

SISTEM PENGUKUR BERAT DAN TINGGI BADAN MENGGUNAKAN MIKROKONTROLER AT89S51

Thomas¹, Johan.K.W², Henhy³

¹Jurusan Teknik Elektro
Universitas Tarumanagara
Jakarta 11440
thomas@untar.ac.id

²Jurusan Teknik Elektro
Universitas Tarumanagara
Jakarta 11440

³Jurusan Teknik Elektro
Universitas Tarumanagara
Jakarta 11440

ABSTRACT

Most people don't know their ideal weights. For this reason, it needs the system which can measure the weight, height and can calculate ideal weight of people automatically. This paper discusses the designing and implementation of weight and height measurement to help the people know their ideal weight.

Keywords: weight measurement, height measurement, microcontroller, Body mass Index.

PENDAHULUAN

Berat badan ideal merupakan dambaan dari setiap manusia baik tua maupun muda, karena baik dari segi penampilan fisik maupun dari segi kesehatan. Terutama kaum muda lebih banyak yang mendambakan karena dengan berat yang ideal penampilan fisik akan menjadi lebih menarik. Berbagai cara dilakukan agar dapat mencapai berat badan yang ideal baik dari mengatur pola makan, diet ketat, berolahraga yang teratur sampai dengan meminum obat-obatan .

Sering kali dijumpai di tempat-tempat seperti apotik, praktek dokter umum, tempat kebugaran orang yang sedang menimbang berat badan dan mengukur tinggi badannya pada alat timbangan untuk mengetahui apakah berat badannya telah ideal atau tidak. Umumnya masyarakat masih banyak yang belum mengetahui berapa berat badan yang sesuai untuk dirinya dengan hanya menerka-nerka saja atau hanya melihat sebatas pandangannya untuk menentukan berat badannya. Hal ini disebabkan kurangnya penyebaran informasi untuk menentukan berat badan yang ideal. Oleh karena itu bagi yang tidak mengetahui perhitungan rumus berat badan ideal akan mengalami kesulitan dalam menentukan berat badan yang ideal untuk dirinya .

Menurut hasil survei yang telah dilakukan di beberapa penyedia alat timbangan berat badan seluruhnya masih menyediakan alat timbang berat badan yang analog dan pengukur tinggi hanya berupa mistar . Ada juga beberapa tempat yang hanya menyediakan alat timbang berat badan saja tanpa ada alat untuk mengukur tinggi badan. Sehingga dengan alat timbangan biasa hanya dapat mengetahui berat badannya saja tanpa mengetahui berat badannya ideal atau tidak ideal.

Tempat-tempat seperti pusat perbelanjaan juga menyediakan alat timbang dengan hasil berat badan ideal atau tidak ideal. Penentuan untuk kategori ukuran tubuhnya juga hanya ada 3 yaitu kurus, normal, dan gemuk.

Alat timbangan digital yang dijual dipasaran juga ada yang berfungsi untuk menentukan berat badan ideal atau tidak, tetapi untuk mengukur tinggi badan tidak dapat dilakukan oleh alat ini. Terlebih dahulu harus dimasukkan tinggi badan melalui tombol yang tersedia. Setelah berat dan tinggi diketahui maka akan diketahui beratnya ideal atau tidak. Alat ini hanya dapat untuk menimbang berat badan dan menentukan berat badan ideal. Penentuan berat tubuh ideal dapat digunakan dengan 2 metoda yaitu: [1]

▪ **Metoda Brocca**

Berat Badan ideal

(Tinggi badan-100) - 10%(Tinggi badan-100).

Batas ambang yang diperbolehkan adalah ± 10% dari berat badan ideal. Bila <90% dikatakan kekurusan , >10% sudah kegemukan dan bila >20% sudah terjadi obesitas.

Contoh:

seorang wanita dengan tinggi badan 161 cm dan berat badan 58 kg.

$$\begin{aligned} \text{Maka BB ideal} &= (161-100)-10\%(161-100) \\ &= 61-6,1 = 54,9 \text{ kg} \end{aligned}$$

Wanita ini dengan berat badan 58 kg masih tergolong dalam batas ≥ 10%, (dikatakan normal)

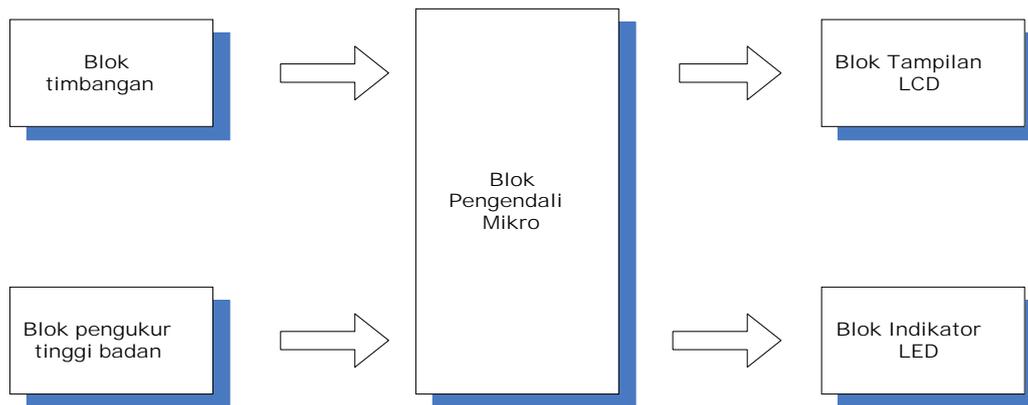
▪ **Indeks Massa Tubuh (IMT)**

IMT (kg/m²)= Berat badan (kg) / (Tinggi badan)² (m²)

IMT adalah metoda yang dikeluarkan oleh WHO (Badan Kesehatan Dunia) dan yang paling sering

■ **Tabel 1.** Perbedaan Hasil Survei dengan Sistem Alat Ukur Berat Badan

Hasil Survei	Sistem Pengukur Berat Badan
<ol style="list-style-type: none"> 1. Hanya dapat menentukan 3 kategori ukuran tubuh yaitu kurus, normal, gemuk. 2. Sebagian tempat hasil survei tidak dapat mengukur tinggi badan secara otomatis, kecuali input dari keypad. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Dapat menentukan 5 kategori ukuran tubuh berdasarkan metoda IMT yaitu kurus sekali, kurus, normal, gemuk, gemuk sekali. 2. Dapat mengukur tinggi badan secara otomatis.



■ Gambar 1. Diagram Blok Sistem

dipakai untuk penentuan berat badan ideal. Penggunaan IMT hanya dapat diterapkan pada orang dewasa baik itu lelaki atau perempuan yang berumur diatas 18 tahun, dengan batas ambang untuk lelaki dan perempuan Indonesia dianggap sama yaitu kurus sekali <17 kg/m², kurus 17-18,4 kg/m², normal 18,5–25,0 kg/m², gemuk 25,1-27 kg/m², gemuk sekali >27 kg/m².

Contoh:

Seorang wanita dengan tinggi badan 161 cm dan berat badan = 58 kg

$$\begin{aligned} \text{Maka besar nilai IMT} &= 58 / (1.61 \times 1.61) \\ &= 22,37 \end{aligned}$$

Wanita ini dengan berat badan 58 kg masih tergolong dalam batas 18,5–25,0 kg/m², (dikatakan normal).

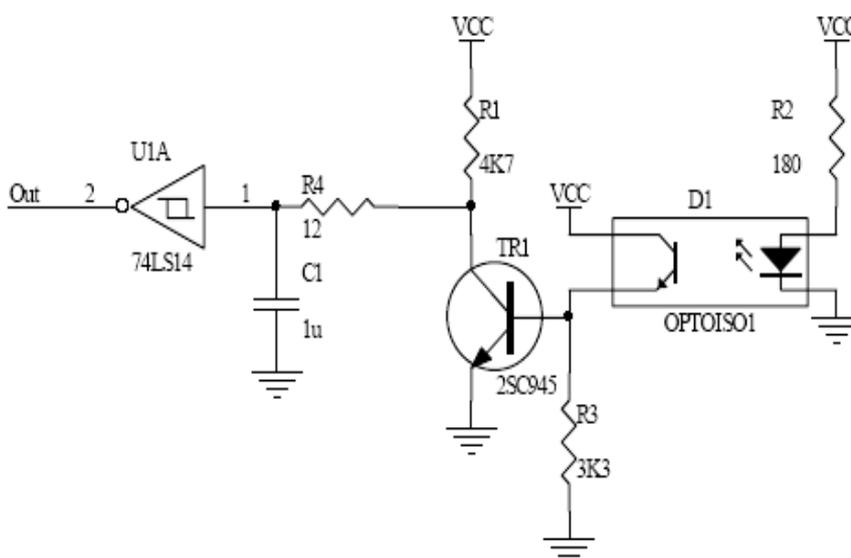
Oleh karena itu untuk memberikan kemudahan kepada orang-orang agar dapat mengetahui berat badan yang ideal untuk dirinya, maka sistem yang berguna untuk menimbang berat badan, mengukur tinggi badan dan menentukan kategori ukuran tubuh berdasarkan metoda IMT yang paling sering digunakan. Perbedaan antara hasil survei tentang alat ukur berat badan yang telah ada dengan sistem pengukur berat badan dengan mikrokontroler ini dapat dilihat pada Tabel 1. Sistem

terdiri dari beberapa sistem penyusun yaitu sistem pengendali mikro dan *software* untuk menghitung berat badan, tinggi badan dan penentuan kategori ukuran tubuh, sistem layar LCD (*Liquid Crystal Display*) dan indikator LED (*Light Emitting Diode*), sistem timbangan badan digital sistem pengukur tinggi badan.

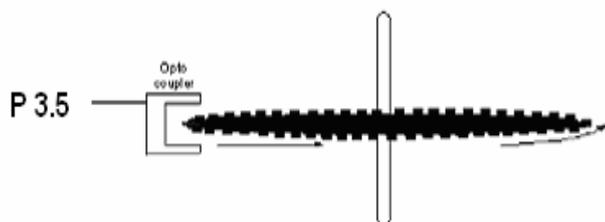
Dalam sistem ini digunakan timbangan digital untuk mengukur berat badan dan gelombang ultrasonik untuk mengukur tinggi badan. Hasil dari pengukuran berat dan tinggi badan akan ditampilkan di LCD. Informasi kategori ukuran tubuh (berat badan ideal) akan ditampilkan di LED dimana masing-masing kategori akan diwakilkan oleh sebuah LED. Kategori ukuran tubuh dibagi menjadi 5 (lima) kategori yaitu kurus sekali, kurus, normal, gemuk, gemuk sekali.

METODOLOGI SISTEM

Sistem alat pengukur berat badan dan tinggi badan bertujuan untuk menentukan berat badan, tinggi badan dan menentukan kategori ukuran tubuh. Pengukuran berat badan dilakukan oleh timbangan digital dan pengukuran tinggi badan dilakukan oleh gelombang ultrasonik. *Output* dari alat timbangan digital dan alat



■ Gambar 2. Rangkaian Skematik Optocoupler



■ **Gambar 3.** Koneksi *Optocoupler* ke Mikrokontroler

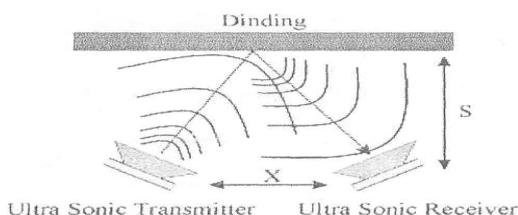
pengukur tinggi ini akan menjadi data masukan kepada pengendali mikro. Kemudian oleh pengendali mikro data yang diterima akan diolah datanya dan memberikan data keluaran untuk ditampilkan melalui LCD dan LED. Untuk mengolah data-data tersebut diperlukan program pada pengendali mikro untuk melakukan perhitungan seperti berat badan ideal, menentukan kategori ukuran tubuh serta untuk mengontrol tampilan LCD dan indikator LED. Pengendali mikro pada sistem ini berfungsi sebagai alat pemroses utama yang mengendalikan kerja komponen yang tercakup menjadi suatu sistem secara keseluruhan. Diagram blok sistem secara keseluruhan dapat dilihat pada Gambar 1.

TIMBANGAN DIGITAL

Timbangan badan digital ini untuk menimbang berat badan dengan beban maksimum hingga 120 kg. Prinsip kerjanya menggunakan sebuah *optocoupler* yang membaca piringan bergerigi. Pembacaan berat badan berdasarkan tekanan yang akan memutar piringan bergerigi, kemudian putaran pada piringan gerigi tersebut akan dibaca oleh *optocoupler* dan piringan gerigi harus dalam keadaan diam selama 6 detik baru dinyatakan sebagai hasil berat badannya. Jadi apabila tekanan pada piringan bergerigi berubah-ubah maka hasil yang didapat bukan hasil yang sebenarnya.

Prinsip kerja dari timbangan digital ini menggunakan *optocoupler* yang akan dipasang pada piringan bergerigi. Rangkaian skematik *optocoupler* dapat dilihat pada Gambar 2. Untuk transfer data *optocoupler* terhubung ke mikrokontroler pada pin 3.5. Gambar 3 memperlihatkan koneksi *optocoupler* ke mikrokontroler.

Optocoupler akan menghasilkan pulsa high (\square) jika tidak terhalang piringan maka tahanan pada



■ **Gambar 4.** Prinsip kerja pengukuran jarak ultrasonik

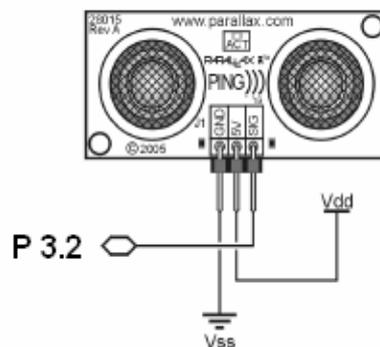
penerima akan kecil, arus akan lewat. Dan akan menghasilkan pulsa low jika terhalang sesuatu maka tahanan pada penerima akan besar sehingga arus tidak mengalir. Perubahan keadaan mengalirnya arus dan tidak mengalirnya arus ini menyebabkan perubahan tegangan pada *output* penerima. Perubahan tegangan pada *output* penerima ini dimanfaatkan sebagai *input* bagi mikrokontroler untuk dijadikan perhitungan berat badan.

Untuk mengkonversikan menjadi berat, dianggap pembacaan 1 kali pulsa pada *optocoupler* = 1 kg. Jadi apabila *optocoupler* membaca 10 kali pulsa maka hasil yang didapat adalah 10 kg.

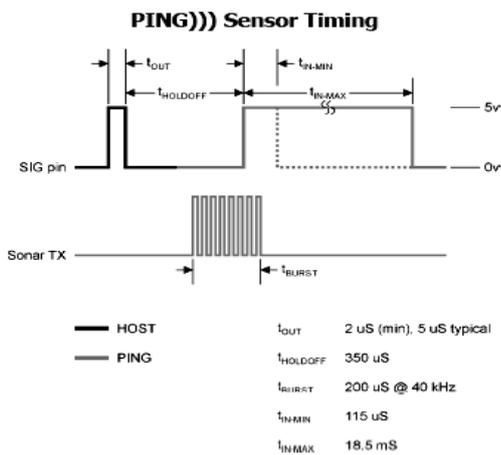
SISTEM PENGUKUR TINGGI

Gelombang ultrasonik adalah gelombang yang memiliki frekuensi di atas 20 kHz dan tidak dapat didengar oleh telinga manusia. Gelombang ultrasonik tergolong dalam gelombang mekanik longitudinal, sehingga secara fisik gelombang ultrasonik mempunyai sifat yang sama dengan gelombang suara biasa yang dapat didengar oleh telinga manusia. Karena termasuk jenis gelombang mekanik, maka gelombang ultrasonik hanya dapat merambat dan bergetar melalui suatu medium penghantar dan tidak dapat merambat melalui ruang hampa (vakum). Selain itu kecepatan rambat gelombang ultrasonik di ruang bebas sama dengan cepat rambat gelombang suara, yaitu kurang lebih 344 m/s.

Suatu gelombang ultrasonik yang merambat melalui suatu medium, getarannya merupakan getaran dari partikel-partikel medium yang dilaluinya. Gelombang ultrasonik akan dipantulkan kembali ke arah gelombang tersebut dipancarkan bila terjadi diskontinuitas pada medium dimana gelombang ultrasonik itu merambat. Dengan demikian sifat gelombang ultrasonik ini dapat digunakan untuk mengukur jarak dengan syarat selang waktu antara saat pulsa dikirim dan pulsa pantul diterima, jarak antara alat pengukur dan benda penghalang bisa dihitung. Prinsip kerjanya setelah alat ukur ini mendapatkan selang waktu antara saat pulsa dikirim dan pulsa pantul diterima, jarak bisa didapatkan. Gambar 4 menjelaskan bagaimana transmitter dan receiver diposisikan agar sudut pantul menjadi kecil (X), sehingga



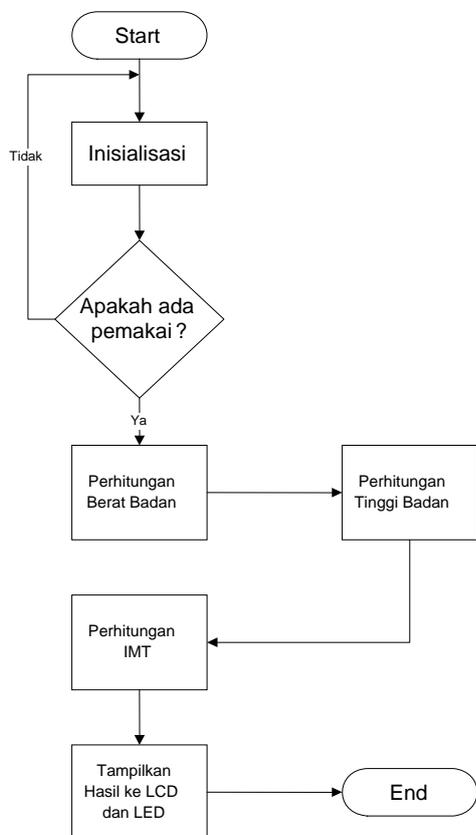
■ **Gambar 5.** Koneksi Ultrasonik ke Mikrokontroler [6]



■ **Gambar 6.** Timing Diagram Sensor PING [6]

jarak transmitter dan receiver terhadap objek dinding / benda lainnya tidak terpengaruh oleh sudut pantul tersebut. Jarak antara transmitter dan receiver (x) cukup dekat, sehingga sudut pantulnya kecil sehingga jarak (s) tidak terpengaruh oleh sudut pantul tersebut.

Sistem menggunakan sensor ultrasonik merek PING yang akan dihubungkan ke mikrokontroler pada pin 3.2. Sensor PING dalam sistem ini berfungsi untuk mengukur tinggi badan. Sensor dapat mengukur jarak dari 3 cm sampai 300 cm. Namun dalam sistem ini hanya dapat mengukur tinggi hingga 200 cm, karena sensor akan diletakkan pada



■ **Gambar 7.** Diagram Alir Pemrograman Mikrokontroler

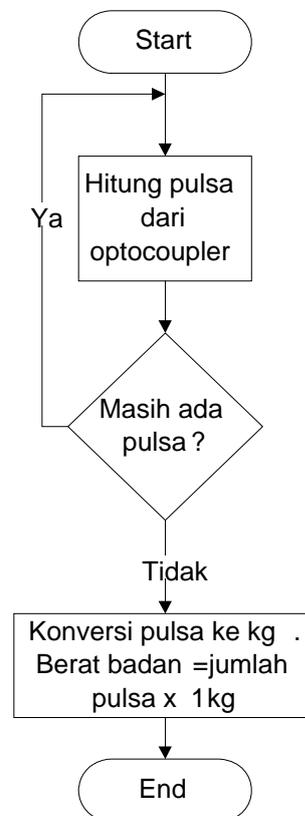
ketinggian 200 cm. Gambar koneksi sensor ultrasonik ke mikrokontroler dapat dilihat pada Gambar 5 dan timing diagram dari sensor PING dapat dilihat pada Gambar 6.

Prinsip kerja dari sensor PING)) yaitu dengan mendeteksi jarak obyek dengan cara memancarkan gelombang ultrasonik (40 kHz) selama t_{BURST} (200 μ s) kemudian mendeteksi pantulannya. Sensor PING)) memancarkan gelombang ultrasonik sesuai dengan kontrol dari mikrokontroler pengendali (pulsa *trigger* dengan t_{OUT} min. 2 μ s).

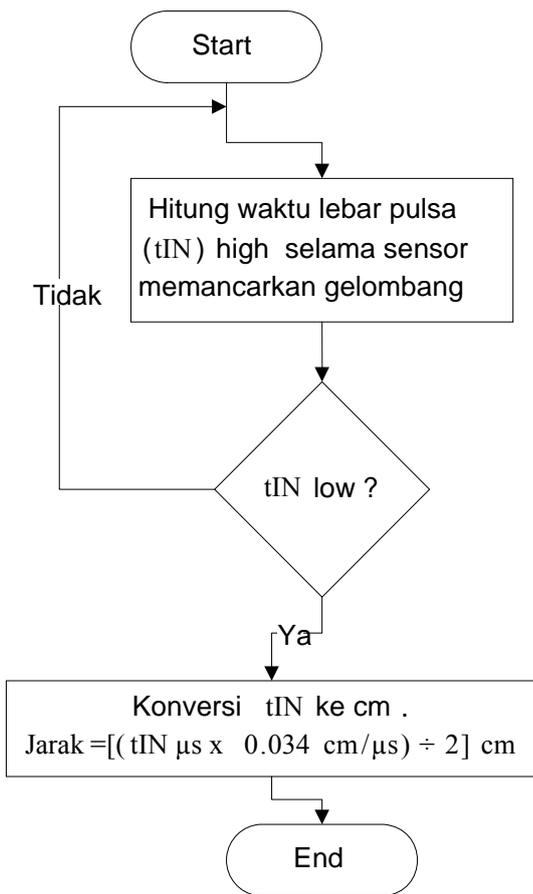
Gelombang ultrasonik ini melalui udara dengan kecepatan 344 meter per detik, mengenai obyek dan memantul kembali ke sensor. Sensor PING)) akan mengeluarkan pulsa *output high* pada pin SIG setelah memancarkan gelombang ultrasonik dan setelah gelombang pantulan terdeteksi sensor Ping)) akan membuat *output low* pada pin SIG. Lebar pulsa High (t_{IN}) akan sesuai dengan lama waktu tempuh gelombang ultrasonik untuk 2x jarak ukur dengan obyek. Maka jarak yang diukur adalah $[(t_{IN} \mu s \times 0.034 \text{ cm}/\mu s) \div 2]$ cm.

MIKROKONTROLER

Sistem menggunakan mikrokontroler ATMEL, yaitu tipe AT89S51 yang mempunyai 4K byte *Flash PEROM* (*Programmable and Erasable Read Only Memory*). Tipe AT89S51 dengan teknologi *nonvolatile memory*, isi memori tersebut dapat diisi ulang ataupun dihapus berkali-kali. Diagram alir program mikrokontroler secara garis besar dapat dilihat pada Gambar 7, Gambar 8, Gambar 9, Gambar 10.



■ **Gambar 8.** Diagram Alir Untuk Pengukuran Berat Badan



■ Gambar 9. Diagram Alir Untuk Pengukuran Tinggi Badan

LCD

Liquid Crystal Display atau biasa disebut LCD adalah alat tampilan yang biasa digunakan untuk menampilkan karakter ASCII sederhana, dan gambar-gambar pada alat-alat digital seperti jam tangan, kalkulator dan lain lain.

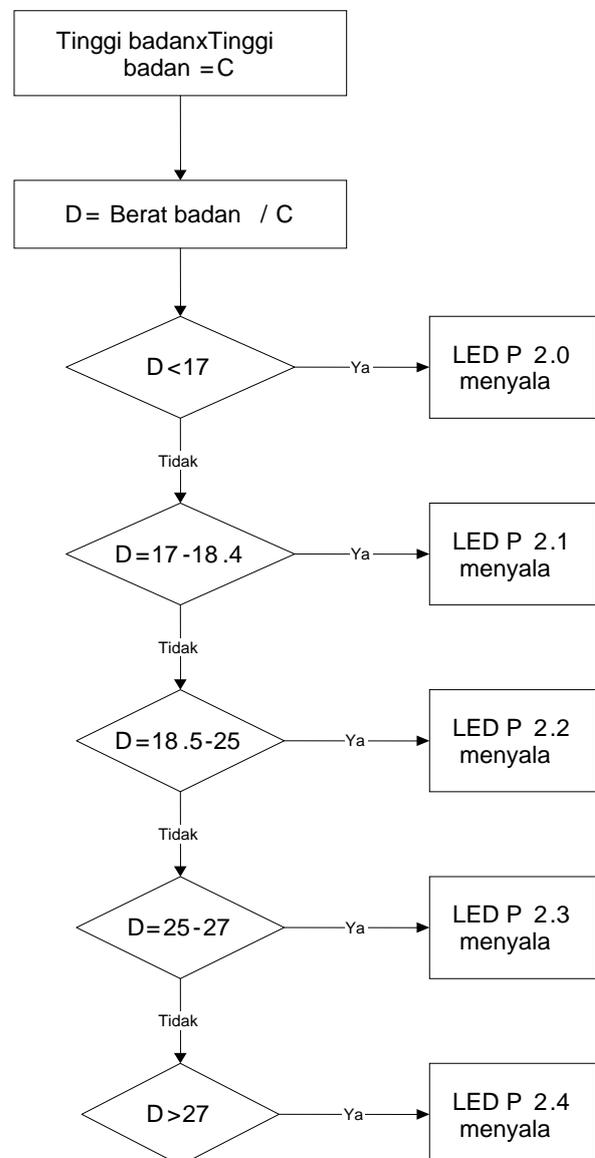
Deskripsi sederhana cara kerja dari sebuah LCD matrix adalah sebuah Twisted Nematic (TN) Liquid Crystal Display, yang terdiri dari 2 material yang terpolarisasi, 2 buah kaca, sebuah bentuk elemen elektroda untuk menentukan pixel, dan Integrated Circuit (IC) untuk mengalamatkan baris dan kolom. Untuk menentukan posisi dari setiap pixel, sebuah jala-jala dibentuk dari Indium Tin Oxide (semi transparent metal oxide) dan arus diberikan pada posisi pixel tertentu untuk mengubah orientasi dari material Liquid Crystal yang kemudian akan mengubah pixel dari white pixel ke black pixel. Orientasi menentukan apakah cahaya akan dilewatkan atau ditolak. Jika cahaya ditolak berarti area tersebut akan menjadi gelap (black pixel).

Twisted Nematic LCD cukup baik untuk menampilkan tampilan sederhana yang mempunyai informasi yang sama dan ditampilkan berulang-ulang, seperti jam tangan, kalkulator dan lain lain. Walaupun tampilan hexagonal bar adalah bentuk paling sederhana pengaturan elektroda, hampir semua bentuk sederhana dapat ditampilkan.

LED

LED adalah jenis semikonduktor p-n junction yang bekerja pada kondisi forward bias. LED mempunyai penurunan tegangan dari 1,5 Volt sampai 2,5 Volt untuk arus diantara 10mA dan 150 mA. Penurunan tegangan yang tepat tergantung dari arus LED, warna, kelonggaran dan sebagainya. Tegangan LED memiliki kelonggaran yang cukup besar. Kecemerlangan cahaya LED tergantung dari arus. Biasanya arus LED diantara 10 sampai 50 mA akan menghasilkan cahaya yang cukup untuk banyak pemakaian. LED dapat memancarkan cahaya berwarna merah, hijau, kuning, biru, jingga atau infra merah (tak tampak). LED yang menghasilkan pemancaran didaerah cahaya sangat berguna dalam instrumentasi, alat hitung, indikator dan sebagainya.

Sebelum informasi data-data dari mikrokontroler dikirimkan untuk dipancarkan, data-data tersebut perlu dimodulasi terlebih dahulu. Modulasi adalah proses



■ Gambar 10. Diagram Alir untuk Perhitungan IMT

penumpangan informasi pada frekuensi pembawa yang lebih

■ **Tabel 2.** Hasil Pengujian keseluruhan Sistem

Pemakai ke-	Keterangan pemakai	Tampilan BB di LCD	Tampilan TB di LCD	Hasil indikator kategori ukuran tubuh
1	BB =58 kg TB = 159 cm IMT = 22.9 (Normal)	59 kg	159 cm	Normal
2	BB = 60 kg TB = 163 cm IMT = 22.58 (Normal)	60 kg	163 cm	Normal
3	BB = 68 kg TB = 173 cm IMT = 22.7 (Normal)	69 kg	173 cm	Normal
4	BB = 73 kg TB = 170 cm IMT = 25.2 (Gemuk)	75 kg	171 cm	Gemuk
5	BB = 81 kg TB = 165 cm IMT = 29.7 (Gemuk Sekali)	82 kg	165 cm	Gemuk Sekali

Keterangan:

BB = Berat Badan

TB = Tinggi Badan

tinggi frekuensinya untuk ditransmisikan melalui media transmisi.

Transmisi terjadi pada frekuensi tinggi yang telah ditumpangkan untuk membawa frekuensi informasi yang lebih rendah, sedangkan demodulasi adalah saat sinyal informasi yang dikirimkan diterima oleh penerima, kemudian sinyal informasi tersebut dikeluarkan dari frekuensi pembawa.

CATU DAYA

Sistem Catu daya pada umumnya terdiri dari sebuah transformator step down untuk menurunkan tegangan AC dari PLN menjadi tegangan AC yang lebih rendah untuk disearahkan oleh dioda menjadi tegangan searah yang diperlukan oleh rangkaian. Output DC yang dihasilkan oleh dioda ini masih belum stabil/rata untuk bisa digunakan langsung oleh rangkaian.

Oleh karena itu output dari dioda ini masih perlu diratakan oleh kapasitor sehingga dapat meredam adanya arus AC yang masih tersisa. Namun untuk menjamin kestabilan output dari kapasitor ini digunakan lagi sebuah regulator tegangan yang berguna menjaga agar tegangan

yang dikeluarkan tidak mudah jatuh/drop sewaktu beban dipasang, misalnya saja IC LM7805 untuk tegangan 5 volt.

HASIL PENGUJIAN

Pengujian keseluruhan sistem ini berupa pengujian terhadap perangkat lunak dan konektivitas antara perangkat lunak dengan perangkat keras. Pengujian keseluruhan sistem dilakukan dengan 5 orang pemakai yang berbeda. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 2. Berdasarkan tabel hasil pengujian diatas dapat disimpulkan walaupun hasil pengukuran berat badan dan tinggi badan tidak akurat tetapi untuk penentuan kategori ukuran tubuh sudah sesuai dengan perhitungan manual.

KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil dari sistem ini telah berfungsi dengan baik karena dapat mengukur berat badan dan tinggi badan secara otomatis dan menampilkan kategori ukuran tubuh sesuai dengan yang diinginkan. Adapun sedikit kesalahan pengukuran untuk berat badan dan tinggi badan yang disebabkan oleh pemakai tidak dalam keadaan diam. Dari hasil pengujian keseluruhan sistem untuk penentuan kategori ukuran tubuh sudah bekerja dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. S.Sarwono, Pedoman Praktis Memantau Status Gizi Orang Dewasa Untuk Mempertahankan Berat Badan Normal Berdasarkan Indeks Massa Tubuh. Jakarta: Gramedia, 2001, ch:2, pp:20-32.
- [2]. Nichols, Ultrasonic inspection of heavy section steel. London: Elsevier applied science, 1988, ch:3 pp: 81-92.
- [3]. Agfianto Eko Putra, Belajar Mikrokontroler AT89C51/52/55 Teori dan Aplikasi, edisi kedua, Yogyakarta: Gava Media, 2004, ch:5, pp: 163-188.