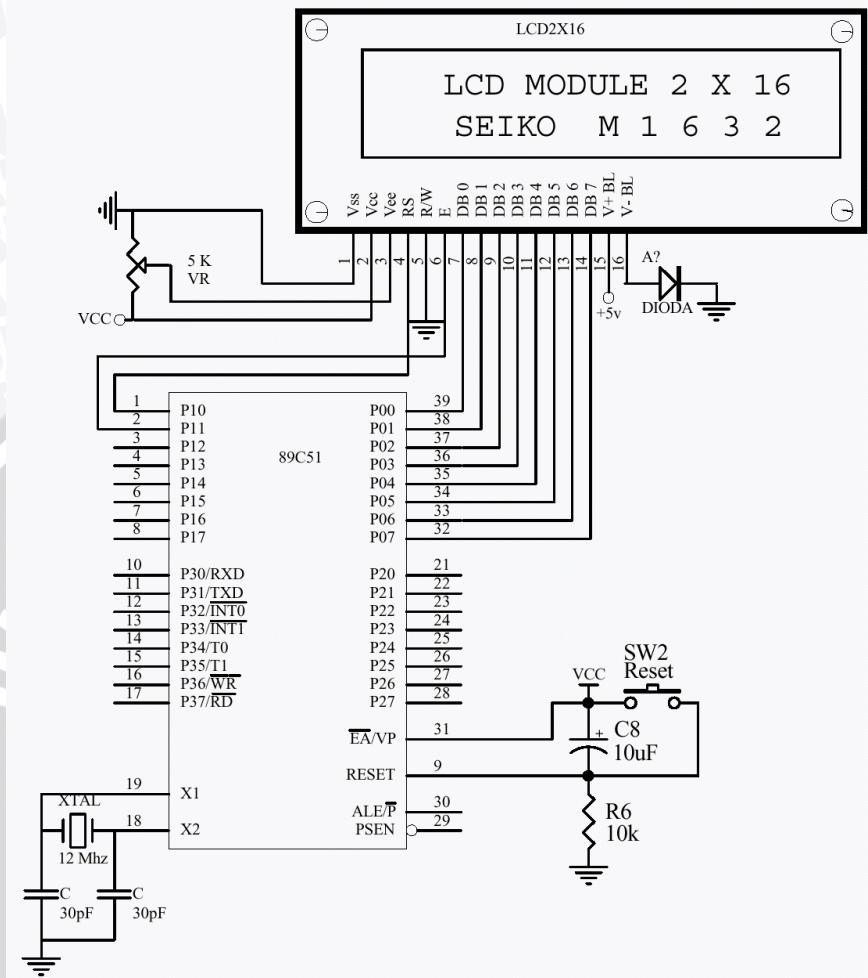
$$\Delta V = \frac{V_{ref}}{(2^n - 1)}$$

dimana n menyatakan banyaknya jumlah bit keluaran yang terdapat dalam ADC. Sehingga besarnya kenaikan tegangan setiap *step* adalah:

$$\Delta V = \frac{5V}{2^8 - 1} = 19,6 \text{ mV}$$

#### 4.9. Rangkaian Mikrokontroler

Pada rangkaian ini komponen utamanya adalah unit mikrokontroler tipe AT89S51 yang kompatibel dengan keluarga MCS-51. Sebagai otak dari pengolahan data, pin-pin AT89S51 dihubungkan pada rangkaian pendukung membentuk suatu sistem minimum seperti dalam Gambar 4.6.



Gambar 4.6 Rangkaian Mikrokontroler

Mikrokontroler AT89S51 mempunyai 4 port, 32 jalur yang dapat diprogram menjadi masukan atau keluaran, pada perancangan ini pin-pin yang digunakan adalah:

- Port 0 : digunakan untuk jalur data LCD.  
Port 1 : digunakan sebagai masukan dari ADC 8 Bit.  
P2.5 – P2.7 : digunakan untuk mengendalikan LCD, yaitu enable dan operasi baca tulis LCD.

Pin18, Pin19 : digunakan sebagai masukan dari rangkaian osilator kristal.

Rangkaian osilator kristal terdiri atas kristal osilator 12 MHz, kapasitor C<sub>1</sub> dan C<sub>2</sub> masing-masing 30pF (berdasarkan *data sheet*) akan membangkitkan pulsa *clock* yang akan menjadi penggerak bagi seluruh operasi internal MCU.

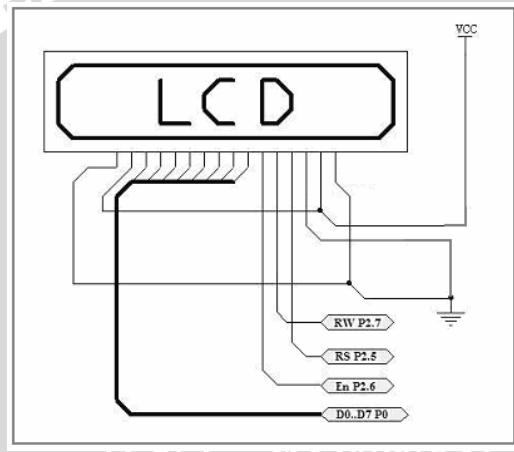
#### 4.10. Rangkaian LCD

Di dalam antarmuka dengan LCD ada dua proses, yaitu proses penulisan data maupun instruksi. Aturan yang berlaku dalam operasi penulisan LCD dapat dilihat dalam Tabel 4.3

Tabel 4.3 Operasi Penulisan LCD

| RS | R/W | Operasi                      |
|----|-----|------------------------------|
| 0  | 0   | Operasi menuliskan instruksi |
| 1  | 0   | Operasi menuliskan data      |

LCD yang digunakan adalah LCD TMABC162. LCD ini dikontrol oleh mikrokontroler AT89S51. Adapun gambar rangkaian LCD TMABC162 dapat dilihat pada gambar 4.7 berikut:



Gambar 4.7 Rangkaian LCD

Gambar 4.7 menunjukkan anatarmuka LCD dengan mikrokontroller. Pin RS dari LCD terhubung ke P2.5 pada mikrokontroler dan Pin *Enable* dari LCD terhubung ke *port* P2.6 dari mikrokontroler. Seperti dilihat dalam Tabel 4.1 saat RS = 0 berfungsi untuk menulis instruksi ke LCD dan saat RS = 1 berfungsi untuk menulis data/karakter ke LCD.

## BAB V

### PENGUJIAN ALAT

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai hasil pengujian alat pada tiap-tiap blok yang meliputi blok sensor, rangkaian pengkondisi sinyal, rangkaian ADC, rangkaian Mikrokontroler dan rangkaian penampil dengan mengikuti prosedur yang telah dijelaskan dalam bab III. Selain itu dijelaskan pengujian alat secara keseluruhan.

#### 5.1 Pengujian Rangkaian Pengkondisi Sinyal

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan rangkaian pengkondisi sinyal dalam jangkauan 0 – 5 V sebagai masukan ADC. Dari hasil pengujian rangkaian pengkondisi sinyal diperoleh data keluaran yang ditunjukkan dalam Tabel 5.1.

Tabel 5.1 Hasil Pengujian Rangkaian Pengkondisi Sinyal

| No                  | Tegangan Input (V) | Tegangan Perhitungan (V) | Tegangan Pengukuran (V) | % Kesalahan |
|---------------------|--------------------|--------------------------|-------------------------|-------------|
| 1                   | 0,70               | 0                        | 0                       | 0           |
| 2                   | 0,80               | 0,74                     | 0,75                    | 1,351       |
| 3                   | 0,90               | 1,45                     | 1,47                    | 1,379       |
| 4                   | 1,00               | 2,17                     | 2,18                    | 0,460       |
| 5                   | 1,10               | 2,88                     | 2,90                    | 0,094       |
| 6                   | 1,20               | 3,59                     | 3,60                    | 0,279       |
| 7                   | 1,30               | 4,30                     | 4,32                    | 0,465       |
| 8                   | 1,40               | 5,02                     | 5,03                    | 0,398       |
| Kesalahan rata-rata |                    |                          |                         | 0,553       |

Prosentase kesalahan antara hasil pengujian dan hasil perhitungan dapat dihitung dengan peramaan:

$$\% \text{ Kesalahan} = \left| \frac{\text{pengukuran} - \text{perhitungan}}{\text{perhitungan}} \right| \times 100\% \quad (5.1)$$

Dari Tabel 5.1 dapat dilihat bahwa kesalahan terbesar adalah 1,379 %. Hasil pengujian rangkaian pengkondisi sinyal menunjukkan kesalahan rata-rata sebesar 0,553 %.

## 5.2 Pengujian Rangkaian ADC

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan ADC dalam mengkonversi sinyal untuk selanjutnya dibandingakan hasilnya berdasarkan perhitungan untuk dicari prosentase kasalahannya.

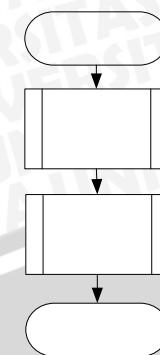
Tabel 5.2 Hasil Pengujian Rangkaian ADC

| No                  | Vin | Perhitungan |   |   |   |   |   |   |   | Nilai | Pengujian |   |   |   |   |   |   |   | % Kesalahan |      |
|---------------------|-----|-------------|---|---|---|---|---|---|---|-------|-----------|---|---|---|---|---|---|---|-------------|------|
|                     |     | 7           | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |       | 7         | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |             |      |
| 1                   | 0   | 0           | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0     | 0         | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0           |      |
| 2                   | 0.5 | 0           | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 26    | 0         | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 26          | 0    |
| 3                   | 1   | 0           | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 51    | 0         | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 51          | 0    |
| 4                   | 1.5 | 0           | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 77    | 0         | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 77          | 0    |
| 5                   | 2   | 0           | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 102   | 0         | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 103         | 0.9  |
| 6                   | 2.5 | 1           | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 128   | 1         | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 128         | 0    |
| 7                   | 3   | 1           | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 153   | 1         | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 154         | 0.65 |
| 8                   | 3.5 | 1           | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 179   | 1         | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 179         | 0    |
| 9                   | 4   | 1           | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 204   | 1         | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 204         | 0    |
| 10                  | 4.5 | 1           | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 230   | 1         | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 229         | 0.43 |
| 11                  | 5   | 1           | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 255   | 1         | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 255         | 0    |
| Kesalahan Rata-rata |     |             |   |   |   |   |   |   |   |       |           |   |   |   |   |   |   |   | 0.18        |      |

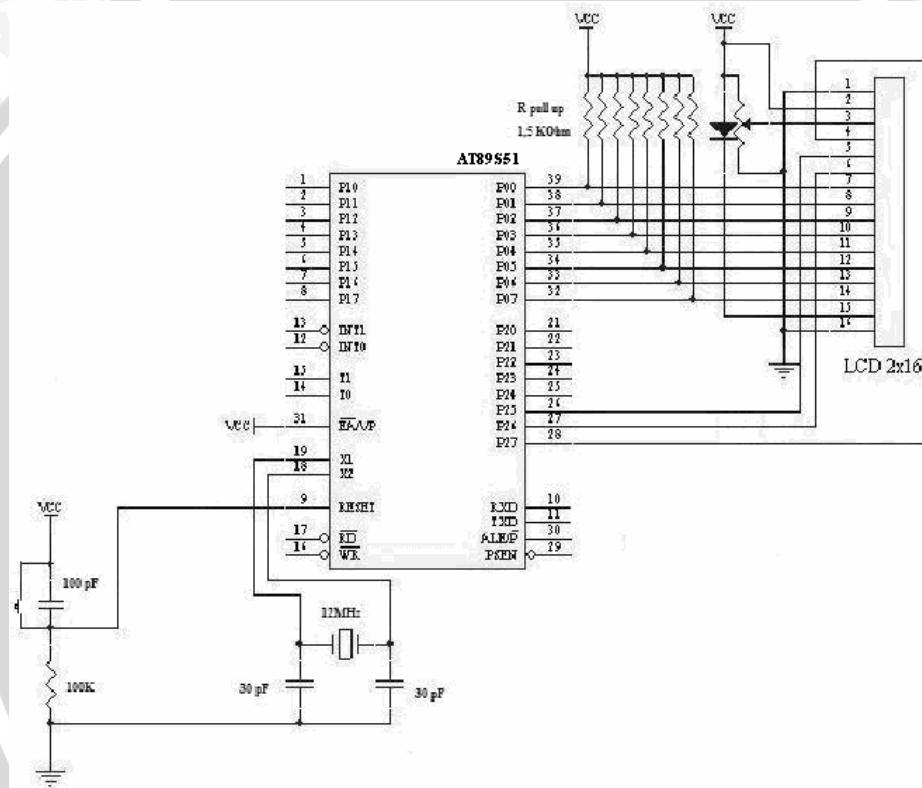
Dari hasil pengujian rangkaian ADC diperoleh data yang ditunjukkan dalam Tabel 5.2. Prosentase kesalahan antara hasil pengujian dan hasil perhitungan dapat dihitung dengan Persamaan 5.1. Dari Tabel 5.2 dapat dilihat bahwa kesalahan terbesar adalah 0,9%. Hasil pengujian rangkaian ADC menunjukkan kesalahan rata-rata sebesar 0,18%.

## 5.3 Pengujian Rangkaian Mikrokontroler AT89S51 dan LCD .

Pengujian terhadap Mikrokontroler AT89S51 dan LCD (*Liquid Crystal Display*) dilakukan untuk memeriksa apakah terdapat kesalahan dalam perangkat lunak yang sudah disusun untuk mengisi data serta menampilkan pada LCD. Pengujian dilakukan dengan cara membuat program untuk menampilkan ke LCD. Diagram alir program yang diisikan ditunjukkan pada Gambar 5.1.



Gambar 5.1 Diagram Alir Perangkat Lunak untuk Pengujian LCD



Gambar 5.2 Rangkaian Pengujian Mikrokontroler dan LCD

Dari hasil pengujian pada rangkaian yang ditunjukkan Gambar 5.2 dapat disimpulkan bahwa rangkaian Mikrokontroler dan LCD yang dirancang dapat menampilkan data sesuai dengan yang diinginkan dan dapat bekerja dengan baik.

#### 5.4 Pengujian Keseluruhan Sistem

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan sistem yang telah dibuat dalam pengukuran kadar protein pada tepung terigu. Pengujian ini dibandingkan dengan data pengukuran kadar protein yang dihasilkan dari pengukuran laboratorium. Dari hasil pengujian diperoleh data yang ditunjukkan dalam Tabel 5.3.

**Tabel 5.3** Hasil Pengujian Keseluruhan Sistem

| Sampel Tepung       | Kadar Protein Hasil Keluaran Alat | Kadar Protein Hasil Pengukuran Laboratorium (%) | Persentase Kesalahan |
|---------------------|-----------------------------------|---|----------------------|
| 1                   | 8,0                               | 8,18  | 2,200                |
| 2                   | 9,1                               | 9,04  | 0,663                |
| 3                   | 11,3                              | 11,13   | 1,257                |
| 4                   | 12,1                              | 11,86   | 1,180                |
| 5                   | 12,7                              | 12,56   | 1,115                |
| Kesalahan rata-rata |                                   |   | 1,283                |

Prosentase kesalahan antara hasil pengujian dan hasil perhitungan dapat dihitung dengan persamaan 5.1. Dari Tabel 5.3 dapat dilihat bahwa kesalahan terbesar adalah 2,2 %. Hasil pengujian alat menunjukkan kesalahan rata-rata sebesar 1,283 %. Adanya kesalahan pengukuran kadar protein ini dapat disebabkan karena penyimpangan preparasi sampel.

## BAB VI

### PENUTUP

#### 6.1 Kesimpulan

Dari perancangan, pembuatan dan berdasarkan pengujian alat yang dilakukan baik secara per blok rangkaian maupun secara keseluruhan sistem dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Perangkat pengukuran protein dengan prinsip spektroskopi dapat dilakukan dengan menggunakan pemancaran cahaya pada panjang gelombang 600 nm melewati sampel. Cahaya yang diteruskan oleh sampel ditangkap sensor yang memiliki rentangan panjang gelombang antara 200-1100 nm.
2. Pengukuran kadar protein pada tepung terigu mempunyai jangkauan pengukuran antara 6,2 – 14 %.
3. Rangkaian pengkondisi sinyal dengan penguatan 6,14 kali dan memberi tegangan referensi sebesar 0,81 V memiliki penyimpangan rata-rata sebesar 0,553 %.
4. Rangkaian ADC yang digunakan untuk mengkonversi sinyal analog menjadi sinyal digital mempunyai kesalahan rata-rata sebesar 0,18%. Hasil pengukuran alat dengan hasil uji laboratorium terdapat penyimpangan sebesar 1,283 %.
5. Rangkaian Mikrokontroler dan rangkaian penampil telah bekerja dengan baik.
6. Terdapat perbedaan hasil pengukuran alat dengan hasil laboratorium dengan penyimpangan sebesar 1,283 %.

#### 6.2 Saran

Pengembangan lebih lanjut alat pengukur kadar protein tepung ini agar memperhatikan hal-hal sebagai berikut:

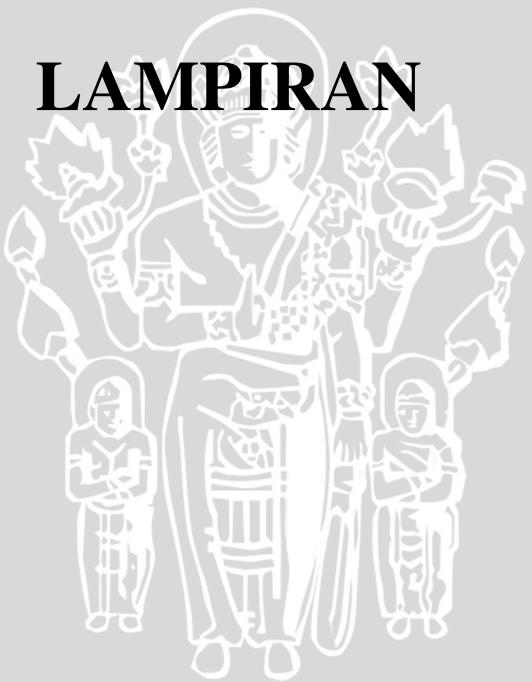
1. Preparasi sampel yang akurat akan mendapatkan hasil pengukuran yang juga akurat.
2. Penempatan posisi sensor cahaya dengan sumber cahaya yang tepat yaitu sudut datang sinar yang dipancarkan sumber cahaya terhadap sensor adalah  $90^{\circ}$ .

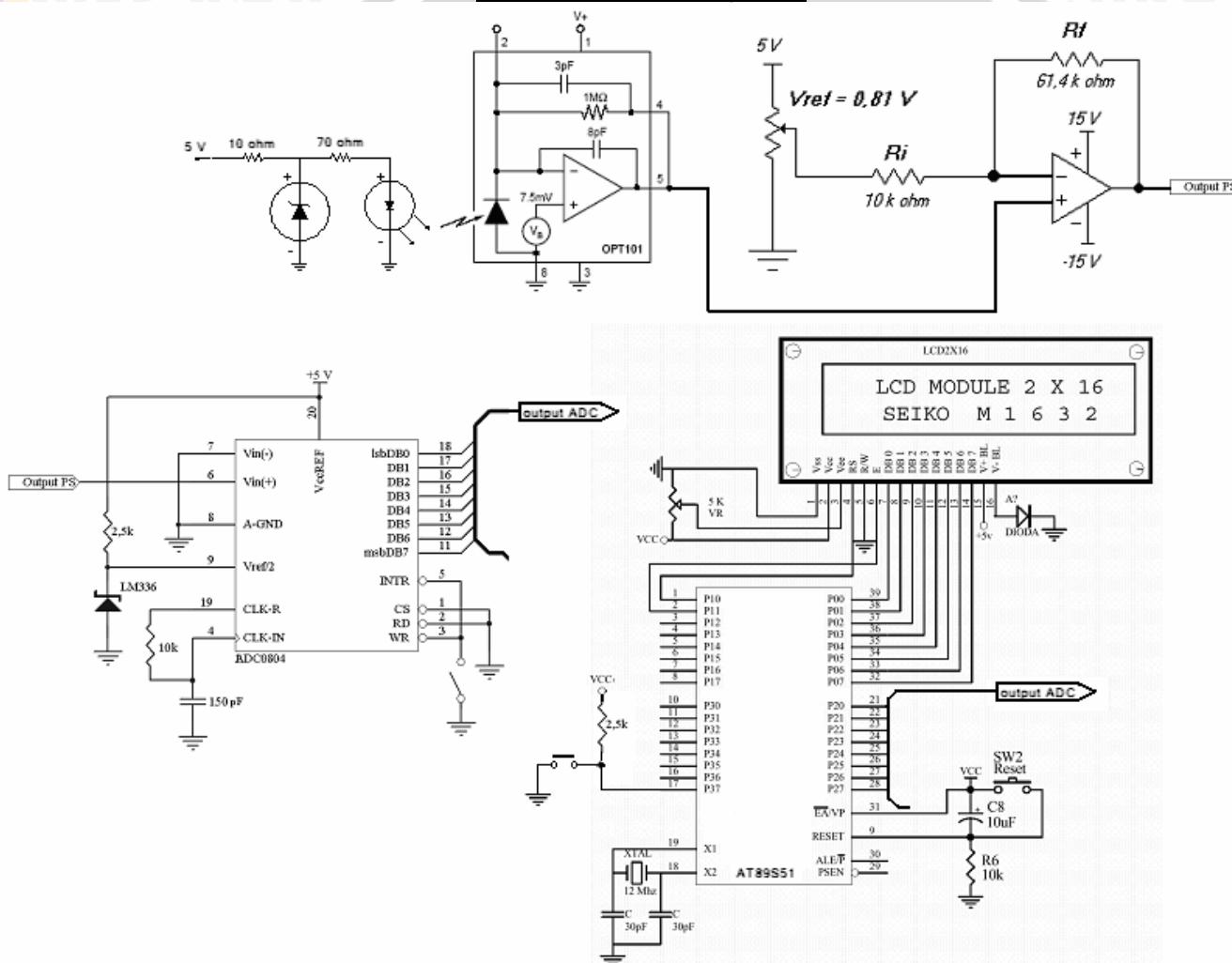
## DAFTAR PUSTAKA

- A blue non-heme iron protein from *Desulfovibrio gigas*. Department of Biochemistry, University of Georgia, Athens. www.PubMed.gov
- Agfianto Eko Putra, *Belajar Mikrokontroler AT89C51/52/55 Teori dan Aplikasi Edisi 2*. Yogyakarya: Gava Media, 2004
- Atmel . *AT89S51 Flash Microcontroller*. USA : <http://www.atmel.com>.1997.
- Atmel. 2003. *AT89S8252, 8-bit microcontroller with 8Kbytes Flash*. [www.atmel.com](http://www.atmel.com)
- Burr-Brown Corporation,1994. *OPT101 Data Sheet*.USA.<http://www.burr-brown.com>
- Coughlin, Robert F. 1992. *Penguat Operasional dan Rangkaian Terpadu Linear*. Jakarta: Erlangga.
- Duncan, L.W. 1996. *Carbohydrate Allocation Patterns In Citrus Genotypes*. Citrus Research and Education Center, University of Florida, Lake Alfred,Florida,USA.  
<http://hortweb.cas.psu.edu/dept/faculty/eissenstat/articles/graham.pdf>
- Malvino, Albert Paul, *Prinsip-prinsip Elektronika*, Jakarta : Salemba Teknika, 2003
- Morr and Ha. 1995. *Protein and Amino Acids*. The Ohio StateUniversity, Columbus, Ohio.
- National Semiconductor Corporation ,1995. *ADC0804 Data Sheet*. USA
- Slamet Sudarmaji, Bambang haryono, Suhardi, *Analisa Bahan makanan dan Pertanian*, Edisi Kedua, Yogyakarta: Liberty.1996.
- Roithner. 2001. *Roithner-laser Super Bright Yellow Leds*. [www.roithner-laser.com/LED\\_diverse.htm](http://www.roithner-laser.com/LED_diverse.htm)
- Texas Instruments Incorporated, 2006.*LM358 Data Sheet* . Dallas, Texas

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA**

**LAMPIRAN**



**Lampiran 1****Gambar Skema Rangkaian**

**Lampiran 2****Listing Program pada Mikrokontroler**

;Listing Program

;ALAT PENGUKUR KADAR PROTEIN PADA TEPUNG TERIGU

```
org 0h
ljmp mulai
Kirim_Inst: Mov P0,A
            Clr P1.0
            Setb P1.2
            Clr P1.2
            call delay
            Ret
Kirim_data: Mov P0,A
            Setb P1.0
            setb P1.2
            clr P1.2
            acall delay
            ret
delay:   mov    R7,#ffh
delay1:  mov    R5,#50h
            djnz   R5,$
            djnz   R7,delay1
            ret
Ldelay:  mov    R2,#030h
Ld1:    call   delay
            djnz   R2,Ld1
            ret
konversi: mov   R1,#00h
            mov   R2,#00h
            mov   R3,#00h
            mov   R4,#00h
aa:     cjne  R5,#00h,bb
            cjne  R6,#00h,cc
           ljmp tulis
bb:     inc    R1
            dec    R5
            cjne  R1,#0ah,aa
            inc    R2
            mov    R1,#00h
            cjne  R2,#0ah,aa
            inc    R3
            mov    R2,#00h
            cjne  R3,#0ah,aa
            inc    R4
```



```
        mov  R3,#00h
        ljmp aa
cc:   dec  R6
        mov  R5,#ffh
        ljmp bb
tulis: mov  A,#11000001b
        call Kirim_Inst
        mov  A,#30h
        add  A,R4
        call kirim_data
        mov  A,#30h
        add  A,R3
        call kirim_data
        mov  A,#2ch
        call kirim_data
        mov  A,#30h
        add  A,R2
        call kirim_data
        mov  A,#30h
        add  A,R1
        call kirim_data
        ret
mulai:
clr  P1.1
clr  P1.3
; ***** proses inisialisasi *****
Call ldelay
mov  A,#00111111b
call kirim_inst
mov  A,#00001000b
call kirim_inst
mov  A,#00000001b
call kirim_inst
mov  A,#00000110b
call kirim_inst
        A,#00001100b
call kirim_inst
mov  A,#00000001b
call kirim_inst
call delay
; ***** proses penulisan teks *****
Mov  DPTR,#TEKS1
MOV  A,#10000000b
Call tuliskal
Mov  DPTR,#TEKS2
MOV  A,#11000000b
```



Call tuliskal  
Call Ldelay  
mov A,#00000001b  
call kirim\_inst  
Mov DPTR,#TEKS3  
MOV A,#10000000b  
Call tuliskal  
Call Ldelay  
mov A,#00000001b  
call kirim\_inst  
Mov DPTR,#TEKS4  
MOV A,#10000000b  
Call tuliskal  
Call delay

aku: jnb P3.7,aku1  
aku1: jmp aku  
mov A,#11000110b  
call kirim\_inst  
mov A,#00100101b  
call kirim\_data  
mov dptr,#tabel  
mov A,p2  
movc A,@A+DPTR  
mov B,#3d  
mul AB  
mov R5,A  
mov A,B  
add A,#2d  
mov R6,A  
mov A,#109d  
mov R4,A  
tmb621: cjne R4,#00h,tmbR5  
jmp sudah  
tmbR5: cjne R5,#FFh,krngR4  
clr R5  
mov A,#1d  
add A,R6  
mov R6,A  
krngR4: dec R4  
inc R5  
jmp tmb621  
sudah: clr R4  
call konversi  
ljmp aku  
; \*\*\*\*\* procedure tulis kalimat sesuai dptr \*\*\*\*\*

Tuliskal: call kirim\_inst  
Mov R6,#16  
Loopkal:  
Movc a,@a+dptr  
Call kirim\_data  
Inc dptr  
Djnz r6,loopkal  
Ret  
TEKS1: DB ' Alat Pengukur '  
TEKS2: DB ' Kadar Protein '  
TEKS3: DB '\*\*ARY ZAKARIA\*\*'  
TEKS4: DB ' Kadar Protein: '  
Tabel: db  
255d,255d,254d,252d,251d,249d,248d,246d,245d,244d,242d,241d,23d,d,2  
38d,237d,235d,234d,233d,231d,230d,229d,227d,226d,224d,223d,222d,221d,219d  
,218d,217d,215d,214d,213d,211d,210d,209d,208d,206d,205d,204d,203d,201d,20  
0d,199d,198d,196d,195d,194d,193d,191d,190d,189d,188d,187d,185d,184d,183d,  
182d,181d,179d,178d,177d,176d,175d,173d,172d,171d,170d,169d,168d,167d,165  
d,164d,163d,162d,161d,160d,159d,158d,156d,155d,154d,153d,152d,151d,150d,1  
49d,148d,147d,145d,144d,143d,142d,141d,140d,139d,138d,137d,136d,135d,134d  
,133d,132d,131d,130d,129d,128d,127d,125d,124d,123d,122d,121d,120d,119d,11  
8d,117d,116d,115d,114d,113d,112d,111d,110d,109d,108d,107d,106d,106d,105d,  
104d,103d,102d,101d,100d,99d,98d,97d,96d,95d,94d,93d,92d,91d,90d,89d,88d,8  
7d,87d,86d,85d,84d,83d,82d,81d,80d,79d,78d,77d,77d,76d,75d,74d,73d,72d,71d,  
70d,69d,68d,68d,67d,66d,65d,64d,63d,62d,61d,60d,59d,58d,57d,56d,55d,55  
,54d,53d,52d,51d,50d,50d,49d,48d,47d,46d,45d,45d,44d,43d,42d,41d,40d,40d,39  
d,38d,37d,36d,36d,35d,34d,33d,32d,32d,31d,30d,29d,28d,28d,27d,26d,25d,24d,2  
4d,23d,22d,21d,21d,20d,19d,18d,17d,17d,16d,15d,14d,14d,13d,12d,11d,11d,10d,  
9d,8d,8d,7d,6d,5d,5d,4d,3d,2d,2d,1d,1d,1d,1d  
end

**Lampiran 3****Tabel Data Perhitungan untuk mencari Konsentrasi atau Kadar Protein pada Tepung Terigu dalam %**

| No | Tegangan (V) | Daya ( $\mu$ W) | Absorbansi | log P        | Transmitansi | Konsentrasi |
|----|--------------|-----------------|------------|--------------|--------------|-------------|
| 1  | 0.700        | 0.490           | 1.0702     | -6.30980392  | 0.085069444  | 13.9899     |
| 2  | 0.703        | 0.494           | 1.0669     | -6.306460093 | 0.08572696   | 13.9462     |
| 3  | 0.705        | 0.498           | 1.0636     | -6.303129089 | 0.086387007  | 13.9026     |
| 4  | 0.708        | 0.501           | 1.0602     | -6.299810811 | 0.087049585  | 13.8593     |
| 5  | 0.711        | 0.505           | 1.0569     | -6.296505162 | 0.087714694  | 13.8160     |
| 6  | 0.714        | 0.509           | 1.0536     | -6.293212045 | 0.088382335  | 13.7730     |
| 7  | 0.716        | 0.513           | 1.0504     | -6.289931367 | 0.089052507  | 13.7301     |
| 8  | 0.719        | 0.517           | 1.0471     | -6.286663033 | 0.08972521   | 13.6874     |
| 9  | 0.722        | 0.521           | 1.0438     | -6.283406951 | 0.090400444  | 13.6448     |
| 10 | 0.724        | 0.525           | 1.0406     | -6.28016303  | 0.09107821   | 13.6024     |
| 11 | 0.727        | 0.529           | 1.0374     | -6.276931178 | 0.091758507  | 13.5602     |
| 12 | 0.730        | 0.532           | 1.0341     | -6.273711307 | 0.092441335  | 13.5181     |
| 13 | 0.732        | 0.536           | 1.0309     | -6.270503329 | 0.093126694  | 13.4762     |
| 14 | 0.735        | 0.540           | 1.0277     | -6.267307155 | 0.093814585  | 13.4344     |
| 15 | 0.738        | 0.544           | 1.0245     | -6.264122698 | 0.094505007  | 13.3927     |
| 16 | 0.741        | 0.548           | 1.0214     | -6.260949874 | 0.09519796   | 13.3513     |
| 17 | 0.743        | 0.552           | 1.0182     | -6.257788598 | 0.095893444  | 13.3099     |
| 18 | 0.746        | 0.556           | 1.0151     | -6.254638786 | 0.09659146   | 13.2688     |
| 19 | 0.749        | 0.560           | 1.0119     | -6.251500354 | 0.097292007  | 13.2277     |
| 20 | 0.751        | 0.564           | 1.0088     | -6.248373222 | 0.097995085  | 13.1869     |
| 21 | 0.754        | 0.569           | 1.0057     | -6.245257308 | 0.098700694  | 13.1461     |
| 22 | 0.757        | 0.573           | 1.0026     | -6.242152532 | 0.099408835  | 13.1056     |
| 23 | 0.759        | 0.577           | 0.9995     | -6.239058814 | 0.100119507  | 13.0651     |
| 24 | 0.762        | 0.581           | 0.9964     | -6.235976077 | 0.10083271   | 13.0248     |
| 25 | 0.765        | 0.585           | 0.9933     | -6.232904241 | 0.101548444  | 12.9847     |
| 26 | 0.768        | 0.589           | 0.9903     | -6.229843232 | 0.10226671   | 12.9446     |

|    |       |       |        |              |             |         |
|----|-------|-------|--------|--------------|-------------|---------|
| 27 | 0.770 | 0.593 | 0.9872 | -6.226792971 | 0.102987507 | 12.9048 |
| 28 | 0.773 | 0.597 | 0.9842 | -6.223753385 | 0.103710835 | 12.8650 |
| 29 | 0.776 | 0.602 | 0.9811 | -6.220724399 | 0.104436694 | 12.8254 |
| 30 | 0.778 | 0.606 | 0.9781 | -6.217705939 | 0.105165085 | 12.7860 |
| 31 | 0.781 | 0.610 | 0.9751 | -6.214697932 | 0.105896007 | 12.7467 |
| 32 | 0.784 | 0.614 | 0.9721 | -6.211700306 | 0.10662946  | 12.7075 |
| 33 | 0.786 | 0.618 | 0.9691 | -6.20871299  | 0.107365444 | 12.6684 |
| 34 | 0.789 | 0.623 | 0.9662 | -6.205735913 | 0.10810396  | 12.6295 |
| 35 | 0.792 | 0.627 | 0.9632 | -6.202769005 | 0.108845007 | 12.5907 |
| 36 | 0.795 | 0.631 | 0.9602 | -6.199812197 | 0.109588585 | 12.5521 |
| 37 | 0.797 | 0.636 | 0.9573 | -6.19686542  | 0.110334694 | 12.5136 |
| 38 | 0.800 | 0.640 | 0.9544 | -6.193928606 | 0.111083335 | 12.4752 |
| 39 | 0.803 | 0.644 | 0.9514 | -6.191001689 | 0.111834507 | 12.4369 |
| 40 | 0.805 | 0.649 | 0.9485 | -6.188084602 | 0.11258821  | 12.3988 |
| 41 | 0.808 | 0.653 | 0.9456 | -6.185177278 | 0.113344444 | 12.3608 |
| 42 | 0.811 | 0.657 | 0.9427 | -6.182279654 | 0.11410321  | 12.3229 |
| 43 | 0.813 | 0.662 | 0.9398 | -6.179391664 | 0.114864507 | 12.2852 |
| 44 | 0.816 | 0.666 | 0.9369 | -6.176513244 | 0.115628335 | 12.2475 |
| 45 | 0.819 | 0.670 | 0.9341 | -6.173644332 | 0.116394694 | 12.2100 |
| 46 | 0.822 | 0.675 | 0.9312 | -6.170784864 | 0.117163585 | 12.1726 |
| 47 | 0.824 | 0.679 | 0.9284 | -6.16793478  | 0.117935007 | 12.1354 |
| 48 | 0.827 | 0.684 | 0.9255 | -6.165094016 | 0.11870896  | 12.0983 |
| 49 | 0.830 | 0.688 | 0.9227 | -6.162262513 | 0.119485444 | 12.0612 |
| 50 | 0.832 | 0.693 | 0.9199 | -6.159440211 | 0.12026446  | 12.0243 |
| 51 | 0.835 | 0.697 | 0.9170 | -6.156627049 | 0.121046007 | 11.9876 |
| 52 | 0.838 | 0.702 | 0.9142 | -6.153822969 | 0.121830085 | 11.9509 |
| 53 | 0.840 | 0.706 | 0.9115 | -6.151027913 | 0.122616694 | 11.9144 |
| 54 | 0.843 | 0.711 | 0.9087 | -6.148241821 | 0.123405835 | 11.8780 |
| 55 | 0.846 | 0.715 | 0.9059 | -6.145464638 | 0.124197507 | 11.8417 |
| 56 | 0.849 | 0.720 | 0.9031 | -6.142696307 | 0.12499171  | 11.8055 |
| 57 | 0.851 | 0.725 | 0.9004 | -6.13993677  | 0.125788444 | 11.7694 |
| 58 | 0.854 | 0.729 | 0.8976 | -6.137185973 | 0.12658771  | 11.7334 |
| 59 | 0.857 | 0.734 | 0.8949 | -6.13444386  | 0.127389507 | 11.6976 |
| 60 | 0.859 | 0.738 | 0.8921 | -6.131710376 | 0.128193835 | 11.6619 |
| 61 | 0.862 | 0.743 | 0.8894 | -6.128985468 | 0.129000694 | 11.6262 |
| 62 | 0.865 | 0.748 | 0.8867 | -6.126269082 | 0.129810085 | 11.5907 |
| 63 | 0.867 | 0.752 | 0.8840 | -6.123561164 | 0.130622007 | 11.5553 |
| 64 | 0.870 | 0.757 | 0.8813 | -6.120861663 | 0.13143646  | 11.5201 |
| 65 | 0.873 | 0.762 | 0.8786 | -6.118170525 | 0.132253444 | 11.4849 |
| 66 | 0.876 | 0.767 | 0.8759 | -6.115487699 | 0.13307296  | 11.4498 |
| 67 | 0.878 | 0.771 | 0.8732 | -6.112813134 | 0.133895007 | 11.4148 |
| 68 | 0.881 | 0.776 | 0.8706 | -6.11014678  | 0.134719585 | 11.3800 |
| 69 | 0.884 | 0.781 | 0.8679 | -6.107488586 | 0.135546694 | 11.3452 |
| 70 | 0.886 | 0.786 | 0.8653 | -6.104838501 | 0.136376335 | 11.3106 |
| 71 | 0.889 | 0.790 | 0.8626 | -6.102196478 | 0.137208507 | 11.2761 |
| 72 | 0.892 | 0.795 | 0.8600 | -6.099562467 | 0.13804321  | 11.2416 |
| 73 | 0.894 | 0.800 | 0.8574 | -6.096936419 | 0.138880444 | 11.2073 |
| 74 | 0.897 | 0.805 | 0.8547 | -6.094318287 | 0.13972021  | 11.1731 |

|     |       |       |        |              |             |         |
|-----|-------|-------|--------|--------------|-------------|---------|
| 75  | 0.900 | 0.810 | 0.8521 | -6.091708022 | 0.140562507 | 11.1390 |
| 76  | 0.903 | 0.815 | 0.8495 | -6.089105579 | 0.141407335 | 11.1049 |
| 77  | 0.905 | 0.819 | 0.8469 | -6.086510909 | 0.142254694 | 11.0710 |
| 78  | 0.908 | 0.824 | 0.8443 | -6.083923968 | 0.143104585 | 11.0372 |
| 79  | 0.911 | 0.829 | 0.8418 | -6.081344708 | 0.143957007 | 11.0035 |
| 80  | 0.913 | 0.834 | 0.8392 | -6.078773085 | 0.14481196  | 10.9699 |
| 81  | 0.916 | 0.839 | 0.8366 | -6.076209053 | 0.145669444 | 10.9364 |
| 82  | 0.919 | 0.844 | 0.8341 | -6.073652567 | 0.14652946  | 10.9029 |
| 83  | 0.921 | 0.849 | 0.8315 | -6.071103584 | 0.147392007 | 10.8696 |
| 84  | 0.924 | 0.854 | 0.8290 | -6.06856206  | 0.148257085 | 10.8364 |
| 85  | 0.927 | 0.859 | 0.8265 | -6.06602795  | 0.149124694 | 10.8033 |
| 86  | 0.930 | 0.864 | 0.8239 | -6.063501212 | 0.149994835 | 10.7702 |
| 87  | 0.932 | 0.869 | 0.8214 | -6.060981803 | 0.150867507 | 10.7373 |
| 88  | 0.935 | 0.874 | 0.8189 | -6.05846968  | 0.15174271  | 10.7045 |
| 89  | 0.938 | 0.879 | 0.8164 | -6.055964803 | 0.152620444 | 10.6717 |
| 90  | 0.940 | 0.884 | 0.8139 | -6.053467128 | 0.15350071  | 10.6391 |
| 91  | 0.943 | 0.889 | 0.8114 | -6.050976615 | 0.154383507 | 10.6065 |
| 92  | 0.946 | 0.894 | 0.8089 | -6.048493222 | 0.155268835 | 10.5741 |
| 93  | 0.948 | 0.899 | 0.8064 | -6.046016909 | 0.156156694 | 10.5417 |
| 94  | 0.951 | 0.905 | 0.8040 | -6.043547637 | 0.157047085 | 10.5094 |
| 95  | 0.954 | 0.910 | 0.8015 | -6.041085364 | 0.157940007 | 10.4772 |
| 96  | 0.957 | 0.915 | 0.7991 | -6.038630051 | 0.15883546  | 10.4451 |
| 97  | 0.959 | 0.920 | 0.7966 | -6.03618166  | 0.159733444 | 10.4131 |
| 98  | 0.962 | 0.925 | 0.7942 | -6.033740151 | 0.16063396  | 10.3812 |
| 99  | 0.965 | 0.930 | 0.7917 | -6.031305485 | 0.161537007 | 10.3494 |
| 100 | 0.967 | 0.936 | 0.7893 | -6.028877624 | 0.162442585 | 10.3176 |
| 101 | 0.970 | 0.941 | 0.7869 | -6.026456531 | 0.163350694 | 10.2860 |
| 102 | 0.973 | 0.946 | 0.7845 | -6.024042168 | 0.164261335 | 10.2544 |
| 103 | 0.975 | 0.951 | 0.7821 | -6.021634497 | 0.165174507 | 10.2230 |
| 104 | 0.978 | 0.957 | 0.7797 | -6.019233482 | 0.16609021  | 10.1916 |
| 105 | 0.981 | 0.962 | 0.7773 | -6.016839086 | 0.167008444 | 10.1603 |
| 106 | 0.984 | 0.967 | 0.7749 | -6.014451271 | 0.16792921  | 10.1291 |
| 107 | 0.986 | 0.973 | 0.7725 | -6.012070004 | 0.168852507 | 10.0979 |
| 108 | 0.989 | 0.978 | 0.7701 | -6.009695246 | 0.169778335 | 10.0669 |
| 109 | 0.992 | 0.983 | 0.7677 | -6.007326964 | 0.170706694 | 10.0359 |
| 110 | 0.994 | 0.989 | 0.7654 | -6.004965121 | 0.171637585 | 10.0051 |
| 111 | 0.997 | 0.994 | 0.7630 | -6.002609683 | 0.172571007 | 9.9743  |
| 112 | 1.000 | 0.999 | 0.7607 | -6.000260616 | 0.17350696  | 9.9436  |
| 113 | 1.002 | 1.005 | 0.7583 | -5.997917884 | 0.174445444 | 9.9129  |
| 114 | 1.005 | 1.010 | 0.7560 | -5.995581454 | 0.17538646  | 9.8824  |
| 115 | 1.008 | 1.016 | 0.7537 | -5.993251292 | 0.176330007 | 9.8519  |
| 116 | 1.011 | 1.021 | 0.7513 | -5.990927364 | 0.177276085 | 9.8216  |
| 117 | 1.013 | 1.027 | 0.7490 | -5.988609638 | 0.178224694 | 9.7913  |
| 118 | 1.016 | 1.032 | 0.7467 | -5.986298079 | 0.179175835 | 9.7611  |
| 119 | 1.019 | 1.038 | 0.7444 | -5.983992656 | 0.180129507 | 9.7309  |
| 120 | 1.021 | 1.043 | 0.7421 | -5.981693336 | 0.18108571  | 9.7009  |
| 121 | 1.024 | 1.049 | 0.7398 | -5.979400087 | 0.182044444 | 9.6709  |
| 122 | 1.027 | 1.054 | 0.7375 | -5.977112876 | 0.18300571  | 9.6410  |

|     |       |       |        |              |             |        |
|-----|-------|-------|--------|--------------|-------------|--------|
| 123 | 1.029 | 1.060 | 0.7353 | -5.974831672 | 0.183969507 | 9.6112 |
| 124 | 1.032 | 1.065 | 0.7330 | -5.972556444 | 0.184935835 | 9.5814 |
| 125 | 1.035 | 1.071 | 0.7307 | -5.97028716  | 0.185904694 | 9.5518 |
| 126 | 1.038 | 1.076 | 0.7284 | -5.968023789 | 0.186876085 | 9.5222 |
| 127 | 1.040 | 1.082 | 0.7262 | -5.965766301 | 0.187850007 | 9.4927 |
| 128 | 1.043 | 1.088 | 0.7239 | -5.963514665 | 0.18882646  | 9.4632 |
| 129 | 1.046 | 1.093 | 0.7217 | -5.961268851 | 0.189805444 | 9.4339 |
| 130 | 1.048 | 1.099 | 0.7195 | -5.959028828 | 0.19078696  | 9.4046 |
| 131 | 1.051 | 1.105 | 0.7172 | -5.956794568 | 0.191771007 | 9.3754 |
| 132 | 1.054 | 1.110 | 0.7150 | -5.95456604  | 0.192757585 | 9.3463 |
| 133 | 1.056 | 1.116 | 0.7128 | -5.952343215 | 0.193746694 | 9.3172 |
| 134 | 1.059 | 1.122 | 0.7105 | -5.950126064 | 0.194738335 | 9.2882 |
| 135 | 1.062 | 1.127 | 0.7083 | -5.947914558 | 0.195732507 | 9.2593 |
| 136 | 1.065 | 1.133 | 0.7061 | -5.945708668 | 0.19672921  | 9.2305 |
| 137 | 1.067 | 1.139 | 0.7039 | -5.943508367 | 0.197728444 | 9.2017 |
| 138 | 1.070 | 1.145 | 0.7017 | -5.941313625 | 0.19873021  | 9.1730 |
| 139 | 1.073 | 1.150 | 0.6995 | -5.939124415 | 0.199734507 | 9.1444 |
| 140 | 1.075 | 1.156 | 0.6974 | -5.936940708 | 0.200741335 | 9.1159 |
| 141 | 1.078 | 1.162 | 0.6952 | -5.934762478 | 0.201750694 | 9.0874 |
| 142 | 1.081 | 1.168 | 0.6930 | -5.932589697 | 0.202762585 | 9.0590 |
| 143 | 1.083 | 1.174 | 0.6908 | -5.930422337 | 0.203777007 | 9.0307 |
| 144 | 1.086 | 1.180 | 0.6887 | -5.928260373 | 0.20479396  | 9.0024 |
| 145 | 1.089 | 1.185 | 0.6865 | -5.926103776 | 0.205813444 | 8.9742 |
| 146 | 1.092 | 1.191 | 0.6844 | -5.92395252  | 0.20683546  | 8.9461 |
| 147 | 1.094 | 1.197 | 0.6822 | -5.921806579 | 0.207860007 | 8.9180 |
| 148 | 1.097 | 1.203 | 0.6801 | -5.919665927 | 0.208887085 | 8.8900 |
| 149 | 1.100 | 1.209 | 0.6780 | -5.917530538 | 0.209916694 | 8.8621 |
| 150 | 1.102 | 1.215 | 0.6758 | -5.915400385 | 0.210948835 | 8.8343 |
| 151 | 1.105 | 1.221 | 0.6737 | -5.913275444 | 0.211983507 | 8.8065 |
| 152 | 1.108 | 1.227 | 0.6716 | -5.911155689 | 0.21302071  | 8.7788 |
| 153 | 1.110 | 1.233 | 0.6695 | -5.909041094 | 0.214060444 | 8.7512 |
| 154 | 1.113 | 1.239 | 0.6674 | -5.906931634 | 0.21510271  | 8.7236 |
| 155 | 1.116 | 1.245 | 0.6652 | -5.904827286 | 0.216147507 | 8.6961 |
| 156 | 1.119 | 1.251 | 0.6632 | -5.902728023 | 0.217194835 | 8.6686 |
| 157 | 1.121 | 1.257 | 0.6611 | -5.900633822 | 0.218244694 | 8.6413 |
| 158 | 1.124 | 1.263 | 0.6590 | -5.898544658 | 0.219297085 | 8.6139 |
| 159 | 1.127 | 1.269 | 0.6569 | -5.896460506 | 0.220352007 | 8.5867 |
| 160 | 1.129 | 1.275 | 0.6548 | -5.894381344 | 0.22140946  | 8.5595 |
| 161 | 1.132 | 1.281 | 0.6527 | -5.892307146 | 0.222469444 | 8.5324 |
| 162 | 1.135 | 1.288 | 0.6507 | -5.89023789  | 0.22353196  | 8.5054 |
| 163 | 1.137 | 1.294 | 0.6486 | -5.888173552 | 0.224597007 | 8.4784 |
| 164 | 1.140 | 1.300 | 0.6465 | -5.886114109 | 0.225664585 | 8.4515 |
| 165 | 1.143 | 1.306 | 0.6445 | -5.884059537 | 0.226734694 | 8.4246 |
| 166 | 1.146 | 1.312 | 0.6424 | -5.882009813 | 0.227807335 | 8.3978 |
| 167 | 1.148 | 1.318 | 0.6404 | -5.879964915 | 0.228882507 | 8.3711 |
| 168 | 1.151 | 1.325 | 0.6383 | -5.87792482  | 0.22996021  | 8.3444 |
| 169 | 1.154 | 1.331 | 0.6363 | -5.875889505 | 0.231040444 | 8.3178 |
| 170 | 1.156 | 1.337 | 0.6343 | -5.873858949 | 0.23212321  | 8.2913 |

|     |       |       |        |              |             |        |
|-----|-------|-------|--------|--------------|-------------|--------|
| 171 | 1.159 | 1.343 | 0.6323 | -5.871833128 | 0.233208507 | 8.2648 |
| 172 | 1.162 | 1.350 | 0.6302 | -5.869812021 | 0.234296335 | 8.2384 |
| 173 | 1.164 | 1.356 | 0.6282 | -5.867795606 | 0.235386694 | 8.2120 |
| 174 | 1.167 | 1.362 | 0.6262 | -5.865783862 | 0.236479585 | 8.1857 |
| 175 | 1.170 | 1.368 | 0.6242 | -5.863776766 | 0.237575007 | 8.1595 |
| 176 | 1.173 | 1.375 | 0.6222 | -5.861774297 | 0.23867296  | 8.1333 |
| 177 | 1.175 | 1.381 | 0.6202 | -5.859776434 | 0.239773444 | 8.1072 |
| 178 | 1.178 | 1.387 | 0.6182 | -5.857783156 | 0.24087646  | 8.0811 |
| 179 | 1.181 | 1.394 | 0.6162 | -5.855794442 | 0.241982007 | 8.0551 |
| 180 | 1.183 | 1.400 | 0.6142 | -5.853810271 | 0.243090085 | 8.0292 |
| 181 | 1.186 | 1.407 | 0.6123 | -5.851830622 | 0.244200694 | 8.0033 |
| 182 | 1.189 | 1.413 | 0.6103 | -5.849855475 | 0.245313835 | 7.9775 |
| 183 | 1.191 | 1.419 | 0.6083 | -5.847884808 | 0.246429507 | 7.9517 |
| 184 | 1.194 | 1.426 | 0.6063 | -5.845918603 | 0.24754771  | 7.9260 |
| 185 | 1.197 | 1.432 | 0.6044 | -5.843956839 | 0.248668444 | 7.9004 |
| 186 | 1.200 | 1.439 | 0.6024 | -5.841999495 | 0.24979171  | 7.8748 |
| 187 | 1.202 | 1.445 | 0.6005 | -5.840046553 | 0.250917507 | 7.8493 |
| 188 | 1.205 | 1.452 | 0.5985 | -5.838097991 | 0.252045835 | 7.8238 |
| 189 | 1.208 | 1.458 | 0.5966 | -5.836153791 | 0.253176694 | 7.7984 |
| 190 | 1.210 | 1.465 | 0.5946 | -5.834213933 | 0.254310085 | 7.7730 |
| 191 | 1.213 | 1.471 | 0.5927 | -5.832278398 | 0.255446007 | 7.7477 |
| 192 | 1.216 | 1.478 | 0.5908 | -5.830347167 | 0.25658446  | 7.7225 |
| 193 | 1.218 | 1.484 | 0.5888 | -5.828420219 | 0.257725444 | 7.6973 |
| 194 | 1.221 | 1.491 | 0.5869 | -5.826497538 | 0.25886896  | 7.6722 |
| 195 | 1.224 | 1.498 | 0.5850 | -5.824579102 | 0.260015007 | 7.6471 |
| 196 | 1.227 | 1.504 | 0.5831 | -5.822664895 | 0.261163585 | 7.6221 |
| 197 | 1.229 | 1.511 | 0.5812 | -5.820754897 | 0.262314694 | 7.5971 |
| 198 | 1.232 | 1.518 | 0.5793 | -5.81884909  | 0.263468335 | 7.5722 |
| 199 | 1.235 | 1.524 | 0.5774 | -5.816947455 | 0.264624507 | 7.5473 |
| 200 | 1.237 | 1.531 | 0.5755 | -5.815049974 | 0.26578321  | 7.5225 |
| 201 | 1.240 | 1.538 | 0.5736 | -5.81315663  | 0.266944444 | 7.4978 |
| 202 | 1.243 | 1.544 | 0.5717 | -5.811267403 | 0.26810821  | 7.4731 |
| 203 | 1.245 | 1.551 | 0.5698 | -5.809382277 | 0.269274507 | 7.4484 |
| 204 | 1.248 | 1.558 | 0.5679 | -5.807501234 | 0.270443335 | 7.4238 |
| 205 | 1.251 | 1.565 | 0.5660 | -5.805624255 | 0.271614694 | 7.3993 |
| 206 | 1.254 | 1.571 | 0.5642 | -5.803751323 | 0.272788585 | 7.3748 |
| 207 | 1.256 | 1.578 | 0.5623 | -5.801882422 | 0.273965007 | 7.3504 |
| 208 | 1.259 | 1.585 | 0.5604 | -5.800017533 | 0.27514396  | 7.3260 |
| 209 | 1.262 | 1.592 | 0.5586 | -5.798156639 | 0.276325444 | 7.3017 |
| 210 | 1.264 | 1.598 | 0.5567 | -5.796299724 | 0.27750946  | 7.2774 |
| 211 | 1.267 | 1.605 | 0.5549 | -5.79444677  | 0.278696007 | 7.2532 |
| 212 | 1.270 | 1.612 | 0.5530 | -5.792597761 | 0.279885085 | 7.2290 |
| 213 | 1.272 | 1.619 | 0.5512 | -5.790752679 | 0.281076694 | 7.2049 |
| 214 | 1.275 | 1.626 | 0.5493 | -5.788911509 | 0.282270835 | 7.1808 |
| 215 | 1.278 | 1.633 | 0.5475 | -5.787074232 | 0.283467507 | 7.1568 |
| 216 | 1.281 | 1.640 | 0.5457 | -5.785240834 | 0.28466671  | 7.1329 |
| 217 | 1.283 | 1.647 | 0.5438 | -5.783411298 | 0.285868444 | 7.1089 |
| 218 | 1.286 | 1.654 | 0.5420 | -5.781585607 | 0.28707271  | 7.0851 |

|     |       |       |        |              |             |        |
|-----|-------|-------|--------|--------------|-------------|--------|
| 219 | 1.289 | 1.660 | 0.5402 | -5.779763746 | 0.288279507 | 7.0613 |
| 220 | 1.291 | 1.667 | 0.5384 | -5.777945698 | 0.289488835 | 7.0375 |
| 221 | 1.294 | 1.674 | 0.5366 | -5.776131447 | 0.290700694 | 7.0138 |
| 222 | 1.297 | 1.681 | 0.5347 | -5.774320978 | 0.291915085 | 6.9901 |
| 223 | 1.299 | 1.688 | 0.5329 | -5.772514275 | 0.293132007 | 6.9665 |
| 224 | 1.302 | 1.695 | 0.5311 | -5.770711322 | 0.29435146  | 6.9429 |
| 225 | 1.305 | 1.703 | 0.5293 | -5.768912104 | 0.295573444 | 6.9194 |
| 226 | 1.308 | 1.710 | 0.5275 | -5.767116605 | 0.29679796  | 6.8959 |
| 227 | 1.310 | 1.717 | 0.5257 | -5.76532481  | 0.298025007 | 6.8725 |
| 228 | 1.313 | 1.724 | 0.5240 | -5.763536703 | 0.299254585 | 6.8491 |
| 229 | 1.316 | 1.731 | 0.5222 | -5.76175227  | 0.300486694 | 6.8258 |
| 230 | 1.318 | 1.738 | 0.5204 | -5.759971496 | 0.301721335 | 6.8025 |
| 231 | 1.321 | 1.745 | 0.5186 | -5.758194365 | 0.302958507 | 6.7793 |
| 232 | 1.324 | 1.752 | 0.5168 | -5.756420862 | 0.30419821  | 6.7561 |
| 233 | 1.326 | 1.759 | 0.5151 | -5.754650974 | 0.305440444 | 6.7330 |
| 234 | 1.329 | 1.767 | 0.5133 | -5.752884684 | 0.30668521  | 6.7099 |
| 235 | 1.332 | 1.774 | 0.5115 | -5.751121979 | 0.307932507 | 6.6869 |
| 236 | 1.334 | 1.781 | 0.5098 | -5.749362844 | 0.309182335 | 6.6639 |
| 237 | 1.337 | 1.788 | 0.5080 | -5.747607264 | 0.310434694 | 6.6409 |
| 238 | 1.340 | 1.795 | 0.5063 | -5.745855226 | 0.311689585 | 6.6180 |
| 239 | 1.343 | 1.803 | 0.5045 | -5.744106714 | 0.312947007 | 6.5952 |
| 240 | 1.345 | 1.810 | 0.5028 | -5.742361716 | 0.31420696  | 6.5723 |
| 241 | 1.348 | 1.817 | 0.5010 | -5.740620216 | 0.315469444 | 6.5496 |
| 242 | 1.351 | 1.824 | 0.4993 | -5.7388822   | 0.31673446  | 6.5269 |
| 243 | 1.353 | 1.832 | 0.4976 | -5.737147656 | 0.318002007 | 6.5042 |
| 244 | 1.356 | 1.839 | 0.4958 | -5.735416568 | 0.319272085 | 6.4816 |
| 245 | 1.359 | 1.846 | 0.4941 | -5.733688924 | 0.320544694 | 6.4590 |
| 246 | 1.361 | 1.854 | 0.4924 | -5.731964709 | 0.321819835 | 6.4364 |
| 247 | 1.364 | 1.861 | 0.4907 | -5.73024391  | 0.323097507 | 6.4139 |
| 248 | 1.367 | 1.868 | 0.4889 | -5.728526513 | 0.32437771  | 6.3915 |
| 249 | 1.370 | 1.876 | 0.4872 | -5.726812505 | 0.325660444 | 6.3691 |
| 250 | 1.372 | 1.883 | 0.4855 | -5.725101873 | 0.32694571  | 6.3467 |
| 251 | 1.375 | 1.891 | 0.4838 | -5.723394604 | 0.328233507 | 6.3244 |
| 252 | 1.378 | 1.898 | 0.4821 | -5.721690683 | 0.329523835 | 6.3021 |
| 253 | 1.380 | 1.906 | 0.4804 | -5.719990099 | 0.330816694 | 6.2799 |
| 254 | 1.383 | 1.913 | 0.4787 | -5.718292837 | 0.332112085 | 6.2577 |
| 255 | 1.386 | 1.920 | 0.4770 | -5.716598886 | 0.333410007 | 6.2356 |
| 256 | 1.388 | 1.928 | 0.4753 | -5.714908232 | 0.33471046  | 6.2135 |

**Lampiran 4****Hasil Uji Laboratorium**



## UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MALANG LABORATORIUM KIMIA

Jl. Raya Tlogomas No. 246 Telp.0341- 464318 Psw. 152 Malang 65144

### LAPORAN ANALISIS

No. Surat : 274 /LK-B/VI/2006

Contoh disampaikan oleh pelanggan dengan keterangan sebagai berikut:

Pelanggan : Ary Zakaria  
0110630023  
Fakultas Teknik/Teknik Elektro  
Universitas Brawijaya Malang

Jenis Contoh : Tepung Terigu

Tgl. Penerimaan : 6 Juni 2006

Analisis/Uji yang diminta : Protein

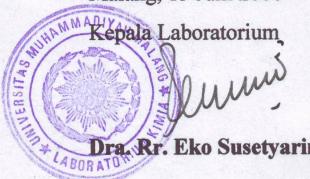
Metode Analisis : *Semi micro kjeldahl*

Hasil Analisis : Terlampir

Malang, 15 Juni 2006

Kepala Laboratorium,

Dra. Rr. Eko Susetyarini, MSi.



Lampiran Surat No. /LK-B/VI/2006

**Hasil Analisis Protein (%) Sampel Tepung Terigu**

| Sampel | Protein (%) |       |
|--------|-------------|-------|
|        | 1           | 2     |
| 1      | 8.22        | 8.14  |
| 2      | 11.26       | 10.59 |
| 3      | 12.02       | 11.70 |
| 4      | 12.65       | 12.48 |
| 5      | 8.98        | 9.10  |

Malang, 15 Juni 2006

Analisis  
  
M. Ariesandy, SP

## Lampiran 6

### Datasheet

- YELLOW AlGaInP LED
- Dioda Zener 1N746A
- Sensor OPT101
- Penguat Operasional LM358
- ADC0804
- Mikrokontroler AT89S51
- LCD LMB162A

