

KURSI PENIMBANG BERAT BADAN *PORTABLE*

SKRIPSI

KONSENTRASI TEKNIK ELEKTRONIKA

Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik



Disusun oleh:

KUSUMA JAYADI

NIM. 135060309111013

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

FAKULTAS TEKNIK

MALANG

2016

LEMBAR PENGESAHAN

Kursi Penimbang Berat Badan *Portable*

SKRIPSI

TEKNIK ELEKTRO KONSENTRASI TEKNIK ELEKTRONIKA

Diajukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik



KUSUMA JAYADI
NIM. 135060309111013

Skripsi ini telah direvisi dan disetujui oleh dosen pembimbing
pada tanggal 6 Januari 2016

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Dr. -Ing. Onny Setyawati, S.T., M.T. M.Sc.
NIP. 19740417 200003 2 007

Ir. M. Julius St, M.S.
NIP. 19540720 198203 1 002

Mengetahui
Ketua Jurusan Teknik Elektro

M. Aziz Muslim S.T., M.T., Ph.D.
NIP. 19741203 200012 1 001



JUDUL SKRIPSI:

KURSI PENIMBANG BERAT BADAN *PORTABLE*

Nama Masiswa : Kusuma Jayadi

NIM : 135060309111013

Program Studi : Teknik Elektro

Konsentrasi : Teknik Elektronika

KOMISI PEMBIMBING :

Ketua : Dr. -Ing. Onny Setyawati, S.T., M.T., M.Sc

Anggota : Ir. M. Julius, St., M.S.

TIM DOSEN PENGUJI :

Dosen Penguji 1 : Dr.Eng. Panca Mudjirahardjo., S.T., M.T.

Dosen Penguji 2 : Ir. Nanang Sulistyanto, M.T.

Dosen Penguji 3 : Dr. Ir. Ponco Siwindarto, M.Eng.Sc.

Tanggal Ujian : 30 Desember 2015

SK Penguji : No. 1161/UN10.6/SK/2015

PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya dan berdasarkan hasil penelusuran berbagai karya ilmiah, gagasan dan masalah ilmiah yang diteliti dan diulas di dalam naskah Skripsi ini adalah asli dari pemikiran saya. Tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu Perguruan Tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

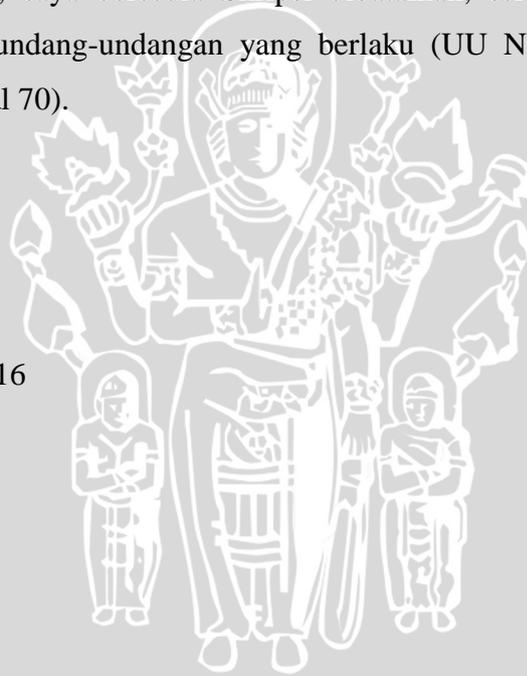
Apabila ternyata di dalam naskah Skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur jiplakan, saya bersedia Skripsi dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (UU No.20 Tahun 2003, pasal 25 ayat 2 dan pasal 70).

Malang, 15 Januari 2016

Mahasiswa,

Kusuma Jayadi

135060309111013



RINGKASAN

Kusuma Jayadi, Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Brawijaya, Januari 2016, *Kursi Penimbang Berat Badan Portable*, Dosen Pembimbing: Dr.-Ing. Onny Setyawati, S.T., M.T., M.Sc. dan Ir. M. Julius St, M.S.

Selama ini seseorang yang mempunyai keterbatasan untuk berjalan atau berdiri mengalami kesulitan, apabila melakukan pengukuran berat badan menggunakan timbangan berat badan biasa. Atas dasar itu maka dirancanglah sebuah timbangan yaitu Kursi Penimbang Berat Badan *Portable*. Kursi Penimbang Berat Badan *Portable* adalah sebuah alat ukur berat badan yang dibuat untuk mereka yang kesusahan berjalan atau berdiri. Alat ini bersifat *portable* dengan desain seperti kursi roda. Pada bagian samping kursi terdapat layar untuk melihat berat badan saat dilakukan pengukuran.

Kursi Penimbang Berat Badan *Portable* dirancang menggunakan *load cell* sebagai sensor berat, IC AD620 sebagai penguat instrumentasi dan mikrokontroler AT89S51 sebagai unit pengendali dan 3 digit *display seven segment* sebagai tampilannya. Menggunakan baterai yang mempunyai kapasitas tegangan 12 V dan arus sebesar 3 A sebagai sumber catu dayanya, dan alat ini dapat dipakai tanpa tersambung sumber listrik (AC) secara langsung.

Alat ini dapat digunakan untuk mengukur beban 40 kg hingga 100 kg dengan resolusi sebesar 1 kg. Dari data hasil pengukuran beban 40 kg - 100 kg terhadap sensor *load cell* dengan kenaikan setiap 5 kg, keluaran rata-rata tegangannya sebesar 0.25 mV dan pada rangkaian penguat keluaran rata-rata tegangannya adalah sebesar 0.18 V.

Kata kunci: Sensor *Load Cell*, AD620, Mikrokontroler AT89S51, *Seven Segment*

SUMMARY

Kusuma Jayadi , Department of Electrical Engineering , Faculty of Engineering , Brawijaya University, in January 2016 , Portable Chair Scale, Supervisor: Dr.- Ing. Onny Setyawati , S.T. , M.T. , M.Sc. and Ir . Julius M. St, M.S.

During this time people who have limitedness for walk or stand have difficulty. When make measuring body weight using pair of scales body weight then designed a pair of scales it's called Portable Chair Scale. Portable Chair Scale is measure instrument body weight which is made for who cannot standing or walking. This instrument is portable with design like wheel chair. There is a screen beside the chair for see the body weight while doing measure.

Portable Chair Scale designed using load cell as sensor weight, IC AD620 as lasing instrumentation and microcontroler AT89S51 as control unit and 3 digit display seven segment as screen. Using battery which have tension capacity 12 V and a current of 3 A as source of power supply and this instrument can used without connected electric source (AC) directly.

This measuring instrument can be used for measuring load 40 kg up to 100 kg with resolution as big as 1 kg. form result of load measuring data 40 kg – 100 kg to load cell sensor with increase each 5 kg, produce average tension is 0.25 mV and on lasing connection produce average tension is 0.18 V.

Keywords : Load Cell, AD620, Mikrokontroler AT89S51, Seven Segment

PENGANTAR

Alhamdulillah, puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT, karena atas segala petunjuk dan nikmat-Nya lah skripsi ini dapat diselesaikan. skripsi berjudul “Kursi Penimbang Berat Badan *Portable*” ini disusun untuk memenuhi sebagian persyaratan memperoleh gelar Sarjana Teknik di Jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan ketulusan dan kerendahan hati penulis menyampaikan terima kasih kepada:

- Allah SWT atas rahmat dan hidayah yang telah diberikan,
- Rosulullah Muhammad SAW, semoga shalawat serta salam selalu tercurah kepada beliau,
- Ayah dan Ibu atas segala nasehat, kasih sayang, perhatian dan kesabarannya didalam membesarkan dan mendidik penulis, serta telah banyak mendoakan kelancaran penulis hingga terselesaikannya skripsi ini,
- Bapak M. Aziz Muslim, S.T., M.T., Ph.D. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya,
- Bapak Hadi Suyono, S.T., M.T., Ph.D selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya,
- Ali Mustofa, S.T., M.T. selaku Ketua Prodi Strata Satu Jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya,
- Bapak Ir. Wijono, S.T., M.T., Ph.D. selaku dosen Penasehat Akademik,
- Ibu Ir. Nurussa'adah, MT. selaku Ketua Kelompok Dosen Keahlian Elektronika Jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya,
- Ibu Dr.-Ing. Onny Setyawati, S.T., M.T., M.Sc. sebagai Dosen Pembimbing I atas segala bimbingan, pengarahan, ide, saran, motivasi, dan masukan yang diberikan,
- Bapak Ir. M. Julius St, M.S. sebagai Dosen Pembimbing II atas segala bimbingan, pengarahan, ide, saran, motivasi, dan masukan yang diberikan,
- Seluruh dosen pengajar Teknik Elektro Universitas Brawijaya,

- Staff Recording Jurusan Teknik Elektro,
- Teman – teman SAP angkatan 2013,
- Rekan seperjuangan dalam skripsi Teknik Elektro Universitas Brawijaya,
- Seluruh teman-teman serta semua pihak yang tidak mungkin bagi penulis untuk mencantumkan satu-persatu, terimakasih banyak atas bantuan dan dukungannya.

Pada akhirnya, penulis menyadari bahwa skripsi ini masih belum sempurna. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun. Penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi serta bagi masyarakat.

Malang, Januari 2016



Penulis

DAFTAR ISI

| | Halaman |
|---|----------------|
| COVER | i |
| LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING | ii |
| LEMBAR PERSETUJUAN DOSEN PENGUJI..... | iii |
| LEMBAR ORISINALITAS SKRIPSI..... | iv |
| RINGKASAN | v |
| SUMMARY | vi |
| PENGANTAR | vii |
| DAFTAR ISI..... | ix |
| DAFTAR GAMBAR..... | xi |
| DAFTAR TABEL | xiii |
| DAFTAR LAMPIRAN | xiv |
| BAB I PENDAHULUAN..... | 1 |
| 1.1 Latar Belakang | 1 |
| 1.2 Rumusan Masalah | 1 |
| 1.3 Batasan Masalah..... | 2 |
| 1.4 Tujuan | 2 |
| 1.5 Sistematika Pembahasan..... | 2 |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA..... | 4 |
| 2.1 Kursi Penimbang Berat Badan..... | 4 |
| 2.2 <i>Load Cell</i> | 4 |
| 2.3 IC AD620 | 6 |
| 2.4 LMC7660 | 7 |
| 2.5 LM3914..... | 7 |
| 2.6 ADC 0804 | 8 |
| 2.7 Mikrokontroler AT89S51 | 10 |
| 2.8 <i>Seven Segment</i> | 14 |
| BAB III METODE PENELITIAN | 16 |
| 3.1 Studi Literatur | 16 |
| 3.2 Spesifikasi Alat | 16 |

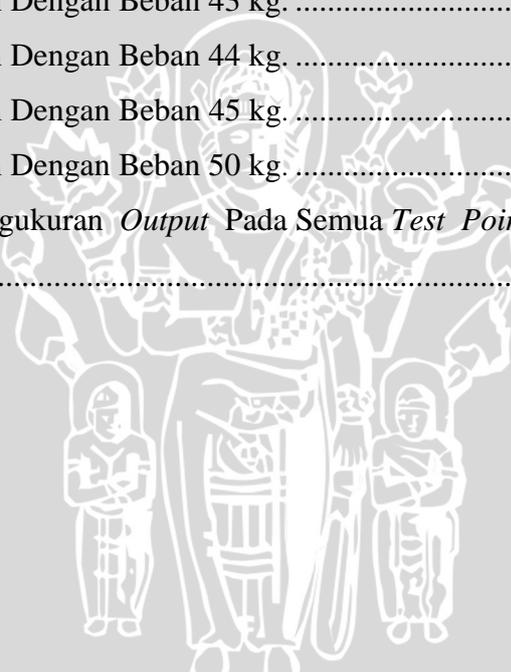


| | |
|--|-----------|
| 3.3 Perancangan Alat | 16 |
| 3.3.1 Perancangan Konstruksi Kursi (Mekanik) | 17 |
| 3.3.2 Perancangan Perangkat Keras | 18 |
| 3.3.2.1 Diagram Blok | 19 |
| 3.3.2.2 Perancangan Rangkaian Indikator Baterai | 20 |
| 3.3.2.3 Perancangan Rangkaian Konversi Tegangan | 21 |
| 3.3.2.4 Perancangan Rangkaian Penguat Instrumentasi | 22 |
| 3.3.2.5 Perancangan Rangkaian ADC (<i>Analog to Digital Converter</i>) | 23 |
| 3.3.2.6 Perancangan Rangkaian Mikrokontroler | 27 |
| 3.3.2.7 Perancangan Rangkaian <i>Seven Segment</i> | 27 |
| 3.3.3 Perancangan Perangkat Lunak (<i>Software</i>) | 30 |
| 3.4 Pengujian Alat | 31 |
| 3.4.1 Pengujian Perangkat Keras (<i>Hardware</i>) | 31 |
| 3.4.2 Pengujian Keseluruhan Sistem | 32 |
| BAB IV PENGUJIAN DAN ANALISIS | 33 |
| 4.1 Pengujian Sensor <i>Load Cell</i> | 33 |
| 4.2 Pengujian Rangkaian Penguat | 35 |
| 4.3 Pengujian Rangkaian Mikrokontroler | 37 |
| 4.4 Pengujian Rangkaian <i>Seven Segment</i> | 39 |
| 4.5 Pengujian Rangkaian ADC 0804 | 39 |
| 4.6 Pengujian Keseluruhan Sistem | 41 |
| 4.6.1 Pengujian Dengan Beban Dibawah 40 kg Selain Beban Kursi | 41 |
| 4.6.2 Pengujian Dengan Beban 40 kg – 100 kg Selain Beban Kursi | 43 |
| 4.7 Analisis Data Hasil Pengujian | 52 |
| BAB V KESIMPULAN DAN SARAN | 55 |
| 5.1 Kesimpulan | 55 |
| 5.2 Saran | 55 |
| DAFTAR PUSTAKA | 56 |

DAFTAR GAMBAR

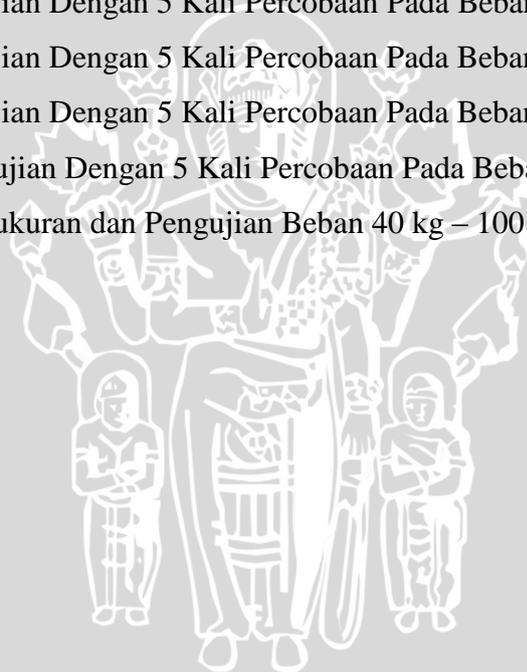
| No. | Judul | Halaman |
|-------------|---|---------|
| Gambar 2.1 | Seca 952 <i>Chair Scale</i> | 4 |
| Gambar 2.2 | Skema Bagian Dalam <i>Load Cell</i> | 5 |
| Gambar 2.3 | <i>Konfigurasi Pin IC AD620</i> | 6 |
| Gambar 2.4 | Rangkaian Konversi Tegangan | 7 |
| Gambar 2.5 | Konfigurasi Pin LM3914 | 7 |
| Gambar 2.6 | Konfigurasi Pin ADC 0804 | 9 |
| Gambar 2.7 | Konfigurasi Pin IC AT89S51 | 10 |
| Gambar 2.8 | Skema <i>Seven Segment</i> | 14 |
| Gambar 2.9 | <i>Seven Segment Common Cathode</i> | 15 |
| Gambar 3.1 | Perancangan Konstruksi Kursi Roda..... | 17 |
| Gambar 3.2 | Penempatan Sensor Pada Kursi..... | 18 |
| Gambar 3.3 | Diagram Blok Sistem Dari <i>Hardware</i> | 19 |
| Gambar 3.4 | Rangkaian Indokator Baterai..... | 20 |
| Gambar 3.5 | Rangkaian Konversi Tegangan | 21 |
| Gambar 3.6 | Rangkaian Penguat Instrumentasi | 22 |
| Gambar 3.7 | Rangkaian ADC 0804 | 24 |
| Gambar 3.8 | Rangkaian Mikrokontroler AT89S51 | 27 |
| Gambar 3.9 | Rangkaian <i>Seven Segment</i> | 28 |
| Gambar 3.10 | Diagram Alir Kursi Penimbang Berat Badan <i>Portable</i> | 31 |
| Gambar 4.1 | Pengujian Sensor <i>Load Cell</i> Dengan Beban 43 kg | 33 |
| Gambar 4.2 | Pengujian Sensor <i>Load Cell</i> Dengan Beban 105 kg | 34 |
| Gambar 4.3 | Hasil Pengukuran Beban Dengan Sensor <i>Load Cell</i> | 35 |
| Gambar 4.4 | Pengujian Rangkaian Penguat Instrumentasi. | 36 |
| Gambar 4.5 | Hasil Pengukuran <i>Output</i> Rangkaian Penguat Terhadap Berat | 37 |
| Gambar 4.6 | Pengujian Rangkaian Mikrokontroler Sebelum Dimasukan Program | 38 |
| Gambar 4.7 | Pengujian Rangkaian Mikrokontroler Setelah Dimasukan Program | 38 |
| Gambar 4.8 | Pengujian Rangkaian <i>Seven Segment</i> | 39 |

| | |
|--|----|
| Gambar 4.9 Pengukuran Tegangan Refrensi ADC 0804..... | 40 |
| Gambar 4.10 Pengujian Rangkaian ADC 0804 Dengan Tampilan <i>Seven Segment</i> | 40 |
| Gambar 4.11. Pengujian Rangkaian ADC 0804 Dengan Tampilan <i>Seven Segment</i> Setelah Mengubah <i>Resistance Variable</i> | 41 |
| Gambar 4.12 Pengukuran Beban 39 kg Pada Kalibrator. | 42 |
| Gambar 4.13 Pengujian Dengan Beban 39 kg. | 42 |
| Gambar 4.14 Pengukuran Beban 40 kg Pada Kalibrator | 43 |
| Gambar 4.15 Pengujian Dengan Beban 40 kg. | 44 |
| Gambar 4.16 Pengujian Dengan Beban 41 kg. | 45 |
| Gambar 4.17 Pengujian Dengan Beban 42 kg. | 46 |
| Gambar 4.18 Pengujian Dengan Beban 43 kg. | 47 |
| Gambar 4.19 Pengujian Dengan Beban 44 kg. | 48 |
| Gambar 4.20 Pengujian Dengan Beban 45 kg. | 49 |
| Gambar 4.21 Pengujian Dengan Beban 50 kg. | 50 |
| Gambar 4.22 Hasil Pengukuran <i>Output</i> Pada Semua <i>Test Point</i> Terhadap Beban..... | 52 |



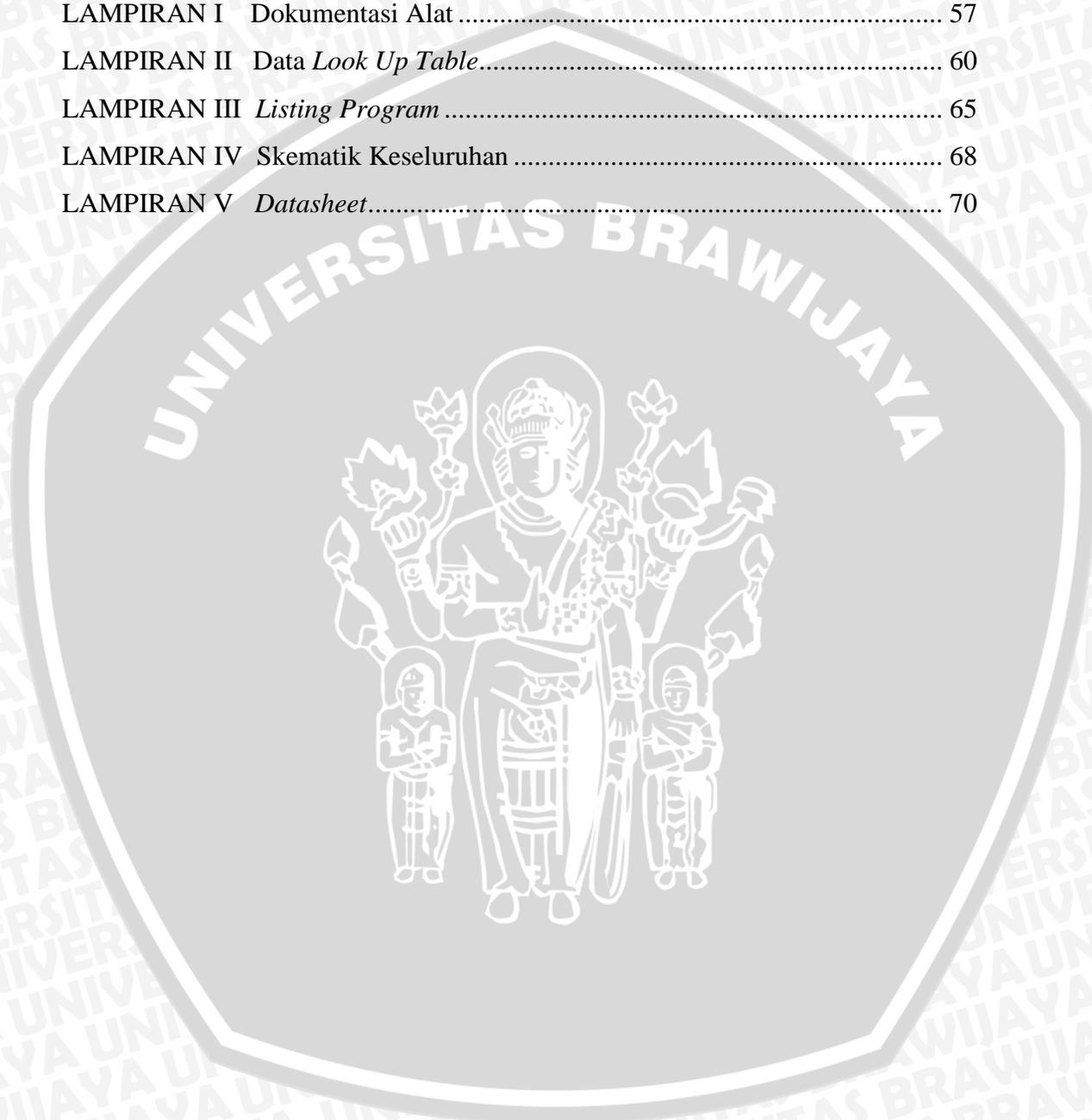
DAFTAR TABEL

| No. | Judul | Halaman |
|------------|--|---------|
| Tabel 2.1 | <i>Output Load Cell</i> Terhadap Masing-Masing Tegangan <i>Input</i> | 5 |
| Tabel 3.1 | Resolusi ADC 0804 | 26 |
| Tabel 4.1 | Hasil Pengukuran Beban Dengan Sensor <i>Load Cell</i> | 34 |
| Tabel 4.2 | Hasil Pengukuran <i>Output</i> Rangkaian Penguat Terhadap Beban..... | 36 |
| Tabel 4.3 | Hasil Pengujian Dengan 5 Kali Percobaan Pada Beban 39 kg. | 43 |
| Tabel 4.4 | Hasil Pengujian Dengan 5 Kali Percobaan Pada Beban 40 kg. | 44 |
| Tabel 4.5 | Hasil Pengujian Dengan 5 Kali Percobaan Pada Beban 41 kg. | 45 |
| Tabel 4.6 | Hasil Pengujian Dengan 5 Kali Percobaan Pada Beban 42 kg. | 46 |
| Tabel 4.7 | Hasil Pengujian Dengan 5 Kali Percobaan Pada Beban 43 kg. | 47 |
| Tabel 4.8 | Hasil Pengujian Dengan 5 Kali Percobaan Pada Beban 44 kg. | 48 |
| Tabel 4.9 | Hasil Pengujian Dengan 5 Kali Percobaan Pada Beban 45 kg. | 49 |
| Tabel 4.10 | Hasil Pengujian Dengan 5 Kali Percobaan Pada Beban 50 kg. | 50 |
| Tabel 4.11 | Hasil Pengukuran dan Pengujian Beban 40 kg – 100 kg..... | 51 |



DAFTAR LAMPIRAN

| No. | Judul | Halaman |
|--------------|----------------------------|---------|
| LAMPIRAN I | Dokumentasi Alat | 57 |
| LAMPIRAN II | Data Look Up Table..... | 60 |
| LAMPIRAN III | Listing Program | 65 |
| LAMPIRAN IV | Skematik Keseluruhan | 68 |
| LAMPIRAN V | Datasheet..... | 70 |



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Saat ini timbangan berat badan yang sering digunakan masih memiliki keterbatasan untuk melakukan pengukuran berat badan bagi mereka yang sulit untuk berdiri. Karena dalam penggunaannya, mereka yang hendak melakukan pengukuran berat badan harus dalam keadaan berdiri diatas timbangan tersebut. Seca medical 954 chair scale adalah kursi timbang untuk orang sulit berdiri yang dilaporkan dalam sebuah iklan *Precision Weighing Balances*. Timbangan itu seperti kursi roda harganya masih sangat mahal (USD 2239.00) (Seca Dealer, 2015).

Atas dasar itu, maka dibuatlah Kursi Penimbang Berat Badan *Portable* dengan harga yang terjangkau. Timbangan berat badan ini dibuat seperti kursi roda dan dalam penggunaannya dapat dipindah-pindah atau bersifat *portable*. Dengan harapan timbangan badan ini dapat digunakan untuk menimbang berat badan mereka yang kesusahan untuk berdiri.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan masalah yang telah dijelaskan pada latar belakang, dapat dibuat rumusan sebagai berikut:

- a) Bagaimana merancang dan membuat timbangan *portable* dengan desain seperti kursi roda?
- b) Bagaimana merancang dan membuat perangkat lunak sistem mikrokontroler untuk menampilkan data berat badan pada *seven segment*?
- c) Bagaimana merancang dan membuat timbangan *portable* yang memperoleh hasil pengukuran yang sama dengan nilai berat beban yang sesungguhnya?

1.3 Batasan Masalah

Agar tidak terjadi pelebaran masalah yang akan dibahas, maka penulis membatasi pembahasan pada:

- a) Menggunakan *load cell* sebagai sensor berat.
- b) Batas pengukuran beban minimum 40 kg dan beban maksimum adalah 100 kg.
- c) Resolusi pengukuran sebesar 1 kg.
- d) Hasil pengukuran berat badan.ditampilkan pada 3 digit *display seven segment*.

1.4 Tujuan

Penelitian ini bertujuan untuk merancang timbangan *portable* dengan desain seperti kursi roda dengan menggunakan *load cell* sebagai sensor berat. Batas pengukuran 40 kg – 100 kg dengan resolusi 1 kg yang di tampilkan pada 3 digit *seven segment*.

1.5 Sistematika Pembahasan

Sistematika penulisan yang digunakan dalam penyusunan laporan penelitian ini adalah sebagai berikut.

BAB I Pendahuluan

Memuat latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan, dan sistematika penulisan.

BAB II Tinjauan Pustaka

Berisi tinjauan pustaka atau dasar teori yang digunakan untuk dasar penelitian yang dilakukan dan untuk mendukung permasalahan yang diungkapkan meliputi gambaran umum kursi penimbang berat badan, dasar teori *load cell*, dasar teori AD620, dasar teori LMC7660, dasar teori LM3914, dasar teori ADC 0804, dasar teori mikrokontroler AT89S51 dan dasar teori *display seven segment*.

BAB III Metode Penelitian

Berisi metode penelitian yang akan dilakukan, meliputi metode yang digunakan, studi literatur, spesifikasi alat, perancangan dan pengujian alat.

BAB IV Pengujian dan Analisis

Memuat aspek pengujian meliputi penjelasan tentang cara pengujian dan hasil pengujian. Aspek analisis meliputi penilaian atau komentar terhadap hasil-hasil pengujian. Pengujian dan analisis ini terhadap alat yang telah direalisasikan berdasarkan masing-masing blok dan sistem secara keseluruhan.

BAB V Kesimpulan dan Saran

Memuat intisari hasil pengujian dan menjawab rumusan masalah serta memberikan rekomendasi untuk perbaikan kualitas penelitian dimasa yang akan datang.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kursi Penimbang Berat Badan

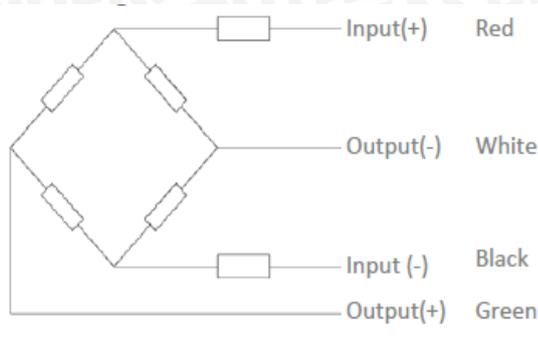
Kursi penimbang berat badan adalah sebuah timbangan berat badan yang dibuat untuk menimbang berat badan mereka yang kesusahan untuk berdiri. Timbangan badan itu bersifat *portable* karena menggunakan baterai sebagai sumber energinya dan didesain seperti kursi roda sehingga dapat dipindah-pindah. Contoh kursi penimbang berat badan ditunjukkan dalam Gambar 2.1.



Gambar 2.1. *Seca 952 Chair Scale*
(Seca Dealer, 2015:1)

2.2 Load Cell

Load cell adalah sebuah *transducer* yang berfungsi untuk mengubah besaran fisika (tekanan atau gaya) menjadi besaran listrik karena adanya perubahan resistansi. Skema bagian dalam *load cell* ditunjukkan dalam Gambar 2.2.



Gambar 2.2. Skema Bagaian Dalam Load Cell (Zemic Europe, 2013:2)

Gambar 2.2 menunjukkan bahwa sensor *load cell* memiliki 5 buah kabel, 2 buah kabel *input* (merah (+) dan hitam (-)), 2 buah kabel *output* (putih (-) dan hijau (+)) serta satu buah kabel *shield*. Adapun spesifikasi dari *load cell* ini adalah:

- Type : L6E Load Cell
- Kapasitas : 200 kg
- Input : 5-12 VDC
- Output : 2 mV/V
- Temperatur : -10 - 40°C

Berdasarkan spesifikasi di atas, *output load cell* adalah sebesar 2 mV/V. Adapun *output load cell* tersebut ditunjukkan dalam Tabel 2.1.

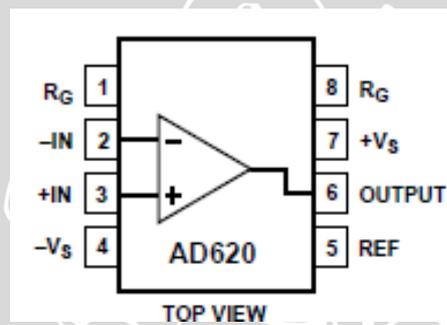
Tabel 2.1. Output Load Cell Terhadap Masing-Masing Tegangan Input

| Input load cell | Output load cell (Beban 0 kg) | Output load cell (Beban 200kg) |
|-----------------|-------------------------------|--------------------------------|
| 5 V | 0 mV | 10 mV |
| 6 V | 0 mV | 12 mV |
| 7 V | 0 mV | 14 mV |
| 8 V | 0 mV | 16 mV |
| 9 V | 0 mV | 18 mV |
| 10 V | 0 mV | 20 mV |
| 12 V | 0 mV | 22 mV |

Jadi pada beban 0 kg, *output load cell* sebesar 0 V dan pada beban maksimal (200 kg), *output load cell* adalah berbeda beda tergantung tegangan input. Jika tegangan *input* 5 V maka *output* sebesar 10 mV dan jika tegangan *input* 12 V, maka *output load cell* sebesar 22 mV.

2.3 IC AD620

AD620 adalah penguat instrumentasi, yaitu penguat instrumentasi yang terdiri dari 3 buah op-amp yang dibentuk dalam satu paket IC. AD620 memiliki nilai keakurasian yang tinggi dimana untuk menentukan besarnya penguatan dari 1 sampai 10000 hanya membutuhkan satu resistor eksternal. Konfigurasi pin IC AD620 ditunjukkan dalam Gambar 2.3.



Gambar 2.3. Konfigurasi Pin IC AD620
(Analog Devices, 2003:1)

Deskripsi fungsi pin AD620:

1. Pin 1 adalah RG, RG adalah resistor eksternal yang digunakan untuk menentukan nilai penguatan yang diinginkan.
2. Pin 2 adalah *input* negatif.
3. Pin 3 adalah *input* positif.
4. Pin 4 adalah tegangan sumber negatif.
5. Pin 5 adalah tegangan referensi.
6. Pin 6 adalah *output*.
7. Pin 7 adalah tegangan sumber positif.
8. Pin 8 adalah RG.

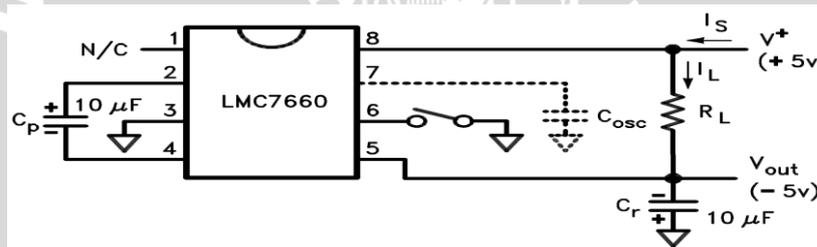
Adapun persamaan untuk menghitung nilai RG :

$$RG = \frac{49.4 \text{ K}\Omega}{G-1} \quad (2-1)$$

(Analog Devices, 2003:12)

2.4 LMC7660

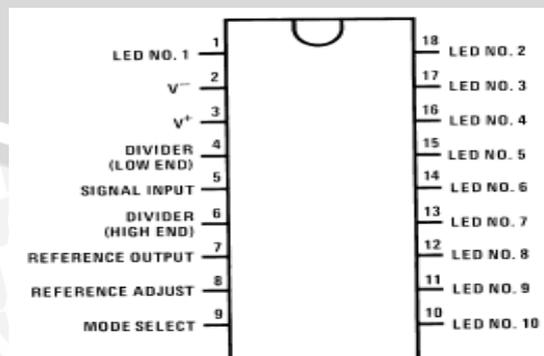
IC LMC7660 digunakan sebagai pengubah tegangan +5 V menjadi -5 V. Tegangan -5 V ini digunakan sebagai catu daya dari IC AD620. IC L7660 mengkonversi tegangan dari positif ke negatif dengan *range input* +1.5 V sampai +10 V dan *output* yang dihasilkan dari -1.5 V sampai -10 V (Texas Instruments, 1997:1). Rangkaian LMC7660 sebagai konversi tegangan ditunjukkan dalam Gambar 2.4.



Gambar 2.4. Rangkaian Konversi Tegangan (Texas Instruments, 1997:3)

2.5 LM3914

LM3914 adalah IC monolitik yang dapat mengontrol 10 led sebagai *output* berdasarkan level tegangan *input* yang diberikan. Konfigurasi pin LM3914 ditunjukkan dalam Gambar 2.5.



Gambar 2.5. Konfigurasi Pin LM3914 (Texas Instruments, 2000:22)

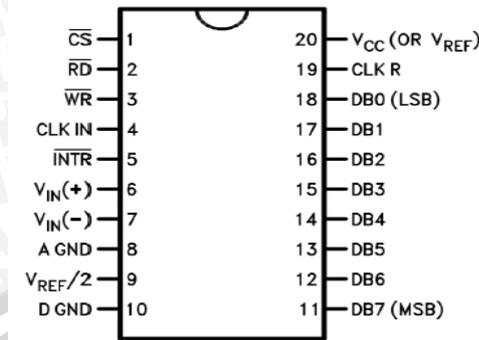
Deskripsi fungsi pin LM3914:

1. Pin 1 dan pin 10 – 18 adalah *output* yang dihubungkan ke led.
2. Pin 2 adalah *input* negatif.
3. Pin 3 adalah *input* positif.
4. Pin 4 adalah tegangan *input* yang menentukan level tegangan terendah (RLO).
5. Pin 5 (*sign in*) adalah tegangan *input*.
6. Pin 6 adalah tegangan *input* yang menentukan level tegangan tertinggi (RHI).
7. Pin 7 adalah referensi *out*.
8. Pin 8 adalah referensi ADJ.
9. Pin 9 adalah *mode select*.

2.6 ADC 0804

Analog to Digital Converter (ADC) adalah sebuah piranti yang dirancang untuk mengubah sinyal-sinyal analog menjadi bentuk sinyal digital. ADC0804 yaitu sebagai sebuah konverter A/D 8 bit yang mudah diproses dengan sistem mikrokontroler. A/D ini menggunakan metode *aproksimasi* berturut-turut untuk mengkonversikan masukan analog (0-5 V) menjadi data digital 8 bit yang *ekivalen*.

ADC 0804 memiliki beberapa jalur *input / output* dan kontrol power supply +5 V dan ground. V_{in+} dan V_{in-} merupakan jalur input tegangan analog diferensial sehingga data tegangan yang akan diproses oleh ADC digunakan untuk mengatur tegangan *input* pada V_{in+} dan V_{in-} , Konfigurasi pin ADC 0804 ditunjukkan dalam Gambar 2.6.



Gambar 2.6. Konfigurasi Pin ADC 0804 (Texas Instruments, 2009:3)

Deskripsi Fungsi Pin ADC 0804 :

- 1) Pin 11 sampai 18 (keluaran digital).
- 2) WR, pulsa transisi *low to high* pada *input write* maka ADC akan melakukan konversi data tegangan analog menjadi digital.
- 3) INT, bila konversi data analog – digital telah selesai maka INT akan mengeluarkan pulsa transisi *high to low*.
- 4) CS, agar ADC dapat aktif maka CS harus diberi logika *low*.
- 5) RD, agar data ADC dapat dibaca oleh sistem mikroprocessor maka pin RD harus mendapat logika *low*.
- 6) Tegangan analog inputan diferensial, input $V_{in} (+)$ dan $(-)$ merupakan *input* tegangan diferensial yang mengambil nilai selisih dari kedua *input*.
- 7) Vref, tegangan referensi dapat diatur sesuai dengan input tegangan pada $V_{in} (+)$ dan $V_{in} (-)$.
- 8) Clk in, *eksternal clock input*.

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

$$f_{CLK} = \frac{1}{RC \ln \left[\left(\frac{V_{CC} - V_{T-}}{V_{CC} - V_{T+}} \right) \left(\frac{V_{T+}}{V_{T-}} \right) \right]} \quad (2-2)$$

Pada A/D 0804 tegangan pada pin 9 merupakan tegangan yang digunakan untuk *offset* suatu keluaran digital maksimum. Dengan persamaan sebagai berikut:

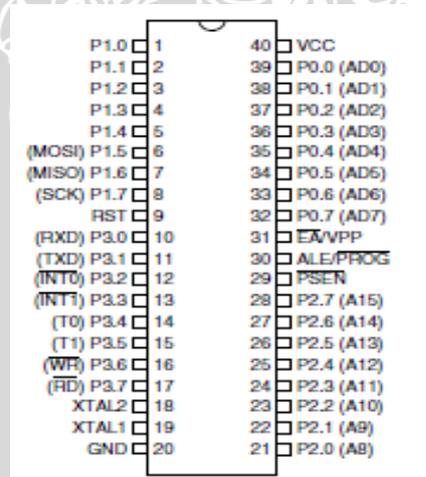
$$V_{\text{pin9}} = V_{\text{ref}} / 2 \quad (2-3)$$

$$V_{\text{resolusi}} = V_{\text{in Max}} / 2^n - 1 \quad (2-4)$$

n menyatakan jumlah bit *output* IC ADC0804 (Texas Instruments, 2009).

2.7 Mikrokontroler AT89S51

IC mikrokontroler AT89S51 adalah komponen yang berorientasi pada control dengan level logika CMOS. Komponen ini termasuk keluarga MCS'51. Rangkaian integrasi tersebut memiliki perlengkapan *Single Chip* Mikrokomputer. Perlengkapan yang dimaksud adalah CPU (*Central Processing Unit*) yang terdiri dari komponen yang lain. Diantaranya Register, ALU (*Arithmetic Logic Unit*), Unit Pengendali. Konfigurasi pin IC AT89S51 ditunjukkan dalam Gambar 2.7.



Gambar 2.7. Konfigurasi Pin IC AT89S51 (Atmel, 2008:2)

Masing-masing mempunyai fungsi yang berbeda-beda antara lain:

A. Register

Sebagai memori sementara di dalam CPU. Beberapa Register mempunyai fungsi tertentu, seperti program counter dan code register, yang lain bersifat umum akumulator, B Register. Tiap-tiap computer memiliki panjang kata yang merupakan karakteristik dari CPU. Seperti pada keluarga MCS'51 ini besarnya

ditentukan oleh bus dan memori internal, oleh karenanya mikrokontroler keluarga MCS'51 ini memiliki kemampuan menyimpan data 8 bit.

B. ALU (*Arithmetic Logic Unit*)

Dari namanya dapat diketahui bahwa ALU mampu menjalankan operasi aritmatika dan logika dengan bilangan-bilangan biner. Dalam keluarga MCS'51 operasi ALU datanya terbatas pada jumlah bilangan biner 8 bit, tidak sampai pada operasi *floating point* (angka mengambang).

C. Unit Pengendali

Unit Pengendali digunakan untuk menyelaraskan kerja yang sangat diperlukan oleh setiap prosesor. Sebuah intruksi diambil dan didekode, setelah prosesor mengetahui apa yang dimaksud dengan intruksi, maka unit pengendali akan memberikan *signal* pada aksi yang dimaksud.

Mikrokontroler AT89S51 memiliki beberapa fasilitas yang dapat dipakai oleh pengguna. Fasilitas yang dimaksud antara lain:

1. Flash Program memori ROM Internal sebesar 4 Kbyte. Dengan flash PEROM ini mikrokontroler mampu deprogram dan dihapus hingga 1000 kali.
2. Memori data RAM internal sebesar 128 Byte.
3. Kemampuan kerja clock internal dari 0 hingga 24 M Hz.
4. Terdapat 2 buah timer atau counter yang dapat dipakai hingga 16 Bit.
5. External kemampuan mengamati memori program dan data maksimum 64 Kbyte eksternal.
6. Dua buah tingkat prioritas interupsi.
7. Lima buah interupsi, yaitu 2 buah interupsi eksternal dan 3 buah interupsi internal.
8. Empat buah I/O masing-masing 8 bit.
9. Port serial *full duplex* UART (*universal asynchronous receive transmit*) dengan kemampuan pendeteksian kesalahan.
10. Mode pengontrolan daya, yaitu:
 - Mode *idle* (daya akan berkurang jika CPU dikehendaki *stand by*).

- Mode *power down* (*oscillator* berhenti yang berarti daya akan berkurang karena yang dieksikusi menghendaki *power down*).

11. Pengembalian ke mode normal setelah *power down* karena adanya interupsi.

12. Dapat diprogram per bit sehingga pemrograman akan lebih leluasa dan efektif. Dalam IC program AT89S51 terdapat beberapa port dan program-program lainnya. Diantaranya adalah sebagai berikut:

1) Port 0

Port 0 adalah 8 bit *open drain* bi-directional port 1/0. pada saat sebagai port *out*, tiap pin dapat dilewatkan ke 8 *input* TTL. Ketika logika 1 dituliskan pada port 0, maka pin-pin ini dapat digunakan sebagai *input* yang berimpedensi tinggi. Port 0 dapat dikonfigurasi untuk dimultiplex sebagai jalur data atau *address* bus selama membaca program dan memori data. Pada mode ini P0 mempunyai internal *pull up*. Port 0 juga menerima kode bit selama pemrograman *flash*. Dan mengeluarkan kode bit selama verifikasi program.

2) Port 1

Port 1 adalah 8 bit bi-directional port 1/0 dengan internal *pull up*. Port 1 mempunyai *buffer output* yang dapat dihubungkan dengan 4 TTL *input*. Ketika logika 1 dituliskan ke port 1, pin ini di *pull high* dengan menggunakan internal *pull up* dan dapat digunakan sebagai *input*, pin port 1 yang secara eksternal bahwa selama pemrograman *flash* dan verifikasi.

3) Port 2

Port 2 adalah 8 bit bi-directional port 1/0 dengan internal *pull up*. Dapat melewatkan 4 TTL *input*. Ketika logika 1 dituliskan ke port 2, maka mereka di *Pull High* dan dapat digunakan sebagai *input*.

4) Port 3

Port 3 adalah 8 bit bi-directional port 1/0 dengan internal *pull up*. *Output buffer* dari port 3 dapat dilewati 4 *input* TTL. Ketika logika 1 dituliskan ke port 3 maka mereka akan di *pull high* dengan internal *pull*

up dan dapat digunakan sebagai *input*. Port 3 juga mempunyai beberapa sinyal *control* untuk pemrograman *flash* dan verifikasi.

5) RST

Input reset logika *high* pada pin ini akan mereset siklus mesin.

6) ALE/PROG

Pulsa *Output Address Latch Enable* digunakan untuk *latching* bit bawah dari *address* selama mengakses ke eksternal memori. Pin ini juga merupakan *input* pulsa program selama pemrograman *flash*. Operasi normal dari ALE dikeluarkan pada laju konstan 1/6 dari frekuensi *Oscillator*, dan dapat digunakan untuk pewaktu eksternal atau pemberian pulsa. Jika dikehendaki, operasi ALE dapat *Disabled* dengan memberikan setting bit 0 dari SFR pada lokasi 8 EH. Dengan bit set, ALE dapat diaktifkan selama instruksi MOVX atau MOVC. Dengan menyeting ALE *disabled*, tidak akan mempengaruhi jika mikrokontroler pada mode eksekusi eksternal.

7) Port Pin *Alternate Functions*

P3.0 RXD (Serial *Input* Port).

P3.1 TXD (Serial *Output* Port).

P3.2 INT0 (Eksternal Interupt 0).

P3.3 INT1 (Eksternal Interupt 1).

P3.4 T0 (Timer 0 Eksternal *Input*).

P3.5 T1 (Timer 1 Eksternal *Input*).

P3.6 WR (Eksternal Data Memori *Write Strobe*).

P3.7 RD (Eksternal Data Memori *Read Strobe*).

8) PSEN

Program *strobe enable* merupakan sinyal yang digunakan untuk membaca program pada memori eksternal. Ketika AT89S51 mengeksekusi kode dari program memori eksternal, PSEN diaktifkan 2 kali setiap siklus mesin, kecuali bahwa 2 aktifikasi PSEN terlewat selama pembacaan ke memori data eksternal.

9) EA/VPP

Eksternal Acces Enable. EA harus diposisikan ke GND untuk mengaktifkan divias untuk mengumpan kodde dari program memori yang dimulai pada lokasi 0000H sampai dengan FFFFH. EA harus diposisikan ke VCC untuk eksekusi program internal. Pin ini juga menerima tegangan pemrograman 12 V (VPP) selama pemrograman *flash*.

10) XTAL 1

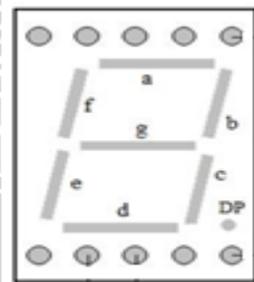
Input Oscillator inverting amplifier dan *input* untuk internal *clock* untuk pengoperasian.

11) XTAL 2

Output dari *inverting Oscillator amplifier* (Wirayudha, 2012:17).

2.8 Seven Segment

Display seven segment terdiri dari tujuh buah *segment* atau *LED* dimana masing-masing *segment* tersebut akan menyala bila dialiri arus listrik atau diberikan beda potensial. Skema dari *seven segment* ditunjukkan dalam Gambar 2.8.



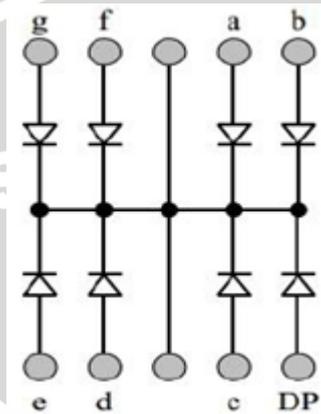
Gambar 2.8. Skema Seven Segment (Kitronik, 2008:1)

Dengan mengkombinasikan *segment-segment* tersebut dapat membentuk digit desimal. Misalnya akan membentuk angka 1, maka *segment* b dan c harus menyala. Sedangkan untuk membentuk angka 2, maka *segment* a, b, d, e dan g harus menyala, begitu seterusnya.

Menurut jenisnya *seven segment* dapat dibedakan menjadi dua jenis. Jenis yang pertama adalah *seven segment common cathode* dan jenis yang kedua adalah

seven segment common anoda. Dan pada modul ini menggunakan *seven segmen common cathode*.

Pada *seven segment* jenis ini diperlukan *driver* yang menyediakan taraf tinggi (*high*) untuk mengaktifkan *seven segment*. Rangkaian dasar *seven segment common cathode* ditunjukkan dalam Gambar 2.9.



Gambar 2.9. *Seven Segment Common Cathode*
(Kitronik, 2008:1)

BAB III

METODE PENELITIAN

Penyusunan proposal ini didasarkan pada masalah yang bersifat aplikatif, yaitu perencanaan dan perealisasi alat agar dapat bekerja sesuai dengan yang direncanakan dengan mengacu pada rumusan masalah. Langkah-langkah yang perlu dilakukan untuk merealisasikan alat yang dirancang adalah penentuan studi literatur, spesifikasi alat, perancangan alat dan pengujian alat.

3.1 Studi Literatur

Studi literatur dilakukan untuk mempelajari teori penunjang sistem yang dibutuhkan dalam perencanaan dan pembuatan alat. Teori yang diperlukan antara lain berkaitan dengan rangkaian mikrokontroler AT89S51, rangkaian indikator baterai, rangkaian konversi tegangan, rangkaian penguat, rangkaian ADC, dan rangkaian *display seven segment*.

3.2 Spesifikasi Alat

Spesifikasi alat secara global diterapkan terlebih dahulu sebagai acuan dalam perancangan selanjutnya. Spesifikasi alat yang direncanakan, yaitu:

- Sensor berat yang digunakan *load cell*.
- Rangkaian konversi tegangan menggunakan IC 7660.
- Rangkaian indikator baterai menggunakan IC LM3914
- IC penguat instrumentasi yang digunakan IC AD620.
- Rangkaian ADC menggunakan IC ADC 0804.
- Mikrokontroler yang dipakai adalah AT89S51.
- Tampilan yang digunakan *seven segment common cathode*.

3.3 Perancangan Alat

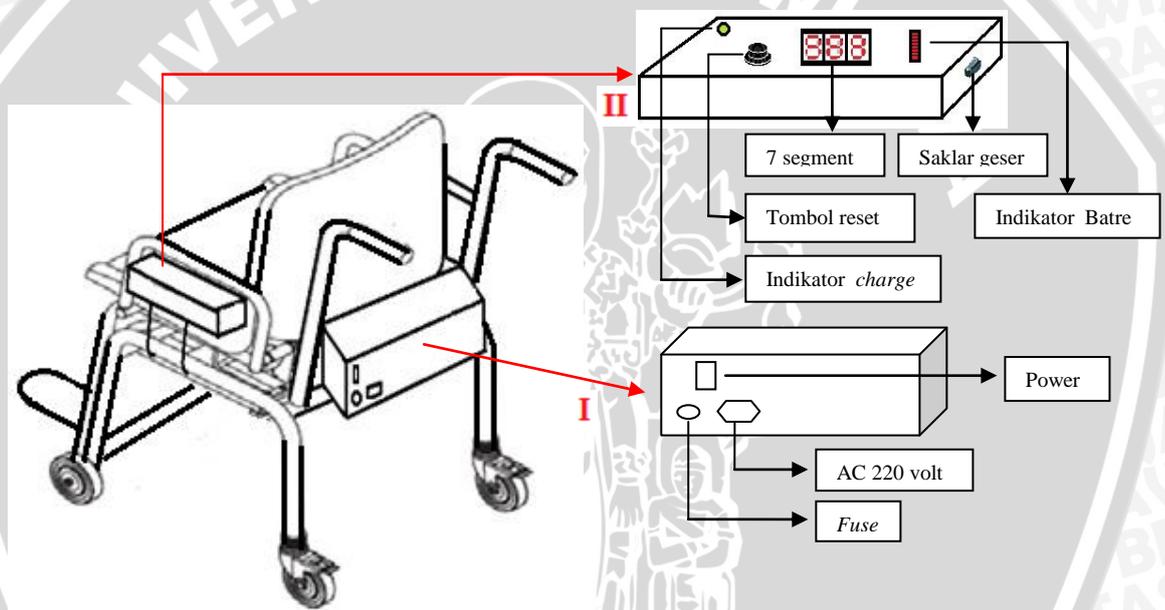
Perancangan alat dalam penelitian ini dibagi menjadi tiga bagian, yaitu desain konstruksi kursi, rangkaian secara keseluruhan dan pembuatan program, yang tercakup dalam 3 sub bab:



- Perancangan konstruksi kursi (Mekanik)
- Perancangan perangkat keras (*Hardware*)
- Perancangan perangkat lunak (*Software*)

3.3.1 Perancangan Konstruksi Kursi (Mekanik)

Dalam pembuatan modul ini, desain konstruksi kursi roda sangat menentukan keberhasilan dalam pembuatan modul. Kursi roda dirancang sedemikian rupa sehingga alat dapat bekerja dengan baik. Desain kursi roda ditunjukkan dalam Gambar 3.1.

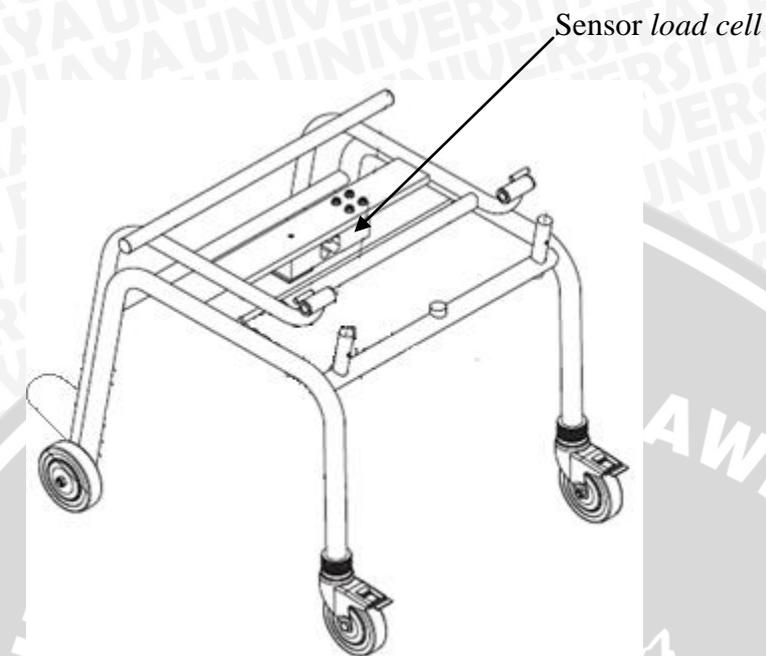


Gambar 3.1. Perancangan Konstruksi Kursi Roda.

Pada Gambar 3.1 menunjukkan bahwa terdapat dua blok atau sistem yang dipasang pada kursi roda. Blok I adalah sebuah wadah atau kotak yang berisikan baterai atau aki 12 VDC, rangkaian *supply*, rangkaian penguat, ADC dan mikrokontroler. Sedangkan blok II adalah tempat untuk menampilkan indikator baterai, indikator *charge*, tombol reset dan nilai berat badan berupa 3 digit *seven segment*.

Agar beban dapat dibaca secara maksimal dan linier oleh sensor, maka peletakan sensor dan cara pemasangan sensor harus diperhatikan demi

keberhasilan pembuatan modul. Penempatan sensor pada kursi ditunjukkan dalam Gambar 3.2.



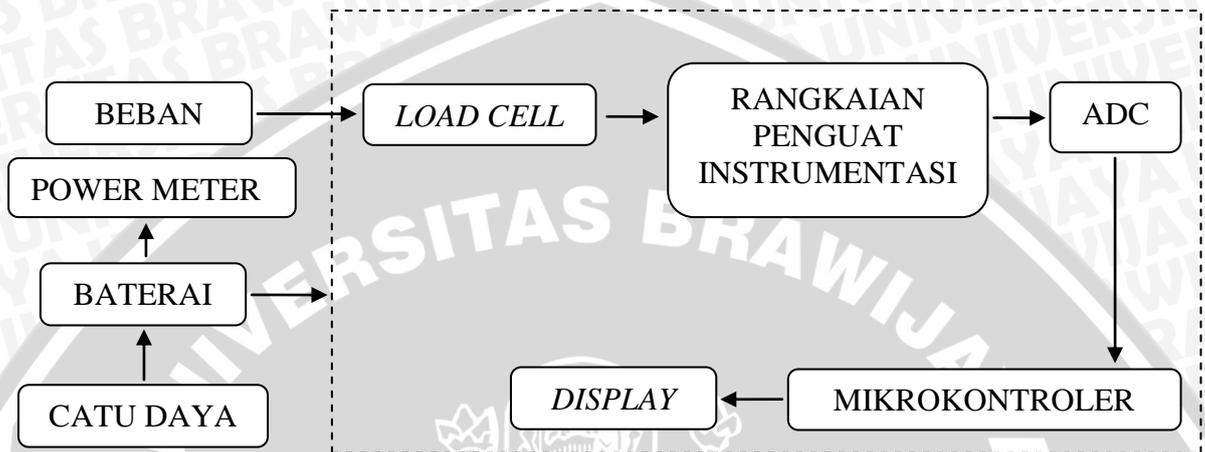
Gambar 3.2. Penempatan Sensor Pada Kursi

3.3.2 Perancangan Perangkat Keras (*Hardware*)

Perancangan perangkat keras dalam modul ini terdiri dari beberapa rangkaian yaitu rangkaian indikator baterai, rangkaian konversi tegangan, rangkaian penguat instrumentasi, rangkaian ADC0804, rangkaian mikrokontroler dan rangkaian *seven segment*.

3.3.2.1 Diagram Blok

Diagram blok kursi penimbang berat badan *portable* ditunjukkan dalam Gambar 3.3.



Gambar 3.3. Diagram Blok Sistem Dari *Hardware*

Penjelasan masing-masing diagram blok dalam Gambar 3.3.

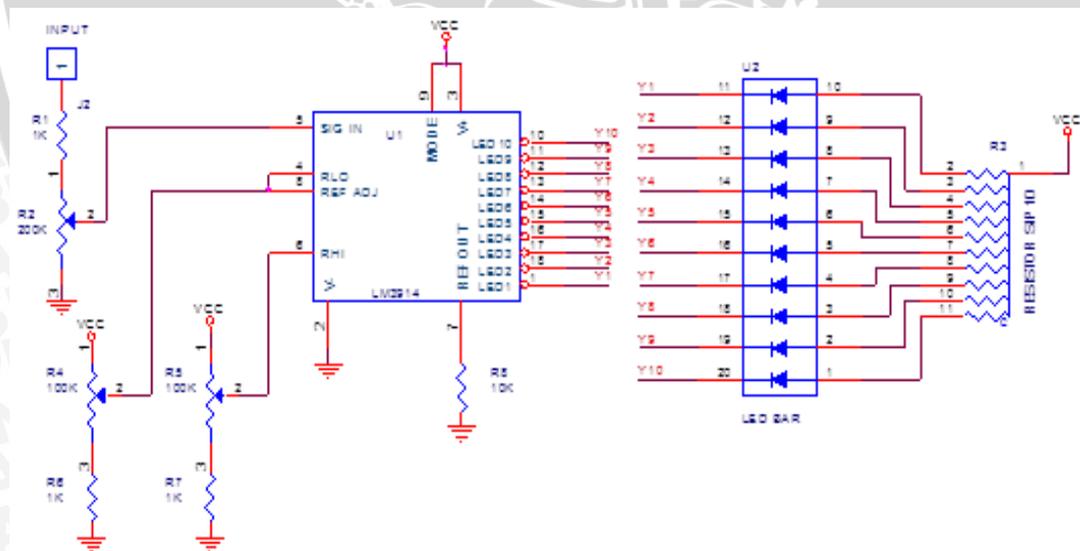
- Catu daya berfungsi untuk melakukan *charge* baterai yang dihubungkan dengan tegangan 220 V.
- Baterai berupa aki 12 VDC berfungsi sebagai sumber tegangan yang akan menyuplai semua rangkaian.
- Power meter berfungsi sebagai indikator baterai, untuk dapat mengetahui kondisi baterai, apakah baterai dalam kondisi penuh, sedang atau lemah.
- Load cell* adalah sebuah *transducer* gaya yang bekerja berdasarkan prinsip deformasi sebuah material akibat adanya tegangan mekanis yang bekerja. Batas pengukuran beban adalah 105 kg. Dengan tegangan minimal beban sebesar 0.05 mV pada saat beban 1 kg, dan tegangan maksimal sebesar 5.25 mV pada saat beban 105 kg. Beban yang diukur mencapai 105 kg karena ada penambahan beban kursi bagian atas sebagai penopang yang mempunyai beban sebesar 4 kg.
- Rangkaian penguat berfungsi untuk memperkuat sinyal masukan menjadi lebih besar, rangkaian penguat dibutuhkan karena keluaran sinyal dari

sensor *load cell* sangat kecil. Rangkaian ini dibuat dengan penguatan 723x, sehingga pada saat beban 105 kg (5.25 mV) output rangkaian penguat adalah sebesar 3.8 V.

- f. ADC (*Analog to Digital Converter*) berfungsi untuk mengubah data analog menjadi data digital berupa biner agar dapat diolah menggunakan mikrokontroler. Dengan frekuensi clock sebesar 600 kHz.
- g. Mikrokontroler yang digunakan pada modul ini adalah mikrokontroler AT89S51 yang berfungsi sebagai pengendali utama yang akan mengendalikan semua sistem pada kursi penimbang berat badan *portable*.
- h. *Display* yang digunakan pada modul ini adalah *seven segment* yang berfungsi untuk menampilkan kondisi berat badan seseorang yang menggunakan modul ini.

3.3.2.2 Perancangan Rangkaian Indikator Baterai

Rangkaian indikator baterai adalah rangkaian yang digunakan untuk menggambarkan kondisi tegangan baterai saat itu. Modul ini menggunakan *led bargraph* sebagai indikator dan IC LM3914 sebagai *driver led bargraph*. Rangkaian indikator baterai ditunjukkan dalam Gambar 3.4



Gambar 3.4. Rangkaian Indikator Baterai

Tegangan *supply* LM3914 adalah sebesar 5 V, agar tegangan 12 V dari baterai dapat dibaca oleh LM3914, maka dibutuhkan R_2 untuk menurunkan

tegangan 12 V dari baterai. R_4 digunakan untuk menentukan level tegangan terendah (RLO) dan R_5 digunakan untuk menentukan tegangan tertinggi (RHI). Indikator baterai ini dirancang agar saat tegangan baterai diatas 12 V seluruh *led bar* (1-10) akan menyala dan saat tegangan dibawah 9.7 V, seluruh *led bargraph* akan padam. Pada perancangan indikator ini, R_2 diatur agar saat tegangan baterai 12 V, *input* pada pin 5 (*sig in*) sebesar 2.43 V. Sehingga saat tegangan baterai 9.7 V, *input* pada pin 5 (*sig in*) akan sebesar:

$$(9.7 \times 2,43) / 12 = 1.96$$

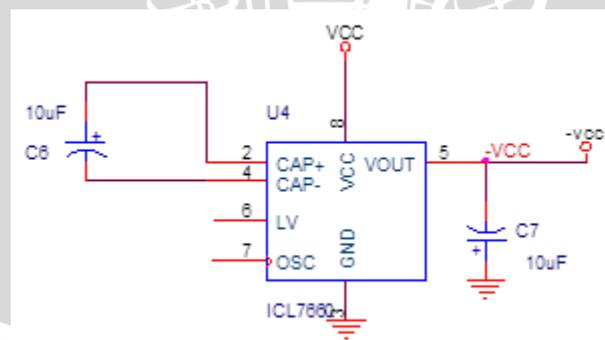
Dengan demikian R_4 diatur sampai tegangan pada RLO sebesar 1,96 V dan R_5 diatur hingga tegangan pada RHI sebesar 2,43 V. Dengan mengatur RHI dan RLO maka resolusi sinyal *input* (*sig in*) menjadi:

$$\text{Resolusi} = (\text{RHI} - \text{RLO})/9 = (2,43-1,96)/9 = 0.05.$$

Jadi tiap kenaikan tegangan sebesar 0.05 V pada *sig in* dapat menyalakan satu *led bargraph*.

3.3.2.3 Perancangan Rangkaian Konversi Tegangan

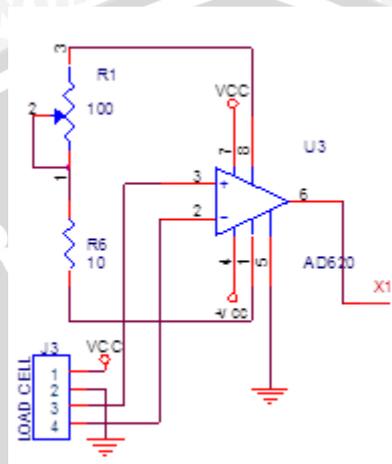
Rangkaian pengkonversi tegangan digunakan sebagai pengubah tegangan +5 V menjadi -5 V. Tegangan -5 V ini digunakan sebagai catu daya dari IC AD620. IC yang digunakan adalah IC L7660. Rangkaian konversi tegangan ditunjukkan dalam Gambar 3.5.



Gambar 3.5. Rangkaian Konversi Tegangan

3.3.2.4 Perancangan Rangkaian Penguat Instrumentasi

Rangkaian penguat instrumentasi berfungsi untuk menguatkan sinyal keluaran dari *load cell*. Rangkaian penguat instrumentasi ditunjukkan dalam Gambar 3.6.



Gambar 3.6. Rangkaian Penguat Instrumentasi

Gambar 3.6 menjelaskan *load cell* mendapatkan *supply* tegangan sebesar 5 V, -5 V dan GND, dan pada saat beban maksimal (200 kg) *output load cell* sebesar 10 mV. Maka setiap kenaikan 1 kg beban *output load cell* sebesar:

$$\text{Out}_{1\text{kg}} = \frac{10 \text{ mV}}{200 \text{ kg}} = 0.05 \text{ mV/kg}$$

Batas beban yang diukur adalah sebesar 101 kg ditambah beban atas kursi 4 kg sehingga beban maksimalnya adalah 105 kg. *output load cell* pada saat beban 105 kg adalah:

$$\text{Out}_{105\text{kg}} = 0.05 \text{ mV/kg} \times 105 \text{ kg} = 5.25 \text{ mV}$$

Dengan mengetahui besar maksimal *output load cell* terhadap beban maka dapat diketahui penguatan yang diberikan. *Output* maksimal rangkaian penguat dengan *supply* sebesar 5 V adalah sebesar 3.8 V (Analog Devices, 2003), maka dapat dihitung penguatan yang diberikan sebesar:

$$\begin{aligned}
 G &= \frac{\text{Tegangan maksimal AD620}}{\text{Tegangan load cell saat beban 105 kg}} \\
 &= \frac{3.8 \text{ V}}{0.00525 \text{ V}} = 723.2 \\
 &= 723x
 \end{aligned}$$

Dari perhitungan dapat diketahui besar penguatan yang diberikan adalah sebesar 723x penguatan. Maka selanjutnya dapat dihitung nilai R_G :

$$\begin{aligned}
 R_G &= \frac{49400 \Omega}{(G-1)} \\
 &= \frac{49400 \Omega}{(723-1)} = \frac{49400 \Omega}{722} \\
 &= 68 \Omega
 \end{aligned}$$

Pada Gambar 4.6 ditunjukkan R_1 dan R_6 dirangkai secara seri, dan nilai R_G adalah penjumlahan dari R_1 dan R_6 . Maka dapat dihitung nilai R_1 yang diberikan sebesar:

Diketahui: $R_6 = 10 \Omega$, $R_G = 68 \Omega$

$$R_G = R_1 + R_6$$

$$R_1 = R_G - R_6$$

$$= 68 \Omega - 10 \Omega$$

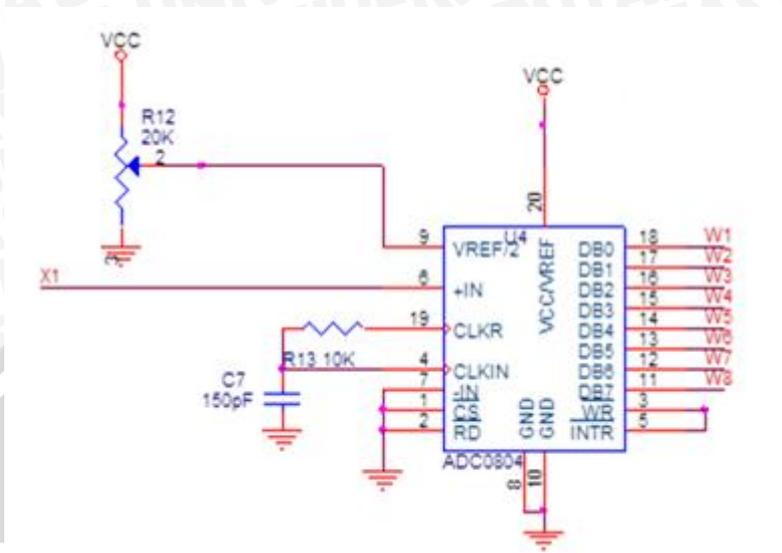
$$= 58 \Omega$$

Dengan memberikan penguatan yang maksimal maka akan diperoleh data yang lebih lebar. Selanjutnya dari rangkaian penguat akan masuk ke rangkaian ADC melalui X_1 .

3.3.2.5 Perancangan Rangkaian ADC (*Analog to Digital Converter*)

Analog to Digital Converter (ADC) adalah sebuah piranti yang dirancang untuk mengubah sinyal-sinyal analog menjadi bentuk sinyal digital. ADC 0804

yaitu sebagai sebuah konverter A/D 8 bit yang mudah diproses dengan sistem mikrokontroler. Rangkaian ADC ditunjukkan dalam Gambar 3.7.



Gambar 3.7. Rangkaian ADC 0804

Pada Rangkaian ADC ini tampak pin 9 dari ADC diberikan VCC khusus yang melalui resistor variable untuk mengatur tegangan pada pin 9 IC ADC 0804. Sinyal analog berasal dari rangkaian penguat yang masuk ke *input* ADC melalui X_1 .

IC ADC 0804 memiliki *generator clock internal* yang harus diaktifkan dengan menghubungkan sebuah resistor eksternal (R) antara pin CLK R/CLK OUT dan CLK IN serta sebuah kapasitor eksternal (C) antara CLK IN dan *ground* digital. Frekuensi clock yang diinginkan adalah sebesar 600 kHz. Dengan memberikan R_{13} sebesar 10 k Ω , maka dapat dihitung nilai kapasitor yang diberikan:

$$\text{Diketahui : } f_{\text{CLK}} = 600 \text{ kHz, } R = 10 \text{ k}\Omega.$$

$$V_{T^-} = 2.1 \text{ V, } V_{T^+} = 3.5 \text{ V (Texas Instruments, 2015:25).}$$

Kemudian dapat dihitung :

$$\ln \left[\left(\frac{V_{\text{CC}} - V_{T^-}}{V_{\text{CC}} - V_{T^+}} \right) \times \left(\frac{V_{T^+}}{V_{T^-}} \right) \right]$$

$$\ln \left[\left(\frac{5 - 2.1}{5 - 3.5} \right) \times \left(\frac{3.5}{2.1} \right) \right]$$

$$\ln 3.2 = 1.1$$

$$f_{\text{CLK}} = \frac{1}{RC \ln \left[\left(\frac{V_{\text{CC}} - V_{\text{T-}}}{V_{\text{CC}} - V_{\text{T+}}} \right) \left(\frac{V_{\text{T+}}}{V_{\text{T-}}} \right) \right]}$$

$$6 \times 10^5 = 1/10^4 \times C \ 1.1$$

$$1.1 \times 10^4 C = 1 / 6 \times 10^5$$

$$C = 1 / 6.6 \times 10^9 \text{ F}$$

$$C = 151 \times 10^{-12} \text{ F}$$

Karena nilai kapasitor 151 pF susah dicari dipasaran maka nilai kapasitor yang digunakan adalah sebesar 150 pF. Besar tegangan referensi pada ADC 0804 adalah sama dengan besar tegangan input maksimal pada ADC 0804 sebesar 3.8 V ($V_{\text{ref}} = 3.8 \text{ V}$). Maka dapat dihitung besar tegangan pada pin 9 IC ADC 0804, yaitu :

$$\begin{aligned} V_{\text{pin9}} &= V_{\text{ref}} / 2 \\ &= 3.8 / 2 \\ &= 1.9 \text{ V} \end{aligned}$$

R_{12} adalah resistor variabel yang digunakan untuk mengatur tegangan pada pin 9 ADC 0804 sebesar 1.9 V. Kemudian menghitung besar tegangan resolusi ADC 0804, yaitu :

$$\begin{aligned} V_{\text{res}} &= V_{\text{in Max}} / 2^n - 1 \\ &= 3.8 / 2^8 - 1 \\ &= 3.8 / 255 \\ &= 0.015 \text{ V} \end{aligned}$$

Sehingga setiap kenaikan tegangan 0.015 V pada *input* ADC, maka *output* digital ADC akan bertambah sebesar 1 desimal. Resolusi ADC 0804 ditunjukkan dalam Tabel 3.1.

Tabel 3.1. Resolusi ADC 0804

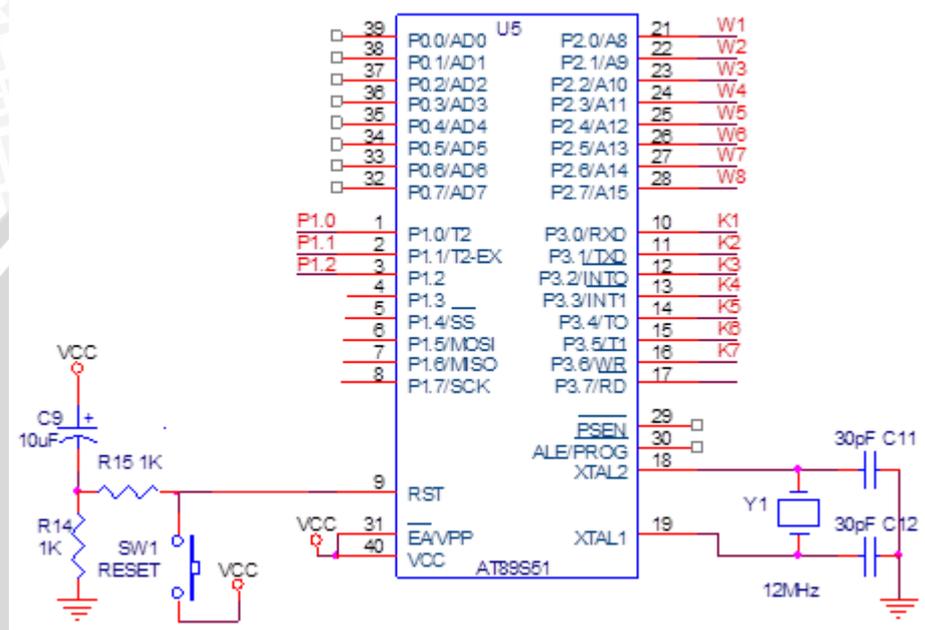
| No | Vin | Data Digital (desimal) |
|-----|-------|------------------------|
| 1 | 0 | 0 |
| 2 | 0.015 | 1 |
| 3 | 0.030 | 2 |
| : | : | : |
| 256 | 3.8 | 255 |

Berdasarkan data resolusi diperoleh setiap kenaikan 2-3 desimal maka bertambah setiap 1 kg beban. Dalam pembuatan alat ini menggunakan metode *look up table* sebagai kalibrasi dari data ADC ke tampilan berat beban pada *seven segment*. Karena menggunakan metode *look up table* maka diperlukan kalibrasi terlebih dahulu. Kalibrasi yang dilakukan adalah pengukuran *input* ADC pada setiap beban. Pada saat beban 40 kg, *input* ADC sebesar 1.61 V. Tegangan sebesar 1.61 V adalah tegangan yang berada pada data desimal ADC ke 106 ditunjukkan dalam Tabel 3.1. Dan penulisan *look up table* pada data desimal ADC ke 106 adalah tampilan *seven segment* 1 (ratusan) adalah 0, tampilan *seven segment* 2 (puluhan) adalah 4, tampilan *seven segment* 3 (satuan) adalah 0. Sehingga tampilan *seven segment* secara keseluruhan adalah 040, tampilan ini mempunyai arti berat beban yang diukur adalah sebesar 40 kg. Data *look up table* lebih lengkapnya disebutkan dalam Lampiran II.

Modul ini menggunakan sistem *free running* yaitu tegangan dari penguat dapat terus dikonfersi secara terus menerus. Untuk menerapkan *free running* maka pin WR harus dihubungkan dengan pin INTR. Pada mode ini pin INTR akan berlogika rendah setelah ADC selesai melakukan konversi, logika ini dihubungkan kepada masukan WR untuk memerintahkan ADC memulai konversi kembali.

3.3.2.6 Perancangan Rangkaian Mikrokontroler

Perancangan ini menggunakan mikrokontroler AT89S51 sebagai pengendali utama yang akan mengendalikan semua sistem modul ini. Rangkaian mikrokontroler AT89S51 ditunjukkan dalam Gambar 3.8.

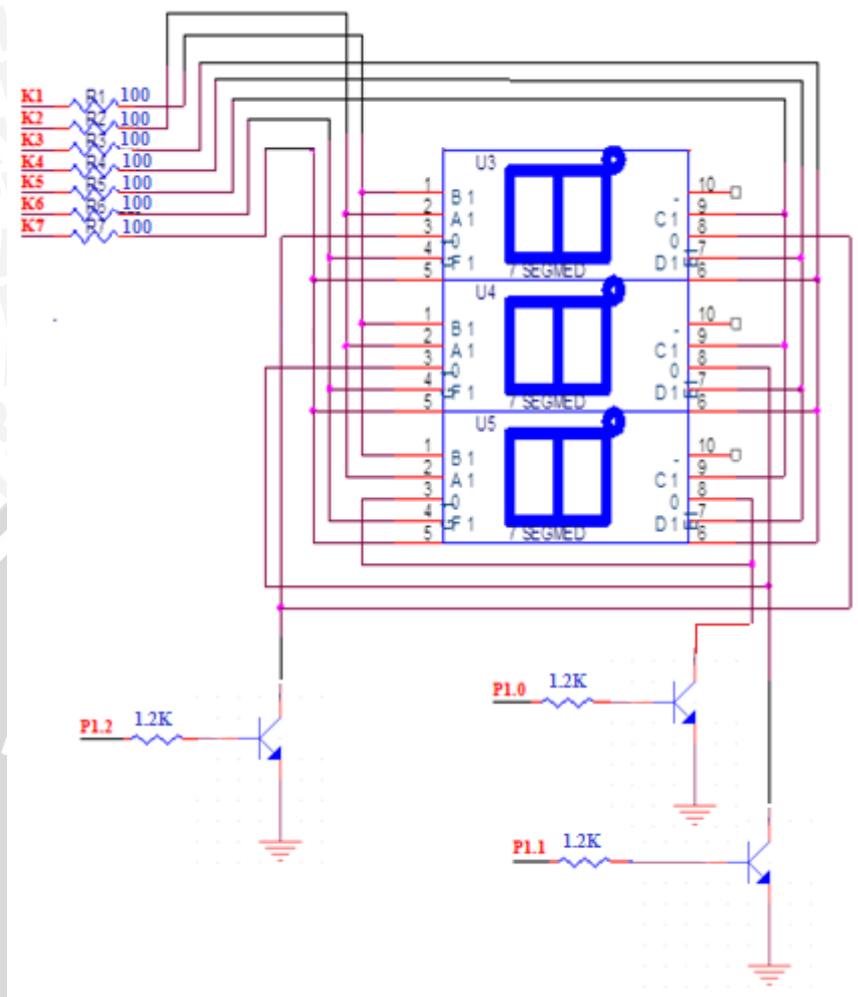


Gambar 3.8. Rangkaian Mikrokontroler AT89S51

Gambar 3.8 menunjukkan W1-W8 adalah *input* biner dari data digital ADC 0804, K1-K7 adalah *output* biner yang digunakan untuk mengendalikan tampilan *display seven segment*. P1.0, P1.1 dan P1.2 adalah *output* biner untuk mengaktifkan *seven segment* melalui transistor NPN.

3.3.2.7 Perancangan Rangkaian Seven Segment

Jenis *seven segment* yang digunakan pada modul ini adalah *seven segment common cathode*. Pada *seven segment* jenis ini diperlukan *driver* yang menyediakan taraf tinggi (*high*) untuk mengaktifkan *seven segment*. Rangkaian *seven segment* ditunjukkan dalam Gambar 3.9.



Gambar 3.9. Rangkaian *Seven Segment*

K1-K7 terhubung dengan mikrokontroler pada port P3 agar mikrokontroler dapat mengendalikan tampilan *seven segment* melalui port P3. P1.0, P1.1 dan P1.2 juga terhubung dengan mikrokontroler, *seven segment* akan aktif apabila basis pada transistor NPN mendapat logika *high* dari mikrokontroler melalui P1.0, P1.1 atau P1.2.

Transistor BD139 memiliki spesifikasi, $\beta = 63$ dan $V_{BE} = 0.7 \text{ V}$ (Philip Semiconductors, 1999). Dan *seven segment* memiliki spesifikasi, $I_C = 25 \text{ mA/led}$ (Kitronik, 2008:1).

Seven segment memiliki 7 led yang dirangkai secara paralel maka, I_c seven segment adalah:

$$I_{c7\text{segment}} = 25 \text{ mA} \times 7 = 175 \text{ mA}$$

AT89S51 memiliki spesifikasi, $V_{OUT} (V_B) = 4.8 \text{ V}$ (Atmel, 2008). Maka perhitungan hambatan pada basis transistor NPN rangkaian *seven segment* sebagai berikut :

$$I_B = I_C / \beta$$

$$= 175 \text{ mA} / 63$$

$$I_B = 2.78 \text{ mA}$$

Sehingga mencari nilai hambatan pada basis transistor NPN (R_B) pada rangkaian *seven segment* adalah:

$$R_B = \frac{V_B - V_{BE}}{I_B}$$

$$R_B = \frac{4.8 - 0.7}{0.00278}$$

$$R_B = 1474 \Omega$$

Karena nilai resistor $R_B = 1474 \Omega$ tidak ada dipasaran, maka pada perancangan rangkaian *seven segment* dipilih resistor pada transistor NPN sebesar $R_B = 1200 \Omega$.

Saat AT89S51 saat kondisi *aktif low* maka saat ($V_B = 0V$) :

$$V_B - I_B \cdot R_B - V_{BE} = 0$$

$$0 - I_B \cdot R_B - 0.7 = 0$$

$$I_B = -0.7 / R_B$$

$$I_B = -0.7 / 1200$$

$$I_B = -0.5833 \text{ mA}$$

Jadi besar I_C adalah:

$$I_C = \beta I_B$$

$$I_C = 63 (-0.5833 \text{ mA})$$

$$I_C = -36.74 \text{ mA}$$

Maka, tegangan pada V_{CE} adalah

$$V_{CE} = V_{CC} - V_{EE}$$

$$V_{CE} = V_{CC} - 0$$

$$V_{CE} = V_{CC}$$

$$V_{CE} = 5 \text{ V}$$

Pada rangkaian *seven segment* terdapat 3 buah led yang dirangkai secara paralel dengan 1 resistor di bagian *anoda* led tersebut. Karena dalam modul ini, seven segment bekerja secara bergantian maka dapat dihitung nilai hambatan yang digunakan (R_{led}), yaitu :

$$R_{led} = V_B / I_{Cled}$$

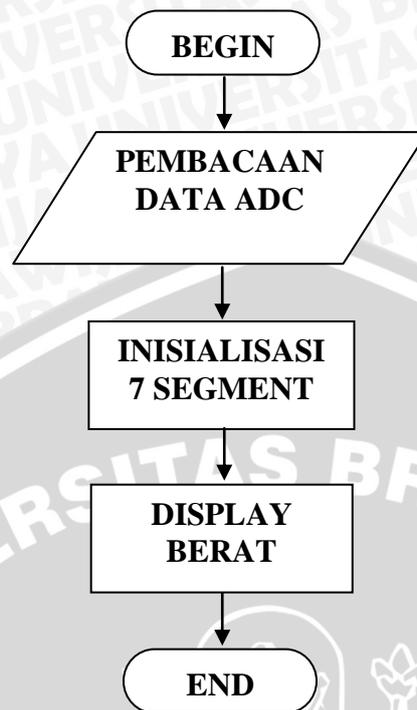
$$= 4.8 / 0.025$$

$$= 192 \Omega$$

Karena nilai resistor $R_{led} = 192 \Omega$ tidak ada dipasaran, maka pada perancangan rangkaian *seven segment* dipilih resistor sebesar $R_{led} = 100 \Omega$.

3.3.3 Perancangan Perangkat Lunak (*Software*)

Perancangan perangkat lunak pada mikrokontroler menggunakan bahasa *assembly* dengan *compiler* program M-IDE *Studio for MCS-51*. Untuk memberikan gambaran umum proses program dan memudahkan dalam pembuatan perangkat lunak, maka dibuat *flowchart* yang memudahkan proses program. *Flowchart* program utama kursi penimbang berat badan *portable* ditunjukkan dalam Gambar 3.10.



Gambar 3.10. Diagram Alir Kursi Penimbang Berat Badan *Portable*

Mekanisme diagram alir dalam Gambar 3.10 adalah proses pembacaan berat akan dimulai seiring dengan dihidupkannya modul dengan cara menekan tombol *power* dan hasilnya akan ditampilkan pada *seven segment*

3.4 Pengujian Alat

Analisis kinerja alat apakah sesuai dengan yang direncanakan maka dilakukan pengujian sistem. Pengujian dilakukan pada masing-masing blok pada perancangan *hardware* serta pengujian keseluruhan untuk mengetahui *software* dapat berjalan atau tidak.

3.4.1 Pengujian Perangkat Keras (*Hardware*)

Pada bagian ini pengujian dilakukan pada masing-masing blok. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui apakah masing-masing blok dapat bekerja sesuai dengan fungsinya seperti yang telah direncanakan. Pengujian tersebut meliputi:

1. Pengujian sensor *load cell*.

Pengujian sensor *load cell* dilakukan untuk mengetahui beban maksimal yang diukur atau dideteksi oleh sensor.

2. Pengujian rangkaian penguat.
Pengujian rangkaian penguat untuk mengetahui apakah rangkaian penguat dapat berfungsi dengan baik.
3. Pengujian rangkaian ADC 0804.
Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui apakah rangkaian ADC dapat berfungsi dengan baik.
4. Pengujian mikrokontroler AT89S51.
Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui *port-port* dari IC AT89S51 dapat berfungsi dengan baik.
5. Pengujian rangkaian *seven segment*
Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui apakah *seven segment* dapat berfungsi dengan baik.

3.4.2 Pengujian Keseluruhan Sistem

Pengujian keseluruhan sistem ini dengan menyambungkan semua *hardware* yang dibuat berdasarkan diagram blok dan memasukkan program berupa *software* yang bekerja untuk mengendalikan *hardware* yang telah dibuat. Sistem bekerja dengan baik jika dapat berfungsi sesuai *flowchart* yang telah direncanakan.

BAB IV

PENGUJIAN DAN ANALISIS

Pengujian dan analisis dilakukan untuk menganalisis sistem telah bekerja sesuai perancangan. Pengujian dilakukan perblok kemudian secara keseluruhan. Pengujian yang perlu dilakukan adalah sebagai berikut:

- 1) Pengujian sensor *load cell*.
- 2) Pengujian rangkaian penguat.
- 3) Pengujian mikrokontroler.
- 4) Pengujian rangkaian *seven segment*.
- 5) Pengujian rangkaian ADC 0804.
- 6) Pengujian keseluruhan sistem.

4.1 Pengujian Sensor *Load Cell*.

Pengujian sensor *load cell* menggunakan multimeter untuk dapat mengetahui besar tegangan yang dihasilkan oleh sensor *load cell*. Pengujian sensor *load cell* dilakukan untuk mengetahui apakah sensor ini dapat mengukur beban dengan beban minimum sebesar 43 kg setelah ditambah beban bagian atas kursi sebesar 4 kg. Beban maksimum sebesar 105 kg setelah ditambah beban bagian atas kursi sebesar 4 kg. Pengujian sensor *load cell* dengan beban 43 kg ditunjukkan dalam Gambar 4.1.



Gambar 4.1. Pengujian Sensor *Load Cell* Dengan Beban 43 kg.

Sensor *load cell* memiliki 4 kabel yaitu kabel hitam, merah, putih dan hijau, kabel hitam disambungkan dengan ground dan kabel merah disambungkan

dengan *supply* sebesar 5 V. Sedangkan kabel putih adalah *output negative load cell* dan kabel hijau adalah *output positif load cell*. Dengan diberi beban sebesar 43 kg maka diperoleh tegangan *output* sebesar 2.3 mV. Pengujian sensor *load cell* dengan beban 105 kg ditunjukkan dalam Gambar 4.2.



Gambar 4.2. Pengujian Sensor *Load Cell* Dengan Beban 105 kg.

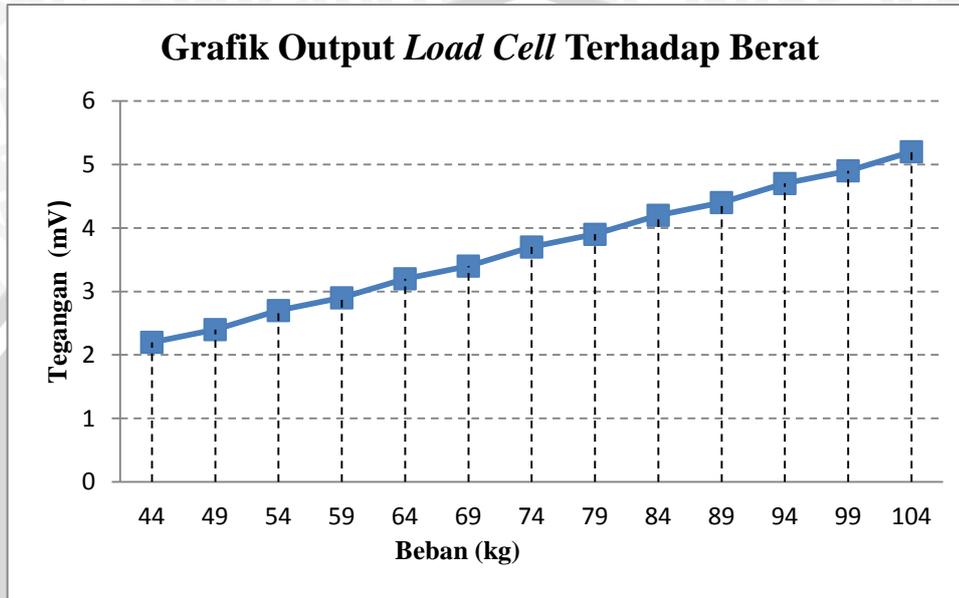
Gambar 4.2 menunjukkan pengukuran beban 105 kg dengan menggunakan *load cell* memperoleh tegangan sebesar 5.4 mV. Hasil pengukuran beban pada *load cell* setelah semua rangkaian tersambung ditunjukkan dalam Tabel 4.1.

Tabel 4.1. Hasil Pengukuran Beban Dengan Sensor *Load Cell*

| Beban (kg) | <i>Load Cell</i> (mV) |
|---------------|--------------------------|
| 44 | 2.2 |
| 49 | 2.4 |
| 54 | 2.7 |
| 59 | 2.9 |
| 64 | 3.2 |
| 69 | 3.4 |
| 74 | 3.7 |
| 79 | 3.9 |
| 84 | 4.2 |
| 89 | 4.4 |
| 94 | 4.7 |
| 99 | 4.9 |
| 104 | 5.2 |

Tabel 4.1 menunjukkan hasil pengukuran menggunakan *load cell* dengan beban minimum 44 kg dan maksimum 104 kg karena ditambah dengan beban

bagian atas kursi sebesar 4 kg. Dari Tabel 4.1 dapat dilihat bahwa kenaikan tegangan seiring dengan bertambahnya beban, setiap kenaikan rata-rata 5 kg tegangan bertambah 0.25 mV. Grafik tegangan *load cell* terhadap beban ditunjukkan dalam Gambar 4.3.

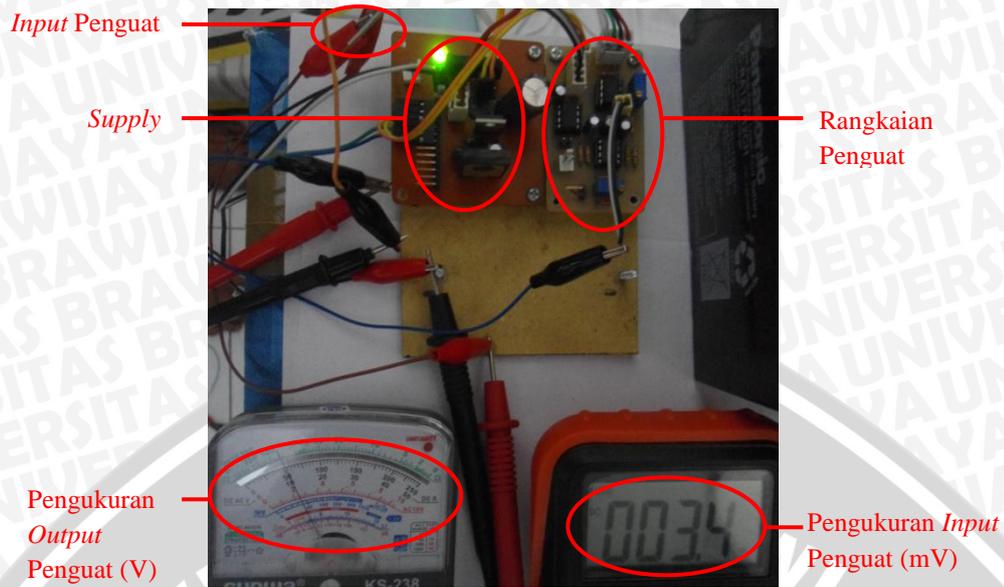


Gambar 4.3. Hasil Pengukuran Beban Dengan Sensor *Load Cell*

Gambar 4.3 menunjukkan kenaikan tegangan seiring dengan kenaikan beban, dan kenaikan tegangan setiap 5 kg beban cukup linear.

4.2 Pengujian Rangkaian Penguat.

Pengujian rangkaian penguat menggunakan dua multimeter yaitu multimeter digital untuk mengukur tegangan *input* rangkaian penguat dan multimeter analog untuk mengukur tegangan *output* rangkaian penguat. Pengujian ini menggunakan dua multimeter agar dapat melihat secara langsung apakah rangkain penguat ini dapat bekerja dengan baik atau tidak. Pengujian rangkaian penguat ditunjukkan dalam Gambar 4.4.



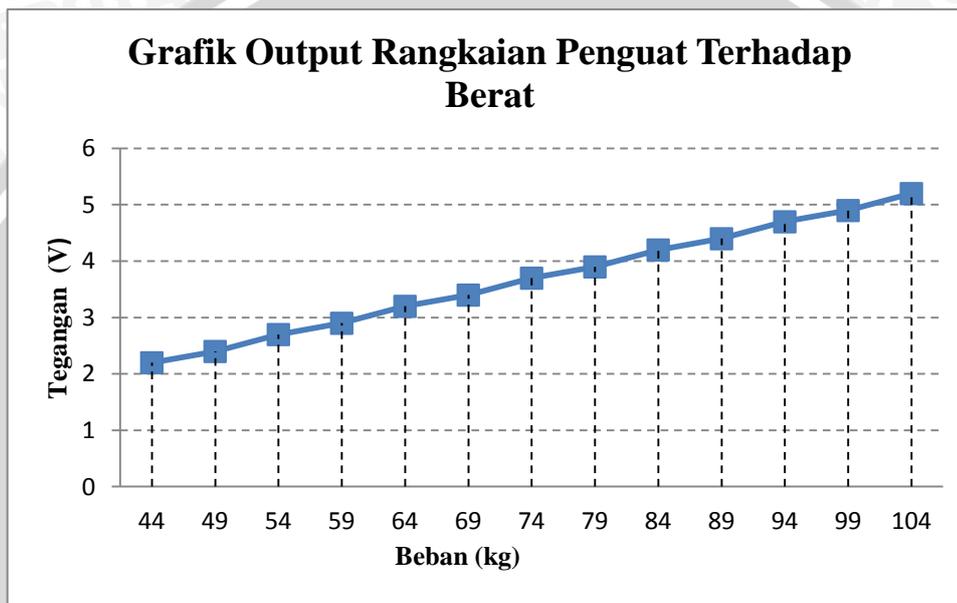
Gambar 4.4. Pengujian Rangkaian Penguat Instrumentasi.

Gambar 4.4 menunjukkan pengujian rangkaian penguat dengan penguatan sebesar 723 kali. Multimeter digital diatas menunjukkan tegangan *input* rangkaian penguat sebesar 3.4 mV dan multimeter analog yang diseting dengan *range* 10 menunjukkan tegangan *output* rangkaian penguat sebesar 2.4 V. Hasil pengukuran *output* rangkaian penguat terhadap beban setelah semua rangkaian tersambung ditunjukkan dalam Tabel 4.2.

Tabel 4.2. Hasil Pengukuran *Output* Rangkaian Penguat Terhadap Beban

| Beban (kg) | Penguat (V) |
|------------|-------------|
| 44 | 1.614 |
| 49 | 1.792 |
| 54 | 1.954 |
| 59 | 2.129 |
| 64 | 2.311 |
| 69 | 2.492 |
| 74 | 2.685 |
| 79 | 2.856 |
| 84 | 3.042 |
| 89 | 3.218 |
| 94 | 3.392 |
| 99 | 3.584 |
| 104 | 3.786 |

Tabel 4.2 menunjukkan hasil pengukuran pada rangkaian penguat dengan beban minimum 44 kg dan maksimum 104 kg. Dari tabel 4.2 dapat dilihat bahwa kenaikan tegangan seiring dengan bertambahnya beban, setiap kenaikan rata-rata 5 kg tegangan bertambah 0.18 V. Jadi *output* rangkaian penguat kenaikan setiap 1 kg beban adalah sebesar 0.036 V. Grafik tegangan *output* rangkaian penguat terhadap beban ditunjukkan dalam Gambar 4.5.

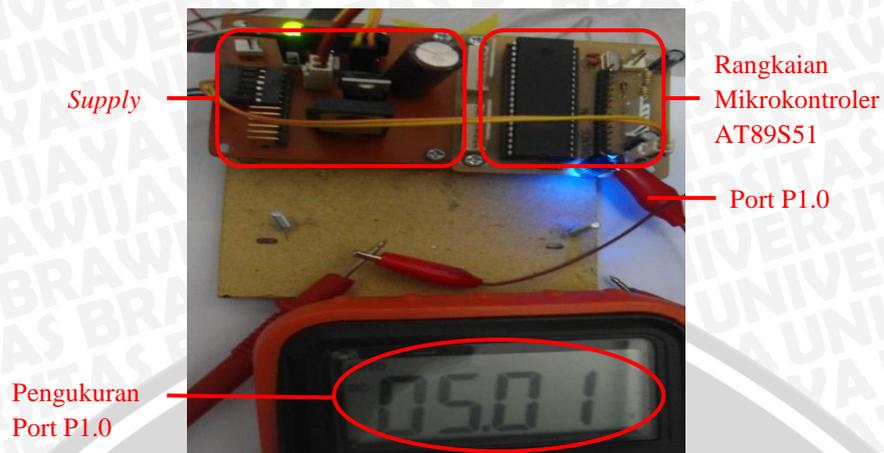


Gambar 4.5. Hasil Pengukuran *Output* Rangkaian Penguat Terhadap Berat

Gambar 4.5 menunjukkan kenaikan tegangan seiring dengan kenaikan beban, dan kenaikan tegangan setiap 5 kg beban mendekati linear.

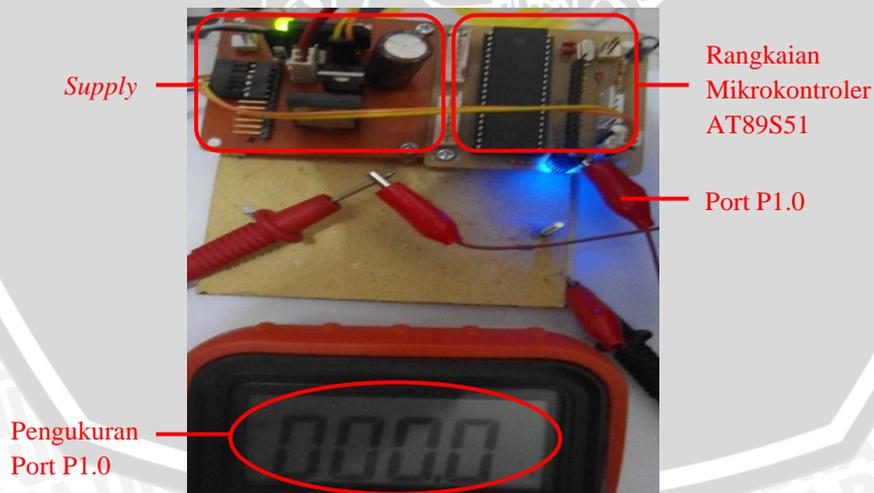
4.3 Pengujian Rangkaian Mikrokontroler.

Rangkaian mikrokontroler ini menggunakan IC AT89S51 sebagai pengendali utama seluruh sistem modul ini. Pengujian rangkaian mikrokontroler menggunakan multimeter untuk mengetahui keluaran *high* atau *low* pada kaki-kaki port IC mikrokontroler. Pengujian ini dilakukan dengan memberikan perintah pada IC AT89S51 dengan menggunakan bahasa *assembly* dengan *compiler program* M-IDE *Studio for MCS-51* untuk mengeluarkan logika *low* pada port P1.0. Pengujian rangkaian mikrokontroler sebelum diberi perintah atau dimasukkan program ditunjukkan dalam Gambar 4.6.



Gambar 4.6. Pengujian Rangkaian Mikrokontroler Sebelum Dimasukkan Program

Gambar 4.6 menunjukkan keadaan pada port P1.0 sebelum dimasukkan program. Setelah melakukan pengukuran port P1.0 dalam kondisi *high* seperti ditunjukkan pada multimeter dalam gambar diatas. Kondisi *high* pada port P1.0 sebesar 5.01 V. Langkah berikutnya adalah memberikan perintah atau memasukkan program pada IC AT89S51 untuk mengeluarkan logika *low* pada port P1.0. Pengujian rangkaian mikrokontroler setelah dimasukkan program ditunjukkan dalam Gambar 4.7.

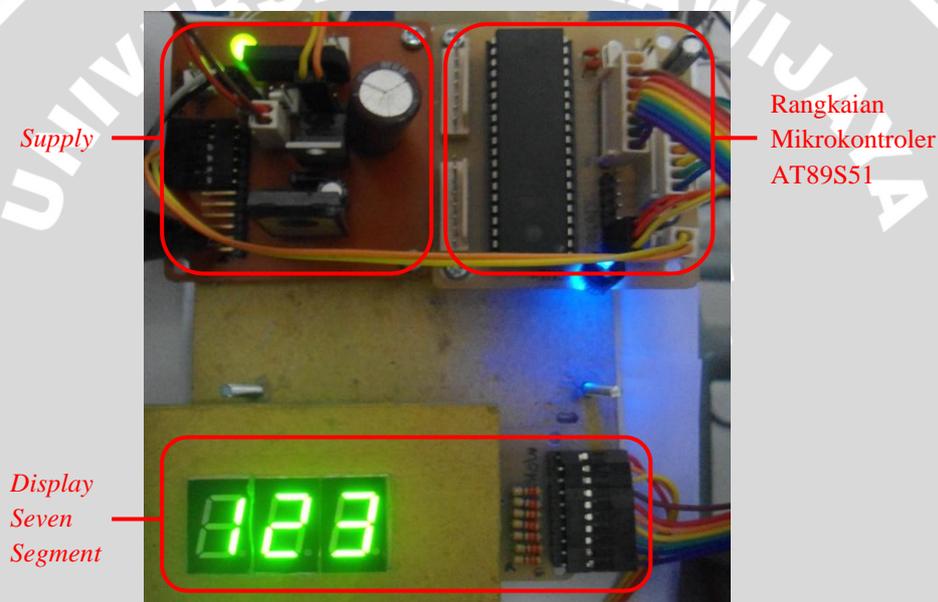


Gambar 4.7. Pengujian Rangkaian Mikrokontroler Setelah Dimasukkan Program

Gambar 4.7 menunjukkan port P1.0 mengeluarkan tegangan sebesar 0 V sehingga port P1.0 berlogika *low*. Dengan demikian, rangkaian mikrokontroler ini bekerja sesuai fungsinya dengan baik.

4.4 Pengujian Rangkaian *Seven Segment*.

Pengujian rangkaian *seven segment* ini dilakukan dengan cara menyambungkan rangkaian *seven segment* dengan rangkaian mikrokontroler agar dapat memberikan perintah melalui mikrokontroler untuk menampilkan tampilan berupa angka pada *display seven segment*. Perintah yang diberikan untuk mikrokontroler adalah mengaktifkan *seven segment* pertama untuk menampilkan angka 1, mengaktifkan *seven segment* kedua untuk menampilkan angka 2 dan mengaktifkan *seven segment* ketiga untuk menampilkan angka 3. Pengujian rangkaian *seven segment* ditunjukkan dalam Gambar 4.8.



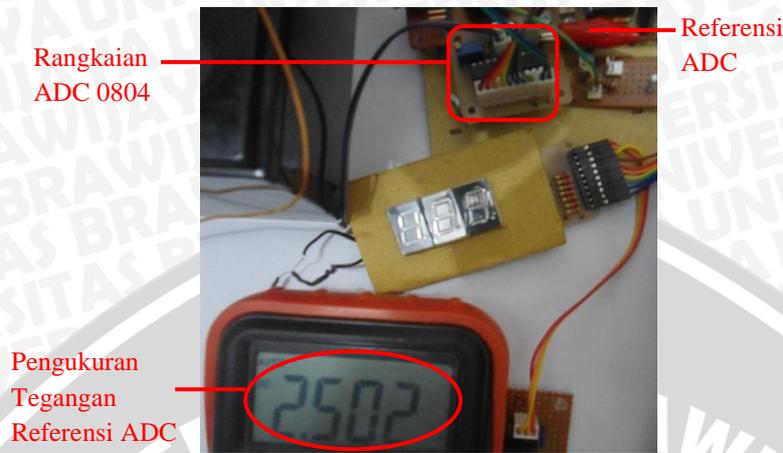
Gambar 4.8. Pengujian Rangkaian *Seven Segment*

Gambar 4.8 menunjukkan tampilan pada *seven segment* setelah diberikan perintah atau dimasukkan program. Rangkaian *seven segment* dapat berfungsi dengan baik karena dapat menampilkan tampilan sesuai dengan apa yang diperintahkan atau sesuai dengan program yang diberikan.

4.5 Pengujian Rangkaian ADC 0804.

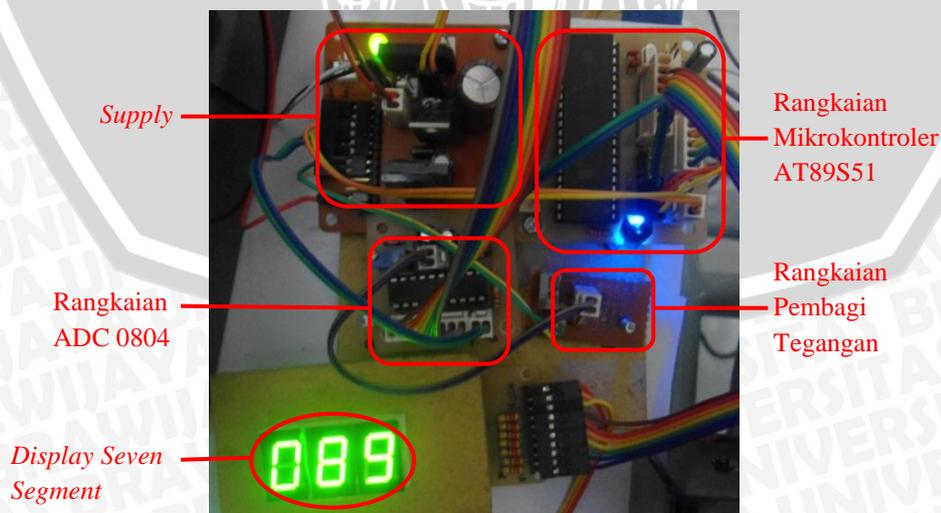
Pengujian rangkaian ADC 0804 ini dengan cara menyambungkan rangkaian ADC 0804 dengan rangkaian mikrokontroler, dan *output* dari rangkaian mikrokontroler disambungkan dengan rangkaian *seven segment* sebagai tampilan. Langkah pertama yang dilakukan dalam pengujian ini adalah menyeting tegangan

refrensi ADC 0804. Pengukuran tegangan refrensi ADC 0804 ditunjukkan dalam Gambar 4.9.



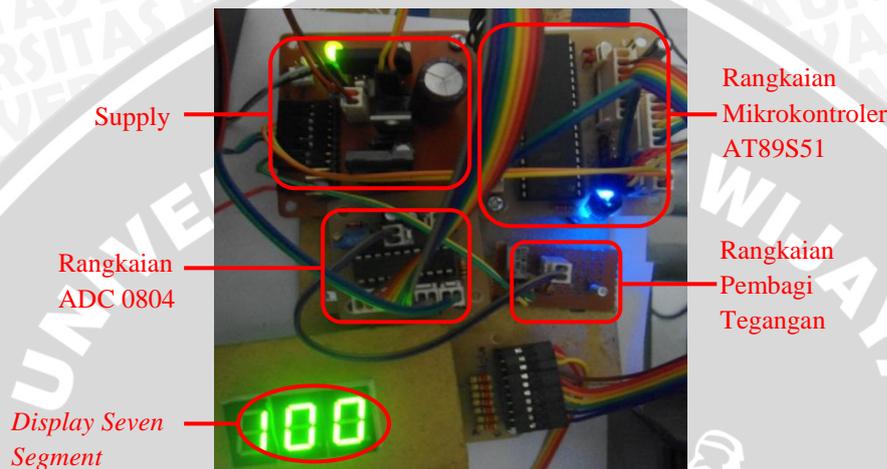
Gambar 4.9. Pengukuran Tegangan Refrensi ADC 0804

Tegangan refrensi ADC 0804 adalah setengah dari tegangan maksimal *input* ADC 0804. Karena dalam pengujian ini tegangan *input* maksimalnya adalah 5 V, maka tegangan refrensi yang disetting adalah sebesar 2.502 V seperti dalam Gambar 4.9. Setelah menyeting tegangan refrensi langkah selanjutnya adalah membuat program atau membuat perintah agar mikrokontroler dapat mengolah data dari ADC 0804 dan menampilkannya pada *seven segment*. Beri *input* tegangan pada rangkaian ADC 0804, *input* tegangan itu berupa rangkain pembagi tegangan dengan menggunakan *variable resistance* dan tegangan dapat diatur dengan memutar *variable resistance* . Pengujian ADC 0804 dengan tampilan pada *seven segment* ditunjukkan dalam Gambar 4.10.



Gambar 4.10. Pengujian Rangkaian ADC 0804 Dengan Tampilan *Seven Segment*

Gambar 4.10 menunjukkan tampilan *seven segment* ketika ADC 0804 diberi *input* berupa tegangan. Tampilan *seven segment* menunjukkan angka 089. Langkah berikutnya *input* ADC 0804 diubah dengan cara memutar *variable resistance* pada rangkaian pembagi tegangan sehingga *input* ADC 0804 juga berubah. Pengujian rangkaian ADC 0804 setelah mengubah tegangan *input* ADC 0804 ditunjukkan dalam Gambar 4.11.



Gambar 4.11. Pengujian Rangkaian ADC 0804 Dengan Tampilan *Seven Segment* Setelah Mengubah *Resistance Variable*

Setelah mengubah tegangan *input* pada ADC 0804, tampilan *seven segment* juga ikut berubah. Tampilan *seven segment* berubah menjadi 100 seperti dalam Gambar 4.11, dengan mengubah tegangan *input* pada ADC 0804 menjadi tegangan yang lebih besar maka tampilan *seven segment* juga ikut berubah menjadi angka yang lebih besar. Ini menunjukkan bahwa rangkaian ADC ini bekerja sesuai fungsinya dengan baik.

4.6 Pengujian Keseluruhan Sistem.

Pengujian seluruh sistem perlu dilakukan untuk memastikan modul yang dibuat telah berjalan dengan baik sesuai dengan fungsinya. Gambar Kursi Penimbang Berat Badan *Portable* lebih lengkap dilampirkan dalam Lampiran I.

4.6.1 Pengujian Dengan Beban Dibawah 40 kg Selain Beban Kursi.

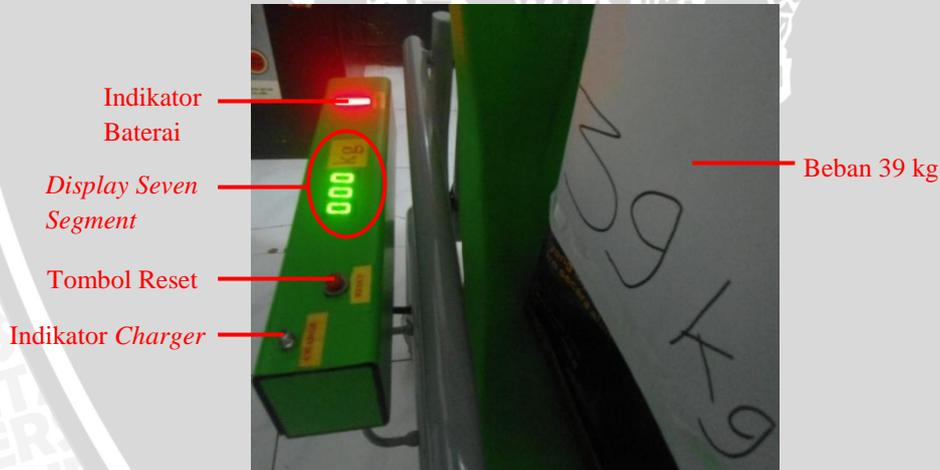
Pengujian ini bertujuan untuk melihat apakah data yang ditampilkan oleh *seven segment* sudah benar. Pengujian ini menggunakan timbangan digital sebagai kalibratornya. Pengujian dilakukan dengan beban 39 kg, dan data yang

ditampilkan *seven segment* adalah 000 karena alat ini dibuat dengan batasan pengukuran beban 40 kg sampai 100 kg. Pengukuran beban 39 kg pada kalibrator berupa timbangan digital ditunjukkan dalam Gambar 4.12.



Gambar 4.12. Pengukuran Beban 39 kg Pada Kalibrator.

Gambar 4.12 menunjukkan beban yang diukur adalah 39.2 kg, dan beban ini yang digunakan untuk pengujian alat dengan beban dibawah 40 kg. Pengujian dengan beban 39 kg ditunjukkan dalam Gambar 4.13.



Gambar 4.13. Pengujian Dengan Beban 39 kg.

Gambar 4.13 menunjukkan bahwa alat ini telah berjalan dengan baik sesuai dengan fungsinya, untuk menampilkan data 000 kg pada *seven segment* pada saat beban dibawah 40 kg. Agar mengetahui kinerja alat ini diperlukan pengujian dengan beberapa kali percobaan. Pengujian dengan 5 kali percobaan dengan beban 39 kg ditunjukkan dalam Tabel 4.3

Tabel 4.3. Hasil Pengujian Dengan 5 Kali Percobaan Pada Beban 39 kg.

| Pengukuran | Beban (kg) | Display |
|------------|------------|---------|
| X1 | 39 | 000 |
| X2 | 39 | 000 |
| X3 | 39 | 000 |
| X4 | 39 | 000 |
| X5 | 39 | 000 |

4.6.2 Pengujian Dengan Beban 40 kg - 100 kg Selain Beban Kursi.

Pengujian ini bertujuan untuk melihat apakah data yang ditampilkan oleh *seven segment* sudah benar. Pengujian ini menggunakan timbangan digital sebagai kalibrasinya dan beban berupa bungkusan – bungkusan pasir yang masing – masing mempunyai beban 1 kg dan 5 kg. Pengujian dilakukan dengan beban 40 kg yang ditimbang dahulu pada kalibrator dan data yang ditampilkan *seven segment* adalah 040. Pengukuran beban 40 kg pada kalibrator ditunjukkan dalam Gambar 4.14.



Gambar 4.14. Pengukuran Beban 40 kg Pada Kalibrator.

Gambar 4.14 menunjukkan beban yang diukur adalah 40 kg, dan beban ini yang digunakan untuk pengujian alat dengan beban 40 kg. Pengujian dengan beban 40 kg ditunjukkan dalam Gambar 4.15.



Gambar 4.15. Pengujian Dengan Beban 40 kg.

Gambar 4.15 menunjukkan bahwa alat ini telah berjalan dengan baik sesuai dengan fungsinya, untuk menampilkan data 040 pada *seven segment* pada saat beban 40 kg. Pengujian dengan 5 kali percobaan dengan beban 40 kg ditunjukkan dalam Tabel 4.4

Tabel 4.4. Hasil Pengujian Dengan 5 Kali Percobaan Pada Beban 40 kg.

| Pengukuran | Beban (kg) | Display |
|------------|------------|---------|
| X1 | 40 | 040 |
| X2 | 40 | 040 |
| X3 | 40 | 040 |
| X4 | 40 | 040 |
| X5 | 40 | 040 |

Pengujian berikutnya adalah beban 41 kg, menggunakan beban 40 kg yang sudah diukur pada kalibrator dan ditambah bungkusan pasir yang mempunyai beban 1 kg. Pengujian dengan beban 41 kg ditunjukkan dalam Gambar 4.16.



Gambar 4.16. Pengujian Dengan Beban 41 kg.

Gambar 4.16 menunjukkan bahwa alat ini telah berjalan dengan baik sesuai dengan fungsinya, untuk menampilkan data 041 pada *seven segment* pada saat beban 41 kg. Pengujian dengan 5 kali percobaan dengan beban 41 kg ditunjukkan dalam Tabel 4.5

Tabel 4.5. Hasil Pengujian Dengan 5 Kali Percobaan Pada Beban 41 kg.

| Pengukuran | Beban (kg) | Display |
|------------|------------|---------|
| X1 | 41 | 041 |
| X2 | 41 | 041 |
| X3 | 41 | 041 |
| X4 | 41 | 041 |
| X5 | 41 | 041 |

Pengujian berikutnya adalah beban 42 kg, menggunakan beban 40 kg yang sudah diukur pada kalibrator dan ditambah 2 bungkus pasir yang mempunyai beban masing - masing 1 kg. Pengujian dengan beban 42 kg ditunjukkan dalam Gambar 4.17.



Gambar 4.17. Pengujian Dengan Beban 42 kg.

Gambar 4.17 menunjukkan bahwa alat ini telah berjalan dengan baik sesuai dengan fungsinya, untuk menampilkan data 042 pada *seven segment* pada saat beban 42 kg. Pengujian dengan 5 kali percobaan dengan beban 42 kg ditunjukkan dalam Tabel 4.6

Tabel 4.6. Hasil Pengujian Dengan 5 Kali Percobaan Pada Beban 42 kg.

| Pengukuran | Beban (kg) | Display |
|------------|------------|---------|
| X1 | 42 | 042 |
| X2 | 42 | 042 |
| X3 | 42 | 042 |
| X4 | 42 | 042 |
| X5 | 42 | 042 |

Pengujian berikutnya adalah beban 43 kg, menggunakan beban 40 kg yang sudah diukur pada kalibrator dan ditambah 3 bungkus pasir yang mempunyai beban masing - masing 1 kg. Pengujian dengan beban 43 kg ditunjukkan dalam Gambar 4.18.



Gambar 4.18. Pengujian Dengan Beban 43 kg.

Gambar 4.18 menunjukkan bahwa alat ini telah berjalan dengan baik sesuai dengan fungsinya, untuk menampilkan data 043 pada *seven segment* pada saat beban 43 kg. Pengujian dengan 5 kali percobaan dengan beban 43 kg ditunjukkan dalam Tabel 4.7

Tabel 4.7. Hasil Pengujian Dengan 5 Kali Percobaan Pada Beban 43 kg.

| Pengukuran | Beban (kg) | Display |
|------------|------------|---------|
| X1 | 43 | 043 |
| X2 | 43 | 043 |
| X3 | 43 | 043 |
| X4 | 43 | 043 |
| X5 | 43 | 043 |

Pengujian berikutnya adalah beban 44 kg, menggunakan beban 40 kg yang sudah diukur pada kalibrator dan ditambah 4 bungkus pasir yang mempunyai beban masing - masing 1 kg. Pengujian dengan beban 44 kg ditunjukkan dalam Gambar 4.19.



Gambar 4.19. Pengujian Dengan Beban 44 kg.

Gambar 4.19 menunjukkan bahwa alat ini telah berjalan dengan baik sesuai dengan fungsinya, untuk menampilkan data 044 pada *seven segment* pada saat beban 44 kg. Pengujian dengan 5 kali percobaan dengan beban 44 kg ditunjukkan dalam Tabel 4.8.

Tabel 4.8. Hasil Pengujian Dengan 5 Kali Percobaan Pada Beban 44 kg.

| Pengukuran | Beban (kg) | Display |
|------------|------------|---------|
| X1 | 44 | 044 |
| X2 | 44 | 044 |
| X3 | 44 | 044 |
| X4 | 44 | 044 |
| X5 | 44 | 044 |

Pengujian berikutnya adalah beban 45 kg, menggunakan beban 40 kg yang sudah diukur pada kalibrator dan ditambah 5 bungkus pasir yang mempunyai beban masing - masing 1 kg. Pengujian dengan beban 45 kg ditunjukkan dalam Gambar 4.20.



Gambar 4.20. Pengujian Dengan Beban 45 kg.

Gambar 4.20 menunjukkan bahwa alat ini telah berjalan dengan baik sesuai dengan fungsinya, untuk menampilkan data 045 pada *seven segment* pada saat beban 45 kg. Pengujian dengan 5 kali percobaan dengan beban 45 kg ditunjukkan dalam Tabel 4.9

Tabel 4.9. Hasil Pengujian Dengan 5 Kali Percobaan Pada Beban 45 kg.

| Pengukuran | Beban (kg) | Display |
|------------|------------|---------|
| X1 | 45 | 045 |
| X2 | 45 | 045 |
| X3 | 45 | 045 |
| X4 | 45 | 045 |
| X5 | 45 | 045 |

Pengujian berikutnya adalah beban 50 kg, menggunakan beban 40 kg yang sudah diukur pada kalibrator, ditambah 5 bungkus pasir yang mempunyai beban masing - masing 1 kg dan 1 bungkus pasir yang mempunyai beban 5 kg. Pengujian dengan beban 50 kg ditunjukkan dalam Gambar 4.21.



Gambar 4.21. Pengujian Dengan Beban 50 kg.

Gambar 4.21 menunjukkan bahwa alat ini telah berjalan dengan baik sesuai dengan fungsinya, untuk menampilkan data 050 pada *seven segment* pada saat beban 50 kg. Pengujian dengan 5 kali percobaan dengan beban 50 kg ditunjukkan dalam Tabel 4.10

Tabel 4.10. Hasil Pengujian Dengan 5 Kali Percobaan Pada Beban 50 kg.

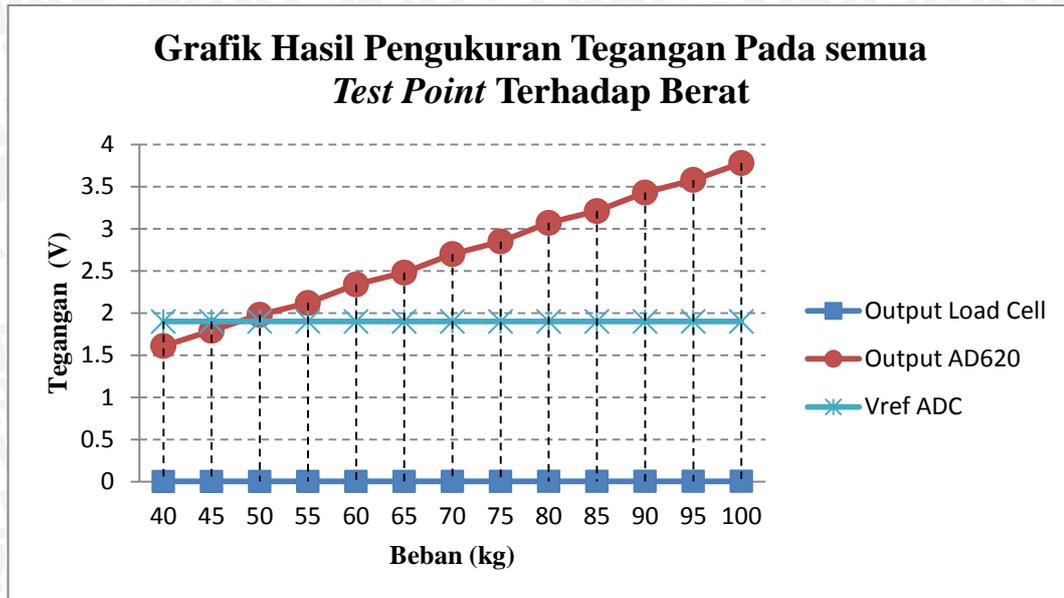
| Pengukuran | Beban (kg) | Display |
|------------|------------|---------|
| X1 | 50 | 050 |
| X2 | 50 | 050 |
| X3 | 50 | 050 |
| X4 | 50 | 050 |
| X5 | 50 | 050 |

Pengujian dan pengukuran pada beban 40 kg – 100 kg dengan kenaikan setiap 5 kg lebih lengkapnya ditunjukkan dalam Table 4.11.

Tabel 4.11. Hasil Pengukuran dan Pengujian Beban 40 kg – 100 kg.

| Berat (kg) | Output Load Cell (mV) | Output AD620 (V) | Vref ADC (V) | Tampilan Seven Segment |
|---------------|--------------------------------|------------------------|--------------------|------------------------------|
| 40 | 2.2 | 1.614 | 1.9 | 040 |
| 45 | 2.4 | 1.792 | 1.9 | 045 |
| 50 | 2.7 | 1.984 | 1.9 | 050 |
| 55 | 2.9 | 2.129 | 1.9 | 055 |
| 60 | 3.2 | 2.343 | 1.9 | 060 |
| 65 | 3.4 | 2.492 | 1.9 | 065 |
| 70 | 3.7 | 2.705 | 1.9 | 070 |
| 75 | 3.9 | 2.856 | 1.9 | 075 |
| 80 | 4.2 | 3.072 | 1.9 | 080 |
| 85 | 4.4 | 3.218 | 1.9 | 085 |
| 90 | 4.7 | 3.432 | 1.9 | 090 |
| 95 | 4.9 | 3.584 | 1.9 | 095 |
| 100 | 5.2 | 3.786 | 1.9 | 100 |

Dari hasil kalibrasi *load cell* diatas, setiap kenaikan lima kilogram dari beban yang diberikan terhadap *load cell* maka kenaikan *output* dari *load cell* adalah sebesar 0,25 mV. Setelah *output* dari *load cell* tersebut dikuatkan, maka *output* dari penguat AD620 kenaikan tiap 5 kilogramnya sebesar 180 mV, jika ditarik dengan grafik maka hasil dari *output* AD620 akan mendekati linieritas. Grafik hasil dari pengukuran semua *test point* terhadap beban ditunjukkan dalam Gambar 4.22.



Gambar 4.22. Hasil Pengukuran *Output* Pada Semua *Test Point* Terhadap Beban

Gambar 4.22 menunjukkan bahwa *output* AD620 dan *output load cell* mendekati linearitas. Grafik *output load cell* kurang begitu terlihat kelinearitasannya karena *output* tegangannya yang sangat kecil (orde mV), lebih jelasnya lihat pada Gambar 4.3. Linearitas ini dibutuhkan agar dapat disesuaikan dengan resolusi ADC. Dan berdasarkan Tabel 5.11 hasil pengujian beban 40 kg – 100 kg dengan kenaikan setiap 5 kg menunjukkan bahwa tampilan *seven segment* sesuai dengan berat beban yang diukur. Dan modul ini bekerja sesuai fungsinya dengan baik dan bekerja sesuai dengan *flowchart* yang dibuat.

4.7 Analisis Data Hasil Pengujian.

1) Rata – rata

Rata-rata adalah bilangan yang didapat dari hasil pembagian jumlah nilai data oleh banyaknya data dalam kumpulan tersebut.

Rumus rata-rata adalah:

$$\begin{aligned} \text{Rata – Rata } (\bar{X}) &= \frac{\sum Xi}{n} \\ &= \frac{X1 + X2 + X3 + X4 + X5}{5} = \frac{40 + 40 + 40 + 40 + 40}{5} \\ &= \frac{200}{5} = 40 \end{aligned}$$

Dari perhitungan diatas diperoleh hasil rata-rata sebesar 40 yang didapat dari penjumlahan 5 data yang diperoleh dari beban berat 40 kg.

2) *Error* (%)

Error (kesalahan) adalah selisih antara *mean* terhadap masing-masing data

Rumus *error* adalah:

$$\begin{aligned} \%Error &= \frac{X_n - (\text{rata} - \text{rata})}{X_n} \times 100\% \\ &= \frac{40 - 40}{40} \times 100\% = 0\% \end{aligned}$$

Dari perhitungan diatas didapatkan nilai *error* modul pada beban 40 kg sebesar 0%.

Setelah dilakukan pengujian dan analisis data untuk perbandingan antara beban yang diukur dengan tampilan *display seven segment* yang terukur didapatkan tingkat kesalahan (*%error*) sebagai berikut :

1) Beban 40 kg

Dari hasil pengujian perbandingan antara beban yang diukur dengan tampilan *display seven segment* yang terukur didapatkan prosentase *error* sebesar 0%.

2) Beban 41 kg

Dari hasil pengujian perbandingan antara beban yang diukur dengan tampilan *display seven segment* yang terukur didapatkan prosentase *error* sebesar 0%.

3) Beban 42 kg

Dari hasil pengujian perbandingan antara beban yang diukur dengan tampilan *display seven segment* yang terukur didapatkan prosentase *error* sebesar 0%.

4) Beban 43 kg

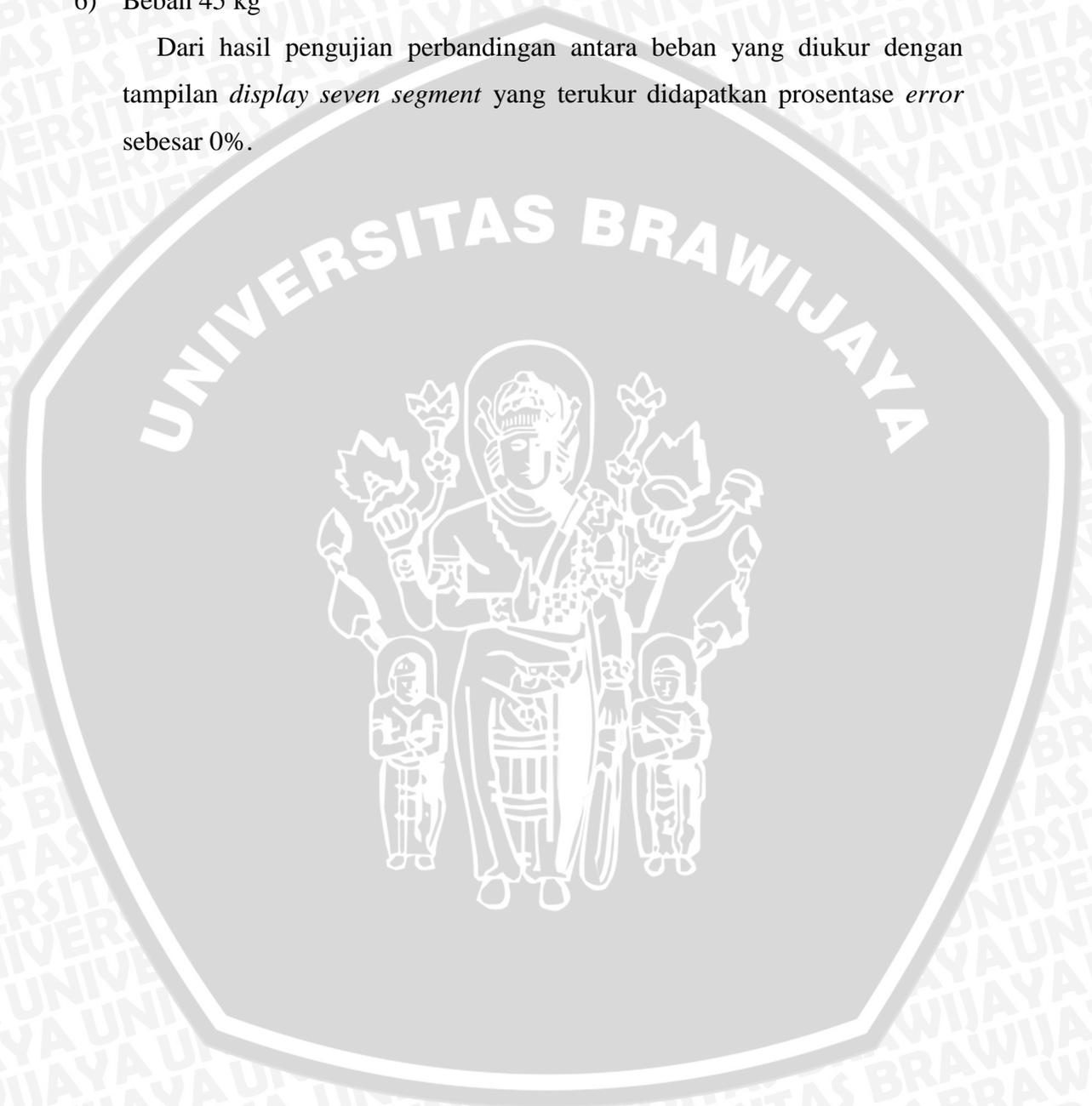
Dari hasil pengujian perbandingan antara beban yang diukur dengan tampilan *display seven segment* yang terukur didapatkan prosentase *error* sebesar 0%.

5) Beban 44 kg

Dari hasil pengujian perbandingan antara beban yang diukur dengan tampilan *display seven segment* yang terukur didapatkan prosentase *error* sebesar 0%.

6) Beban 45 kg

Dari hasil pengujian perbandingan antara beban yang diukur dengan tampilan *display seven segment* yang terukur didapatkan prosentase *error* sebesar 0%.



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan.

Berdasarkan hasil perancangan dan pengujian yang telah dilakukan, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

- 1) Alat ini didesain seperti kursi roda agar dapat dipindah-pindah dan dapat digunakan untuk mengukur beban orang cacat atau manula. Orang cacat atau manula ini tidak perlu beranjak dari tempatnya untuk melakukan pengukuran berat badannya, karena alat ini dapat digerakkan atau dipindahkan menuju ketempat orang yang mau menggunakan alat ini.
- 2) Pengujian dengan beban dibawah 40 kg, tampilan *seven segment* menunjukkan angka 000.
- 3) Pengujian dengan beban diatas 100 kg, tampilan *seven segment* menunjukkan angka 100.
- 4) Sensor *load cell* mengeluarkan tegangan pada setiap kenaikan 1 kg beban adalah sebesar 0.05 mV dan rangkaian penguat adalah sebesar 0.036 V.
- 5) Data hasil pengujian beban pada tampilan *display seven segment* untuk pengukuran beban 40 – 45 kg dengan 5 kali percobaan adalah dengan kesalahan (*error%*) sebesar 0 %.

5.1 Saran.

Beberapa hal yang dapat dikembangkan untuk kesempurnaan alat ini adalah sebagai berikut :

- 1) *Range* pengukuran berat badan ditingkatkan menjadi lebih lebar, dibawah 40 kg dan diatas 100 kg.
- 2) Resolusi pengukuran berat badan lebih ditingkatkan lagi.

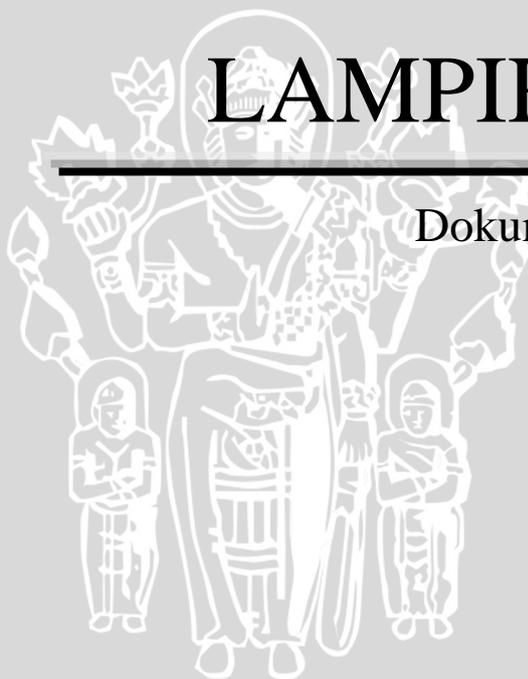
DAFTAR PUSTAKA

- Analog Devices. 2003. *Datasheet AD620*. [http://pdf1. AnalogDevices.com/datasheet-pdf/AD620.html](http://pdf1.AnalogDevices.com/datasheet-pdf/AD620.html). (Diakses tanggal 18 April 2015).
- Atmel. 2008. *Datasheet AT89S5*. <http://pdf1.ATMEL.com/datasheet-pdf/view/77367/AT89S51.html>. (Diakses tanggal 15 April 2015).
- Kitronik. 2008. *Datasheet Seven Segment*. <http://www.Kitronik.co.uk/datasheet-pdf/SevenSegment.html>. (Diakses tanggal 15 April 2015).
- Laily, Zaharal. 2008. *Rancang Bangun Alat Pengukur Tinggi Badan Otomatis Dengan Keluaran Suara Berbasis Mikrokontroller AT89S51*. Semarang : Universitas Diponegoro.
- Philip Semiconductors. 1999. *Datasheet NPN Power Transistor*. <http://www.datasheetcatalog.com/datasheet-pdf/powertransistornpn.html>. (Diakses tanggal 15 April 2015).
- Seca Dealer. 2015. *Precision Weighing Balances: Medical 954 chair scale Balance*. <http://www.balances.com>. (Diakses tanggal 18 April 2015).
- Texas Instruments. 1997. *Datasheet LMC7660*. <http://pdf1.TexasInstruments.com/datasheet-pdf/view/LMC7660.html>. (Diakses tanggal 7 Juni 2015).
- Texas Instruments. 2000. *Datasheet LM3914*, <http://pdf1.TexasInstruments.com/datasheet-pdf/view/LM3914.html>. (Diakses tanggal 18 April 2015).
- Texas Instruments. 2009. *Datasheet ADC 0804*. [http://pdf1. TexasInstruments.com/datasheet-pdf/21465/ADC0804.html](http://pdf1.TexasInstruments.com/datasheet-pdf/21465/ADC0804.html). (Diakses tanggal 15 April 2015).
- Wirayudha, Adi. 2012. *Penghitug Indeks Massa Tubuh Berbasis Mikrokontroller AT89S51, KTI*. Surabaya: Politeknik Kesehatan Surabaya.
- Zemic Europe. 2013. *Datasheet L6E Load Cell*. <http://www.ZemicEurope.com/L6ELoadCell.html>. (Diakses tanggal 18 April 2015).
- Zuhul dan Zhanggishan. 2004. *Prinsip Dasar Elektroteknik*. Jakarta: Pt Gramedia Pustaka Utama.

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

LAMPIRAN I

Dokumentasi Alat





Gambar mekanik Kursi Penimbang Berat Badan *Portable* tampak samping kanan.



Gambar mekanik Kursi Penimbang Berat Badan *Portable* tampak samping kiri.



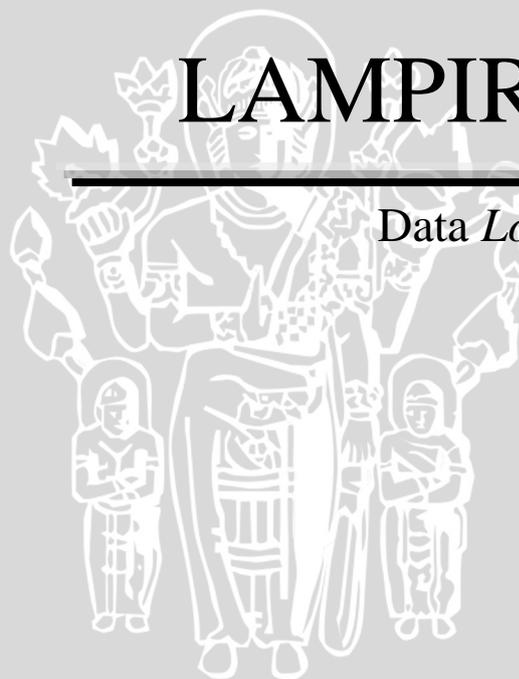
Gambar mekanik Kursi Penimbang Berat Badan *Portable* tampak belakang.



Gambar mekanik Kursi Penimbang Berat Badan *Portable* tampak depan.

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

LAMPIRAN II



Data Look Up Table

| Tampilan <i>seven segment</i> | | | | Tampilan <i>Seven Segment</i> | | | |
|-------------------------------|---------|---------|--------|-------------------------------|---------|---------|--------|
| Vin | Ratusan | Puluhan | Satuan | Vin | Ratusan | Puluhan | Satuan |
| (V) | | | | (V) | | | |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0.57 | 0 | 0 | 0 |
| 0.015 | 0 | 0 | 0 | 0.585 | 0 | 0 | 0 |
| 0.03 | 0 | 0 | 0 | 0.6 | 0 | 0 | 0 |
| 0.045 | 0 | 0 | 0 | 0.615 | 0 | 0 | 0 |
| 0.06 | 0 | 0 | 0 | 0.63 | 0 | 0 | 0 |
| 0.075 | 0 | 0 | 0 | 0.645 | 0 | 0 | 0 |
| 0.09 | 0 | 0 | 0 | 0.66 | 0 | 0 | 0 |
| 0.105 | 0 | 0 | 0 | 0.675 | 0 | 0 | 0 |
| 0.12 | 0 | 0 | 0 | 0.69 | 0 | 0 | 0 |
| 0.135 | 0 | 0 | 0 | 0.705 | 0 | 0 | 0 |
| 0.15 | 0 | 0 | 0 | 0.72 | 0 | 0 | 0 |
| 0.165 | 0 | 0 | 0 | 0.735 | 0 | 0 | 0 |
| 0.18 | 0 | 0 | 0 | 0.75 | 0 | 0 | 0 |
| 0.195 | 0 | 0 | 0 | 0.765 | 0 | 0 | 0 |
| 0.21 | 0 | 0 | 0 | 0.78 | 0 | 0 | 0 |
| 0.225 | 0 | 0 | 0 | 0.795 | 0 | 0 | 0 |
| 0.24 | 0 | 0 | 0 | 0.81 | 0 | 0 | 0 |
| 0.255 | 0 | 0 | 0 | 0.825 | 0 | 0 | 0 |
| 0.27 | 0 | 0 | 0 | 0.84 | 0 | 0 | 0 |
| 0.285 | 0 | 0 | 0 | 0.855 | 0 | 0 | 0 |
| 0.3 | 0 | 0 | 0 | 0.87 | 0 | 0 | 0 |
| 0.315 | 0 | 0 | 0 | 0.885 | 0 | 0 | 0 |
| 0.33 | 0 | 0 | 0 | 0.9 | 0 | 0 | 0 |
| 0.345 | 0 | 0 | 0 | 0.915 | 0 | 0 | 0 |
| 0.36 | 0 | 0 | 0 | 0.93 | 0 | 0 | 0 |
| 0.375 | 0 | 0 | 0 | 0.945 | 0 | 0 | 0 |
| 0.39 | 0 | 0 | 0 | 0.96 | 0 | 0 | 0 |
| 0.405 | 0 | 0 | 0 | 0.975 | 0 | 0 | 0 |
| 0.42 | 0 | 0 | 0 | 0.99 | 0 | 0 | 0 |
| 0.435 | 0 | 0 | 0 | 1.005 | 0 | 0 | 0 |
| 0.45 | 0 | 0 | 0 | 1.02 | 0 | 0 | 0 |
| 0.465 | 0 | 0 | 0 | 1.035 | 0 | 0 | 0 |
| 0.48 | 0 | 0 | 0 | 1.05 | 0 | 0 | 0 |
| 0.495 | 0 | 0 | 0 | 1.065 | 0 | 0 | 0 |
| 0.51 | 0 | 0 | 0 | 1.08 | 0 | 0 | 0 |
| 0.525 | 0 | 0 | 0 | 1.095 | 0 | 0 | 0 |
| 0.54 | 0 | 0 | 0 | 1.11 | 0 | 0 | 0 |
| 0.555 | 0 | 0 | 0 | 1.125 | 0 | 0 | 0 |



| Vin (V) | Tampilan Seven Segment | | | Vin (V) | Tampilan Seven Segment | | |
|------------|------------------------|---------|--------|------------|------------------------|---------|--------|
| | Ratusan | Puluhan | Satuan | | Ratusan | Puluhan | Satuan |
| 1.14 | 0 | 0 | 0 | 1.71 | 0 | 4 | 3 |
| 1.155 | 0 | 0 | 0 | 1.725 | 0 | 4 | 3 |
| 1.17 | 0 | 0 | 0 | 1.74 | 0 | 4 | 3 |
| 1.185 | 0 | 0 | 0 | 1.755 | 0 | 4 | 4 |
| 1.2 | 0 | 0 | 0 | 1.77 | 0 | 4 | 4 |
| 1.215 | 0 | 0 | 0 | 1.785 | 0 | 4 | 5 |
| 1.23 | 0 | 0 | 0 | 1.8 | 0 | 4 | 5 |
| 1.245 | 0 | 0 | 0 | 1.815 | 0 | 4 | 6 |
| 1.26 | 0 | 0 | 0 | 1.83 | 0 | 4 | 6 |
| 1.275 | 0 | 0 | 0 | 1.845 | 0 | 4 | 7 |
| 1.29 | 0 | 0 | 0 | 1.86 | 0 | 4 | 7 |
| 1.305 | 0 | 0 | 0 | 1.875 | 0 | 4 | 8 |
| 1.32 | 0 | 0 | 0 | 1.89 | 0 | 4 | 8 |
| 1.335 | 0 | 0 | 0 | 1.905 | 0 | 4 | 8 |
| 1.35 | 0 | 0 | 0 | 1.92 | 0 | 4 | 9 |
| 1.365 | 0 | 0 | 0 | 1.935 | 0 | 4 | 9 |
| 1.38 | 0 | 0 | 0 | 1.95 | 0 | 5 | 0 |
| 1.395 | 0 | 0 | 0 | 1.965 | 0 | 5 | 0 |
| 1.41 | 0 | 0 | 0 | 1.98 | 0 | 5 | 1 |
| 1.425 | 0 | 0 | 0 | 1.995 | 0 | 5 | 1 |
| 1.44 | 0 | 0 | 0 | 2.01 | 0 | 5 | 2 |
| 1.455 | 0 | 0 | 0 | 2.025 | 0 | 5 | 2 |
| 1.47 | 0 | 0 | 0 | 2.04 | 0 | 5 | 3 |
| 1.485 | 0 | 0 | 0 | 2.055 | 0 | 5 | 3 |
| 1.5 | 0 | 0 | 0 | 2.07 | 0 | 5 | 3 |
| 1.515 | 0 | 0 | 0 | 2.085 | 0 | 5 | 4 |
| 1.53 | 0 | 0 | 0 | 2.1 | 0 | 5 | 4 |
| 1.545 | 0 | 0 | 0 | 2.115 | 0 | 5 | 5 |
| 1.56 | 0 | 0 | 0 | 2.13 | 0 | 5 | 5 |
| 1.575 | 0 | 0 | 0 | 2.145 | 0 | 5 | 5 |
| 1.59 | 0 | 0 | 0 | 2.16 | 0 | 5 | 6 |
| 1.605 | 0 | 4 | 0 | 2.175 | 0 | 5 | 6 |
| 1.62 | 0 | 4 | 0 | 2.19 | 0 | 5 | 7 |
| 1.635 | 0 | 4 | 0 | 2.205 | 0 | 5 | 7 |
| 1.65 | 0 | 4 | 1 | 2.22 | 0 | 5 | 8 |
| 1.665 | 0 | 4 | 1 | 2.235 | 0 | 5 | 8 |
| 1.68 | 0 | 4 | 2 | 2.25 | 0 | 5 | 8 |
| 1.695 | 0 | 4 | 2 | 2.265 | 0 | 5 | 9 |



| Vin (V) | Tampilan Seven Segment | | | Vin (V) | Tampilan Seven Segment | | |
|------------|------------------------|---------|--------|------------|------------------------|---------|--------|
| | Ratusan | Puluhan | Satuan | | Ratusan | Puluhan | Satuan |
| 2.28 | 0 | 5 | 9 | 2.85 | 0 | 7 | 5 |
| 2.295 | 0 | 6 | 0 | 2.865 | 0 | 7 | 5 |
| 2.31 | 0 | 6 | 0 | 2.88 | 0 | 7 | 6 |
| 2.325 | 0 | 6 | 0 | 2.895 | 0 | 7 | 6 |
| 2.34 | 0 | 6 | 1 | 2.91 | 0 | 7 | 7 |
| 2.355 | 0 | 6 | 1 | 2.925 | 0 | 7 | 7 |
| 2.37 | 0 | 6 | 2 | 2.94 | 0 | 7 | 8 |
| 2.385 | 0 | 6 | 2 | 2.955 | 0 | 7 | 8 |
| 2.4 | 0 | 6 | 3 | 2.97 | 0 | 7 | 8 |
| 2.415 | 0 | 6 | 3 | 2.985 | 0 | 7 | 9 |
| 2.43 | 0 | 6 | 3 | 3 | 0 | 7 | 9 |
| 2.445 | 0 | 6 | 4 | 3.015 | 0 | 8 | 0 |
| 2.46 | 0 | 6 | 4 | 3.03 | 0 | 8 | 0 |
| 2.475 | 0 | 6 | 5 | 3.045 | 0 | 8 | 0 |
| 2.49 | 0 | 6 | 5 | 3.06 | 0 | 8 | 1 |
| 2.505 | 0 | 6 | 5 | 3.075 | 0 | 8 | 1 |
| 2.52 | 0 | 6 | 6 | 3.09 | 0 | 8 | 2 |
| 2.535 | 0 | 6 | 6 | 3.105 | 0 | 8 | 2 |
| 2.55 | 0 | 6 | 7 | 3.12 | 0 | 8 | 3 |
| 2.565 | 0 | 6 | 7 | 3.135 | 0 | 8 | 3 |
| 2.58 | 0 | 6 | 8 | 3.15 | 0 | 8 | 3 |
| 2.595 | 0 | 6 | 8 | 3.165 | 0 | 8 | 4 |
| 2.61 | 0 | 6 | 8 | 3.18 | 0 | 8 | 4 |
| 2.625 | 0 | 6 | 9 | 3.195 | 0 | 8 | 5 |
| 2.64 | 0 | 6 | 9 | 3.21 | 0 | 8 | 5 |
| 2.655 | 0 | 7 | 0 | 3.225 | 0 | 8 | 5 |
| 2.67 | 0 | 7 | 0 | 3.24 | 0 | 8 | 6 |
| 2.685 | 0 | 7 | 0 | 3.255 | 0 | 8 | 6 |
| 2.7 | 0 | 7 | 1 | 3.27 | 0 | 8 | 7 |
| 2.715 | 0 | 7 | 1 | 3.285 | 0 | 8 | 7 |
| 2.73 | 0 | 7 | 2 | 3.3 | 0 | 8 | 8 |
| 2.745 | 0 | 7 | 2 | 3.315 | 0 | 8 | 8 |
| 2.76 | 0 | 7 | 3 | 3.33 | 0 | 8 | 8 |
| 2.775 | 0 | 7 | 3 | 3.345 | 0 | 8 | 9 |
| 2.79 | 0 | 7 | 3 | 3.36 | 0 | 8 | 9 |
| 2.805 | 0 | 7 | 4 | 3.375 | 0 | 9 | 0 |
| 2.82 | 0 | 7 | 4 | 3.39 | 0 | 9 | 0 |
| 2.835 | 0 | 7 | 5 | 3.405 | 0 | 9 | 0 |



| Vin (V) | Tampilan Seven Segment | | |
|------------|------------------------|---------|--------|
| | Ratusan | Puluhan | Satuan |
| 3.42 | 0 | 9 | 1 |
| 3.435 | 0 | 9 | 1 |
| 3.45 | 0 | 9 | 2 |
| 3.465 | 0 | 9 | 2 |
| 3.48 | 0 | 9 | 3 |
| 3.495 | 0 | 9 | 3 |
| 3.51 | 0 | 9 | 3 |
| 3.525 | 0 | 9 | 4 |
| 3.54 | 0 | 9 | 4 |
| 3.555 | 0 | 9 | 5 |
| 3.57 | 0 | 9 | 5 |
| 3.585 | 0 | 9 | 5 |
| 3.6 | 0 | 9 | 6 |
| 3.615 | 0 | 9 | 6 |
| 3.63 | 0 | 9 | 7 |
| 3.645 | 0 | 9 | 7 |
| 3.66 | 0 | 9 | 8 |
| 3.675 | 0 | 9 | 8 |
| 3.69 | 0 | 9 | 8 |
| 3.705 | 0 | 9 | 9 |
| 3.72 | 0 | 9 | 9 |
| 3.735 | 1 | 0 | 0 |
| 3.75 | 1 | 0 | 0 |
| 3.765 | 1 | 0 | 0 |
| 3.78 | 1 | 0 | 0 |
| 3.795 | 1 | 0 | 0 |
| 3.81 | 1 | 0 | 0 |
| 3.825 | 1 | 0 | 0 |
| 3.84 | 1 | 0 | 0 |

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



UNIVERSITAS BRAWIJAYA



LAMPIRAN III

Listing Program

```

org 0h
dataADC equ 30h
start: call ADC
      call Display2SevenSegmen
      jmp start
      ;
      ;=====
;Subrutin ini digunakan untuk mengambil data ADC
;=====
ADC:  mov A,P2
      mov dataADC,A
      ret
      ;
      ;=====
;Subrutin ini untuk menampilkan data ke 7 Segmen
;dalam bentuk: ratusan, puluhan, and satuan
;data desimal diubah ke segmen dengan menggunakan
;Look up table Data7segmen
;=====
Display2SevenSegmen:
mov DPTR,#ratusan ;Copy Address #Data7segmen ke DPTR
mov A,DataADC
movc A,@A+DPTR ;Copy Isi A+DPTR ke A
mov DPTR,#Data7segmen
movc A,@A+DPTR
mov P3,A ;Copy A ke P3
clr P1.0 ;P1.0=0
clr P1.1 ;P1.1=0
Setb P1.2 ; P1.2=1
call delay ;Panggil waktu tunda
;
mov DPTR,#puluhan ;Copy Address #Data7segmen ke DPTR
mov A,DataADC
movc A,@A+DPTR ;Copy Isi A+DPTR ke A
mov DPTR,#Data7segmen
movc A,@A+DPTR
mov P3,A ;Copy A ke P3
clr P1.0 ; P1.0=0
setb P1.1 ; P1.1=1
clr P1.2 ; P1.2=0
call delay ;Panggil waktu tunda
;
mov DPTR,#satuan ;Copy Address #Data7segmen ke DPTR
mov A,DataADC
movc A,@A+DPTR ;Copy Isi A+DPTR ke A
mov DPTR,#Data7segmen

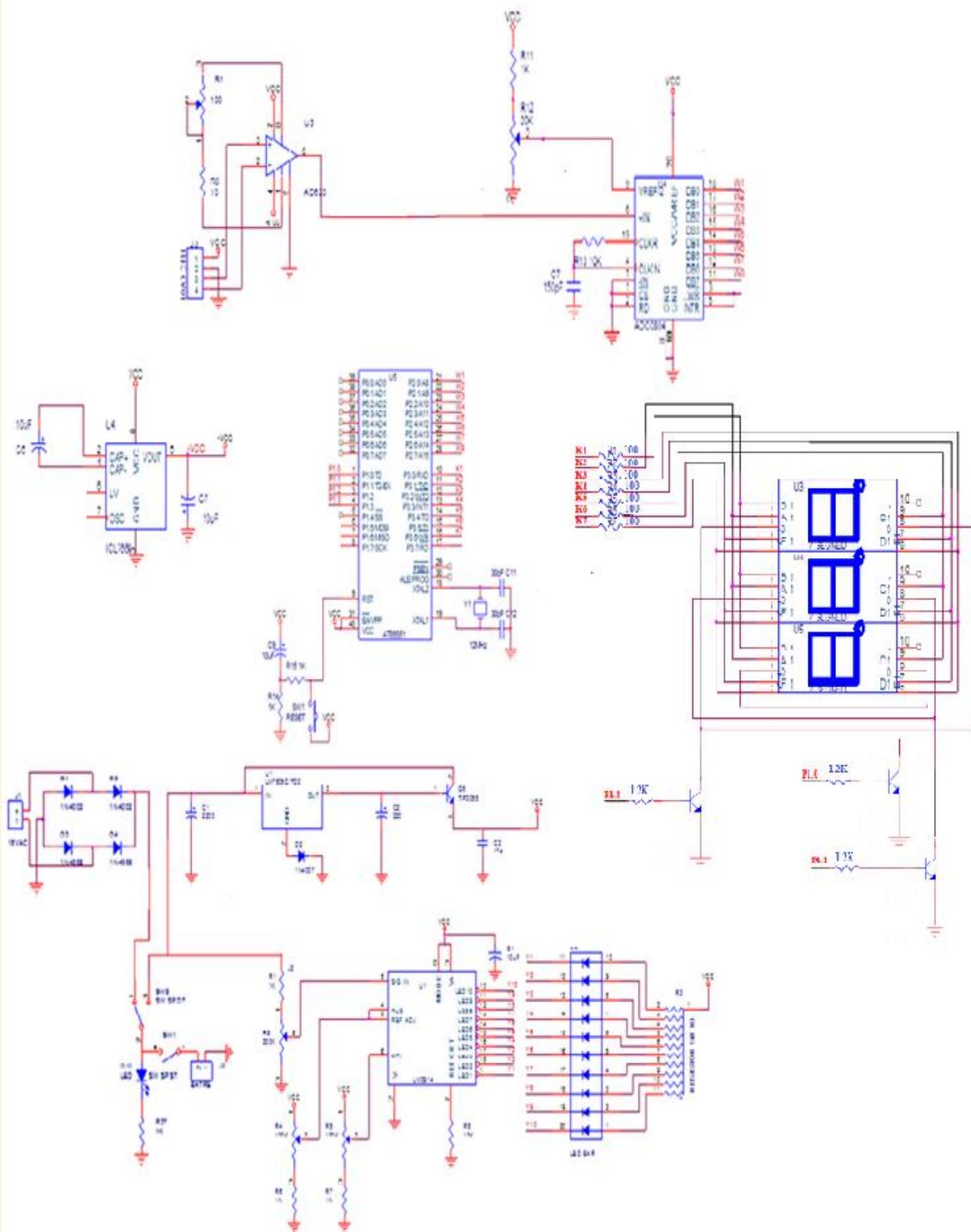
```


UNIVERSITAS BRAWIJAYA

LAMPIRAN IV

Skematik Keseluruhan







UNIVERSITAS BRAWIJAYA

LAMPIRAN V

Datasheet