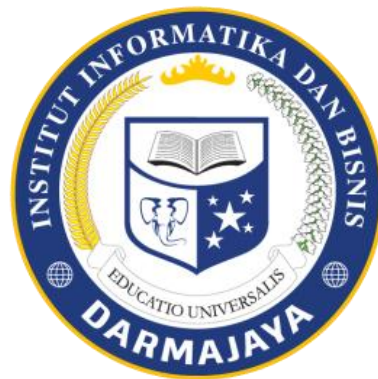


**RANCANG BANGUN TIMBANGAN BERAS DIGITAL DENGAN
KELUARAN BERAT DAN HARGA SECARA OTOMATIS**

SKRIPSI

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA**

**Pada Program Studi Sistem Komputer
IBI Darmajaya Bandar Lampung**



Oleh

Santi Sintiya

1511060018

**FAKULTAS ILMU KOMPUTER
PROGRAM STUDI SISTEM KOMPUTER
INSTITUT BISNIS DAN INFORMATIKA DARMAJAYA
BANDAR LAMPUNG
2019**

PERNYATAAN ORISINILITAS PENELITIAN



PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini, menyatakan bahwa Skripsi yang diajukan ini adalah hasil karya saya sendiri, tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi atau karya yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini disebutkan dalam daftar pustaka. Karya ini adalah milik saya dan pertanggung jawaban sepenuhnya berada dipundak saya.

Bandar Lampung, 27 September 2019



Santi Sintiya
1511060018

PERSETUJUAN

Judul Skripsi : **RANCANG BANGUN TIMBANGAN BERAS
DIGITAL DENGAN KELUARAN BERAT DAN
HARGA SECARA OTOMATIS**

Nama Mahasiswa : **SANTI SINTIYA**

No. Pokok Mahasiswa : **1511060018**

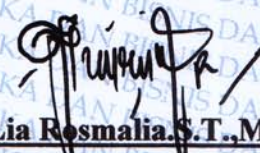
Program Studi : **S1 Sistem Komputer**

Telah diperiksa dan disetujui untuk diajukan dan dipertahankan dalam sidang
Tugas Penutup Studi guna memperoleh gelar Sarjana Ilmu Komputer pada
Program Studi Sistem Komputer IBI Darmajaya.



Disetujui oleh :

Dosen Pembimbing


Lia Rosmalia S.T., M.Kom
NIK 01160305

Ketua Program Studi,
Sistem Komputer


Bayu Nugroho S.Kom., M.Eng
NIK 00200700

PENGESAHAN

Telah diuji dan dipertahankan didepan tim penguji Skripsi
Program Studi Sistem Komputer Institut Informatika dan Bisnis Darmajaya
Bandar Lampung dan dinyatakan diterima untuk
memenuhi syarat guna memperoleh Gelar
Sarjana

Mengesahkan

1. **Tim Penguji**

Tanda Tangan

Ketua

: **Dodi Yudo Setyawan, S.Si., M.T.I**

Anggota

: **Ari Widiyantoko, S.Kom., M.Tech**

2. **Dekan Fakultas Ilmu Komputer**



Zaidir Jamal, S.T., M.Eng
NIK 00590203

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 27 September 2019

HALAMAN PERSEMBAHAN

Bismillahirrahmanirrahiim

Assalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh

Seiring Syukur Atas Ridho Allah SWT Saya sebagai penulis menyelesaikan Skripsi yang saya persembahkan kepada :

1. Ayah saya Poniman yang paling sabar telah memberikan saya semangat tanpa henti dan membawa saya sampai ke jenjang perkuliahan.
2. Ibu saya Karsi tercinta yang selalu memberikan saya masukan untuk menjalankan perkuliahan tanpa menyerah.
3. Adik saya Sunyago Isma yang selalu mengingatkan saya penting nya wisuda.
4. Seluruh keluarga besar yang selama ini mendukung saya selama menuntut ilmu diperguruan tinggi IBI Darmajaya.
5. Untuk Teman teman yang telah memberikan saya semangat dan dukungannya dalam mengerjakan skripsi..
6. Seluruh dosen IBI Darmajaya terimakasih semua, khususnya dosen-dosen Program Studi Sistem Komputer dan Teknik Komputer.
7. Organisasi kemahasiswaan UKM ARTALA, yang telah memberi ruang untuk mengembangkan potensi yang saya punya selama ini.

Wassalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh

MOTTO

“Memulai Sesuatu dan Mengakhiri”

(Santi Sintiya)

“Sekolah Terbaik Adalah Sekolah Jalanan, yaitu Sekolah yang memberikan Kebebasan Kepada Muridnya Supaya Kreatif”

(Bob Sadino)

”Kesakitan Membuat Anda Berfikir. Pikiran Membuat Anda Bijaksana. Kebijakan Membuat Kita Bisa Bertahan Hidup.

(John Patrick)

ABSTRAK

RANCANG BANGUN TIMBANGAN BERAS DIGITAL DENGAN KELUARAN BERAT DAN HARGA SECARA OTOMATIS

Oleh

SANTI SINTIYA

Pada era serba digital sekarang ini semua aspek pendukung kegiatan manusia dituntut dapat mempermudah manusia guna mendukung mobilitas manusia. Salah satu contoh yaitu timbangan yang dituntut serba canggih untuk mempermudah pekerjaan manusia mengingat begitu sibuknya dalam proses perdagangan khususnya dalam lingkup pasar tradisional, salah satu contoh yaitu timbangan beras yang masih menggunakan timbangan secara manual. Sehingga dari permasalahan yang terjadi di pasar tradisional tentang timbangan maka peneliti akan membuat timbangan beras digital. Dalam pembuatan timbangan beras digital ini peneliti menggunakan komponen sebagai berikut, sensor load cell, keypad 4x4, printer thermal mini LCD 20x4 dan Arduino mega 2560. Sehingga nantinya timbangan beras digital ini dapat menyetting harga beras dengan melalui keypad serta dapat print out nota hasil penimbangan beras. Dari hasil ujicoba alat maka dapat diketahui yaitu untuk setting harga dengan menekan tanda * (bintang) pada keypad lalu akan masuk ke menu setting harga kemudian pilih jenis beras, masukan harga beras jika sudah memasukan harga beras selanjutnya dengan menekan tanda # (pagar) maka harga akan tersimpan, jika penimbangan beras sudah selesai maka pemilik harus menekan angka A untuk print out nota. Serta dari 11 (sebelas) kali ujicoba sistem keseluruhan mendapatkan hasil total harga sebesar 350.000 dan hasil yang ditampilkan 350.255 sehingga dapat diketahui jika hasil perhitungan harga beras mengalami error sebesar 0,1%. dari setiap penimbangan beras.

Kata Kunci : Aruino, Load Cell, Printer, Keypad dan Beras.

ABSTRACT

DESIGN OF DIGITAL RICE SCALES WITH AUTO AND WEIGHT PRICES

By
SANTI SINTIYA

Nowadays, all aspects of supporting human activities are required to make it easier to support human mobility. One of those is the scale. It is demanded to be very sophisticated to facilitate human activities. It gives the easiness in crowded trading process, especially in the scope of traditional markets. The thing includes to this process is the manually scales for the rice. So, this study designed digital rice scales from the problems.

In designing this digital rice scales, the researchers used the following components. They are load cell sensors, 4x4 keypads, 20x4 thermal mini LCD printers, and Arduino Mega 2560. In addition, this rice scales was able to set the price of rice by using keypad and it can print out the rice weighting.

Based on the testing, it showed that setting the price pressed the * (star). After that, it went to the price setting menu, then select the type of rice. Next, we entered the price of rice if you already enter the next price of rice by pressing the # (fence) then the price will saved. If the weighting of rice was finished, the owner must press number "A" to print out the note. Moreover, the overall system trial got a total price of 350,000 from eleven times of the trials and the results displayed 350,255. It meant that the results of the calculation of rice prices was 0.1% for an experienced error.

Keywords: Arduino, Load Cell, Printer, Keypad, and Rice.



KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr.Wb

Puji syukur saya ucapkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan segenap rahmat dan hidayah-nya sehingga saya dapat menyelesaikan laporan skripsi yang berjudul “Rancang Bangun Timbangan Beras Digital Dengan Keluaran Berat Dan Harga Secara Otomatis” Skripsi ini disusun sebagai persyaratan untuk memperoleh Gelar Sarjana Komputer (S.Kom) Sistem Komputer, IIB Darmajaya.

Saya mengucapkan terima kasih kepada pihak – pihak yang telah memberikan bantuan dan dukungan selama pengerjaan Skripsi ini. Ucapan terima kasih khusus saya sampaikan kepada :

1. Bapak Ir. Hi.,Firmansyah Y.MBA., M.SC Selaku Rektor Institut Bisnis dan Informatika Darmajaya.
2. Bapak Sriyanto, S.Kom.,M.M. Ph.D Selaku Wakil Rektor I Institut Bisnis dan Informatika Darmajaya.
3. Bapak Bayu Nugroho, S.Kom., M.Eng Selaku Ketua Program Studi Sistem Komputer dan Teknik Komputer, terimakasih atas waktu dan saran yang telah bapak berikan kepada saya.
4. Bapak Novi Herawadi Sudibyoy, S.Kom., M.T.I selaku Sekertaris Program Studi Teknik Komputer dan Sistem Komputer,terimakasih atas waktu dan saran yang telah bapak berikan kepada saya.
5. Ibu Lia Rosmalia, S.T., M.Kom selaku dosen pengajar sekaligus sebagai pembimbing saya dalam menyelesaikan laporan Skripsi ini. terimakasih atas waktu dan saran yang telah ibu berikan kepada saya.
6. Ayah dan Ibu terbaik yang selalu memberikan dukungan, semangat dan doa kepada saya.
7. Seluruh teman – teman Teknik Komputer dan Sistem Komputer Angkatan 2015, yang sudah membantu saya.

Dengan segala keterbatasan saya menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam penyusunan laporan skripsi ini. Untuk itu saran dan kritik yang *konstruktif* dan *solutif* dari semua pihak sangat saya harapkan demi perbaikan dan peningkatan skripsi ini.

Akhirnya, saya hanya bisa mendoakan semoga Allah SWT. Membalas semua kebaikan – kebaikan mereka selama ini. Amin.

Wassalamualaikum Wr.Wb

Bandar Lampung, November 2019

Santi Sintiya
1511060018

DAFTAR ISI

PERNYATAAN ORISINILITAS PENELITIAN	ii
PERSETUJUAN	iii
PENGESAHAN	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
MOTTO	vi
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Ruang Lingkup Penelitian	3
1.3 Rumusan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
1.6 Sistematika Penulisan.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 <i>Studi Literatur</i>	5
2.2 Landasan Teori	6
2.2.1 Beras.....	6
2.2.2 Jenis-Jenis Beras	7
2.2.3 Pengertian Timbangan	9
2.3 Perangkat Keras Yang Digunakan	12
2.3.1 <i>Sensor Load Cell</i>	12
2.3.2 Modul Weighing Sensor HX711.....	14
2.3.3 Keypad 4x4	15
2.3.4 Cara Scanning Matrix Keypad 4×4.....	17

2.3.5	LCD (Liquid Crystal Display)	19
2.3.6	<i>Mikrokontroller</i>	20
2.3.6.1	Modul Arduino Mega 2560	20
2.4	Perangkat Lunak Yang Digunakan.....	20
2.4.1	<i>Software</i> Mikrokontroller Arduino Mega 2560	21
2.4.1.1	Program Arduino Ide	22
2.4.2	<i>Software</i> ISIS & ARES Proteus 7.0	24
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....		27
3.1	<i>Studi Literatur</i>	27
3.2	Analisa Perancangan Sistem.....	27
3.2.1	Perancangan Perangkat Keras	28
3.2.1.1	Rangkaian <i>Sensor Load Cell</i>	29
3.2.1.2	Rangkaian keypad 4x4.....	30
3.2.1.3	Rangkaian <i>LCD (Liquid Crystal Display)</i>	31
3.2.1.4	Rangkaian <i>Keseluruhan</i>	32
3.2.2	Perancangan Perangkat Lunak	33
3.3	Analisa Kebutuhan Sistem	35
3.3.1	Alat.....	35
3.3.2	Komponen.....	36
3.3.3	Software	36
3.4	Implementasi	37
3.4.1	Implementasi Perangkat Keras.....	37
3.4.2	Implementasi Perangkat Lunak.....	37
3.5	Pengujian Sistem	38
3.5.1	Rancangan Pengujian <i>Sensor Load Cell</i>	38
3.5.2	Pengujian Printer Thermal Mini	39
3.5.3	Pengujian Keypad	39
3.5.4	Pengujian Sistem Keseluruhan.....	40
3.6	Analisis Kinerja	40
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		41
4.1	Hasil Perakitan	41
4.1.1	Hasil Pengujian dan Pembahasan.....	42

4.1.2	Hasil Pengujian Sensor <i>Load Cell</i>	42
4.2	Hasil Pengujian Keypad	43
4.3	Hasil Pengujian Printer Thermal Mini	44
4.4	Hasil Pengujian Sistem Secara Keseluruhan	44
4.5	Analisis Kinerja Sistem	45
4.5.1	Kelebihan Sistem	45
4.5.2	Kekurangan Sistem	46
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		47
5.1	Kesimpulan	47
5.2	Saran.....	47
DAFTAR PUSTAKA		48

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pada era serba digital sekarang ini semua aspek pendukung kegiatan manusia dituntut dapat mempermudah manusia guna mendukung mobilitas manusia. Mulai dari peralatan-peralatan yang ada di lingkup rumah tangga, industri dan perdagangan. Dalam lingkup rumah tangga peralatan diharapkan dapat bekerja secara otomatis serta dapat dipantau baik jarak jauh maupun dekat. Dalam lingkup industri alat-alat dibuat agar dapat bekerja secara otomatis dengan hanya menekan tombol pada alat sehingga manusia hanya berperan sebagai operator dan pengawas saja. Tidak menutup kemungkinan juga alat dalam dalam lingkup perdagangan. Alat pengukur yaitu timbangan yang digunakan pun dituntut serba canggih untuk mempermudah pekerjaan manusia mengingat begitu sibuknya dalam proses perdagangan khususnya dalam lingkup pasar tradisional, salah satu contoh yaitu timbangan beras yang dimana masih menggunakan timbangan manual (M.Quraisy Akram, 2017).

Beras merupakan komoditas yang sangat penting dalam kehidupan bangsa di Indonesia, dalam aspek budaya, sosial, ekonomi, bahkan politik. Distribusi beras adalah salah satu sumber pendapatan dan tenaga kerja besar yang dalam membantu perekonomian Indonesia. dalam dunia industri pertanian dan perdagangan, khususnya dalam proses produksi dan transaksi perdagangan beras yang dilakukan oleh masyarakat pada umumnya, proses yang dilakukan secara manual oleh pedagang, baik dalam proses penimbangan dalam bentuk satuan kilogram dan satuan liter, sehingga sangat membutuhkan tenaga dan waktu yang lama untuk menimbang dan melakukan literan beras, apalagi jika dilakukan dalam jumlah banyak.

Timbangan di pasaran umumnya masih menggunakan timbangan manual sehingga seringkali masih menghasilkan pengukuran yang tidak teliti dikarenakan tidak adanya akurasi dan tingkat presisi. Selain itu alat ukur yang sering digunakan juga hanya sebuah neraca bandul atau timbangan *analog* yang *output* hasil pengukurannya hanya ditunjukkan dengan jarum penunjuk Hasil pengukuran yang ditunjukkan oleh jarum penunjuk tidak menghasilkan hasil pembacaan yang tepat. Hasil pembacaan masing-masing orang memiliki hasil pengukuran yang berbeda. Serta selain menggunakan timbangan *analog* pedagang juga menggunakan timbangan digital tetapi timbangan digital yang ada masih menggunakan perkaian dalam menghasilkan ouputan perhitungan jumlah harga sehingga sistem timbangan digital yang ada kurang membantu di kalangan pedagang. Selain sangat membutuhkan tenaga dan waktu yang lama proses penimbangan manual dan digital juga memiliki dampak negatif yang dapat merugikan konsumen di mana pedagang di pasar biasanya melakukan kecurangan dalam berdagang. Orang-orang yang tidak bertanggung jawab biasanya menggunakan alat timbangan atau dengan literan yang tidak sesuai dengan takaran yang sebenarnya, pedagang biasanya merubah sistem kerja dari timbangan atau literan tersebut sehingga dapat merugikan konsumen (Priskila M.N.Manege, Elia Kendek Allo, Bahrun., 2017).

Sistem kerja dari alat ini yaitu inputan yang digunakan dalam menimbang berat beras adalah load cell yang akan diproses oleh arduino uno sehingga akan menghasilkan tampilan pada LCD yaitu harga beras per kg, berat beras, total harga beras dan akan mengasilkan outputan berupa nota print out.

Dari permasalahan diatas, maka peneliti ingin membuat sistem **“RANCANG BANGUN TIMBANGAN BERAS DIGITAL DENGAN KELUARAN BERAT DAN HARGA SECARA OTOMATIS”**. Sistem kerja dari alat ini yaitu harga beras dapat disetting dengan memsukan tanda * (bintang) pada keypad lalu akan masuk kemenu setting harga kemudian pilih jenis beras, masukan harga

beras jika sudah memasukan harga beras selanjutnya dengan menekan tanda # (pagar) maka harga akan tersimpan.

1.2 Ruang Lingkup Penelitian

Berdasarkan dari hasil penelitian yang telah dilakukan, maka ruang lingkup dalam penelitian ini, yaitu;

1. Menggunakan arduino Mega2560 sebagai pengelola data dari sensor berat (*Load Cell*) dan menampilkan hasil yang dikelola berupa berat (Kg) tersebut ke *LCD*.
2. Sensor yang digunakan adalah *Load Cell* 25 Kg.
3. Beras yang akan diukur berupa 4 (empat) merek beras dengan harga yang berbeda.

1.3 Rumusan Masalah

Berdasarkan dari latar belakang yang telah dikemukakan, maka rumusan masalah dalam penelitian ini, yaitu:

1. Bagaimana merancang timbangan beras digital dengan keluaran berat dan harga secara otomatis ?
2. Bagaimana hasil dari sistem kerja *Load cell* sebagai sensor berat?

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah dapat merancang dan membuat timbangan beras digital dengan keluaran berat dan harga berbasis arduino Mega2560 sehingga dapat diaplikasikan dalam dunia industri perdagangan beras dan memudahkan pekerjaan pedagang.

1.5 Manfaat Penelitian

1. Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah alat dapat digunakan untuk mempermudah dalam proses penimbangan.
2. Memberikan informasi yang jelas mengenai timbangan beras, harga, merek

beras dan nota hasil penimbangan kepada konsumen.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan yang digunakan dalam tugas akhir ini terbagi dalam beberapa pokok bahasan, yaitu :

BAB I PENDAHULUAN

Dalam bab ini berisikan latar belakang masalah, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian dan manfaat penelitian.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisikan tentang teori – teori yang berkaitan dengan “Rancang Bangun Timbangan Beras Digital Dengan Keluaran Berat Dan Harga Secara Otomatis”.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menjelaskan apa yang akan digunakan dalam uji coba pembuatan alat, tahapan perancangan dari alat, diagram blok dari alat, dan cara kerja alat tersebut.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisi tentang implementasi alur, analisis dan pembahasan dari alur yang dirancang.

BAB V SIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisikan kesimpulan dari pengujian sistem serta saran apakah rangkaian ini dapat digunakan secara tepat dan dikembangkan sistem dari kerja alat.

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Studi Literatur

Penelitian tentang timbangan digital sudah pernah dilakukan oleh beberapa peneliti. Beberapa ringkasan *Studi Literatur* digunakan untuk mengetahui sejauh mana penelitian tersebut sudah dilakukan.

Penelitian yang dilakukan oleh Rahmawanto R dsn Arif Tri pada tahun 2014 berjudul Pengembangan Timbangan Buah Digital Berbasis Mikrokontroler Atmega16 dengan tujuan membuat timbangan buah memanfaatkan sensor load cell 25kg yang akan diproses oleh mikrokontroler Atmega 16. Hasil dari sistem timbangan digital yaitu memiliki persentase kesalahan rata-rata 1.05%.

Selanjutnya penelitian dengan judul rancang bangun timbangan kelapa sawit menggunakan output harga berbasis arduino uno dilakukan pada tahun 2017 oleh M.Quraisy dengan tujuan membuat alat yang mampu mempersingkat waktu dalam menimbang buah kelapa sawit dibandingkan menggunakan timbangan manual. Hasil dari penelitian ini yaitu ke erroran sebesar 0,18, hal ini dibuktikan dalam hasil yang kami peroleh dalam 10 kali percobaan.

Selanjutnya peneliti dengan judul judul rancangan bangun timbangan digital dengan kapasitas 20Kg berbasis mikrokontroler Atmega8535 dilakukan pada tahun 2017 oleh priska M.N.Manege, Elia KandeK Allo, Bahru dengan tujuan yaitu membuat timbangan digital yang akurat dari pada timbangan manual dari hasil dari penelitian yaitu alat mampu mengukur beban dengan beban maksimum 20Kg dan 0,01Kg dengan ketelitian 99,689% dan beban deviasi untuk timbangan digital 3,16%

Selanjutnya peneliti dengan judul Rancang Bangun Timbangan Digital Berbasis Sensor Beban 5 Kg Menggunakan Mikrokontroler Atmega328 dilakukan pada tahun 2016 oleh Yandra, Edwar Frendi dengan tujuan membuat suatu timbangan

digital menggunakan arduino Atmega dari hasil dari penelitian yaitu hasil eksperimen menunjukkan bahwa kinerja alat ini mampu mengukur massa 5 gram sampai dengan 4000 gram dengan error pengukuran sebesar 1,05%. Sedangkan error pengukuran massa jenis yang dibaca alat ini sebesar 1,64%. Hasil pembacaan dari alat memerlukan waktu sekitar lima detik untuk dijadikan acuan identifikasi data yang dihasilkan

2.2 Landasan Teori

2.2.1 Beras

Beras adalah biji-bijian (serealia) dari famili rumput-rumputan (*gramine*) yang kaya akan karbohidrat sehingga menjadi makanan pokok manusia, pakan ternak dan industri yang mempergunakan karbohidrat sebagai bahan baku. Beras merupakan salah satu makanan pokok. Beras bisa rusak selama penyimpanan disebabkan beberapa hal, diantaranya adalah kerusakan mikrobiologis selama penyimpanan disebabkan oleh kapang, selain itu yang paling banyak merusak beras adalah jenis *Sitophilus sp.* Oleh karena itu penyimpanan beras harus dilakukan dengan baik untuk melindungi beras dari pengaruh cuaca dan hama, mencegah atau menghambat perubahan mutu dan nilai gizi. (Dianti, 2010).

Beras Giling (*Milled Rice*) adalah proses pengelupasan lapisan kulit ari sehingga didapat biji beras yang putih bersih. Biji beras yang putih bersih ini sebagian besar terdiri dari pati. Beras "giling" berwarna putih agak transparan karena hanya memiliki sedikit aleuron dan kandungan amilosa umumnya sekitar 20%. Beras putih diperoleh dari hasil penggilingan karena telah terbebas dari bagian dedaknya yang berwarna coklat. Kandungan nutrisi beras merupakan sumber karbohidrat utama di dunia. Karbohidrat merupakan penyusun terbanyak dari serealia. Karbohidrat tersebut terdiri dari pati (bagian utama), pentosan, selulosa, hemiselulosa dan gula bebas. Di dalam beras pecah kulit terkandung 85-95 % pati, 2-2,5 % pentosan dan 0,6-1,1 % gula (Dianti, 2010).

Sifat pati dalam beras sangat berpengaruh terhadap rasa nasi. Pati beras terdiri dari molekul-molekul besar yang tersusun atau dirangkai dari unit-unit gula

sederhana berupa glukosa. Kalau rangkaiannya lurus disebut amilosa dan kalau rangkaiannya bercabang disebut amilopektin. Rasio amilosa/amilopektin dapat menentukan tekstur, pera tidaknya nasi, cepat tidaknya mengeras serta lekat tidaknya nasi. Rasio amilosa/amilopektin tersebut dapat pula dinyatakan sebagai kadar amilosa saja (Koswara, 2009).

Kandungan amilosa yang terdapat pada beras, berkorelasi negatif dengan tekstur nasi. Beras dengan kadar amilosa rendah akan menghasilkan nasi yang pulen, lengket, enak, dan mengkilat. Beras dengan kadar amilosa sedang akan menghasilkan nasi yang bersifat empuk walaupun dibiarkan beberapa jam, sedangkan beras yang berkadar amilosa tinggi akan pera dan berberai (Askanovi, 2011).

Tabel 2.2 Komposisi Kimia Beras Pecah Kulit (PK) dan Beras Sosoh (BS)

Komposisi	Beras PK	Beras Sosoh
Protein (g)	7,50	6,61
Lemak (g)	2,68	0,58
Karbohidrat (g)	76,17	79,34
Gula (g)	1,90	0,20
Abu (g)	1,27	0,58
Kalsium (mg)	33,00	9,00
Magnesium (mg)	143,00	35,00
Phosphorus (mg)	264,00	108,00
Iron (mg)	1,80	0,80
Thiamin (mg)	0,41	0,07
Niacin (mg)	4,30	1,60
Asam pantotenat (mg)	1,49	1,34
Sumber: USDA, 2010		

2.2.2 Jenis-Jenis Beras

Menurut (Laseduw, 2014) jenis-jenis beras yang dapat ditemukan dipasaran antara lain:

1. Beras Putih

Beras putih adalah padi yang sudah digiling dan bersih dari bekatul serta kulit arinya sehingga beras yang dihasilkan berwarna putih. Beras putih memiliki sifat pulen namun dari segi nutrisi zat gizinya lebih rendah daripada jenis beras yang lain.

2. Beras Cokelat

Beras cokelat sebenarnya merupakan beras putih yang masih memiliki bekatul serta kulit ari. Bekatul dan 11 kulit ari memiliki banyak sekali nutrisi, vitamin, mineral dan juga serat. Beras cokelat terkadang sering dianggap sebagai beras merah karena bentuk dan warnanya hampir sama.

3. Beras Merah

Beras merah mudah sekali dikenali dengan warnanya yang kemerahan. Warna merah tersebut berasal dari lapisan bekatul atau aleuron yang mengandung senyawa antosianin, yaitu suatu zat yang membuat beras ini berwarna merah.

4. Beras Hitam

Beras hitam merupakan beras yang langka. Beras hitam sering disebut forbidden rice. Beras hitam bukanlah beras ketan hitam, karena keduanya berbeda. Beras ini mengandung senyawa antosianin yang sangat tinggi, sehingga beras yang dihasilkan berwarna hitam atau keunguan. Beras hitam memiliki tekstur agak pera serta kurang cocok untuk dijadikan nasi. Beras hitam yang baik memiliki warna yang hitam mengkilat serta tidak banyak kutu.

5. Beras Ketan Putih

Beras ketan putih banyak digunakan sebagai bahan baku kue, cake, brownies, dan makanan kecil lainnya. Beras ketan putih berwarna putih, karena mengandung amilopektin yang sangat tinggi.

6. Beras Ketan Hitam

Beras ketan hitam tidak memiliki sifat pulen seperti beras ketan putih. Beras ketan hitam umumnya memiliki tekstur agak pera. Sehingga beras ketan hitam sering

dijadikan bahan campuran untuk tapai ketan, bubur ketan hitam maupun bahan baku kue tradisional.

Selain jenis jenis beras, ada juga bermagai macam merk beras. Hasil yang didapat dari pasar tradisional macam macam merk beras bisa dilihat pada table 2.3.

Tabel 2.3 Macam - Macam Merek Beras

NO	Jenis Beras
1	Beras Pak Tani
2	Beras Mawar
3	Beras Raja Lele
4	Beras Raja Udang
5	Beras Cap Udang Mas
6	Beras Bengawan Murah
7	Beras Cap Tawon
8	Beras Cap Rosita
9	Beras Membramo Cap Glatik
10	Beras Mentik Wangi
11	Beras Cap Kodok
12	Beras Cap Duren
13	Beras Cap Piala
14	Beras Cap Ketupat
15	Beras Cap Guci Emas
16	Beras Cap Rojo Lele
17	Beras Cap Raja Lele
18	Beras Cap Putri Biru
19	Beras Cap Maskot
20	Beras Bramo Cap Raja Udang
21	Beras Cap Mangga
22	Beras Cap Tawon
23	Beras Cap Pinpin
24	Beras Cap Beruang Merah BEST SELLER !
25	Beras Cap Lahap
26	Beras Cap Kelapa
27	Beras Cap Nuri
28	Beras Cap Kereta Romawi

2.2.3 Pengertian Timbangan

Timbangan (biasanya disebut "*scales*" dalam bahasa Inggris dan bahasa Inggris Australia, atau "*scale*" dalam Bahasa Inggris AS) adalah alat ukur untuk menentukan berat atau massa benda. Sebuah timbangan dengan sistem pegas

mengukur berat dengan mengukur jarak pegas yang terentang akibat beban. Timbangan biasa digunakan dalam dunia industri dan komersial, dari mulai produk ringan hingga berat yang dijual berdasarkan kebutuhannya. Timbangan yang biasa digunakan untuk mengukur berat badan manusia biasa disebut timbangan medis atau timbangan kamar mandi.



a. timbangan elektronik



b timbangan analog / timbangan pegas

Gambar 2.1. jenis-jenis timbangan

A. Timbangan Elektronik

Ada dua jenis timbangan badan analog atau mekanik dan digital. Timbangan analog atau mekanik sudah sangat populer dalam kehidupan kita. Namun seiring cepatnya laju perkembangan teknologi, secara perlahan kerja sistem analog tersisih oleh sistem digital mesti belum dapat dikatakan tergantikan. Begitupun yang terjadi pada timbangan badan, kini sudah banyak diproduksi timbangan badan digital atau timbangan elektronik. Salah satu penyebab yang mungkin terjadi adalah harga dari timbangan elektronik yang cenderung dan penggunaannya yang lebih praktis, serta tampilannya yang terkesan mewah.

Timbangan digital dikenal lebih akurat. Kita akan lebih mudah untuk membaca hasil pengukuran seperti yang ditampilkan pada *Liquid Crystal Display* (LCD). Sebagian besar timbangan digital ini bekerja menggunakan baterai tetapi ada beberapa yang memerlukan tegangan ac.

B. Timbangan Pegas (Timbangan Analog)

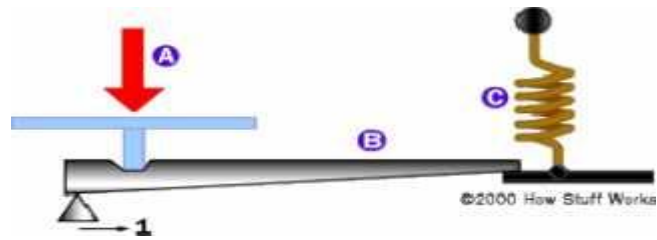
Timbangan jenis ini banyak ditemukan di pasar-pasar tradisional yang digunakan oleh para pedagang untuk mengukur beban seperti sayuran, buah-buahan dan ikan. Timbangan ini dipilih karena skala pengukuran yang tak terlalu besar dan sederhana dalam penggunaannya, sehingga cocok untuk digunakan dalam usaha-usaha tersebut di atas.

Prinsip kerja timbangan pegas pada dasarnya menggunakan prinsip kerja tuas atau pengungkit. Tuas merepresentasikan penekanan beban yang jatuh pada titik tumpu menjadi lebih ringan berkali kali dari seharusnya. Ujung tuas terhubung pada pegas melalui sebuah lempeng besi yang bergerigi di bawah pegas yang terhubung dengan penunjuk skala beban. Pada timbangan dipergunakan dua buah pegas yang terpusat pada besi bergerigi sebagai penggerak penunjuk skala beban, penggunaan dua buah pegas ditujukan untuk memusatkan berat pada titik tumpu tepat di tengah kedua pegas sehingga beban dapat terukur secara terpusat ketika beban diberikan dan juga untuk memberikan keadaan setimbang nol ketika tidak ada beban yang diberikan pada timbangan.



Gambar 2. 2 Timbangan pegas.

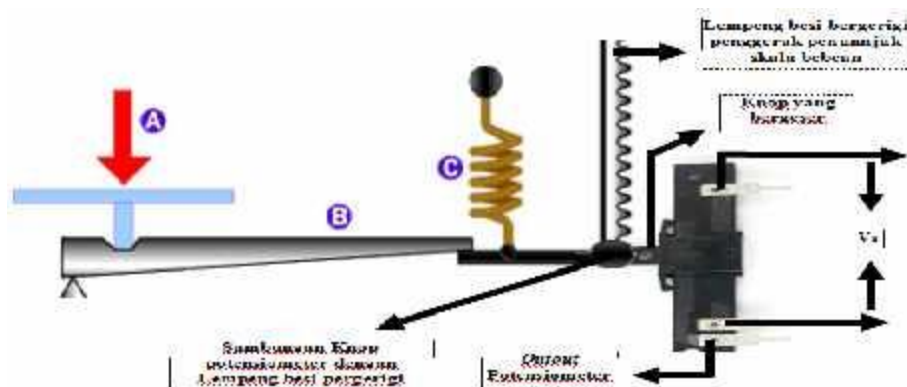
Pada timbangan di atas terdapat prinsip kerja yang sama seperti timbangan analog pada umumnya yang menggunakan pegas sebagai indikator beban. Semakin besar beban yang diberikan, semakin besar tegangan pegas yang terjadi.



Gambar 2.3. Kerja timbangan pegas.

Tuas diberi titik tumpu pada salah satu ujung dan pada ujung lain direkatkan dengan pegas. Keterangan gambar di atas adalah A merupakan titik beban yang akan menekan pengungkit B. Panjang pengungkit di sini merupakan titik kuasa dan C adalah pegas yang akan berubah ubah panjangnya sesuai dengan tekanan yang terjadi akibat beban yang diberikan pada titik A. Selanjutnya pada ujung bawah titik C ini akan dihubungkan dengan potensiometer geser, tujuannya adalah untuk mendapatkan nilai konversi beban ke tegangan, atau mengubah bentuk dari besaran fisis menjadi besaran listrik. Potensiometer geser yang diberikan bernilai 100 K Ohm dan diberi tegangan sebesar 5 volt, yang berarti bahwa maksimal beban berat yang mampu diukur timbangan adalah sama dengan tegangan 5 volt.

Dalam penelitian ini timbangan pegas yang digunakan adalah timbangan buah dengan kapasitas 15 Kg, yang berarti bahwa 15 Kg beban terukur oleh timbangan setara dengan 5 volt pada alat ukur volt meter.



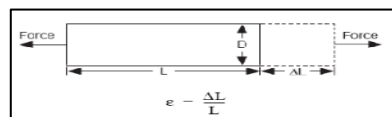
Gambar 2.4. Sistem konversi beban ke tegangan

2.3 Perangkat Keras Yang Digunakan

2.3.1 Sensor Load Cell

Load cell atau biasa disebut dengan deformasi *strain gauge* adalah sensor yang digunakan untuk mengukur berat atau beban dari suatu benda dalam ukuran besar. Sensor *load cell* ini sering diaplikasikan pada jembatan timbang mobil atau alat ukur berat dalam skala besar. Sensor *load cell* adalah *grid metal-foil* yang tipis yang dilekatkan pada permukaan dari struktur. Apabila komponen atau struktur dibebani, terjadi strain dan ditransmisikan ke *foil grid*. Tahanan *foil grid* berubah sebanding dengan strain induksi beban (Sugirawan, Muntini, & Pramono, 2009).

Transduksi massa dapat bervariasi bergantung pada perubahan parameter fisika yang digunakan. Sensor massa juga dapat menggunakan divais berbasis *piezoresistif*, kapasitif, mekanis dan lain-lain. *Piezoresistif* yang populer adalah *load cell* yang memanfaatkan perubahan resistansi *strain gauge* setiap mendapat deformasi dari posisi setimbang sebagai akibat pembebanan massa tertentu. Strain adalah sejumlah deformasi pada material sebagai pengaruh dari aplikasi gaya. Lebih spesifik, strain (ϵ) didefinisikan sebagai perbandingan perubahan panjangnya, (Kendali, 2016) sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 2.5 di bawah ini :

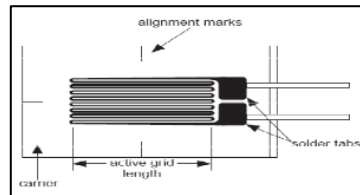


Gambar 2.5 Definisi Strain

(Sumber <http://elektronika.blogspot.co.id/2017>)

Terdapat beberapa metode untuk mengukur strain, yang berikut ini adalah dengan *load cell*, sebuah peralatan dengan beberapa resistansi bervariasi dan proporsional dengan sejumlah strain dalam divais. Sebagai contoh, *piezoresistive load cell* yang merupakan *semiconductor device* di mana resistansi berubah taklinier dengan strain. Gauge, yang paling luas digunakan adalah *bonded metallic strain gauge*, berisi beberapa *fine wire* atau metallic foil yang disusun dalam pola garis

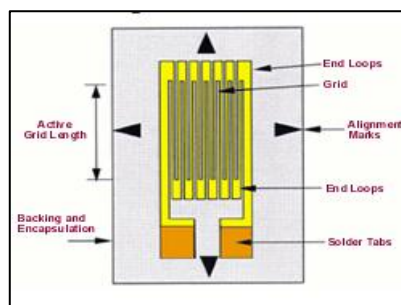
(*grid*) seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.6 Pola garis dimaksi-maksi dengan sejumlah kawat metalik dalam arah paralel.



Gambar 2.6 Pola Garis Metal IC Load Cell

(Sumber <http://elektronika.blogspot..co.id/2017>)

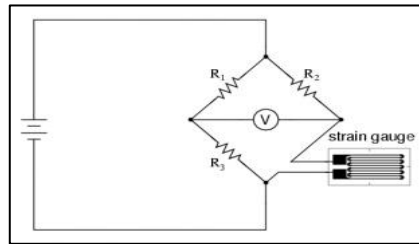
Sensor load cell pada umumnya adalah tipe *metal-foil*, dimana konfigurasi *grid* dibentuk oleh proses *photoeching*. Karena prosesnya sederhana, maka dapat dibuat bermacam macam ukuran *gauge* dan bentuk *grid*. Untuk macam *gauge* yang terpendek yang tersedia adalah 0,20 mm; yang terpanjang adalah 102 mm. Tahanan *gauge standard* adalah 120 mm dan 350 ohm, selain itu ada *gauge* untuk tujuan khusus tersedia dengan tahanan 500, 4000, dan 4000 ohm. Untuk struktur dari *sensor load cell* bisa dilihat pada gambar 2.7.



Gambar 2.7 Struktur Sensor Load Cell

(Sumber <http://elektronika.blogspot..co.id/2017>)

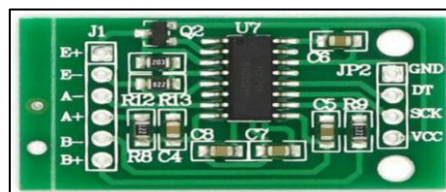
Aplikasi *load cell/strain gauge* sama dengan prinsip kerja jembatan *wheatstone*. Rangkaian yang ada pada *load cell* sama seperti rangkaian jembatan *wheatstone* seperti gambar 2.8 berikut.



Gambar 2.8 Jembatan *Wheatstone*
 (Sumber <http://elektronika.blogspot..co.id/2011>)

2.3.2 Modul Weighing Sensor HX711

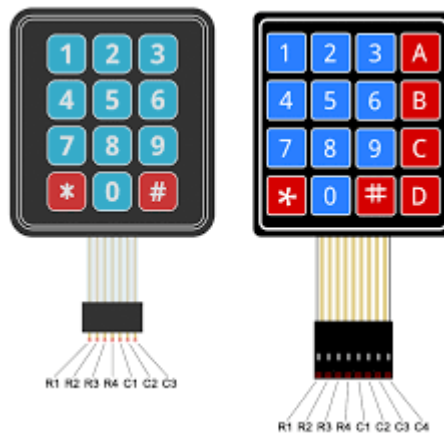
HX711 adalah modul timbangan, yang memiliki prinsip kerja mengkonversi perubahan yang terukur dalam perubahan resistansi dan mengkonversinya ke dalam besaran tegangan melalui rangkaian yang ada. Modul melakukan komunikasi dengan computer/mikrokontroler melalui TTL232. Modul HX711 merupakan sebuah Op-amp namun kelebihan dari modul ini adalah struktur yang sederhana, mudah dalam penggunaan, hasil yang stabil dan *reliable*, memiliki sensitivitas tinggi, dan mampu mengukur perubahan dengan cepat. Jadi sangat cocok untuk dijadikan penguat sensor *load cell*. Prinsip kerja dari modul ini yaitu ketika bagian lain yang lebih elastic mendapat tekanan, maka pada sisi lain akan mengalami perubahan regangan yang sesuai dengan yang dihasilkan oleh *strain gauge*, hal ini terjadi karena ada gaya yang seakan melawan pada sisi lainnya. Perubahan nilai resistansi yang diakibatkan oleh perubahan gaya diubah menjadi nilai tegangan oleh rangkaian pengukuran yang ada. Dan berat dari objek yang diukur dapat diketahui dengan mengukur besarnya nilai tegangan yang timbul (Kendali, 2016). Berikut adalah bentuk fisik modul weighing sensor HX711 pada gambar 2.9.



Gambar 2.9 Modul *Weighing Sensor HX711*
 (Sumber <http://elektronika.blogspot..co.id/2017>)

2.3.3 Keypad 4x4

Keypad sering digunakan sebagai suatu input pada beberapa peralatan yang berbasis mikroprosesor atau mikrokontroler. Keypad terdiri dari sejumlah saklar, yang terhubung sebagai baris dan kolom dengan susunan seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.10. Agar mikrokontroler dapat melakukan scan keypad, maka port mengeluarkan salah satu bit dari 4 bit yang terhubung pada kolom dengan logika low “0” dan selanjutnya membaca 4 bit pada baris untuk menguji jika ada tombol yang ditekan pada kolom tersebut. Sebagai konsekuensi, selama tidak ada tombol yang ditekan, maka mikrokontroler akan melihat sebagai logika high “1” pada setiap pin yang terhubung ke baris.

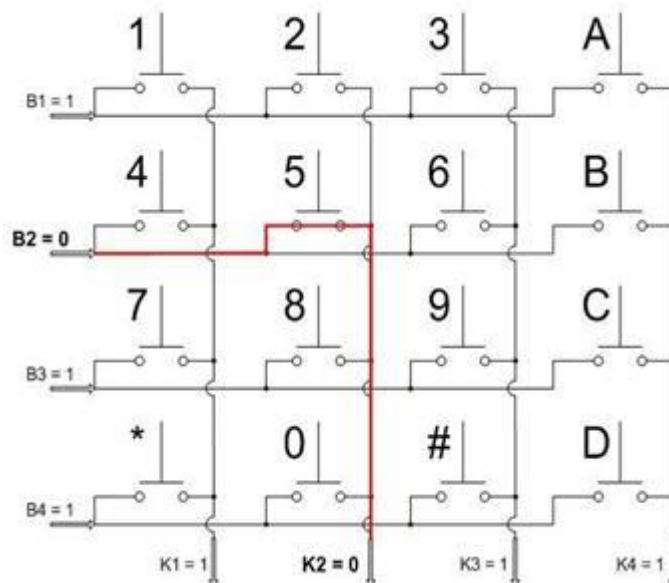


Gambar 2. 10 Bentuk Fisik Keypa 4*4

Proses pengecekan dari tombol yang dirangkai secara maktriks adalah dengan teknik scanning, yaitu proses pengecekan yang dilakukan dengan cara memberikan umpan-data pada satu bagian dan mengecek feedback umpan-balik nya pada bagian yang lain. Dalam hal ini, pemberian umpan-data dilakukan pada bagian baris dan pengecekan umpan-balik pada bagian kolom. Pada saat pemberian umpan-data pada satu baris, maka baris yang lain harus dalam kondisi inversi-nya. Tombol yang ditekan dapat diketahui dengan melihat asal data dan di kolom mana data tersebut terdeteksi:



Gambar 2.11 Skematik Keypad



Gambar 2.12 Cara kerja Keypad

terlihat bahwa B2 bernilai nol, sedangkan B1, B3, dan B4 adalah satu. Kemudian dengan mengetahui bahwa asal data dari B2, dan umpan baliknya terdeteksi pada K2, maka dapat disimpulkan bahwa tombol yang ditekan adalah tombol “5”.

2.3.4 Cara Scanning Matrix Keypad 4×4

Proses scanning untuk membaca penekanan tombol pada matrix keypad 4×4 untuk arduino dilakukan secara bertahap kolom demi kolom dari kolom pertama sampai kolom ke 4 dan baris pertama hingga baris ke 4. Program untuk scanning matrix keypad 4×4 dapat bermacam-macam, tapi pada intinya sama. Misal kita asumsikan keypad aktif LOW (semua line kolom dan baris dipasang resistor pull-up) dan dihubungkan ke port mikrokontrolr dengan jalur kolom adalah jalur

input dan jalur baris adalah jalur output maka proses scanning matrix keypad 4×4 diatas dapat dituliskan sebagai berikut.

1. Mengirimkan logika Low untuk kolom 1 (Col1) dan logika HIGH untuk kolom yang lain kemudian membaca data baris, misal tombol SW1 ditekan maka data baris pertama (Row1) akan LOW sehingga data baris yang dibaca adalah 0111, atau tombol yang ditekan tombol SW5 maka data pada baris ke akan LOW sehingga data yang terbaca 1011, atau tombol SW9 yang ditekan sehingga data yang terbaca 1101, atau tombol SW13 yang ditekan maka data yang dibaca adalah 1110 dan atau tidak ada tombol pada kolom pertama yang di tekan maka data pembacaan baris akan 1111.
2. Mengirimkan logika Low untuk kolom 2 (Col2) dan logika HIGH untuk kolom yang lain kemudian membaca data baris, misal tombol SW1 ditekan maka data baris pertama (Row1) akan LOW sehingga data baris yang dibaca adalah 0111, atau tombol yang ditekan tombol SW5 maka data pada baris ke akan LOW sehingga data yang terbaca 1011, atau tombol SW9 yang ditekan sehingga data yang terbaca 1101, atau tombol SW13 yang ditekan maka data yang dibaca adalah 1110 dan atau tidak ada tombol pada kolom pertama yang di tekan maka data pembacaan baris akan 1111.
3. Mengirimkan logika Low untuk kolom 3 (Col3) dan logika HIGH untuk kolom yang lain kemudian membaca data baris, misal tombol SW1 ditekan maka data baris pertama (Row1) akan LOW sehingga data baris yang dibaca adalah 0111, atau tombol yang ditekan tombol SW5 maka data pada baris ke 2 akan LOW sehingga data yang terbaca 1011, atau tombol SW9 yang ditekan sehingga data yang terbaca 1101, atau tombol SW13 yang ditekan maka data yang dibaca adalah 1110 dan atau tidak ada tombol pada kolom pertama yang di tekan maka data pembacaan baris akan 1111.
4. Mengirimkan logika Low untuk kolom 4 (Col4) dan logika HIGH untuk kolom yang lain kemudian membaca data baris, misal tombol SW1 ditekan maka data baris pertama (Row1) akan LOW sehingga data baris yang dibaca adalah 0111, atau tombol yang ditekan tombol SW5 maka data pada baris ke 2 akan LOW

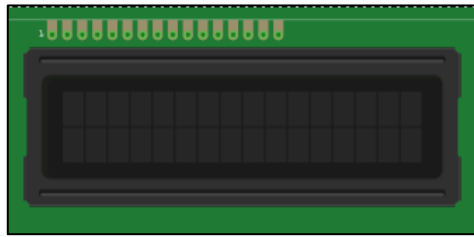
sehingga data yang terbaca 1011, atau tombol SW9 yang ditekan sehingga data yang terbaca 1101, atau tombol SW13 yang ditekan maka data yang dibaca adalah 1110 dan atau tidak ada tombol pada kolom pertama yang di tekan maka data pembacaan baris akan 1111.

Kemudian data pembacaan baris ini diolah sebagai pembacaan data penekanan tombol keypad. Sehingga tiap tombol pada matrix keypad 4x4 diatas dengan teknik scanning tersebut akan menghasilkan data penekanan tiap-tiap tombol sebagai berikut.

Tombol		Biner		Tombol		Biner	
SW1	=	0111	0111	SW9	=	0111	1101
SW2	=	1011	0111	SW10	=	1011	1101
SW3	=	1101	0111	SW11	=	1101	1101
SW4	=	1110	0111	SW12	=	1110	1101
SW5	=	0111	1011	SW13	=	0111	1110
SW6	=	1011	1011	SW14	=	1011	1110
SW7	=	1101	1011	SW15	=	1101	1110
SW8	=	1110	1011	SW16	=	1110	1110

2.3.5 LCD (Liquid Crystal Display)

Display LCD (*Liquid Crystal Display*) adalah penampil kristal cair yang terdiri atas tumpukan tipis atau sel dari dua lembar kaca yang sampingnya tertutup rapat. Permukaan luar dari masing-masing keping kaca mempunyai lapisan penghantar tembus cahaya. Sel mempunyai ketebalan sekitar 1×10^{-5} meter dan diisi dengan kristal cair. Beberapa hal yang perlu diperhatikan untuk pengaksesan LCD yaitu LCD selalu berada pada kondisi tulis (Write) yaitu dengan menghubungkan kaki R/W ke ground. Hal ini dimaksudkan agar LCD tersebut tidak pernah mengeluarkan data (pada kondisi baca) yang mengakibatkan tabrakan data dengan komponen lain di jalur bus. Penampil kristal cair memerlukan catu daya dari power supply sebesar +5 volt. Bentuk LCD seperti pada gambar 2.13 dibawah ini.



Gambar 2.13 Bentuk Fisik LCD

(Sumber <http://sainsdanteknologiku.blogspot.co.id/2017>)

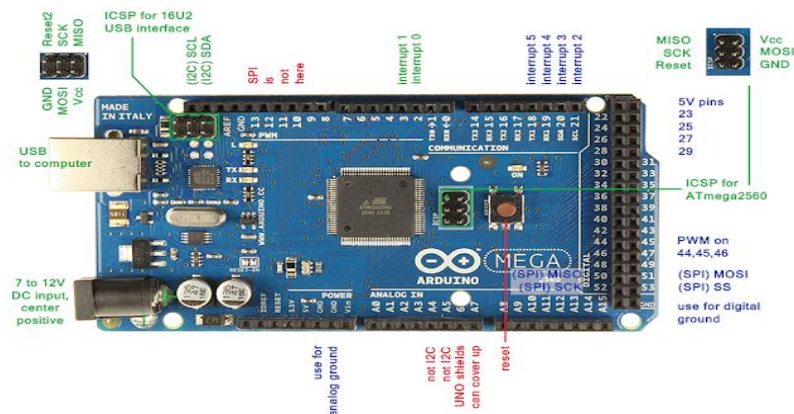
2.3.6 Mikrocontroller

Mikrocontroller adalah sekumpulan chip yang berfungsi sebagai pengontrol rangkaian elektronik dan umumnya dapat menyimpan program pada umumnya terdiri dari CPU (*Central Processing Unit*), memori, I/O tertentu dan unit pendukung seperti *Analog-to-Digital Converter* (ADC) yang sudah terintegrasi di dalamnya. Kelebihan utama dari *Mikrocontroller* ialah tersedianya RAM dan peralatan I/O pendukung sehingga ukuran board *Mikrocontroller* menjadi sangat ringkas. (Arduino, 2016).

2.3.6.1 Modul Arduino Mega 2560

Arduino Mega 2560 adalah sebuah *Board* Arduino yang menggunakan *ic* Mikrokontroler ATmega 2560. Board ini memiliki Pin I/O yang relatif banyak, 54 *digital Input / Output*, 15 buah di antaranya dapat di gunakan sebagai *output PWM*, 16 buah *analog Input*, 4 *UART*. Arduino Mega 2560 di lengkapi kristal 16. Mhz Untuk penggunaan relatif sederhana tinggal menghubungkan *power* dari *USB* ke *PC / Laptop* atau melalui *Jack DC* pakai adaptor 7-12 V DC. (Sumber : <http://www.labelektronika.com/2017/02/arduino-mega-2560-mikrokontroler.html>)

2.14.



Gambar 2.14 Arduino Mega 2560
(Sumber <https://www.arduino.com>,2016)

2.4 Perangkat Lunak Yang Digunakan

Pengertian perangkat lunak atau biasa disebut software adalah sekumpulan data elektronik yang sengaja disimpan dan diatur oleh komputer berupa program ataupun instruksi yang akan menjalankan sebuah perintah. Perangkat lunak atau software disebut juga sebagai penerjemah perintah-perintah yang dijalankan oleh user untuk diteruskan dan diproses oleh perangkat keras (hardware). Dengan adanya perangkat lunak inilah sebuah sistem mampu menjalankan perintah.

2.4.1 Software Mikrokontroler Arduino Mega 2560

Software arduino yang digunakan adalah *driver* dan IDE, walaupun masih ada beberapa *software* lain yang sangat berguna selama pengembangan arduino. *Integrated Development Environment* (IDE), suatu program khusus untuk suatu komputer agar dapat membuat suatu rancangan atau *sketsa* program untuk papan *Arduino*. IDE *arduino* merupakan *software* yang sangat canggih ditulis dengan menggunakan *java*. IDE arduino terdiri dari :

1. Editor Program

Sebuah *window* yang memungkinkan pengguna menulis dan mengedit program dalam bahasa *processing*.

2. Compiler

Berfungsi untuk kompilasi *sketch* tanpa unggah ke *board* bisa dipakai untuk pengecekan kesalahan kode *sintaks sketch*. Sebuah modul yang mengubah kode program menjadi kode *biner* bagaimanapun sebuah mikrokontroler tidak akan bisa memahami bahasa *processing*.

3. Uploader

Berfungsi untuk mengunggah hasil kompilasi *sketch* ke *board* target. Pesan *error* akan terlihat jika *board* belum terpasang atau alamat *port* COM belum terkonfigurasi dengan benar. Sebuah modul yang memuat kode *biner* dari komputer ke dalam *memory* didalam papan *arduino*.(Sumber: B.Gustomo, 2015).

2.4.1.1 Program Arduino Ide

```
#include <HX711.h>
#include <Keypad.h>
#include <LiquidCrystal.h>
#include <EEPROM.h>
#include "Adafruit_Thermal.h"
#include "SoftwareSerial.h"
#define DOUT 2
#define CLK 3
HX711 scale;
SoftwareSerial mySerial(A1, A0);
Adafruit_Thermal printer(&mySerial);;
LiquidCrystal lcd2(7,8,9,10,11,12);
LiquidCrystal lcd(31,32,33,34,35,36);

const byte ROWS = 4;
const byte COLS = 4;
//define the symbols on the buttons of the keypads
char hexaKeys[ROWS][COLS] = {
  {'1','2','3','A'},
  {'4','5','6','B'},
  {'7','8','9','C'},
  {'*','0','#','D'}
};
byte rowPins[ROWS] = {22,23,24,25};
byte colPins[COLS] = {26,27,28,29};
Keypad customKeypad = Keypad( makeKeymap(hexaKeys), rowPins, colPins, ROWS, COLS);
float calibration_factor = 130150.03;
```

Gambar 2.15 Tampilan Program Arduino Ide

Kode Program *Arduino* biasa disebut *sketch* dan dibuat menggunakan bahasa pemrograman C. Program atau *sketch* yang sudah selesai ditulis di *Arduino* IDE bisa langsung *dicompile* dan *diupload* ke *Arduino Board*. Secara sederhana,

sketch dalam *Arduino* dikelompokkan menjadi 3 blok (lihat gambar di atas), Header, Setup dan Loop. Adapun penjelasannya sebagai berikut:

2.4.1.2 Header

Pada bagian ini biasanya ditulis definisi-definisi penting yang akan digunakan selanjutnya dalam program, misalnya penggunaan *library* dan pendefinisian *variable*. *Code* dalam blok ini dijalankan hanya sekali pada waktu compile.

2.4.1.3 Setup

Di sinilah awal program *Arduino* berjalan, yaitu di saat awal, atau ketika *power on Arduino board*. Biasanya di blok ini diisi penentuan apakah suatu pin digunakan sebagai *input* atau *output*, menggunakan perintah *pinMode*. Inisialisasi *variable* juga bisa dilakukan pada blok dibawah ini, Contoh menggunakan *variable* dari penggunaan void setup pada program arduino.

```
void setup() {  
  // set the digital pin as output:  
  pinMode(ledPin, OUTPUT);  
}
```

OUTPUT adalah suatu makro yang sudah didefinisikan Arduino yang berarti = 1. Jadi perintah di atas sama dengan `pinMode(led, 1)`; suatu pin bisa difungsikan sebagai *OUTPUT* atau *INPUT*. Jika difungsikan sebagai output, dia siap mengirimkan arus listrik (maksimum 100 mA) kepada beban yang disambungkannya. Jika difungsikan sebagai INPUT, pin tersebut memiliki *impedance* yang tinggi dan siap menerima arus yang dikirimkan kepadanya.

2.4.1.4 Loop

Blok ini akan dieksekusi secara terus menerus. Apabila program sudah sampai akhir blok, maka akan dilanjutkan dengan mengulang eksekusi dari awal blok. Program akan berhenti apabila tombol *power Arduino* di matikan. Di sinilah fungsi utama program *Arduino* kita berada.

```

void loop() {
  digitalWrite (led,HIGH);//Nyala LED 1000
  delay (1000);
  digitalWrite (led,LOW);//MATI LED 1000
  delay (1000);}
}

```

Perintah *digitalWrite* (pinNumber,nilai) akan memerintahkan arduino untuk menyalakan atau mematikan tegangan di pin *Number* tergantung nilainya. Jadi perintah di atas *digitalWrite* (led,HIGH) akan membuat pin nomor 13 (karena di header dideklarasikan led = 13) memiliki tegangan = 5V (HIGH). Hanya ada dua kemungkinan nilai *digitalWrite* yaitu *HIGH* atau *LOW* yang sebetulnya adalah nilai integer 1 atau 0. Kalau sudah dibuat program di atas, selanjutnya kita ambil kabel USB yang diikutsertakan pada saat membeli *Arduino*, pasang ke komputer dan *board arduino*, dan *upload* programnya. Lampu LED yg ada di *Arduino* board kita akan kelap-kelip. Sekedar informasi, sebuah LED telah disediakan di *board Arduino Uno* dan disambungkan ke pin 13.

Selain blok *setup()* dan *loop()* di atas kita bisa mendefinisikan sendiri blok fungsi sesuai kebutuhan. Kita akan jumpai nanti pada saat pembahasan proyek. (Sumber: Septa Ajjie, 2016)

2.4.2 Software ISIS & ARES Proteus 7.0

Proteus adalah sebuah software untuk mendesain PCB yang juga dilengkapi dengan simulasi PSpice pada level skematik sebelum rangkaian skematik di-upgrade ke PCB sehingga sebelum PCBnya di cetak kita akan tahu apakah PCB yang akan kita cetak apakah sudah benar atau tidak. Proteus mampu mengkombinasikan program ISIS untuk membuat skematik desain rangkaian dengan program ARES untuk membuat layout PCB dari skematik yang kita buat. Software Proteus ini bagus digunakan untuk desain rangkaian mikrokontroler. Proteus juga bagus untuk belajar elektronika seperti dasar-dasar elektronika sampai pada aplikasi pada mikrokontroler. Software Proteus ini menyediakan banyak contoh aplikasi desain yang disertakan pada instalasinya.

Sehingga memungkinkan bisa belajar dari contoh-contoh yang sudah ada. Fitur-fitur yang terdapat dalam Proteus adalah sebagai berikut :

1. Memiliki kemampuan untuk mensimulasikan hasil rancangan baik digital maupun analog maupun gabungan keduanya.
2. Mendukung simulasi yang menarik dan simulasi secara grafis.
3. Mendukung simulasi berbagai jenis microcontroller seperti PIC 8051 series
4. Memiliki model-model peripheral yang interactive seperti LED, tampilan LCD, RS232, dan berbagai jenis library lainnya.
5. Mendukung instrument-instrument virtual seperti voltmeter, ammeter, oscilloscope, logic analyser, dan lain-lainnya.
6. Memiliki kemampuan menampilkan berbagai jenis analisis secara grafis seperti transient, frekuensi, noise, distorsi, AC dan DC, dan lain-lainnya.
7. Mendukung berbagai jenis komponen-komponen analog.
8. Mendukung open architecture sehingga kita bisa memasukkan program seperti C++.
9. untuk keperluan simulasi.
10. Mendukung pembuatan PCB yang di-update secara langsung dari program ISIS ke program pembuat PCB-ARES.

ISIS dipergunakan untuk keperluan pendidikan dan perancangan. Beberapa fitur umum dari ISIS adalah sebagai berikut :

1. Windows dapat dioperasikan pada Windows 98/Me/2k/XP dan Windows terbaru.
2. Routing secara otomatis dan memiliki fasilitas penempatan dan penghapusan dot.
3. Sangat powerful untuk pemilihan komponen dan pemberian properties-nya.
4. Mendukung untuk perancangan berbagai jenis bus dan komponen-komponen pin, port modul dan jalur.
5. Memiliki fasilitas report terhadap kesalahan-kesalahan perancangan dan simulasi elektrik.

6. Mendukung fasilitas interkoneksi dengan program pembuat PCB-ARES.
7. Memiliki fasilitas untuk menambahkan package dari komponen yang belum didukung.

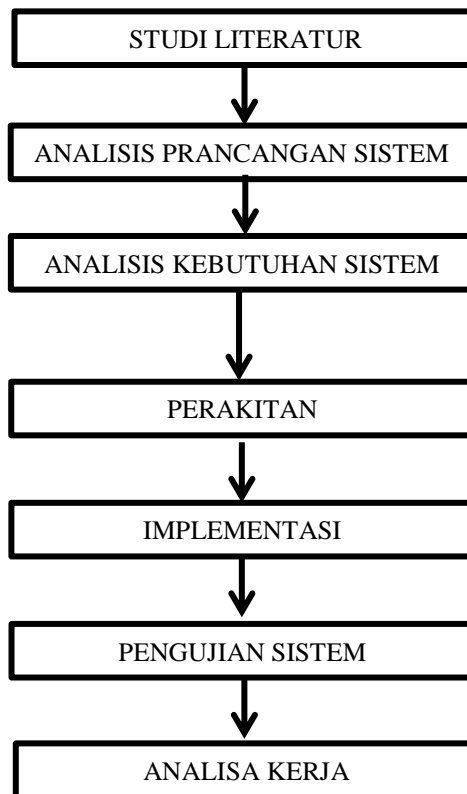
ARES (Advanced Routing and Editing Software) digunakan untuk membuat modul layout PCB. Adapun fitur-fitur dari ARES adalah sebagai berikut :

1. Memiliki database dengan tingkat keakuratan 32-bit dan memberikan resolusi sampai 10 nm, resolusi angular 0,1 derajat dan ukuran maksimum board sampai 10 m.
2. ARES mendukung sampai 16 layer.
3. Terintegrasi dengan program pembuat skematik ISIS, dengan kemampuan untuk menentukan informasi routing pada skematik.
4. Visualisasi board 3-Dimensi.
5. Penggambaran 2-Dimensi dengan simbol library.

Proteus lebih memiliki kelebihan pada desainnya yang sederhana, sangat mudah dan bagus digunakan untuk perancangan rangkaian mikrokontroller yang akan sangat membantu digunakan oleh mahasiswa yang mengambil mata kuliah berhubungan dengan mikrokontroller. Kelebihannya yang lain adalah sebelum PCB dicetak skematiknya bisa disimulasikan dulu.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini akan menjelaskan langkah-langkah penelitian yang akan dilakukan dalam Rancang Bangun Timbangan Beras Digital Dengan Keluaran Berat Dan Harga Secara Otomatis. Alur penelitian yang digunakan seperti pada gambar 3.1.



Gambar 3.1. Alur Penelitian

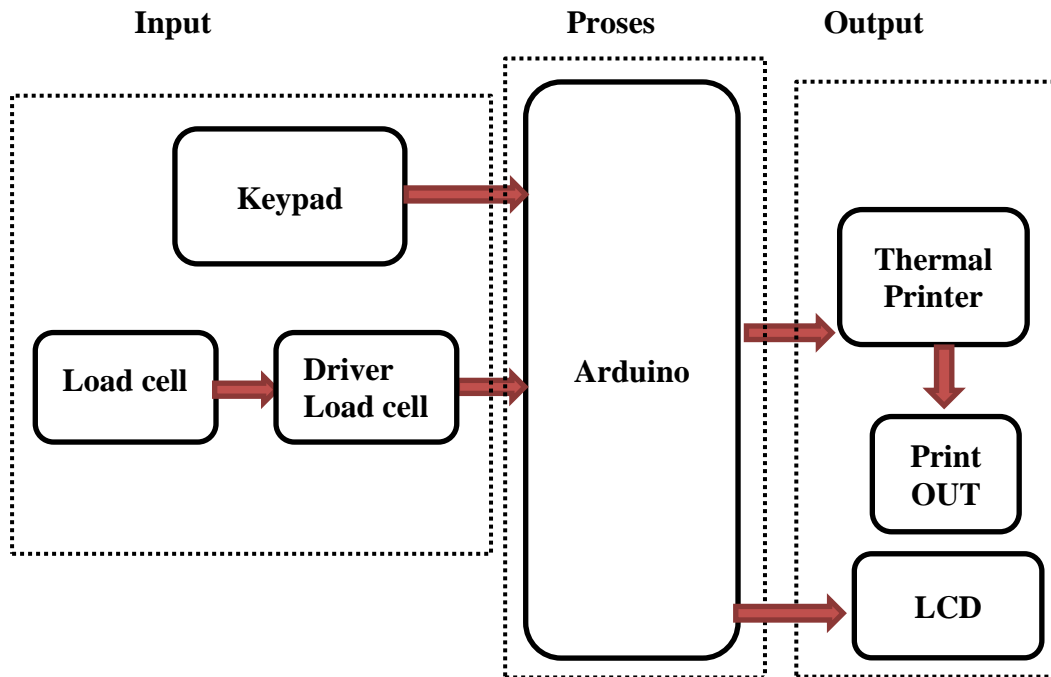
3.1 Studi Literatur

Pada metode ini penulis mencari bahan penulisan tugas akhir yang diperoleh dari buku, jurnal dan website yang terkait dengan pembuatan Rancang Bangun Timbangan Beras Digital Dengan Keluaran Berat Dan Harga Secara Otomatis.

3.2 Analisa Perancangan Sistem

Perancangan sistem merupakan suatu hal yang dilakukan untuk mempermudah proses pembuatan alat. Konsep Rancang Bangun Timbangan Beras Digital Dengan Keluaran Berat Dan Harga Secara Otomatis digambarkan pada diagram

blok dapat dilihat pada gambar 3.3 Blok diagram menjelaskan gambaran umum mengenai cara kerja dari sistem timbangan beras digital yang akan dibuat.



Gambar 3.3. Blok Diagram Sistem

Dari gambar blok diagram sistem dapat diketahui yaitu sistem kerja alat pertama dengan inputan keypad yang digunakan sebagai penyetting harga beras per kg dan untuk memilih merek beras. Untuk mengetahui berat yang ditimbang menggunakan sensor load cell dan driver load cell, agar data dapat diproses oleh arduino mega 2560. Kemudian arduino mega 2560 akan menampilkan merek beras dan harga beras yang sesuai dengan berat yang didapat dari sensor load cell. Printer thermal akan mencetak hasil data yang didapat dengan menekan tombol A pada keypad. LCD 20x4 akan digunakan sebagai tampilan dari hasil penimbangan, harga beras, merek beras dan printer thermal akan digunakan sebagai print out.

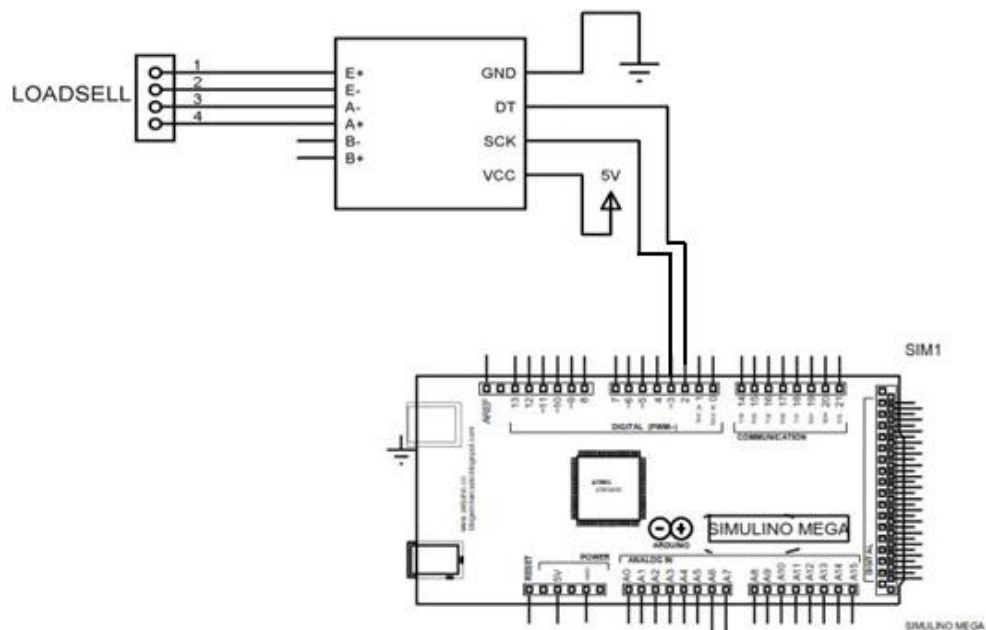
3.2.1 Perancangan Perangkat Keras

Perancangan menjadi bagian yang sangat penting dilakukan dalam pembuatan suatu alat karena dengan merancang terlebih dahulu dengan komponen yang tepat akan mengurangi berlebihnya pembelian komponen dan kerja alat sesuai dengan

yang diinginkan. Perangkat keras yang digunakan dalam merancang timbangan digital otomatis pada beras terdiri dari beberapa komponen sebagai berikut, Power supply, arduino mega 2560, keypad, driver HX711, LCD 20x4 dan sensor *load cell*. Untuk menghindari kerusakan komponen perlu dipahami juga akan karakteristik dari komponen-komponen tersebut.

3.2.1.1 Rangkaian *Sensor Load Cell*

Rangkaian *sensor load cell* digunakan sebagai *inputan* dalam mendeteksi berat beras yang akan diolah oleh arduino sehingga akan menghasilkan outputan berupa tampilan berat dan total pembayaran pada LCD 20X4 . Gambar rangkaian *Sensor load cell* layout dan tata letak dapat dilihat seperti pada gambar 3.4.



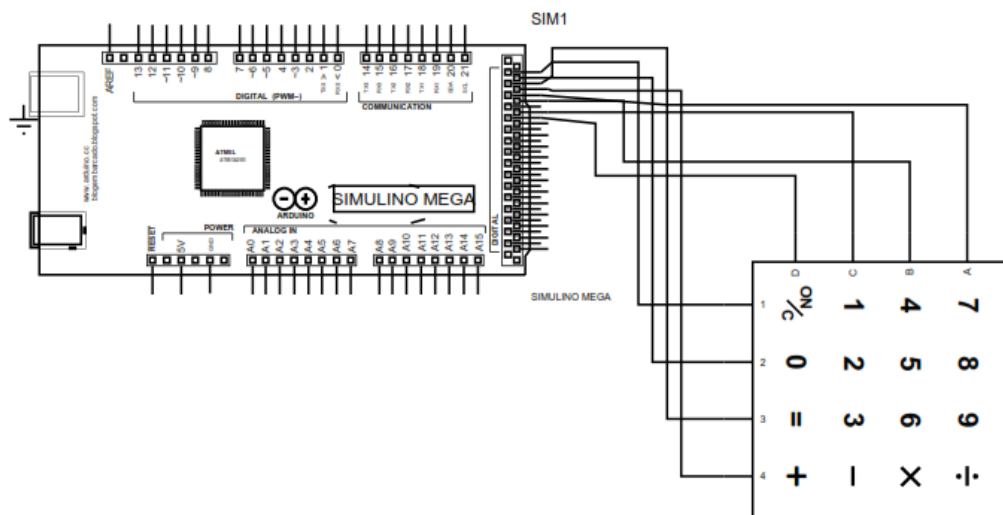
Gambar 3.4 Rangkaian Rangkaian *Sensor load cell*

Pada rangkaian *sensor load cell* hanya beberapa kaki yang dihubungkan ke pin digital *arduino mega 2560* agar hasil proses pada arduino dapat menghitung berat beras. Penggunaan Pin Arduino Mega 2560 dan *Sensor load cell* dijelaskan sebagai berikut yaitu pin DT pada driver hx711 akan masuk ke pin digital 2 pada arduino mega 2560, pin SCK pada driver hx711 akan masuk ke pin digital 3 pada

arduino mega 2560 dan pin GND pada HX711 akan masuk ke GND arduino sedangkan VCC pada HX711 akan masuk ke sumber tegangan 5volt pada arduino.

3.2.1.2 Rangkaian keypad 4x4

Rangkaian keypad 4x4 yang digunakan sebagai input berupa nomor dan beberapa karakter alphabet yang berguna untuk menampilkan berat dan hasil kalkulasi harga yang telah diolah oleh *Arduino Mega 2560*. berfungsi sebagai pengubah harga perkilogramnya mengikuti sesuai harga dipasaran gambar rangkaian keypad 4x6 dan tata letak dapat dilihat seperti pada gambar 3.5.



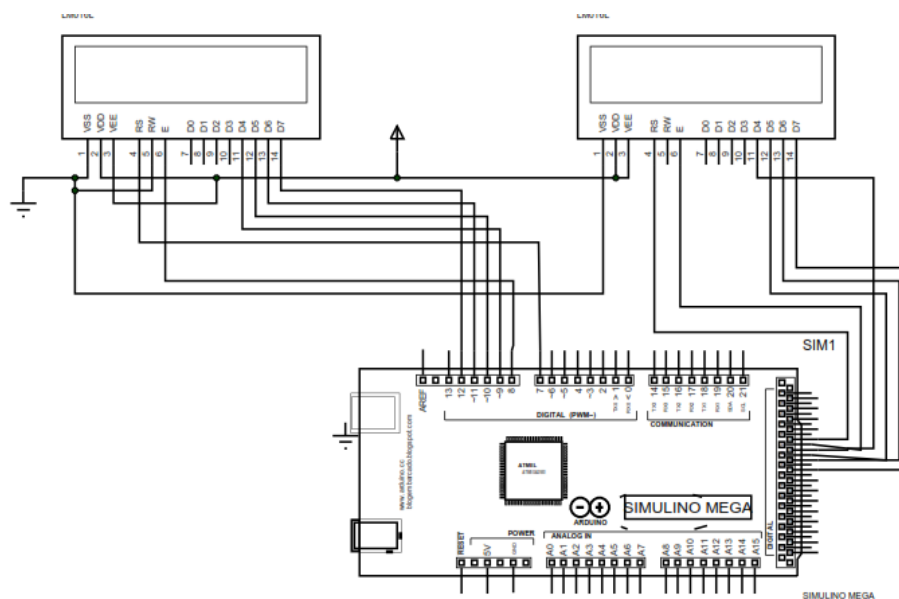
Gambar 3.5 Rangkaian Keypad 4x4

Pada rangkaian keypad hanya beberapa kaki yang dihubungkan ke pin digital *Arduino Mega 2560* agar hasil proses pada arduino dapat memberikan outputan perubahan harga. Penggunaan PIN arduino mega 2560 dan *keypad* dijelaskan sebagai berikut pin keypad A akan masuk ke pin digital 26 pada arduino mega 2560, pin keypad B akan masuk ke pin digital 27 pada arduino mega 2560, pin keypad C akan masuk ke pin digital 28 pada arduino mega 2560, pin keypad D akan masuk ke pin digital 29 pada arduino mega 2560, pin keypad 1 akan masuk ke pin digital 22 pada arduino mega 2560, pin keypad 2 akan masuk ke pin digital 23 pada arduino mega 2560, pin keypad 3 akan masuk ke pin digital 24 pada

arduino mega 2560, pin keypad 4 akan masuk ke pin digital 25 pada arduino mega 2560.

3.2.1.3 Rangkaian LCD (*Liquid Crystal Display*)

Rangkaian LCD Digunakan sebagai *output* untuk menampilkan informasi berbentuk data yang berasal dari sumber masukan dari *sensor load cell dan keypad* yang telah diolah oleh Arduino Uno. Gambar rangkaian LCD dan tata letak dapat dilihat seperti pada gambar 3.6.



Gambar 3.6. Rangkaian *Liquid Crystal Display* 20 X 4

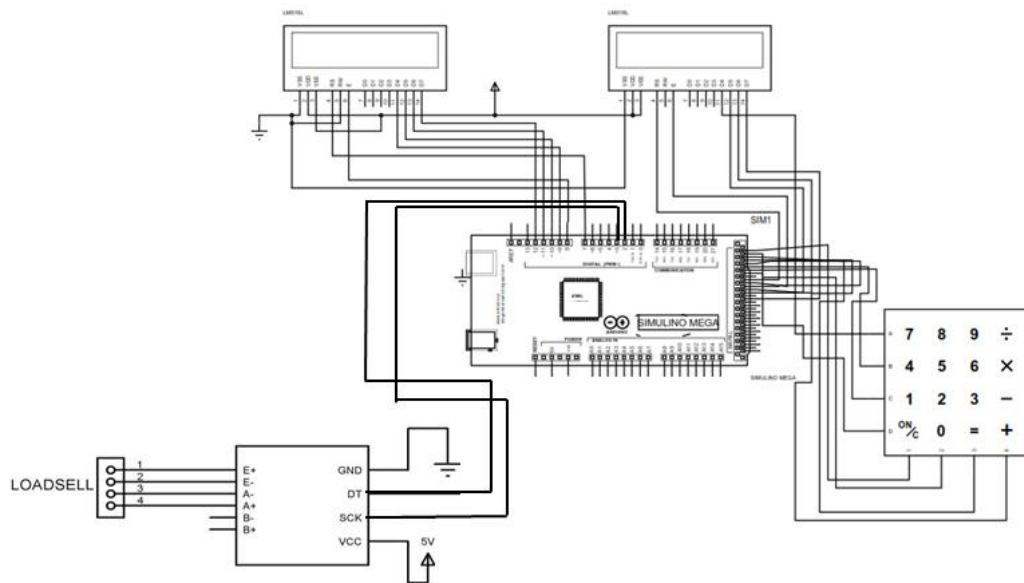
Pada rangkaian LCD hanya beberapa kaki yang dihubungkan ke pin digital arduino uno agar hasil proses pada arduino dapat ditampilkan kedalam LCD. Penggunaan Pin *Arduino Mega 2560 dan Lcd* Pada rangkaian LCD hanya beberapa kaki yang dihubungkan ke pin digital Arduino uno agar hasil proses pada arduino dapat ditampilkan kedalam LCD. Penjelasan penggunaan PIN Arduino dan LCD 1 20x4 ialah Kaki VSS pada LCD mendapat *Ground* dari sumber tegangan , Kaki VCC LCD mendapat tegangan input sebesar +5.0V dari sumber tegangan, Kaki VEE LCD terhubung dengan Pin Potensiometer, pin 4 LCD terhubung dengan Pin D31 Mikrokontroler (Arduino Mega2560), pin 6 LCD terhubung dengan Pin D32 Mikrokontroler (Arduino Mega2560), pin 11 LCD

terhubung dengan Pin D33 Mikrokontroler (Arduino Mega2560), pin 12 LCD terhubung dengan Pin D34 Mikrokontroler (Arduino Mega2560), pin 13 LCD terhubung dengan Pin D35 Mikrokontroler (Arduino Mega 2560), pin 14 LCD terhubung dengan Pin D36 Mikrokontroler (Arduino Mega2560), pin 15 mendapat Ground dari sumber tegangan dan pin 16 dapat vcc dari sumber tegangan.

Penjelasan penggunaan PIN Arduino dan LCD 2 20x4 ialah Kaki VSS pada LCD mendapat *Ground* dari sumber tegangan, Kaki VCC LCD mendapat tegangan input sebesar +5.0V dari sumber tegangan, Kaki VEE LCD terhubung dengan Pin Potensiometer, pin 4 LCD terhubung dengan Pin D7 Mikrokontroler (Arduino Mega2560), pin 6 LCD terhubung dengan Pin D8 Mikrokontroler (Arduino Mega2560), pin 11 LCD terhubung dengan Pin D9 Mikrokontroler (Arduino Mega2560), pin 12 LCD terhubung dengan Pin D10 Mikrokontroler (Arduino Mega2560), pin 13 LCD terhubung dengan Pin D11 Mikrokontroler (Arduino Mega 2560), pin 14 LCD terhubung dengan Pin D12 Mikrokontroler (Arduino Mega2560), pin 15 mendapat Ground dari sumber tegangan dan pin 16 dapat vcc dari sumber tegangan.

3.2.1.4 Rangkaian Keseluruhan

Rangkaian keseluruhan merupakan tahap terakhir dari perancangan yang telah dilakukan. Dalam tahap ini seluruh komponen dipasang sesuai dengan sistem yang telah dibuat, Adapun rangkaian keseluruhan dapat dilihat pada gambar 3.8.

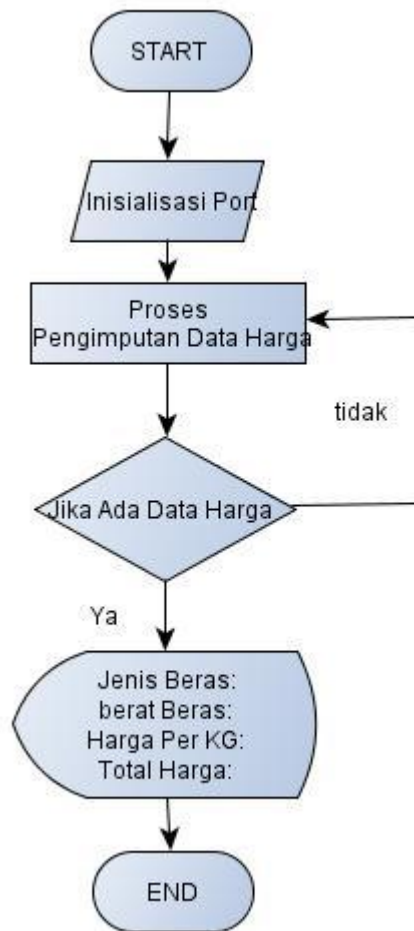


Gambar 3.7 Rangkaian Keseluruhan

Arduino akan membaca keluaran tegangan *load cell* yang sudah di converter oleh driver Load Cell (HX711). Arduino juga membaca data yang diberikan oleh keypad untuk menyesuaikan harga perkilogramnya. Lalu dari arduino mengeluarkan output ke LCD berupa hasil timbangan, harga perkilogram, dan total harga.

3.2.2 Perancangan Perangkat Lunak

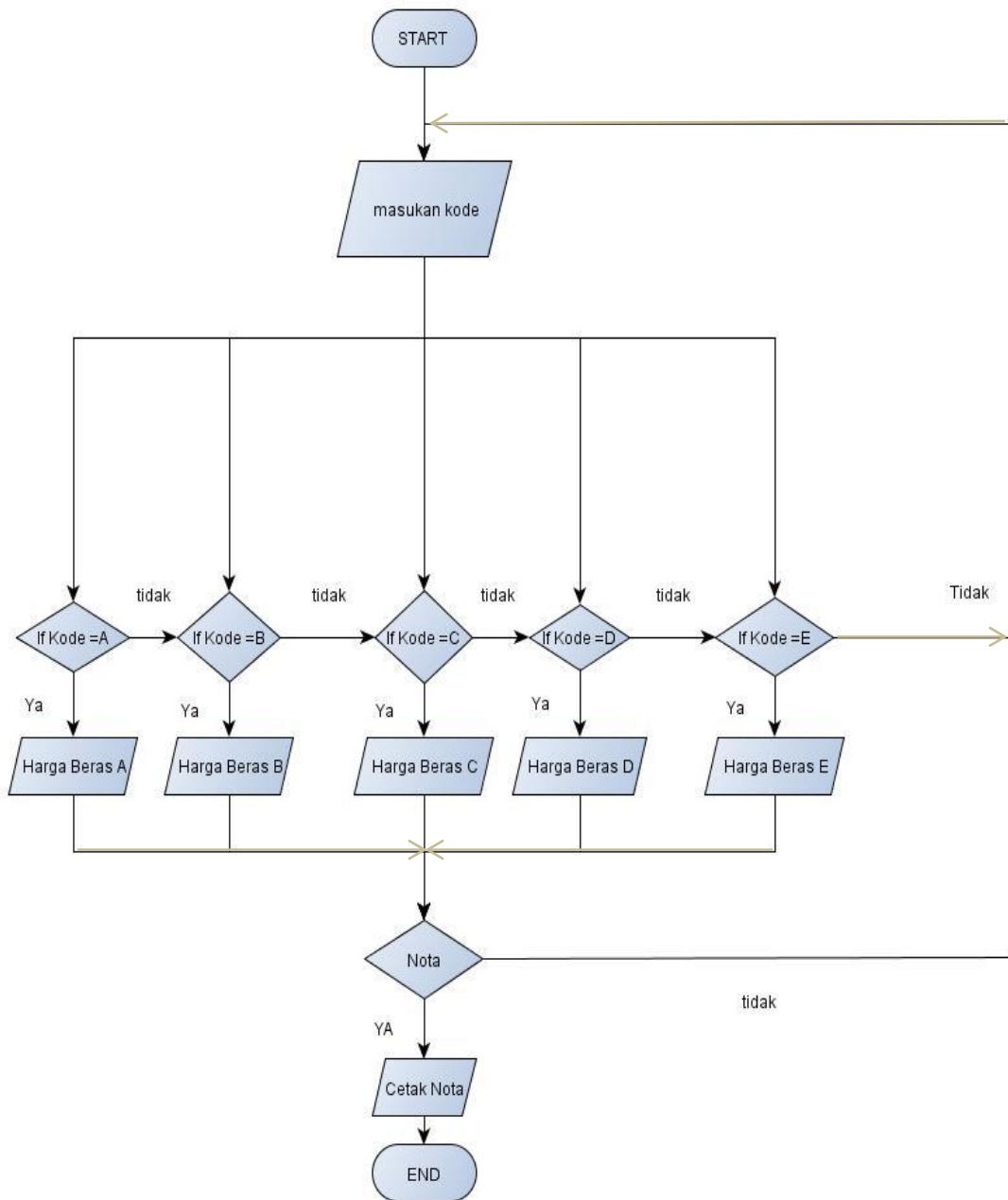
Perancangan perangkat lunak dibuat dari pembuatan *flowchart* untuk pembuatan pada *hardware*. Pada gambar 3.8. akan ditampilkan *flowchart* dari program yang akan dibuat dalam penelitian ini.



Gambar 3.8 Flowcart Sistem Penginputan Harga

Di bawah ini merupakan penjelasan dari *flowchart* program pada gambar 3.8:

1. Start Memulai sistem yang akan bekerja
2. Inisialisasi Merupakan proses pengolahan data dari pin input ataupun output dari memori
3. Proses pengimputan data harga digunakan adaah yaitu menyssetting harga sesuai harga dipasar tradisional
4. Jika ada data harga maka tampilan pada LCD yaitu jenis beras, berat beras, harga beras per kg dan total harga beras
5. End Akhir dari system



Gambar 3.9 Flowchat Sistem Penimbangan

Di bawah ini merupakan penjelasan dari *flowchart* program pada gambar 3.9:

1. Start Memulai sistem yang akan bekerja
2. Inisialisasi Merupakan proses pengolahan data dari pin input ataupun output dari memori
3. Masukan kode digunakan sebagai proses pemilihan jenis beras.

4. Jika salau satu kode dimasukan maka selanjutnya akan menghitung harga per Kg sesuai dengan harga yang disetting dari masing-masing kode.
5. Jika berat beras sudah didapat maka akan ditampilkan di database PC
6. Tampilan LCD akan menampilkan total berat pada beras dan total harga beras jika tampilan LCD sudah berkerja maka Print out nota akan berkerja
7. End Akhir dari sistem.

3.3 Analisa Kebutuhan Sistem

Tahapan selanjutnya setelah membuat rancangan perangkat keras dan perangkat lunak yaitu membuat analisa kebutuhan sistem. Analisa kebutuhan sistem dilakukan untuk mengetahui alat dan komponen serta perangkat lunak apa saja yang akan digunakan untuk mengimplementasikan sistem.

3.3.1 Alat

Sebelum membuat Rancang Bangun Timbangan Beras Digital Dengan Keluaran Berat Dan Harga Secara Otomatis ada beberapa peralatan yang harus disiapkan. Daftar peralatan yang digunakan dalam penelitian ini akan dituliskan pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Alat Yang Dibutuhkan

No	Nama Alat	Spesifikasi	Fungsi	Jumlah
1	Komputer/ laptop	Window 7-10 32/64bit	Untuk membuat seberas aplikasi yang akan di pakai di perangkat keras dan perangkat lunak	1 unit
2	Multitester	Analog/Digital	digunakan untuk mengukur tegangan (ACV-DCV), dan kuat arus (mA- μ A)	1 beras
3	Obeng	Obeng + dan -	Untuk merangkai alat	1 beras
4	Solder	-	Untuk menempelkan timah ke komponen	1 beras
5	Bor pcb	-	Untuk membuat lobang baut atau komponen	1 beras

6	Tang Potong	-	Untuk memotong kabel dan kaki komponen	1 beras
7	Kit Arduino	-	Komponen Komplit arduino UNO	1 beras

3.3.2 Komponen

Sebelum membuat Rancang Bangun Timbangan Beras Digital Dengan Keluaran Berat Dan Harga Secara Otomatis ada beberapa peralatan yang harus disiapkan. Daftar komponen yang digunakan dalam penelitian ini akan dituliskan pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2 Komponen Yang Dibutuhkan

No	Nama Alat	Sepesifikasi	Fungsi	Jumlah
1	Power Supplay		Digunakan sebagai pemberi tegangan pada arduino dan komponen lainnya	1
2	Kit Arduino UNO	Atmega328	Sebagai proses perintah yang akan di jalankan	1
3	Sensor Load Cell	-	Sebagai inputan untuk berat pada tibangan	1
4	<i>Driver Hx711</i>	-	Digunakan untuk menjalan sensor load cell sehingga dapat digunakan sebagai penimbang	1
5	<i>Keypad 4x4</i>		Digunakan sebagai peinputan dalam memasukan data harga sesuai dengan pasar traisional	1
6	<i>Lcd</i>		Digunakan sebagai tampilan dari sensor	1
7	Jumper		Digunakan sebagai penghubung/menjumper seluruh komponen	30

3.3.3 Software

Sebelum membuat Rancang Bangun Timbangan Beras Digital Dengan Keluaran Berat Dan Harga Secara Otomatis ada beberapa peralatan yang harus disiapkan. Daftar Software yang digunakan dalam penelitian ini akan dituliskan pada Tabel 3.3.

Tabel 3.3. Daftar Software Yang Digunakan

No	Nama	Spesifikasi	Fungsi
1	IDE Arduino	Arduino 1.6.3	Membuat program yang akan di-download perangkat arduino
2	Proteus	7.1 Profesional	Merancang rangkaian yang akan digunakan untuk membuat alat

3.4 Implementasi

Setelah mengumpulkan alat dan bahan, langkah selanjutnya adalah melakukan implementasi rancangan alat yang telah dibuat. Pada tahap ini hasil rancangan yang telah dibuat akan diimplementasikan untuk menjadi sistem yang sesungguhnya. Implementasi pada penelitian ini dibagi menjadi dua bagian, yaitu: Implementasi perangkat keras dan Implementasi perangkat lunak. Implementasi perangkat keras merupakan tahap terakhir dari perancangan sistem yang dilakukan dalam tahap ini seluruh komponen dipasang sesuai dengan sistem yang telah dibuat.

3.4.1 Implementasi Perangkat Keras

Realisasi perangkat keras merupakan tahap terakhir dari perancangan yang telah dilakukan. Dalam tahap ini seluruh komponen dipasang sesuai dengan sistem yang telah dibuat dalam bentuk timbangan beras digital dengan keluaran berat dan harga secara otomatis.

3.4.2 Implementasi Perangkat Lunak

Penerapan perangkat lunak merupakan suatu tahap dimana program yang telah dirancang akan disimpan kedalam modul *mikrokontroller* melalui *downloader* dan menggunakan *software* tertentu sesuai dengan bahasa pemrograman yang akan digunakan. Disini peneliti menggunakan bahasa C++ dan menggunakan *software* Arduino. Pada *Software* Arduino program ditulis kemudian *dicompile*, tujuannya adalah untuk mengetahui apakah program yang dibuat sudah benar atau belum. Langkah terakhir yaitu meng-*upload* program kedalam modul *mikrokontroller*.

3.5 Pengujian Sistem

Setelah perancangan *hardware* dan *software* selesai, maka yang dilakukan adalah *running* program, pengujian tiap-tiap rangkaian apakah sudah sesuai dengan yang diinginkan atau belum. Pengujian dilakukan pada bagian-bagian seperti pengujian respon, jangkauan sistem, catu daya dan rangkaian keseluruhan pada sistem ini.

3.5.1 Rancangan Pengujian Sensor *Load Cell*

Pengujian sensor load cell bertujuan untuk mengetahui ketika sensor load cell dalam menghitung berat apakah sensor dapat dengan akurat dalam menimbang beras serta apakah telah berkera sesuai dengan program arduino yang telah dibuat dalam melakukan ujicoba sensor load cell peneliti akan melakukan perbandingan dengan timbangan manual yang dipakai dipasar tradisional. Langkah dalam melakukan ujicoba sensor load cell yang pertama peneliti menimbang beras dengan timbangan beras manual, penimbangan yang dilakukan mulai 0,50 kg sampai dengan 5.50 kg. Selanjutnya jika sudah mengetahui berat beras maka peneliti akan melakukan penimbangan dengan menggunakan timbangan digital yang telah dibuat sehingga peneliti dapat mengetahui error sensor load cell dalam melakukan penimbangan berat beras. Lampiran program cara melakukan kalibrasi sensor load cell sebagai berikut. *Script* program arduino *sensor load cell* dapat dilihat dibawah ini.

```

float calibration_factor = 7050; //nilai kalibrasi awal

void setup() {
  Serial.begin(9600);
  scale.begin(DOUT, CLK);
  Serial.println("Memulai program kalibrasi pada sensor berat");
  Serial.println("Pastikan tidak ada beban diatas sensor");
  delay(5000);
  scale.set_scale();
  scale.tare(); // auto zero / mengonolkan pembacaan berat

  long zero_factor = scale.read_average(); //membaca nilai output sensor saat tidak ada beban
  Serial.print("Zero factor: ");
  Serial.println(zero_factor);
}

void loop() {

  scale.set_scale(calibration_factor); //sesuaikan hasil pembacaan dengan nilai kalibrasi

  Serial.print("Berat: ");
  Serial.print(scale.get_units(), 1);
  Serial.print(" kg");
  Serial.print(" calibration_factor: ");
  Serial.print(calibration_factor);
  Serial.println();
}

```

3.5.2 Pengujian Printer Thermal Mini

Pengujian ini dilakukan bertujuan apakah printer dapat bekerja dengan baik dalam melakukan print nota hasil timbangan besar yang akan digunakan sebagai bukti kepada konsumen. Langkah ujicoba printer thermal yaitu dengan menekan tombol A pad keypad apakah printer dapat mengeprint nota atau tidak. *Script* program arduino *printer thermal mini* dapat dilihat dibawah ini.

```

printer.wake();
printer.setDefault();
printer.setSize('L'); printer.justify('C');
printer.println("TIMBANGAN BERAS");
printer.println("DIGITAL\n\n");
printer.setSize('M'); printer.justify('L');
printer.println("Jenis: Beras Mawar");
printer.print("Berat: "); printer.print(berat); printer.println(" Kg");
printer.print("Harga /Kg:Rp "); printer.println(harga);
printer.print("Total Harga:Rp "); printer.println(tHarga);
printer.setSize('S'); printer.justify('C');
printer.println("\n\n*****TERIMA KASIH*****\n\n");
delay(5000);
scale.tare();
printer.sleep();
lcd.clear(); lcd2.clear();
lcd.setCursor(1,0); lcd.print("Pilih Jenis Beras"); lcd2.setCursor(1,0); lcd2.print("Pilih Jenis Beras");
lcd.setCursor(0,1); lcd.print("1.Pak Tani"); lcd2.setCursor(0,1); lcd2.print("1.Pak Tani");
lcd.setCursor(13,1); lcd.print("4.Mawar");lcd2.setCursor(13,1); lcd2.print("4.Mawar");
lcd.setCursor(0,2); lcd.print("2.Raja Udang");lcd2.setCursor(0,2); lcd2.print("2.Raja Udang");
lcd.setCursor(0,3); lcd.print("3.Raja Lele");lcd2.setCursor(0,3); lcd2.print("3.Raja Lele");
uta=0; mwr=1;
utama();
}

```

3.5.3 Pengujian Keypad

Pengujian keypad bertujuan untuk mengetahui respon dan keakurat dalam menghitung atau memasukan harga per kg beras. Apakah keypad telah berkerja dengan baik yaitu sesuai dengan program yang telah dibuat untuk memasukan harga beras per Kg. langkah pengujian keypad yaitu pertama meng upload program arduino, selanjutnya buka serial monitor dan tekan huruf dan angka yang ada pada keypad sehingga peneliti dapat mengetahui apakah progra yang dibuat sudah sesuai. Pengujian *Script* program keypad dapat dilihat sebagai berikut:

```

lcd.setCursor(0,3); lcd.print("Total:Rp "); lcd.print(tHarga);lcd2.setCursor(0,3); lcd2.print("Total:Rp "); lcd2.print(tHarga);
delay(250);
if(Key=='A'){
  pri="";
  printer.wake();
  printer.setDefault();
  printer.setSize('L'); printer.justify('C');
  printer.println("TIMBANGAN BERAS");
  printer.println("DIGITAL\n\n");
  printer.setSize('M'); printer.justify('L');
  printer.println("Jenis: Beras Raja Lele");
  printer.print("Berat: "); printer.print(berat); printer.println(" Kg");
  printer.print("Harga /Kg:Rp "); printer.println(harga);
  printer.print("Total Harga:Rp "); printer.println(tHarga);
  printer.setSize('S'); printer.justify('C');
  printer.println("\n\n*****TERIMA KASIH*****\n\n\n");
  delay(5000);
  scale.tare();
  printer.sleep();
  lcd.clear(); lcd2.clear();
  lcd.setCursor(1,0); lcd.print("Pilih Jenis Beras"); lcd2.setCursor(1,0); lcd2.print("Pilih Jenis Beras");
  lcd.setCursor(0,1); lcd.print("1.Pak Tani"); lcd2.setCursor(0,1); lcd2.print("1.Pak Tani");
  lcd.setCursor(13,1); lcd.print("4.Mawar");lcd2.setCursor(13,1); lcd2.print("4.Mawar");
  lcd.setCursor(0,2); lcd.print("2.Raja Udang");lcd2.setCursor(0,2); lcd2.print("2.Raja Udang");
  lcd.setCursor(0,3); lcd.print("3.Raja Lele");lcd2.setCursor(0,3); lcd2.print("3.Raja Lele");
  uta=0; lele=1;
  utama();
}

```

3.5.4 Pengujian Sistem Keseluruhan

Pengujian sistem secara keseluruhan bertujuan untuk memastikan semua komponen dapat berjalan dengan sempurna. Mulai dari power supply, sensor load cell, keypad 4x4, LCD, blok sistem arduino mega 2560 dan program yang mengatur jalannya sistem keseluruhan.

3.6 Analisis Kinerja

Untuk analisa kinerja, dilakukan bersama pada saat melakukan uji coba alat yang bertujuan untuk mengetahui kerja alat tersebut. Selain itu yang akan dianalisa adalah berat, merek dan harga beras untuk inputan pada sistem Rancang Bangun Timbangan Beras Digital Dengan Keluaran Berat Dan Harga Secara Otomatis. Berdasarkan hasil pengujian sistem yang telah di dapat, akan dianalisis untuk memastikan bahwa sistem yang telah dibuat sesuai dengan harapan.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisi penjelasan tentang metode dan prosedur pengujian yang dilakukan serta hasil yang diperoleh dari masing-masing blok sistem tersebut. Pengujian dan pembahasan dilakukan untuk mengetahui kesesuaian antara perancangan awal sistem terhadap alat yang akan dihasilkan, apakah sistem dapat bekerja dengan baik atau tidak. Pengujian yang dilakukan secara bertahap per blok-blok sistem dan pengujiannya secara keseluruhannya.

Pengujian dimulai dengan memastikan setiap komponen yang digunakan dalam kondisi baik, kemudian mengecek setiap jalur yang terhubung dengan komponen yang digunakan telah terkoneksi, dimana rangkaiannya disesuaikan dengan gambar skematiknya. Pengujian yang dilakukan meliputi pengujian sensor load cell, keypad, printer thermal, output power supply dan pengujian sistem keseluruhan.

4.1 Hasil Perakitan

Uji coba dilakukan untuk memastikan rangkaian yang dihasilkan mampu bekerja sesuai dengan yang diharapkan. maka terlebih dahulu dilakukan langkah pengujian dan mengamati langsung rangkaian serta komponen. Hasil pengukuran ini dapat diketahui rangkaian telah bekerja dengan baik atau tidak, sehingga apabila terdapat kesalahan dan kekurangan akan terdeteksi. Gambar 4.1 berikut ini merupakan gambar dari bentuk fisik alat yang telah dibuat.



Gambar. 4.1. Bentuk Fisik Alat Timbangan Beras Digital

Sistem kerja dari alat ini yaitu penyetingan harga dapat dilakukan dengan menekan tombol * (bintang) dan pilih jenis merek beras dengan menekan salah satu angka pada keypad dan masukan nominal harga kemudian tekan # (pagar) untuk save harga beras. Kemudian jika load cell melakukan penimbangan beras maka tampilan LCD akan menampilkan berat hasil timbangan, harga beras, merek beras dan total harga yang harus dibayar. Kemudian dapat menekan angka A untuk melakukan print out nota hasil pembelian beras.

4.1.1 Hasil Pengujian dan Pembahasan

Pada pengujian ini meliputi pengujian sensor load cell, keypad, printer thermal, dan rangkaian keseluruhan.

4.1.2 Hasil Pengujian Sensor *Load Cell*

Pada pengujian ini peneliti akan melakukan uji coba penimbangan beras dengan mulai berat beras 0.50 kg sampai dengan 5,50kg. Pengujian ini sangat penting dilakukan agar peneliti mengetahui apakah sensor load cell mengalami ketidakperbedaan nilai dari hasil penimbangan berat beras melalui timbangan digital yang sudah dibuat dan timbangan yang sering digunakan dipasar tradisional. Adapun hasil ujicoba sistem alat dapat dilihat pada table 4.1.

Tabel 4.1. Hasil Pengujian Sensor Load Cell

Uji Coba Ke-	Sensor	Timbangan manual (Kg)
1	0.50 Kg	0.50 Kg
2	1.00 Kg	1.00 Kg
3	1.50Kg	1.50 Kg
4	2.00 Kg	2.00 Kg
5	2.50 Kg	2.50 Kg
6	3.00 Kg	3.00 Kg
7	3.50 Kg	3.50 Kg
8	4.00 Kg	4.00 Kg
9	4.50 Kg	4.50 Kg
10	5.00 Kg	5.00 Kg
11	5.50 Kg	5.50 Kg

Dari hasil ujicoba *sensor load cell* dapat diketahui pada ujicoba ke 1 (satu) sampai dengan 11(sebelas) dapat disimpulkan jika hasil penimbangan beras mulai dengan

0.50kg sampai dengan 5.50kg sensor telah berkerja cukup baik, dan telah melakukan perbandingan ujicoba dengan menggunakan timbangan analog.

4.2 Hasil Pengujian Keypad

Pengujian keypad digunakan sebagai inputan timbangan digital. Apakah perintah yang diberikan pada *keypad* ini dapat berfungsi dengan baik yang nantinya akan digunakan sebagai setting harga dan pilih jenis beras, pada ujicoba ini akan dilakukan pengecekan tombol 0 (nol) sampai 9 (sembilan), dan tanda * (bintang), # (pagar) hasil pengujian dapat dilihat pada tabel 4.2.

Tabel 4.2. Hasil Pengujian Keypad 4x4

Inisialisasi	Hasil Yang Ditampilkan Serial Monitor
0	0
1	1
2	2
3	3
4	4
5	5
6	6
7	7
8	8
9	9
A	Print Nota Mulai
*	Setting harga dan Pilih Jenis Beras
#	Enter

Dari hasil dari ujicoba *keypad* dapat diketahui sebagai berikut yaitu jika tombol 1 (satu) sampai dengan 9 (sembilan) ditekan maka hasil diserial monitor akan mendapatkan angka yang nantinya akan digunakan sebagai setting harga beras, milih jenis beras, sedangkan tombol * (bintang) digunakan untuk masuk ke menu setting harga beras tombol A akan digunakan sebagai print nota sedangkan tombol # (pagar) digunakan sebagai “ENTER”.

4.3 Hasil Pengujian Printer Thermal Mini

Cara print out nota dengan menekan Huruf A pada keypad hasil dari print out nota seperti gambar 4.2 dibawah ini.



Gambar 4.2 Hasil Print Out Nota Beras

4.4 Hasil Pengujian Sistem Secara Keseluruhan

Pengujian sistem secara keseluruhan dilakukan untuk menguji kinerja sistem, Rancang Bangun Timbangan Beras Digital Dengan Keluaran Berat Dan Harga Secara Otomatis. Peneliti akan menguji coba sistem mulai dari *sensor load cell*, keypad, printer thermal dan tampilan LCD 20x4. Dalam melakukan ujicoba sensor load cell, akan melakukan ujicoba dan pada keypad, akan mengujicoba dengan menyeting harga 4 (empat) jenis beras yang berbeda. Dari hasil ujicoba sistem dapat diketahui bahwa sistem dapat berkerja sesuai perintah pada program yang telah dibuat dapat dilihat seperti pada tabel 4.3. berikut hasil pengujian sistem keseluruhan.

Tabel 4.3. Hasil Pengujian Sistem Keseluruhan

Ujicoba ke	Settting harga	Berat beras	Hasil Perhitungan Sebenarnya	Tampilan LCD	Keterangan
1	10.000	0.50 Kg	5.00045	Rp 5.043	Harga mengalami error sebesar 043 Rupiah
2	11.000	1.00 Kg	11.000	Rp 11.033	Harga mengalami error sebesar 033 Rupiah
3	12.000	1.50Kg	18.000	Rp 17.968	Harga mengalami error sebesar -032 Rupiah

4	11.000	2.00 Kg	22.000	Rp 22.027	Harga mengalami error sebesar 027 Rupiah
5	11.000	2.50 Kg	27.500	Rp 27.503	Harga mengalami error sebesar 003 Rupiah
6	11.000	3.00 Kg	33.000	Rp 33.035	Harga mengalami error sebesar 035 Rupiah
7	11.000	3.50 Kg	38.500	Rp 38.524	Harga mengalami error sebesar 024 Rupiah
8	10.000	4.00 Kg	40.000	Rp 40.041	Harga mengalami error sebesar 041 Rupiah
9	10.000	4.50 Kg	45.000	Rp 45.029	Harga mengalami error sebesar 029 Rupiah
10	11.000	5.00 Kg	55.000	Rp 55.010	Harga mengalami error sebesar 010 Rupiah
11	10.000	5.50 Kg	55.000	Rp 55.042	Harga mengalami error sebesar 042 Rupiah
Total			Rp.350.000	Rp.350.255	Hasil Perhitungan Harga Mengalami Error 0,1%

Dari 11 (sebelas) kali ujicoba sistem keseluruhan mendapatkan hasil total harga sebesar 350.000 dan hasil yang ditampilkan 350.255 sehingga dapat diketahui jika hasil perhitungan harga beras mengalami keerroran sebesar 0,1% dikarenakan hasil kalibrasi sensor load cell masih belum stabil yang dimana nilai hasil kalibrasi sering berubah-ubah.

4.5 Analisis Kinerja Sistem

Dari hasil ujioba sistem secara keseluruhan dari timbangan beras digital, hasil analisa sebagai berikut:

4.5.1 Kelebihan Sistem

1. Setting harga bisa dilakukan langsung menggunakan keypad.

2. Timbangan beras digital ini menampilkan total harga yang akan dibayar secara otomatis pada Lcd dan hasil penimbangan di print out oleh printer thermal mini sebagai bukti pembelian.

4.5.2 Kekurangan Sistem

1. Belum bisa melakukan penambahan merek dan jenis beras melalui keypad.
2. Hasil perhitungan harga beras masih belum akurat, masih terdapat selisih harga saat penimbangan beras sebesar 0,1%.
3. Sumber energi yang digunakan pada alat timbangan beras digital ini hanya menggunakan power supply.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan pengujian dan analisa sistem timbangan beras digital dengan keluaran berat dan harga secara otomatis ini, disimpulkan sebagai berikut :

1. Timbangan beras digital dirancang menggunakan perangkat keras *Mikrokontroller* berbasis *Arduino Mega 2560* dengan bahasa pemrograman C++ sebagai tols untuk pengolahan data merek, jenis dan harga beras.
2. *Sensor Load Cell* yang digunakan memiliki kapasitas 25Kg. Dengan alat sensor ini dapat menghasilkan *massa* beras dengan tingkat kesalahan 0,1%.
3. Hasil secara keseluruhan yang dapat ditampilkan pada alat timbangan beras digital ini berupa merek, berat dan harga beras secara otomatis pada *LCD* ukuran 20x4 secara otomatis yang dapat dilihat oleh user dan hasil tersebut dapat dicetak menggunakan *printer thermal mini* dalam bentuk nota pembelian.

5.2 Saran

Alat ini masih terdapat kekurangan sehingga perlu diadakanya pengembangan. Berikut saran untuk pengembangan penelitian :

1. Diharapkan selanjutnya dapat menambahkan setting merek dan jenis beras lain langsung pada keypad.
2. Diharapkan untuk hasil penimbangan beras pada alat timbangan beras digital ini, ditambahkan *script* program untuk menghasilkan perhitungan yang lebih akurat.
3. Selanjutnya ditambahkan sumber daya *emergency* agar saat mati lampu sistem masih dapat digunakan.

DAFTAR PUSTAKA

- Arduino. (2016). *Arduino Uno & Geniuno Uno*. Retrieved Mei 6, 2016, from Arduino Website: <https://www.arduino.cc/en/main/arduinoBoardUno>
- Kendali, A. (2016, Desember). *Elektronika*. Retrieved Agustus 14, 2018, from Elektronika.blogspot.co.id: Sumber <http://elektronika.blogspot.co.id/2016>
- M.Quraisy Akram. (2017). Rancang Bangun Timbangan Digital Buah Kelapa Sawit Menggunakan Output Harga Berbasis Arduino Uno. *Teknik Elektronika*, Vol 10.
- Mahsun, I. A. (2014). Perancangan Pembuka Dan Penutup Pintu Geser Otomatis Dengan Suara. *Universitas Muhamadyah Surakarta*.
- Priskila M.N.Manege, Elia Kendek Allo, Bahrin. (2017). Rancang Bangun Timbangan Digital Dengan kapasitas 20Kg Berbasis Microcontroller Atmega8535. *Teknik Elektro dan Komputer*, Vol 10.
- Rahmawanto, R. Arif Tri. (2014). Pengembangan Timbangan Buah Digital Berbasis Mikrokontroler Atmega16. *Simposium Nasional RAPI XIII FT UMS*, Vol 1.
- Sugirawan, I., Muntini, M. S., & Pramono, Y. H. (2009). *Desain Dan Karakterisasi Load Cell Tipe Cz1601 Sebagai Sensor Masa Untuk Mengukur Drajat Layu Pada Pengolahan Teh Hitam*. Surabaya: ITS Surabaya.
- Yandra, E. F. (2016). Rancang Bangun Timbangan Digital Berbasis Sensor Beban 5 Kg Menggunakan Mikrokontroler Atmega328. *Positron*, Vol 1 Hal 23-28.

Systronix 20x4 LCD Brief Technical Data

July 31, 2000

Here is brief data for the Systronix 20x4 character LCD. It is a DataVision part and uses the Samsung KS0066 LCD controller. It's a clone of the Hitachi HD44780. We're not aware of any incompatibilities between the two - at least we have never seen any in all the code and custom applications we have done.

This 20x4 LCD is electrically and mechanically interchangeable with 20x4 LCDs from several other vendors. The only differences we've seen among different 20x4 LCDs are:

- 1) LED backlight brightness, voltage and current vary widely, as does the quality of the display
- 2) There is a resistor "Rf" which sets the speed of the LCD interface by controlling the internal oscillator frequency. Several displays we have evaluated have a low resistor value. This makes the display too slow. Looking at the Hitachi data sheet page 56, it appears that perhaps the "incorrect" resistor is really intended for 3V use of the displays.

At 5V the resistor Rf should be 91 Kohms. At 3V it should be 75 Kohms. Using a 3V display at 5V is acceptable from a voltage standpoint (the display can operate on 3-5V) but the oscillator will then be running too slowly. One fix is to always check the busy flag and not use a fixed time delay in your code, then it will work regardless of the LCD speed. The other option is to always allow enough delay for the slower display.

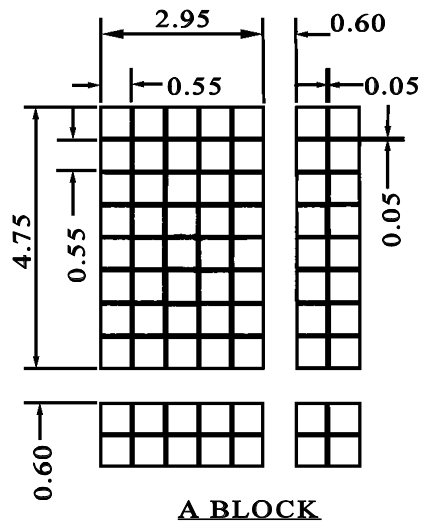
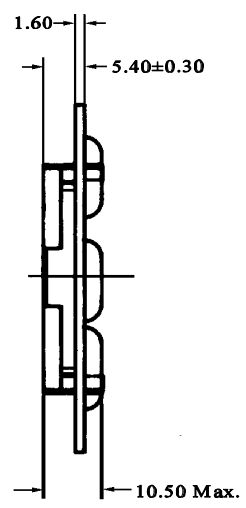
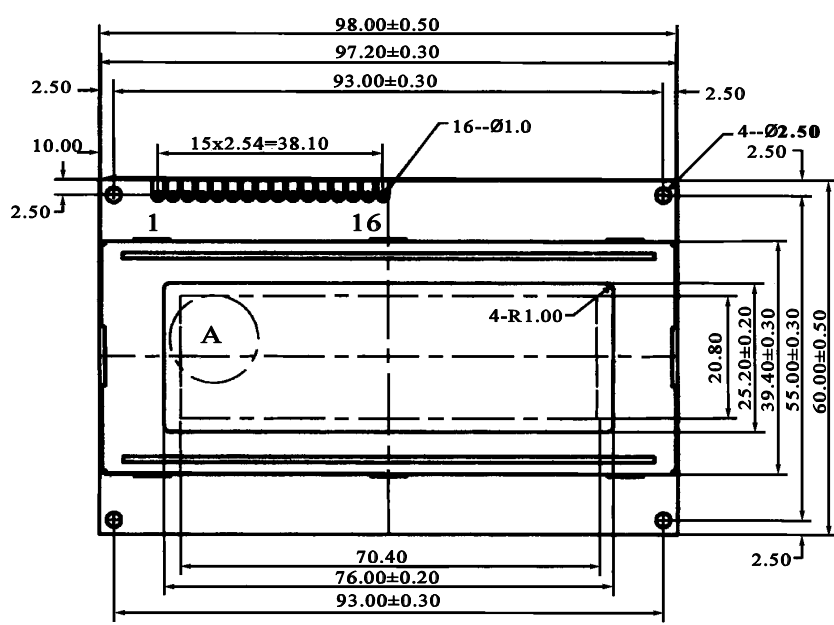
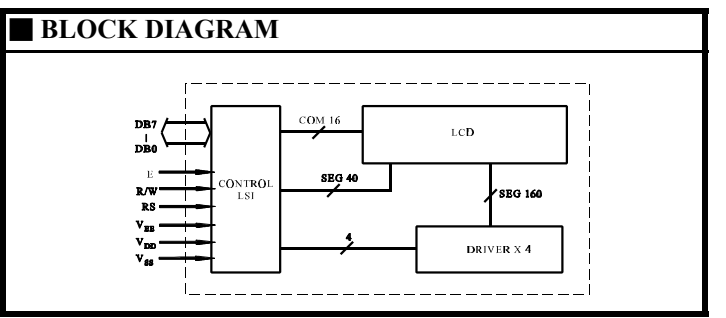
All Systronix 20x4 LCDs have the 91 Kohm resistor and are intended for 5V operation.

Thank you for purchasing Systronix embedded control products and accessories. If you have any other questions please email to support@systronix.com or phone +1-801-534-1017, fax +1-801-534-1019.

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS					
Item	Symbol	Standard Value			Unit
		Min.	Typ.	Max.	
Supply Voltage for Logic	V _{DD}	0	—	7.0	V
Supply Voltage for LCD Driver	V _{DD} -V _{EE}	—	—	13.5	V
Input Voltage	V _I	V _{SS}	—	V _{DD}	V
Operature Temp.	Topr	0	—	50	°C
Storage Temp.	Tstg	-20	—	70	°C

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (REFLECTIVE TYPE)						
Item	Symbol	Test Condition	Standard Value			Unit
			Min.	Typ.	Max.	
Input "High" Voltage	V _{IH}	—	2.2	—	V _{EE}	V
Input "Low" Voltage	V _{IL}	—	—	—	0.6	V
Output "High" Voltage	V _{OH}	I _{OH} =0.2mA	2.2	—	—	V
Output "Low" Voltage	V _{OL}	I _{OL} =1.2mA	—	—	0.4	V
Supply Current	I _{DD}	V _{DD} =5.0A	—	2.5	4.0	mA

PIN FUNCTIONS					
No	Symbol	Function	No	Symbol	Function
1	V _{SS}	GND, 0V	10	DB3	Data Bus
2	V _{DD}	+5V	11	DB4	—
3	V _{EE}	for LCD Drive	12	DB5	—
4	RS	Function Select	13	DB6	—
5	R/W	Read/Write	14	DB7	—
6	E	Enable Signal	15	LEDA	LED Power Supply
7-9	DB0-DB2	Data Bus Line	16	LEDA	



HD44780U

Table 4 Correspondence between Character Codes and Character Patterns (ROM Code: A00)

Lower 4 Bits	Upper 4 Bits				CG RAM (1)															
	0000	0001	0010	0011	0100	0101	0110	0111	1000	1001	1010	1011	1100	1101	1110	1111				
xxxx0000			0	a	P	`	P					-	9	3	o	p				
xxxx0001	(2)		!	1	A	Q	a	q				2	7	4	ä	q				
xxxx0010	(3)		"	2	B	R	b	r				!	ı	×	þ	ø				
xxxx0011	(4)		#	3	C	S	c	s				ı	ı	ı	ı	ı				
xxxx0100	(5)		\$	4	D	T	d	t				\	ı	ı	ı	ı				
xxxx0101	(6)		%	5	E	U	e	u				.	ı	ı	ı	ı				
xxxx0110	(7)		&	6	F	V	f	v				ı	ı	ı	ı	ı				
xxxx0111	(8)		'	7	G	W	g	w				ı	ı	ı	ı	ı				
xxxx1000	(1)		(8	H	X	h	x				ı	ı	ı	ı	ı				
xxxx1001	(2))	9	I	Y	i	y				ı	ı	ı	ı	ı				
xxxx1010	(3)		*	:	J	Z	j	z				ı	ı	ı	ı	ı				
xxxx1011	(4)		+	;	K	L	k	l				ı	ı	ı	ı	ı				
xxxx1100	(5)		,	<	L	ı	ı	ı				ı	ı	ı	ı	ı				
xxxx1101	(6)		-	=	M	I	m	i				ı	ı	ı	ı	ı				
xxxx1110	(7)		.	>	N	^	n	ı				ı	ı	ı	ı	ı				
xxxx1111	(8)		/	?	0	_	o	ı				ı	ı	ı	ı	ı				

Note: The user can specify any pattern for character-generator RAM.

Initializing by Instruction

If the power supply conditions for correctly operating the internal reset circuit are not met, initialization by instructions becomes necessary.

Refer to Figures 25 and 26 for the procedures on 8-bit and 4-bit initializations, respectively.

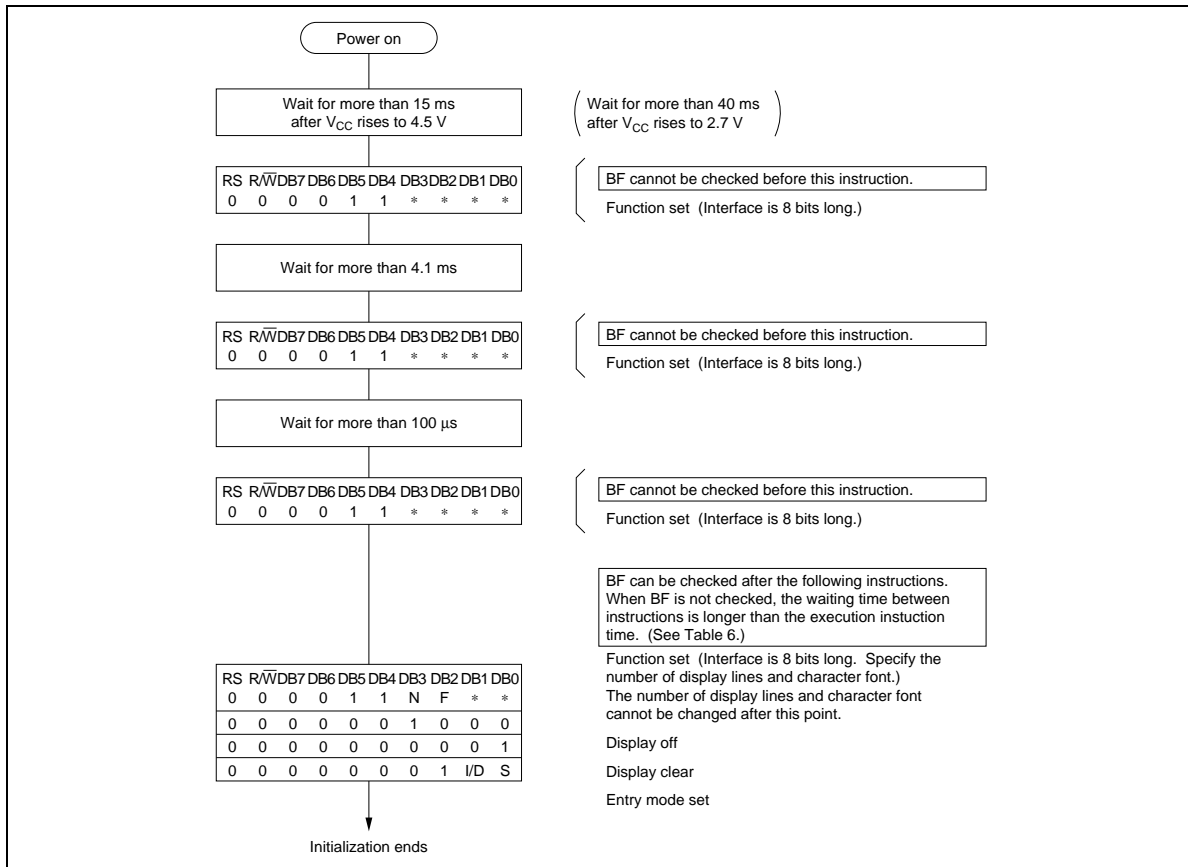


Figure 25 8-Bit Interface

HD44780U

Reset Function

Initializing by Internal Reset Circuit

An internal reset circuit automatically initializes the HD44780U when the power is turned on. The following instructions are executed during the initialization. The busy flag (BF) is kept in the busy state until the initialization ends (BF = 1). The busy state lasts for 10 ms after V_{CC} rises to 4.5 V.

1. Display clear
2. Function set:
 - DL = 1; 8-bit interface data
 - N = 0; 1-line display
 - F = 0; 5 × 8 dot character font
3. Display on/off control:
 - D = 0; Display off
 - C = 0; Cursor off
 - B = 0; Blinking off
4. Entry mode set:
 - I/D = 1; Increment by 1
 - S = 0; No shift

Note: If the electrical characteristics conditions listed under the table Power Supply Conditions Using Internal Reset Circuit are not met, the internal reset circuit will not operate normally and will fail to initialize the HD44780U. For such a case, initialization must be performed by the MPU as explained in the section, Initializing by Instruction.

Instructions

Outline

Only the instruction register (IR) and the data register (DR) of the HD44780U can be controlled by the MPU. Before starting the internal operation of the HD44780U, control information is temporarily stored into these registers to allow interfacing with various MPUs, which operate at different speeds, or various peripheral control devices. The internal operation of the HD44780U is determined by signals sent from the MPU. These signals, which include register selection signal (RS), read/

write signal (R/\overline{W}), and the data bus (DB0 to DB7), make up the HD44780U instructions (Table 6). There are four categories of instructions that:

- Designate HD44780U functions, such as display format, data length, etc.
- Set internal RAM addresses
- Perform data transfer with internal RAM
- Perform miscellaneous functions

Normally, instructions that perform data transfer with internal RAM are used the most. However, auto-incrementation by 1 (or auto-decrementation by 1) of internal HD44780U RAM addresses after each data write can lighten the program load of the MPU. Since the display shift instruction (Table 11) can perform concurrently with display data write, the user can minimize system development time with maximum programming efficiency.

When an instruction is being executed for internal operation, no instruction other than the busy flag/address read instruction can be executed.

Because the busy flag is set to 1 while an instruction is being executed, check it to make sure it is 0 before sending another instruction from the MPU.

Note: Be sure the HD44780U is not in the busy state (BF = 0) before sending an instruction from the MPU to the HD44780U. If an instruction is sent without checking the busy flag, the time between the first instruction and next instruction will take much longer than the instruction time itself. Refer to Table 6 for the list of each instruction execution time.

Table 6 Instructions

Instruction	Code										Description	Execution Time (max) (when f_{cp} or f_{osc} is 270 kHz)
	RS	R/W	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0		
Clear display	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	Clears entire display and sets DDRAM address 0 in address counter.	
Return home	0	0	0	0	0	0	0	0	1	—	Sets DDRAM address 0 in address counter. Also returns display from being shifted to original position. DDRAM contents remain unchanged.	1.52 ms
Entry mode set	0	0	0	0	0	0	0	1	I/D	S	Sets cursor move direction and specifies display shift. These operations are performed during data write and read.	37 μ s
Display on/off control	0	0	0	0	0	0	1	D	C	B	Sets entire display (D) on/off, cursor on/off (C), and blinking of cursor position character (B).	37 μ s
Cursor or display shift	0	0	0	0	0	1	S/C	R/L	—	—	Moves cursor and shifts display without changing DDRAM contents.	37 μ s
Function set	0	0	0	0	1	DL	N	F	—	—	Sets interface data length (DL), number of display lines (N), and character font (F).	37 μ s
Set CGRAM address	0	0	0	1	ACG	ACG	ACG	ACG	ACG	ACG	Sets CGRAM address. CGRAM data is sent and received after this setting.	37 μ s
Set DDRAM address	0	0	1	ADD	ADD	ADD	ADD	ADD	ADD	ADD	Sets DDRAM address. DDRAM data is sent and received after this setting.	37 μ s
Read busy flag & address	0	1	BF	AC	AC	AC	AC	AC	AC	AC	Reads busy flag (BF) indicating internal operation is being performed and reads address counter contents.	0 μ s

HD44780U

Table 6 Instructions (cont)

Instruction	Code										Description	Execution Time (max) (when f_{cp} or f_{osc} is 270 kHz)		
	RS	R/W	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0		$t_{ADD} = 4 \mu s^*$		
Write data to CG or DDRAM	1	0	Write data										Writes data into DDRAM or CGRAM.	$37 \mu s$ $t_{ADD} = 4 \mu s^*$
Read data from CG or DDRAM	1	1	Read data										Reads data from DDRAM or CGRAM.	$37 \mu s$ $t_{ADD} = 4 \mu s^*$
	I/D = 1: Increment I/D = 0: Decrement		DDRAM: Display data RAM CGRAM: Character generator RAM										Execution time changes when frequency changes	
	S = 1: Accompanies display shift S/C = 1: Display shift S/C = 0: Cursor move		ACG: CGRAM address ADD: DDRAM address (corresponds to cursor address)										Example: When f_{cp} or f_{osc} is 250 kHz, $37 \mu s \times \frac{270}{250} = 40 \mu s$	
	R/L = 1: Shift to the right R/L = 0: Shift to the left		AC: Address counter used for both DD and CGRAM addresses											
	DL = 1: 8 bits, DL = 0: 4 bits													
	N = 1: 2 lines, N = 0: 1 line													
	F = 1: 5×10 dots, F = 0: 5×8 dots													
	BF = 1: Internally operating BF = 0: Instructions acceptable													

Note: — indicates no effect.

* After execution of the CGRAM/DDRAM data write or read instruction, the RAM address counter is incremented or decremented by 1. The RAM address counter is updated after the busy flag turns off. In Figure 10, t_{ADD} is the time elapsed after the busy flag turns off until the address counter is updated.

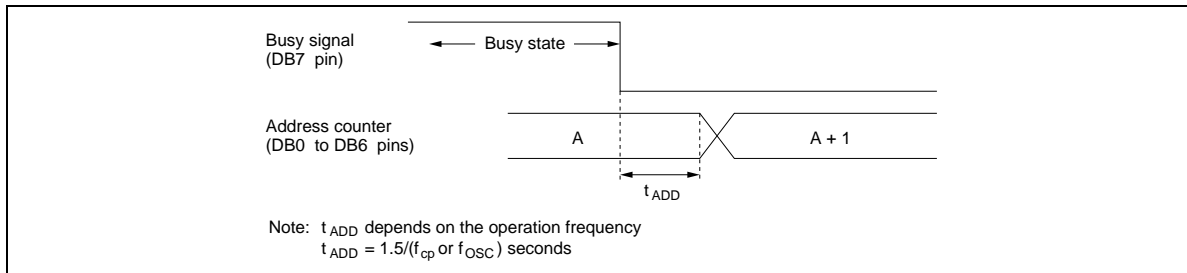


Figure 10 Address Counter Update

**LM7805 • LM7806 • LM7808 • LM7809 •
LM7810 • LM7812 • LM7815 • LM7818 • LM7824 •
LM7805A • LM7806A • LM7808A • LM7809A •
LM7810A • LM7812A • LM7815A • LM7818A • LM7824A
3-Terminal 1A Positive Voltage Regulator (Preliminary)**

General Description

The LM78XX series of three terminal positive regulators are available in the TO-220 package and with several fixed output voltages, making them useful in a wide range of applications. Each type employs internal current limiting, thermal shut down and safe operating area protection, making it essentially indestructible. If adequate heat sinking is provided, they can deliver over 1A output current. Although designed primarily as fixed voltage regulators, these devices can be used with external components to obtain adjustable voltages and currents.

Features

- Output Current up to 1A
- Output Voltages of 5, 6, 8, 9, 12, 15, 18, 24
- Thermal Overload Protection
- Short Circuit Protection
- Output Transistor Safe Operating Area Protection

Ordering Code:

Product Number	Output Voltage Tolerance	Package	Operating Temperature	
LM7805CT	±4%	TO-220	-40°C - +125°C	
LM7806CT				
LM7808CT				
LM7809CT				
LM7810CT				
LM7812CT				
LM7815CT				
LM7818CT				
LM7824CT				
LM7805ACT	±2%		TO-220	0°C - +125°C
LM7806ACT				
LM7808ACT				
LM7809ACT				
LM7810ACT				
LM7812ACT				
LM7815ACT				
LM7818ACT				
LM7824ACT				

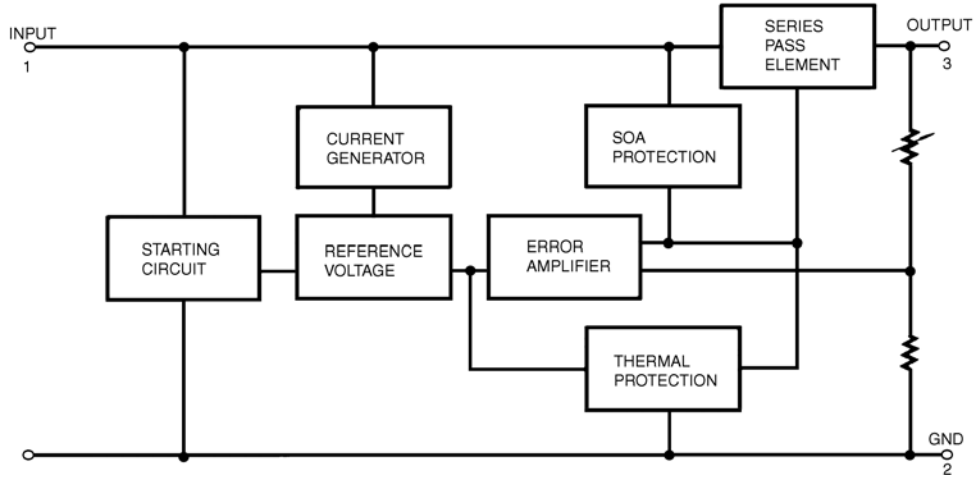
LM7805 • LM7806 • LM7808 • LM7809 • LM7810 • LM7812 • LM7815 • LM7818 • LM7824 • LM7805A • LM7806A • LM7808A • LM7809A • LM7810A • LM7812A • LM7815A • LM7818A • LM7824A 3-Terminal 1A Positive Voltage Regulator (Preliminary)

LM7805 • LM7806 • LM7808 • LM7809 • LM7810 • LM7811 • LM7812 • LM7815 • LM7818 • LM7824 • LM7824 • LM7805A • LM7806A • LM7808A • LM7809A • LM7810A • LM7812A • LM7815A • LM7818A • LM7824A

TO-220



Internal Block Diagram



Absolute Maximum Ratings (Note 1)

Parameter	Symbol	Value	Unit
Input Voltage (for $V_O = 5V$ to $18V$)	V_I	35	V
(for $V_O = 24V$)	V_I	40	V
Thermal Resistance Junction-Cases (TO-220)	$R_{\theta JC}$	5	°C/W
Thermal Resistance Junction-Air (TO-220)	$R_{\theta JA}$	65	°C/W
Operating Temperature Range	T_{OPR}	0 ~ +125	°C
LM78xx		-40 ~ +125	°C
LM78xxA		0 ~ +125	°C
Storage Temperature Range	T_{STG}	-65 ~ +150	°C

Note 1: Absolute maximum ratings are those values beyond which damage to the device may occur. The datasheet specifications should be met, without exception, to ensure that the system design is reliable over its power supply, temperature, and output/input loading variables. Fairchild does not recommend operation outside datasheet specifications.

Electrical Characteristics (LM7805)

(Refer to the test circuits. $-40^{\circ}\text{C} < T_J < 125^{\circ}\text{C}$, $I_O = 500\text{mA}$, $V_I = 10\text{V}$, $C_I = 0.1\mu\text{F}$, unless otherwise specified)

Parameter	Symbol	Conditions	Min	Typ	Max	Unit	
Output Voltage	V_O	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$	4.8	5.0	5.2	V	
		$5\text{mA} \leq I_O \leq 1\text{A}$, $P_O \leq 15\text{W}$, $V_I = 7\text{V}$ to 20V	4.75	5.0	5.25		
Line Regulation (Note 2)	Regline	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$	$V_O = 7\text{V}$ to 25V	-	4.0	100	mV
			$V_I = 8\text{V}$ to 12V	-	1.6	50.0	
Load Regulation	Regload	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$	$I_O = 5\text{mA}$ to 1.5mA	-	9.0	100	mV
			$I_O = 250\text{mA}$ to 750mA	-	4.0	50.0	
Quiescent Current	I_Q	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$	-	5.0	8.0	mA	
Quiescent Current Change	ΔI_Q	$I_O = 5\text{mA}$ to 1A	-	0.03	0.5	mA	
		$V_I = 7\text{V}$ to 25V	-	0.3	1.3		
Output Voltage Drift (Note 3)	$\Delta V_O / \Delta T$	$I_O = 5\text{mA}$	-	-0.8	-	mV/°C	
Output Noise Voltage	V_N	$f = 10\text{Hz}$ to 100KHz , $T_A = +25^{\circ}\text{C}$	-	42.0	-	$\mu\text{V}/V_O$	
Ripple Rejection (Note 3)	RR	$f = 120\text{Hz}$, $V_O = 8\text{V}$ to 18V	62.0	73.0	-	dB	
Dropout Voltage	V_{DROP}	$I_O = 1\text{A}$, $T_J = +25^{\circ}\text{C}$	-	2.0	-	V	
Output Resistance (Note 3)	r_O	$f = 1\text{KHz}$	-	15.0	-	$\text{m}\Omega$	
Short Circuit Current	I_{SC}	$V_I = 35\text{V}$, $T_A = +25^{\circ}\text{C}$	-	230	-	mA	
Peak Current (Note 3)	I_{PK}	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$	-	2.2	-	A	

Note 2: Load and line regulation are specified at constant junction temperature. Changes in V_O due to heating effects must be taken into account separately. Pulse testing with low duty is used.

Note 3: These parameters, although guaranteed, are not 100% tested in production.

Electrical Characteristics (LM7806)

(Refer to the test circuits. $-40^{\circ}\text{C} < T_J < 125^{\circ}\text{C}$, $I_O = 500\text{mA}$, $V_I = 11\text{V}$, $C_I = 0.33\mu\text{F}$, $C_O = 0.1\mu\text{F}$, unless otherwise specified)

Parameter	Symbol	Conditions	Min	Typ	Max	Unit	
Output Voltage	V_O	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$	5.75	6.0	6.25	V	
		$5\text{mA} \leq I_O \leq 1\text{A}$, $P_O \leq 15\text{W}$, $V_I = 8.0\text{V to } 21\text{V}$	5.7	6.0	6.3		
Line Regulation (Note 4)	Regline	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$	$V_I = 8\text{V to } 25\text{V}$	–	5.0	120	mV
			$V_I = 9\text{V to } 13\text{V}$	–	1.5	60.0	
Load Regulation (Note 4)	Regload	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$	$I_O = 5\text{mA to } 1.5\text{mA}$	–	9.0	120	mV
			$I_O = 250\text{mA to } 750\text{mA}$	–	3.0	60.0	
Quiescent Current	I_Q	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$	–	5.0	8.0	mA	
Quiescent Current Change	ΔI_Q	$I_O = 5\text{mA to } 1\text{A}$ $V_I = 8\text{V to } 25\text{V}$	–	–	0.5	mA	
			–	–	1.3		
Output Voltage Drift (Note 5)	$\Delta V_O/\Delta T$	$I_O = 5\text{mA}$	–	–0.8	–	mV/ $^{\circ}\text{C}$	
Output Noise Voltage	V_N	$f = 10\text{Hz to } 100\text{KHz}$, $T_A = +25^{\circ}\text{C}$	–	45.0	–	$\mu\text{V}/V_O$	
Ripple Rejection (Note 5)	RR	$f = 120\text{Hz}$, $V_O = 8\text{V to } 18\text{V}$	62.0	73.0	–	dB	
Dropout Voltage	V_{DROP}	$I_O = 1\text{A}$, $T_J = +25^{\circ}\text{C}$	–	2.0	–	V	
Output Resistance (Note 5)	r_O	$f = 1\text{KHz}$	–	19.0	–	$\text{m}\Omega$	
Short Circuit Current	I_{SC}	$V_I = 35\text{V}$, $T_A = +25^{\circ}\text{C}$	–	250	–	mA	
Peak Current (Note 5)	I_{PK}	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$	–	2.2	–	A	

Note 4: Load and line regulation are specified at constant junction temperature. Changes in V_O due to heating effects must be taken into account separately. Pulse testing with low duty is used.

Note 5: These parameters, although guaranteed, are not 100% tested in production.

Electrical Characteristics (LM7808)

(Refer to the test circuits. $-40^{\circ}\text{C} < T_J < 125^{\circ}\text{C}$, $I_O = 500\text{mA}$, $V_I = 14\text{V}$, $C_I = 0.33\mu\text{F}$, $C_O = 0.1\mu\text{F}$, unless otherwise specified)

Parameter	Symbol	Conditions	Min	Typ	Max	Unit	
Output Voltage	V_O	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$	7.7	8.0	8.3	V	
		$5\text{mA} \leq I_O \leq 1\text{A}$, $P_O \leq 15\text{W}$, $V_I = 10.5\text{V to } 23\text{V}$	7.6	8.0	8.4		
Line Regulation (Note 6)	Regline	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$	$V_I = 10.5\text{V to } 25\text{V}$	–	5.0	160	mV
			$V_I = 11.5\text{V to } 17\text{V}$	–	2.0	80.0	
Load Regulation (Note 6)	Regload	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$	$I_O = 5\text{mA to } 1.5\text{mA}$	–	10.0	160	mV
			$I_O = 250\text{mA to } 750\text{mA}$	–	5.0	80.0	
Quiescent Current	I_Q	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$	–	5.0	8.0	mA	
Quiescent Current Change	ΔI_Q	$I_O = 5\text{mA to } 1\text{A}$ $V_I = 10.5\text{V to } 25\text{V}$	–	0.05	0.5	mA	
			–	0.5	1.0		
Output Voltage Drift (Note 7)	$\Delta V_O/\Delta T$	$I_O = 5\text{mA}$	–	–0.8	–	mV/ $^{\circ}\text{C}$	
Output Noise Voltage	V_N	$f = 10\text{Hz to } 100\text{KHz}$, $T_A = +25^{\circ}\text{C}$	–	52.0	–	$\mu\text{V}/V_O$	
Ripple Rejection (Note 7)	RR	$f = 120\text{Hz}$, $V_O = 11.5\text{V to } 21.5\text{V}$	56.0	73.0	–	dB	
Dropout Voltage	V_{DROP}	$I_O = 1\text{A}$, $T_J = +25^{\circ}\text{C}$	–	2.0	–	V	
Output Resistance (Note 7)	r_O	$f = 1\text{KHz}$	–	17.0	–	$\text{m}\Omega$	
Short Circuit Current	I_{SC}	$V_I = 35\text{V}$, $T_A = +25^{\circ}\text{C}$	–	230	–	mA	
Peak Current (Note 7)	I_{PK}	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$	–	2.2	–	A	

Note 6: Load and line regulation are specified at constant junction temperature. Changes in V_O due to heating effects must be taken into account separately. Pulse testing with low duty is used.

Note 7: These parameters, although guaranteed, are not 100% tested in production.

Electrical Characteristics (LM7809)

(Refer to the test circuits. $-40^{\circ}\text{C} < T_J < 125^{\circ}\text{C}$, $I_O = 500\text{mA}$, $V_I = 15\text{V}$, $C_I = 0.33\mu\text{F}$, $C_O = 0.1\mu\text{F}$, unless otherwise specified)

Parameter	Symbol	Conditions	Min	Typ	Max	Unit	
Output Voltage	V_O	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$	8.65	9.0	9.35	V	
		$5\text{mA} \leq I_O \leq 1\text{A}$, $P_O \leq 15\text{W}$, $V_I = 11.5\text{V to } 24\text{V}$	8.6	9.0	9.4		
Line Regulation (Note 8)	Regline	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$	$V_I = 11.5\text{V to } 25\text{V}$	–	6.0	180	mV
			$V_I = 12\text{V to } 17\text{V}$	–	2.0	90.0	
Load Regulation (Note 8)	Regload	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$	$I_O = 5\text{mA to } 1.5\text{mA}$	–	12.0	180	mV
			$I_O = 250\text{mA to } 750\text{mA}$	–	4.0	90.0	
Quiescent Current	I_Q	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$	–	5.0	8.0	mA	
Quiescent Current Change	ΔI_Q	$I_O = 5\text{mA to } 1\text{A}$ $V_I = 11.5\text{V to } 26\text{V}$	–	–	0.5	mA	
			–	–	1.3		
Output Voltage Drift (Note 9)	$\Delta V_O/\Delta T$	$I_O = 5\text{mA}$	–	–1.0	–	mV/ $^{\circ}\text{C}$	
Output Noise Voltage	V_N	$f = 10\text{Hz to } 100\text{KHz}$, $T_A = +25^{\circ}\text{C}$	–	58.0	–	$\mu\text{V}/V_O$	
Ripple Rejection (Note 9)	RR	$f = 120\text{Hz}$, $V_O = 13\text{V to } 23\text{V}$	56.0	71.0	–	dB	
Dropout Voltage	V_{DROP}	$I_O = 1\text{A}$, $T_J = +25^{\circ}\text{C}$	–	2.0	–	V	
Output Resistance (Note 9)	r_O	$f = 1\text{KHz}$	–	17.0	–	$\text{m}\Omega$	
Short Circuit Current	I_{SC}	$V_I = 35\text{V}$, $T_A = +25^{\circ}\text{C}$	–	250	–	mA	
Peak Current (Note 9)	I_{PK}	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$	–	2.2	–	A	

Note 8: Load and line regulation are specified at constant junction temperature. Changes in V_O due to heating effects must be taken into account separately. Pulse testing with low duty is used.

Note 9: These parameters, although guaranteed, are not 100% tested in production.

Electrical Characteristics (LM7810)

(Refer to the test circuits. $-40^{\circ}\text{C} < T_J < 125^{\circ}\text{C}$, $I_O = 500\text{mA}$, $V_I = 16\text{V}$, $C_I = 0.33\mu\text{F}$, $C_O = 0.1\mu\text{F}$, unless otherwise specified)

Parameter	Symbol	Conditions	Min	Typ	Max	Unit	
Output Voltage	V_O	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$	9.6	10.0	10.4	V	
		$5\text{mA} \leq I_O \leq 1\text{A}$, $P_O \leq 15\text{W}$, $V_I = 12.5\text{V to } 25\text{V}$	9.5	10.0	10.5		
Line Regulation (Note 10)	Regline	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$	$V_I = 12.5\text{V to } 25\text{V}$	–	10.0	200	mV
			$V_I = 13\text{V to } 25\text{V}$	–	3.0	100	
Load Regulation (Note 10)	Regload	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$	$I_O = 5\text{mA to } 1.5\text{mA}$	–	12.0	200	mV
			$I_O = 250\text{mA to } 750\text{mA}$	–	4.0	400	
Quiescent Current	I_Q	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$	–	5.1	8.0	mA	
Quiescent Current Change	ΔI_Q	$I_O = 5\text{mA to } 1\text{A}$ $V_I = 12.5\text{V to } 29\text{V}$	–	–	0.5	mA	
			–	–	1.0		
Output Voltage Drift (Note 11)	$\Delta V_O/\Delta T$	$I_O = 5\text{mA}$	–	–1.0	–	mV/ $^{\circ}\text{C}$	
Output Noise Voltage	V_N	$f = 10\text{Hz to } 100\text{KHz}$, $T_A = +25^{\circ}\text{C}$	–	58.0	–	$\mu\text{V}/V_O$	
Ripple Rejection (Note 11)	RR	$f = 120\text{Hz}$, $V_O = 13\text{V to } 23\text{V}$	56.0	71.0	–	dB	
Dropout Voltage	V_{DROP}	$I_O = 1\text{A}$, $T_J = +25^{\circ}\text{C}$	–	2.0	–	V	
Output Resistance (Note 11)	r_O	$f = 1\text{KHz}$	–	17.0	–	$\text{m}\Omega$	
Short Circuit Current	I_{SC}	$V_I = 35\text{V}$, $T_A = +25^{\circ}\text{C}$	–	250	–	mA	
Peak Current (Note 11)	I_{PK}	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$	–	2.2	–	A	

Note 10: Load and line regulation are specified at constant junction temperature. Changes in V_O due to heating effects must be taken into account separately. Pulse testing with low duty is used.

Note 11: These parameters, although guaranteed, are not 100% tested in production.

Electrical Characteristics (LM7812)

(Refer to the test circuits. $-40^{\circ}\text{C} < T_J < 125^{\circ}\text{C}$, $I_O = 500\text{mA}$, $V_I = 19\text{V}$, $C_I = 0.33\mu\text{F}$, $C_O = 0.1\mu\text{F}$, unless otherwise specified)

Parameter	Symbol	Conditions	Min	Typ	Max	Unit	
Output Voltage	V_O	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$	11.5	12.0	12.5	V	
		$5\text{mA} \leq I_O \leq 1\text{A}$, $P_O \leq 15\text{W}$, $V_I = 14.5\text{V to } 27\text{V}$	11.4	12.0	12.6		
Line Regulation (Note 12)	Regline	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$	$V_I = 14.5\text{V to } 30\text{V}$	–	10.0	240	mV
			$V_I = 16\text{V to } 22\text{V}$	–	3.0	120	
Load Regulation (Note 12)	Regload	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$	$I_O = 5\text{mA to } 1.5\text{mA}$	–	11.0	240	mV
			$I_O = 250\text{mA to } 750\text{mA}$	–	5.0	120	
Quiescent Current	I_Q	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$	–	5.1	8.0	mA	
Quiescent Current Change	ΔI_Q	$I_O = 5\text{mA to } 1\text{A}$ $V_I = 14.5\text{V to } 30\text{V}$	–	0.1	0.5	mA	
			–	0.5	1.0		
Output Voltage Drift (Note 13)	$\Delta V_O/\Delta T$	$I_O = 5\text{mA}$	–	–1.0	–	mV/ $^{\circ}\text{C}$	
Output Noise Voltage	V_N	$f = 10\text{Hz to } 100\text{KHz}$, $T_A = +25^{\circ}\text{C}$	–	76.0	–	$\mu\text{V}/V_O$	
Ripple Rejection (Note 13)	RR	$f = 120\text{Hz}$, $V_I = 15\text{V to } 25\text{V}$	55.0	71.0	–	dB	
Dropout Voltage	V_{DROP}	$I_O = 1\text{A}$, $T_J = +25^{\circ}\text{C}$	–	2.0	–	V	
Output Resistance (Note 13)	r_O	$f = 1\text{KHz}$	–	18.0	–	$\text{m}\Omega$	
Short Circuit Current	I_{SC}	$V_I = 35\text{V}$, $T_A = +25^{\circ}\text{C}$	–	230	–	mA	
Peak Current (Note 13)	I_{PK}	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$	–	2.2	–	A	

Note 12: Load and line regulation are specified at constant junction temperature. Changes in V_O due to heating effects must be taken into account separately. Pulse testing with low duty is used.

Note 13: These parameters, although guaranteed, are not 100% tested in production.

Electrical Characteristics (LM7815)

(Refer to the test circuits. $-40^{\circ}\text{C} < T_J < 125^{\circ}\text{C}$, $I_O = 500\text{mA}$, $V_I = 23\text{V}$, $C_I = 0.33\mu\text{F}$, $C_O = 0.1\mu\text{F}$, unless otherwise specified)

Parameter	Symbol	Conditions	Min	Typ	Max	Unit	
Output Voltage	V_O	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$	14.4	15.0	15.6	V	
		$5\text{mA} \leq I_O \leq 1\text{A}$, $P_O \leq 15\text{W}$, $V_I = 17.5\text{V to } 30\text{V}$	14.25	15.0	15.75		
Line Regulation (Note 14)	Regline	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$	$V_I = 17.5\text{V to } 30\text{V}$	–	11.0	300	mV
			$V_I = 20\text{V to } 26\text{V}$	–	3.0	150	
Load Regulation (Note 14)	Regload	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$	$I_O = 5\text{mA to } 1.5\text{mA}$	–	12.0	300	mV
			$I_O = 250\text{mA to } 750\text{mA}$	–	4.0	150	
Quiescent Current	I_Q	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$	–	5.2	8.0	mA	
Quiescent Current Change	ΔI_Q	$I_O = 5\text{mA to } 1\text{A}$ $V_I = 17.5\text{V to } 30\text{V}$	–	–	0.5	mA	
			–	–	1.0		
Output Voltage Drift (Note 15)	$\Delta V_O/\Delta T$	$I_O = 5\text{mA}$	–	–1.0	–	mV/ $^{\circ}\text{C}$	
Output Noise Voltage	V_N	$f = 10\text{Hz to } 100\text{KHz}$, $T_A = +25^{\circ}\text{C}$	–	90.0	–	$\mu\text{V}/V_O$	
Ripple Rejection (Note 15)	RR	$f = 120\text{Hz}$, $V_I = 18.5\text{V to } 28.5\text{V}$	54.0	70.0	–	dB	
Dropout Voltage	V_{DROP}	$I_O = 1\text{A}$, $T_J = +25^{\circ}\text{C}$	–	2.0	–	V	
Output Resistance (Note 15)	r_O	$f = 1\text{KHz}$	–	19.0	–	$\text{m}\Omega$	
Short Circuit Current	I_{SC}	$V_I = 35\text{V}$, $T_A = +25^{\circ}\text{C}$	–	250	–	mA	
Peak Current (Note 15)	I_{PK}	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$	–	2.2	–	A	

Note 14: Load and line regulation are specified at constant junction temperature. Changes in V_O due to heating effects must be taken into account separately. Pulse testing with low duty is used.

Note 15: These parameters, although guaranteed, are not 100% tested in production.

Electrical Characteristics (LM7818)

(Refer to the test circuits. $-40^{\circ}\text{C} < T_J < 125^{\circ}\text{C}$, $I_O = 500\text{mA}$, $V_I = 27\text{V}$, $C_I = 0.33\mu\text{F}$, $C_O = 0.1\mu\text{F}$, unless otherwise specified)

Parameter	Symbol	Conditions	Min	Typ	Max	Unit	
Output Voltage	V_O	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$	17.3	18.0	18.7	V	
		$5\text{mA} \leq I_O \leq 1\text{A}$, $P_O \leq 15\text{W}$, $V_I = 21\text{V to } 33\text{V}$	17.1	18.0	18.9		
Line Regulation (Note 12)	Regline	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$	$V_I = 21\text{V to } 33\text{V}$	–	15.0	360	mV
			$V_I = 24\text{V to } 30\text{V}$	–	5.0	180	
Load Regulation (Note 12)	Regload	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$	$I_O = 5\text{mA to } 1.5\text{mA}$	–	15.0	360	mV
			$I_O = 250\text{mA to } 750\text{mA}$	–	5.0	180	
Quiescent Current	I_Q	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$	–	5.2	8.0	mA	
Quiescent Current Change	ΔI_Q	$I_O = 5\text{mA to } 1\text{A}$ $V_I = 21\text{V to } 33\text{V}$	–	–	0.5	mA	
			–	–	1.0		
Output Voltage Drift (Note 17)	$\Delta V_O/\Delta T$	$I_O = 5\text{mA}$	–	–1.0	–	mV/ $^{\circ}\text{C}$	
Output Noise Voltage	V_N	$f = 10\text{Hz to } 100\text{KHz}$, $T_A = +25^{\circ}\text{C}$	–	110	–	$\mu\text{V}/V_O$	
Ripple Rejection (Note 17)	RR	$f = 120\text{Hz}$, $V_I = 22\text{V to } 32\text{V}$	53.0	69.0	–	dB	
Dropout Voltage	V_{DROP}	$I_O = 1\text{A}$, $T_J = +25^{\circ}\text{C}$	–	2.0	–	V	
Output Resistance (Note 17)	r_O	$f = 1\text{KHz}$	–	22.0	–	$\text{m}\Omega$	
Short Circuit Current	I_{SC}	$V_I = 35\text{V}$, $T_A = +25^{\circ}\text{C}$	–	250	–	mA	
Peak Current (Note 17)	I_{PK}	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$	–	2.2	–	A	

Note 16: Load and line regulation are specified at constant junction temperature. Changes in V_O due to heating effects must be taken into account separately. Pulse testing with low duty is used.

Note 17: These parameters, although guaranteed, are not 100% tested in production.

Electrical Characteristics (LM7824)

(Refer to the test circuits. $-40^{\circ}\text{C} < T_J < 125^{\circ}\text{C}$, $I_O = 500\text{mA}$, $V_I = 33\text{V}$, $C_I = 0.33\mu\text{F}$, $C_O = 0.1\mu\text{F}$, unless otherwise specified)

Parameter	Symbol	Conditions	Min	Typ	Max	Unit	
Output Voltage	V_O	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$	23.0	24.0	25.0	V	
		$5\text{mA} \leq I_O \leq 1\text{A}$, $P_O \leq 15\text{W}$, $V_I = 27\text{V to } 38\text{V}$	22.8	24.0	25.25		
Line Regulation (Note 18)	Regline	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$	$V_I = 27\text{V to } 38\text{V}$	–	17.0	480	mV
			$V_I = 30\text{V to } 36\text{V}$	–	6.0	240	
Load Regulation (Note 18)	Regload	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$	$I_O = 5\text{mA to } 1.5\text{mA}$	–	15.0	480	mV
			$I_O = 250\text{mA to } 750\text{mA}$	–	5.0	240	
Quiescent Current	I_Q	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$	–	5.2	8.0	mA	
Quiescent Current Change	ΔI_Q	$I_O = 5\text{mA to } 1\text{A}$ $V_I = 27\text{V to } 38\text{V}$	–	0.1	0.5	mA	
			–	0.5	1.0		
Output Voltage Drift (Note 19)	$\Delta V_O/\Delta T$	$I_O = 5\text{mA}$	–	–1.5	–	mV/ $^{\circ}\text{C}$	
Output Noise Voltage	V_N	$f = 10\text{Hz to } 100\text{KHz}$, $T_A = +25^{\circ}\text{C}$	–	60.0	–	$\mu\text{V}/V_O$	
Ripple Rejection (Note 19)	RR	$f = 120\text{Hz}$, $V_I = 28\text{V to } 38\text{V}$	50.0	67.0	–	dB	
Dropout Voltage	V_{DROP}	$I_O = 1\text{A}$, $T_J = +25^{\circ}\text{C}$	–	2.0	–	V	
Output Resistance (Note 19)	r_O	$f = 1\text{KHz}$	–	28.0	–	$\text{m}\Omega$	
Short Circuit Current	I_{SC}	$V_I = 35\text{V}$, $T_A = +25^{\circ}\text{C}$	–	230	–	mA	
Peak Current (Note 19)	I_{PK}	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$	–	2.2	–	A	

Note 18: Load and line regulation are specified at constant junction temperature. Changes in V_O due to heating effects must be taken into account separately. Pulse testing with low duty is used.

Note 19: These parameters, although guaranteed, are not 100% tested in production.

Electrical Characteristics (LM7805A)

(Refer to the test circuits. $0^{\circ}\text{C} < T_J < 125^{\circ}\text{C}$, $I_O = 1\text{A}$, $V_I = 10\text{V}$, $C_1 = 0.33\mu\text{F}$, $C_O = 0.1\mu\text{F}$, unless otherwise specified)

Parameter	Symbol	Conditions	Min	Typ	Max	Unit	
Output Voltage	V_O	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$	4.9	5.0	5.1	V	
		$I_O = 5\text{mA to } 1\text{A}$, $P_O \leq 15\text{W}$, $V_I = 7.5\text{V to } 20\text{V}$	4.8	5.0	5.2		
Line Regulation (Note 20)	Regline	$V_I = 7.5\text{V to } 25\text{V}$, $I_O = 500\text{mA}$	–	5.0	50.0	mV	
		$V_I = 8\text{V to } 12\text{V}$	–	3.0	50.0		
		$T_J = +25^{\circ}\text{C}$	$V_I = 7.3\text{V to } 20\text{V}$	–	5.0		50.0
			$V_I = 8\text{V to } 12\text{V}$	–	1.5		25.0
Load Regulation (Note 20)	Regload	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$, $I_O = 5\text{mA to } 1.5\text{mA}$	–	9.0	100	mV	
		$I_O = 5\text{mA to } 1\text{mA}$	–	9.0	100		
		$I_O = 250\text{mA to } 750\text{mA}$	–	4.0	50.0		
Quiescent Current	I_Q	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$	–	5.0	6.0	mA	
Quiescent Current Change	ΔI_Q	$I_O = 5\text{mA to } 1\text{A}$	–	–	0.5	mA	
		$V_I = 8\text{V to } 25\text{V}$, $I_O = 500\text{mA}$	–	–	0.8		
		$V_I = 7.5\text{V to } 20\text{V}$, $T_J = +25^{\circ}\text{C}$	–	–	0.8		
Output Voltage Drift (Note 21)	$\Delta V_O/\Delta T$	$I_O = 5\text{mA}$	–	–0.8	–	mV/ $^{\circ}\text{C}$	
Output Noise Voltage	V_N	$f = 10\text{Hz to } 100\text{KHz}$, $T_A = +25^{\circ}\text{C}$	–	10.0	–	$\mu\text{V}/V_O$	
Ripple Rejection (Note 21)	RR	$f = 120\text{Hz}$, $I_O = 500\text{mA}$, $V_I = 8\text{V to } 18\text{V}$	–	68.0	–	dB	
Dropout Voltage	V_{DROP}	$I_O = 1\text{A}$, $T_J = +25^{\circ}\text{C}$	–	2.0	–	V	
Output Resistance (Note 21)	r_O	$f = 1\text{KHz}$	–	17.0	–	$\text{m}\Omega$	
Short Circuit Current	I_{SC}	$V_I = 35\text{V}$, $T_A = +25^{\circ}\text{C}$	–	250	–	mA	
Peak Current (Note 21)	I_{PK}	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$	–	2.2	–	A	

Note 20: Load and line regulation are specified at constant junction temperature. Changes in V_O due to heating effects must be taken into account separately. Pulse testing with low duty is used.

Note 21: These parameters, although guaranteed, are not 100% tested in production.

Electrical Characteristics (LM7806A)

(Refer to the test circuits. $0^{\circ}\text{C} < T_J < 125^{\circ}\text{C}$, $I_O = 1\text{A}$, $V_I = 11\text{V}$, $C_I = 0.33\mu\text{F}$, $C_O = 0.1\mu\text{F}$, unless otherwise specified)

Parameter	Symbol	Conditions	Min	Typ	Max	Unit	
Output Voltage	V_O	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$	5.58	6.0	6.12	V	
		$I_O = 5\text{mA to } 1\text{A}$, $P_O \leq 15\text{W}$, $V_I = 8.6\text{V to } 21\text{V}$	5.76	6.0	6.24		
Line Regulation (Note 22)	Regline	$V_I = 8.6\text{V to } 25\text{V}$, $I_O = 500\text{mA}$	–	5.0	60.0	mV	
		$V_I = 9\text{V to } 13\text{V}$	–	3.0	60.0		
		$T_J = +25^{\circ}\text{C}$	$V_I = 8.3\text{V to } 21\text{V}$	–	5.0		60.0
			$V_I = 9\text{V to } 13\text{V}$	–	1.5		30.0
Load Regulation (Note 22)	Regload	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$, $I_O = 5\text{mA to } 1.5\text{mA}$	–	9.0	100	mV	
		$I_O = 5\text{mA to } 1\text{mA}$	–	4.0	100		
		$I_O = 250\text{mA to } 750\text{mA}$	–	5.0	50.0		
Quiescent Current	I_Q	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$	–	4.3	6.0	mA	
Quiescent Current Change	ΔI_Q	$I_O = 5\text{mA to } 1\text{A}$	–	–	0.5	mA	
		$V_I = 19\text{V to } 25\text{V}$, $I_O = 500\text{mA}$	–	–	0.8		
		$V_I = 8.5\text{V to } 21\text{V}$, $T_J = +25^{\circ}\text{C}$	–	–	0.8		
Output Voltage Drift (Note 23)	$\Delta V_O/\Delta T$	$I_O = 5\text{mA}$	–	–0.8	–	mV/ $^{\circ}\text{C}$	
Output Noise Voltage	V_N	$f = 10\text{Hz to } 100\text{KHz}$, $T_A = +25^{\circ}\text{C}$	–	10.0	–	$\mu\text{V}/V_O$	
Ripple Rejection (Note 23)	RR	$f = 120\text{Hz}$, $I_O = 500\text{mA}$, $V_I = 9\text{V to } 19\text{V}$	–	65.0	–	dB	
Dropout Voltage	V_{DROP}	$I_O = 1\text{A}$, $T_J = +25^{\circ}\text{C}$	–	2.0	–	V	
Output Resistance (Note 23)	r_O	$f = 1\text{KHz}$	–	17.0	–	$\text{m}\Omega$	
Short Circuit Current	I_{SC}	$V_I = 35\text{V}$, $T_A = +25^{\circ}\text{C}$	–	250	–	mA	
Peak Current (Note 23)	I_{PK}	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$	–	2.2	–	A	

Note 22: Load and line regulation are specified at constant junction temperature. Changes in V_O due to heating effects must be taken into account separately. Pulse testing with low duty is used.

Note 23: These parameters, although guaranteed, are not 100% tested in production.

Electrical Characteristics (LM7808A)

(Refer to the test circuits. $0^{\circ}\text{C} < T_J < 125^{\circ}\text{C}$, $I_O = 1\text{A}$, $V_I = 14\text{V}$, $C_1 = 0.33\mu\text{F}$, $C_O = 0.1\mu\text{F}$, unless otherwise specified)

Parameter	Symbol	Conditions	Min	Typ	Max	Unit	
Output Voltage	V_O	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$	7.84	8.0	8.16	V	
		$I_O = 5\text{mA to } 1\text{A}$, $P_O \leq 15\text{W}$, $V_I = 10.6\text{V to } 23\text{V}$	7.7	8.0	8.3		
Line Regulation (Note 24)	Regline	$V_I = 10.6\text{V to } 25\text{V}$, $I_O = 500\text{mA}$	–	6.0	80.0	mV	
		$V_I = 11\text{V to } 17\text{V}$	–	3.0	80.0		
		$T_J = +25^{\circ}\text{C}$	$V_I = 10.4\text{V to } 23\text{V}$	–	6.0		80.0
			$V_I = 11\text{V to } 17\text{V}$	–	2.0		40.0
Load Regulation (Note 24)	Regload	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$, $I_O = 5\text{mA to } 1.5\text{mA}$	–	12.0	100	mV	
		$I_O = 5\text{mA to } 1\text{mA}$	–	12.0	100		
		$I_O = 250\text{mA to } 750\text{mA}$	–	5.0	50.0		
Quiescent Current	I_Q	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$	–	5.0	6.0	mA	
Quiescent Current Change	ΔI_Q	$I_O = 5\text{mA to } 1\text{mA}$	–	–	0.5	mA	
		$V_I = 11\text{V to } 25\text{V}$, $I_O = 500\text{mA}$	–	–	0.8		
		$V_I = 10.6\text{V to } 23\text{V}$, $T_J = +25^{\circ}\text{C}$	–	–	0.8		
Output Voltage Drift (Note 25)	$\Delta V_O/\Delta T$	$I_O = 5\text{mA}$	–	–0.8	–	mV/ $^{\circ}\text{C}$	
Output Noise Voltage	V_N	$f = 10\text{Hz to } 100\text{KHz}$, $T_A = +25^{\circ}\text{C}$	–	10.0	–	$\mu\text{V}/V_O$	
Ripple Rejection (Note 25)	RR	$f = 120\text{Hz}$, $I_O = 500\text{mA}$, $V_I = 11.5\text{V to } 21.5\text{V}$	–	62.0	–	dB	
Dropout Voltage	V_{DROP}	$I_O = 1\text{A}$, $T_J = +25^{\circ}\text{C}$	–	2.0	–	V	
Output Resistance (Note 25)	r_O	$f = 1\text{KHz}$	–	18.0	–	$\text{m}\Omega$	
Short Circuit Current	I_{SC}	$V_I = 35\text{V}$, $T_A = +25^{\circ}\text{C}$	–	250	–	mA	
Peak Current (Note 25)	I_{PK}	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$	–	2.2	–	A	

Note 24: Load and line regulation are specified at constant junction temperature. Changes in V_O due to heating effects must be taken into account separately. Pulse testing with low duty is used.

Note 25: These parameters, although guaranteed, are not 100% tested in production.

Electrical Characteristics (LM7809A)

(Refer to the test circuits. $0^{\circ}\text{C} < T_J < 125^{\circ}\text{C}$, $I_O = 1\text{A}$, $V_I = 15\text{V}$, $C_1 = 0.33\mu\text{F}$, $C_O = 0.1\mu\text{F}$, unless otherwise specified)

Parameter	Symbol	Conditions	Min	Typ	Max	Units	
Output Voltage	V_O	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$	8.82	9.0	9.16	V	
		$I_O = 5\text{mA to } 1\text{A}$, $P_O \leq 15\text{W}$, $V_I = 11.2\text{V to } 24\text{V}$	8.65	9.0	9.35		
Line Regulation (Note 26)	Regline	$V_I = 11.7\text{V to } 25\text{V}$, $I_O = 500\text{mA}$	–	6.0	90.0	mV	
		$V_I = 12.5\text{V to } 19\text{V}$	–	4.0	45.0		
		$T_J = +25^{\circ}\text{C}$	$V_I = 11.5\text{V to } 24\text{V}$	–	6.0		90.0
			$V_I = 12.5\text{V to } 19\text{V}$	–	2.0		45.0
Load Regulation (Note 26)	Regload	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$, $I_O = 5\text{mA to } 1.0\text{mA}$	–	12.0	100	mV	
		$I_O = 5\text{mA to } 1\text{mA}$	–	12.0	100		
		$I_O = 250\text{mA to } 750\text{mA}$	–	5.0	50.0		
Quiescent Current	I_Q	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$	–	5.0	6.0	mA	
Quiescent Current Change	ΔI_Q	$I_O = 5\text{mA to } 1\text{A}$	–	–	0.5	mA	
		$V_I = 12\text{V to } 25\text{V}$, $I_O = 500\text{mA}$	–	–	0.8		
		$V_I = 11.7\text{V to } 25\text{V}$, $T_J = +25^{\circ}\text{C}$	–	–	0.8		
Output Voltage Drift (Note 27)	$\Delta V_O/\Delta T$	$I_O = 5\text{mA}$	–	–1.0	–	mV/ $^{\circ}\text{C}$	
Output Noise Voltage	V_N	$f = 10\text{Hz to } 100\text{KHz}$, $T_A = +25^{\circ}\text{C}$	–	10.0	–	$\mu\text{V}/V_O$	
Ripple Rejection (Note 27)	RR	$f = 120\text{Hz}$, $I_O = 500\text{mA}$, $V_I = 12\text{V to } 22\text{V}$	–	62.0	–	dB	
Dropout Voltage	V_{DROP}	$I_O = 1\text{A}$, $T_J = +25^{\circ}\text{C}$	–	2.0	–	V	
Output Resistance (Note 27)	r_O	$f = 1\text{KHz}$	–	17.0	–	$\text{m}\Omega$	
Short Circuit Current	I_{SC}	$V_I = 35\text{V}$, $T_A = +25^{\circ}\text{C}$	–	250	–	mA	
Peak Current (Note 27)	I_{PK}	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$	–	2.2	–	A	

Note 26: Load and line regulation are specified at constant junction temperature. Changes in V_O due to heating effects must be taken into account separately. Pulse testing with low duty is used.

Note 27: These parameters, although guaranteed, are not 100% tested in production.

Electrical Characteristics (LM7810A)

(Refer to the test circuits. $0^{\circ}\text{C} < T_J < 125^{\circ}\text{C}$, $I_O = 1\text{A}$, $V_I = 16\text{V}$, $C_1 = 0.33\mu\text{F}$, $C_O = 0.1\mu\text{F}$, unless otherwise specified)

Parameter	Symbol	Conditions	Min	Typ	Max	Units	
Output Voltage	V_O	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$	9.8	10.0	10.2	V	
		$I_O = 5\text{mA to } 1\text{A}$, $P_O \leq 15\text{W}$, $V_I = 12.8\text{V to } 25\text{V}$	9.6	10.0	10.4		
Line Regulation (Note 28)	Regline	$V_I = 12.8\text{V to } 26\text{V}$, $I_O = 500\text{mA}$	–	8.0	100	mV	
		$V_I = 13\text{V to } 20\text{V}$	–	4.0	50.0		
		$T_J = +25^{\circ}\text{C}$	$V_I = 12.5\text{V to } 25\text{V}$	–	8.0		100
			$V_I = 13\text{V to } 20\text{V}$	–	3.0		50.0
Load Regulation (Note 28)	Regload	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$, $I_O = 5\text{mA to } 1.5\text{mA}$	–	12.0	100	mV	
		$I_O = 5\text{mA to } 1\text{mA}$	–	12.0	100		
		$I_O = 250\text{mA to } 750\text{mA}$	–	5.0	50.0		
Quiescent Current	I_Q	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$	–	5.0	6.0	mA	
Quiescent Current Change	ΔI_Q	$I_O = 5\text{mA to } 1\text{A}$	–	–	0.5	mA	
		$V_I = 12.8\text{V to } 25\text{V}$, $I_O = 500\text{mA}$	–	–	0.8		
		$V_I = 13\text{V to } 26\text{V}$, $T_J = +25^{\circ}\text{C}$	–	–	0.5		
Output Voltage Drift (Note 29)	$\Delta V_O/\Delta T$	$I_O = 5\text{mA}$	–	–1.0	–	mV/ $^{\circ}\text{C}$	
Output Noise Voltage	V_N	$f = 10\text{Hz to } 100\text{KHz}$, $T_A = +25^{\circ}\text{C}$	–	10.0	–	$\mu\text{V}/V_O$	
Ripple Rejection (Note 29)	RR	$f = 120\text{Hz}$, $I_O = 500\text{mA}$, $V_I = 14\text{V to } 24\text{V}$	–	62.0	–	dB	
Dropout Voltage	V_{DROP}	$I_O = 1\text{A}$, $T_J = +25^{\circ}\text{C}$	–	2.0	–	V	
Output Resistance (Note 29)	r_O	$f = 1\text{KHz}$	–	17.0	–	$\text{m}\Omega$	
Short Circuit Current	I_{SC}	$V_I = 35\text{V}$, $T_A = +25^{\circ}\text{C}$	–	250	–	mA	
Peak Current (Note 29)	I_{PK}	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$	–	2.2	–	A	

Note 28: Load and line regulation are specified at constant junction temperature. Changes in V_O due to heating effects must be taken into account separately. Pulse testing with low duty is used.

Note 29: These parameters, although guaranteed, are not 100% tested in production.

Electrical Characteristics (LM7812A)

(Refer to the test circuits. $0^{\circ}\text{C} < T_J < 125^{\circ}\text{C}$, $I_O = 1\text{A}$, $V_I = 19\text{V}$, $C_I = 0.33\mu\text{F}$, $C_O = 0.1\mu\text{F}$, unless otherwise specified)

Parameter	Symbol	Conditions	Min	Typ	Max	Units	
Output Voltage	V_O	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$	11.75	12.0	12.25	V	
		$I_O = 5\text{mA to } 1\text{A}$, $P_O \leq 15\text{W}$, $V_I = 14.8\text{V to } 27\text{V}$	11.5	12.0	12.5		
Line Regulation (Note 30)	Regline	$V_I = 14.8\text{V to } 30\text{V}$, $I_O = 500\text{mA}$	–	10.0	120	mV	
		$V_I = 16\text{V to } 22\text{V}$	–	4.0	120		
		$T_J = +25^{\circ}\text{C}$	$V_I = 14.5\text{V to } 27\text{V}$	–	10.0		120
			$V_I = 16\text{V to } 22\text{V}$	–	3.0		60.0
Load Regulation (Note 30)	Regload	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$, $I_O = 5\text{mA to } 1.5\text{mA}$	–	12.0	100	mV	
		$I_O = 5\text{mA to } 1\text{mA}$	–	12.0	100		
		$I_O = 250\text{mA to } 750\text{mA}$	–	5.0	50.0		
Quiescent Current	I_Q	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$	–	5.1	6.0	mA	
Quiescent Current Change	ΔI_Q	$I_O = 5\text{mA to } 1\text{A}$	–	–	0.5	mA	
		$V_I = 14\text{V to } 27\text{V}$, $I_O = 500\text{mA}$	–	–	0.8		
		$V_I = 15\text{V to } 30\text{V}$, $T_J = +25^{\circ}\text{C}$	–	–	0.8		
Output Voltage Drift (Note 31)	$\Delta V_O / \Delta T$	$I_O = 5\text{mA}$	–	–1.0	–	mV/ $^{\circ}\text{C}$	
Output Noise Voltage	V_N	$f = 10\text{Hz to } 100\text{KHz}$, $T_A = +25^{\circ}\text{C}$	–	10.0	–	$\mu\text{V}/V_O$	
Ripple Rejection (Note 31)	RR	$f = 120\text{Hz}$, $I_O = 500\text{mA}$, $V_I = 14\text{V to } 24\text{V}$	–	60.0	–	dB	
Dropout Voltage	V_{DROP}	$I_O = 1\text{A}$, $T_J = +25^{\circ}\text{C}$	–	2.0	–	V	
Output Resistance (Note 31)	r_O	$f = 1\text{KHz}$	–	18.0	–	$\text{m}\Omega$	
Short Circuit Current	I_{SC}	$V_I = 35\text{V}$, $T_A = +25^{\circ}\text{C}$	–	250	–	mA	
Peak Current (Note 31)	I_{PK}	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$	–	2.2	–	A	

Note 30: Load and line regulation are specified at constant junction temperature. Changes in V_O due to heating effects must be taken into account separately. Pulse testing with low duty is used.

Note 31: These parameters, although guaranteed, are not 100% tested in production.

Electrical Characteristics (LM7815A)

(Refer to the test circuits. $0^{\circ}\text{C} < T_J < 125^{\circ}\text{C}$, $I_O = 1\text{A}$, $V_I = 23\text{V}$, $C_1 = 0.33\mu\text{F}$, $C_O = 0.1\mu\text{F}$, unless otherwise specified)

Parameter	Symbol	Conditions	Min	Typ	Max	Units	
Output Voltage	V_O	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$	14.75	15.0	15.3	V	
		$I_O = 5\text{mA to } 1\text{A}$, $P_O \leq 15\text{W}$, $V_I = 17.7\text{V to } 30\text{V}$	14.4	15.0	15.6		
Line Regulation (Note 32)	Regline	$V_I = 17.4\text{V to } 30\text{V}$, $I_O = 500\text{mA}$	–	10.0	150	mV	
		$V_I = 20\text{V to } 26\text{V}$	–	5.0	150		
		$T_J = +25^{\circ}\text{C}$	$V_I = 17.5\text{V to } 30\text{V}$	–	11.0		150
			$V_I = 20\text{V to } 26\text{V}$	–	3.0		75.0
Load Regulation (Note 32)	Regload	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$, $I_O = 5\text{mA to } 1.5\text{mA}$	–	12.0	100	mV	
		$I_O = 5\text{mA to } 1\text{mA}$	–	12.0	100		
		$I_O = 250\text{mA to } 750\text{mA}$	–	5.0	50.0		
Quiescent Current	I_Q	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$	–	5.2	6.0	mA	
Quiescent Current Change	ΔI_Q	$I_O = 5\text{mA to } 1\text{A}$	–	–	0.5	mA	
		$V_I = 17.5\text{V to } 30\text{V}$, $I_O = 500\text{mA}$	–	–	0.8		
		$V_I = 17.5\text{V to } 30\text{V}$, $T_J = +25^{\circ}\text{C}$	–	–	0.8		
Output Voltage Drift (Note 33)	$\Delta V_O/\Delta T$	$I_O = 5\text{mA}$	–	–1.0	–	mV/ $^{\circ}\text{C}$	
Output Noise Voltage	V_N	$f = 10\text{Hz to } 100\text{KHz}$, $T_A = +25^{\circ}\text{C}$	–	10.0	–	$\mu\text{V}/V_O$	
Ripple Rejection (Note 33)	RR	$f = 120\text{Hz}$, $I_O = 500\text{mA}$, $V_I = 18.5\text{V to } 28.5\text{V}$	–	58.0	–	dB	
Dropout Voltage	V_{DROP}	$I_O = 1\text{A}$, $T_J = +25^{\circ}\text{C}$	–	2.0	–	V	
Output Resistance (Note 33)	r_O	$f = 1\text{KHz}$	–	19.0	–	$\text{m}\Omega$	
Short Circuit Current	I_{SC}	$V_I = 35\text{V}$, $T_A = +25^{\circ}\text{C}$	–	250	–	mA	
Peak Current (Note 33)	I_{PK}	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$	–	2.2	–	A	

Note 32: Load and line regulation are specified at constant junction temperature. Changes in V_O due to heating effects must be taken into account separately. Pulse testing with low duty is used.

Note 33: These parameters, although guaranteed, are not 100% tested in production.

Electrical Characteristics (LM7818A)

(Refer to the test circuits. $0^{\circ}\text{C} < T_J < 125^{\circ}\text{C}$, $I_O = 1\text{A}$, $V_I = 27\text{V}$, $C_1 = 0.33\mu\text{F}$, $C_O = 0.1\mu\text{F}$, unless otherwise specified)

Parameter	Symbol	Conditions	Min	Typ	Max	Units	
Output Voltage	V_O	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$	17.64	18.0	18.36	V	
		$I_O = 5\text{mA to } 1\text{A}$, $P_O \leq 15\text{W}$, $V_I = 21\text{V to } 33\text{V}$	17.3	18.0	18.7		
Line Regulation (Note 34)	Regline	$V_I = 21\text{V to } 33\text{V}$, $I_O = 500\text{mA}$	–	15.0	180	mV	
		$V_I = 21\text{V to } 33\text{V}$	–	5.0	180		
		$T_J = +25^{\circ}\text{C}$	$V_I = 20.6\text{V to } 33\text{V}$	–	15.0		180
			$V_I = 24\text{V to } 30\text{V}$	–	5.0		90.0
Load Regulation (Note 34)	Regload	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$, $I_O = 5\text{mA to } 1.5\text{mA}$	–	15.0	100	mV	
		$I_O = 5\text{mA to } 1\text{mA}$	–	15.0	100		
		$I_O = 250\text{mA to } 750\text{mA}$	–	7.0	50.0		
Quiescent Current	I_Q	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$	–	5.2	6.0	mA	
Quiescent Current Change	ΔI_Q	$I_O = 5\text{mA to } 1\text{A}$	–	–	0.5	mA	
		$V_I = 12\text{V to } 33\text{V}$, $I_O = 500\text{mA}$	–	–	0.8		
		$V_I = 12\text{V to } 33\text{V}$, $T_J = +25^{\circ}\text{C}$	–	–	0.8		
Output Voltage Drift (Note 35)	$\Delta V_O/\Delta T$	$I_O = 5\text{mA}$	–	–1.0	–	mV/ $^{\circ}\text{C}$	
Output Noise Voltage	V_N	$f = 10\text{Hz to } 100\text{KHz}$, $T_A = +25^{\circ}\text{C}$	–	10.0	–	$\mu\text{V}/V_O$	
Ripple Rejection (Note 35)	RR	$f = 120\text{Hz}$, $I_O = 500\text{mA}$, $V_I = 22\text{V to } 32\text{V}$	–	57.0	–	dB	
Dropout Voltage	V_{DROP}	$I_O = 1\text{A}$, $T_J = +25^{\circ}\text{C}$	–	2.0	–	V	
Output Resistance (Note 35)	r_O	$f = 1\text{KHz}$	–	19.0	–	$\text{m}\Omega$	
Short Circuit Current	I_{SC}	$V_I = 35\text{V}$, $T_A = +25^{\circ}\text{C}$	–	250	–	mA	
Peak Current (Note 35)	I_{PK}	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$	–	2.2	–	A	

Note 34: Load and line regulation are specified at constant junction temperature. Changes in V_O due to heating effects must be taken into account separately. Pulse testing with low duty is used.

Note 35: These parameters, although guaranteed, are not 100% tested in production.

Electrical Characteristics (LM7824A)

(Refer to the test circuits. $0^{\circ}\text{C} < T_J < 125^{\circ}\text{C}$, $I_O = 1\text{A}$, $V_I = 33\text{V}$, $C_I = 0.33\mu\text{F}$, $C_O = 0.1\mu\text{F}$, unless otherwise specified)

Parameter	Symbol	Conditions	Min	Typ	Max	Units	
Output Voltage	V_O	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$	23.5	24.0	24.5	V	
		$I_O = 5\text{mA to } 1\text{A}$, $P_O \leq 15\text{W}$, $V_I = 27.3\text{V to } 38\text{V}$	23.0	24.0	25.0		
Line Regulation (Note 36)	Regline	$V_I = 27\text{V to } 38\text{V}$, $I_O = 500\text{mA}$	–	18.0	240	mV	
		$V_I = 21\text{V to } 33\text{V}$	–	6.0	240		
		$T_J = +25^{\circ}\text{C}$	$V_I = 26.7\text{V to } 38\text{V}$	–	18.0		240
			$V_I = 30\text{V to } 36\text{V}$	–	6.0		120
Load Regulation (Note 36)	Regload	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$, $I_O = 5\text{mA to } 1.5\text{mA}$	–	15.0	100	mV	
		$I_O = 5\text{mA to } 1\text{mA}$	–	15.0	100		
		$I_O = 250\text{mA to } 750\text{mA}$	–	7.0	50.0		
Quiescent Current	I_Q	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$	–	5.2	6.0	mA	
Quiescent Current Change	ΔI_Q	$I_O = 5\text{mA to } 1\text{A}$	–	–	0.5	mA	
		$V_I = 27.3\text{V to } 38\text{V}$, $I_O = 500\text{mA}$	–	–	0.8		
		$V_I = 27.3\text{V to } 38\text{V}$, $T_J = +25^{\circ}\text{C}$	–	–	0.8		
Output Voltage Drift (Note 37)	$\Delta V_O/\Delta T$	$I_O = 5\text{mA}$	–	–1.5	–	mV/ $^{\circ}\text{C}$	
Output Noise Voltage	V_N	$f = 10\text{Hz to } 100\text{KHz}$, $T_A = +25^{\circ}\text{C}$	–	10.0	–	$\mu\text{V}/V_O$	
Ripple Rejection (Note 37)	RR	$f = 120\text{Hz}$, $I_O = 500\text{mA}$, $V_I = 28\text{V to } 38\text{V}$	–	54.0	–	dB	
Dropout Voltage	V_{DROP}	$I_O = 1\text{A}$, $T_J = +25^{\circ}\text{C}$	–	2.0	–	V	
Output Resistance (Note 37)	r_O	$f = 1\text{KHz}$	–	20.0	–	$\text{m}\Omega$	
Short Circuit Current	I_{SC}	$V_I = 35\text{V}$, $T_A = +25^{\circ}\text{C}$	–	250	–	mA	
Peak Current (Note 37)	I_{PK}	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$	–	2.2	–	A	

Note 36: Load and line regulation are specified at constant junction temperature. Changes in V_O due to heating effects must be taken into account separately. Pulse testing with low duty is used.

Note 37: These parameters, although guaranteed, are not 100% tested in production.

Typical Performance Characteristics

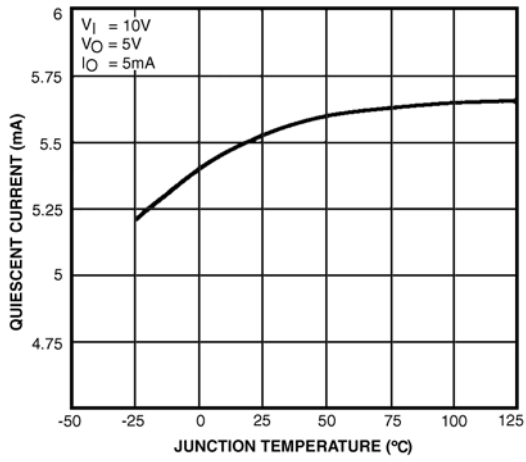


FIGURE 1. Quiescent Current

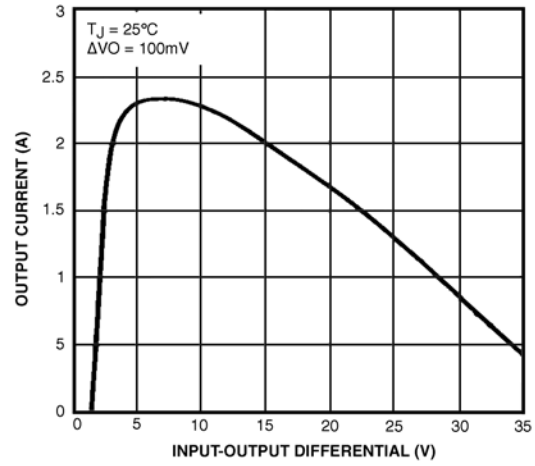


FIGURE 2. Peak Output Current

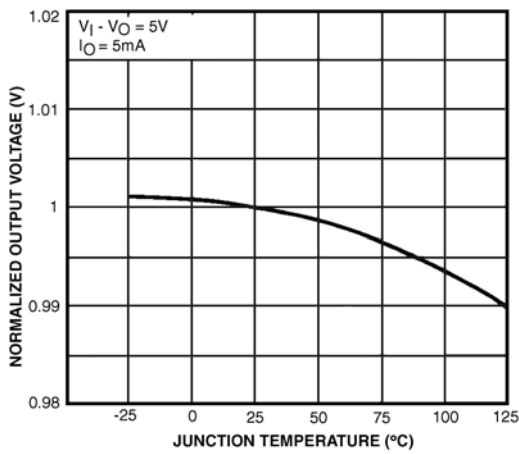


FIGURE 3. Output Voltage

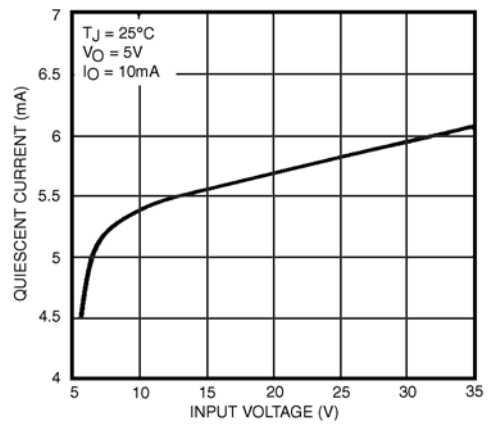


FIGURE 4. Quiescent Current

Typical Applications

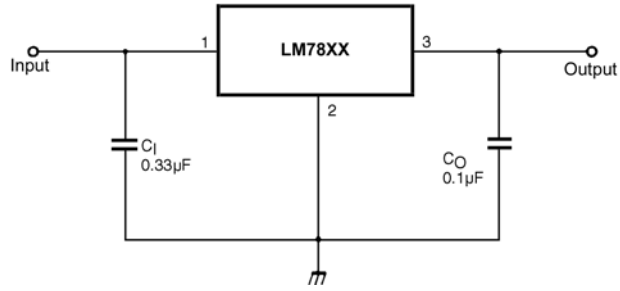


FIGURE 5. DC Parameters

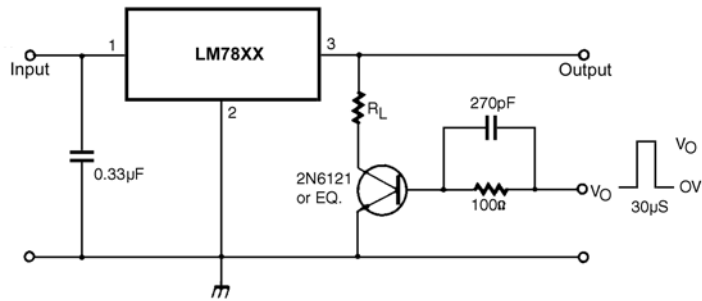


FIGURE 6. Load Regulation

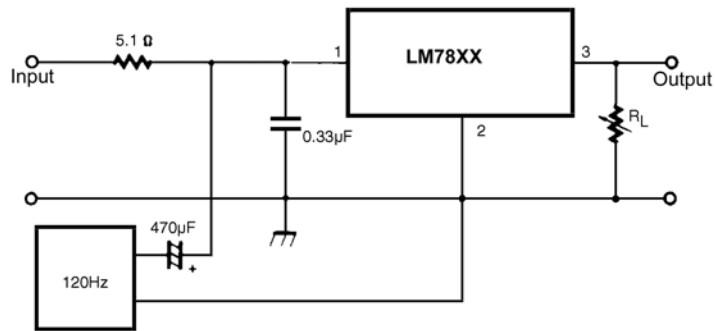


FIGURE 7. Ripple Rejection

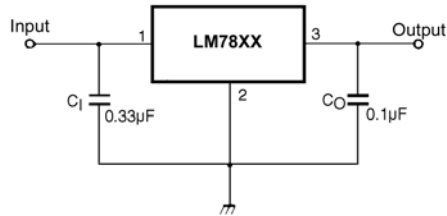
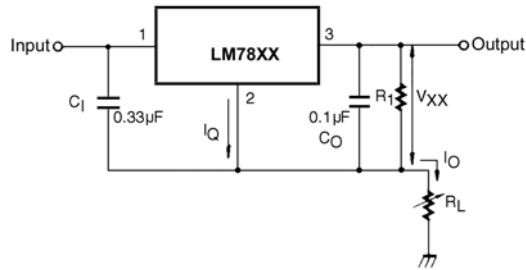


FIGURE 8. Fixed Output Regulator

Typical Applications (continued)



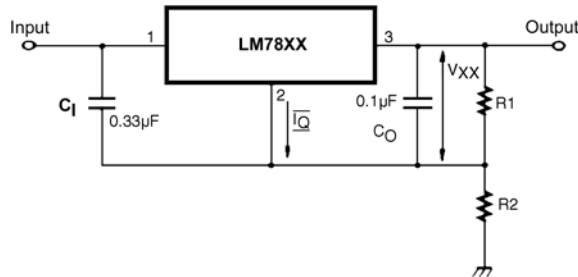
$$I_O = \frac{V_{XX}}{R_1} + I_Q$$

FIGURE 9.

Note: To specify an output voltage, substitute voltage value for "XX". A common ground is required between the Input and the Output voltage. The input voltage must remain typically 2.0V above the output voltage even during the low point on the input ripple voltage.

Note: C₁ is required if regulator is located an appreciable distance from the power supply filter.

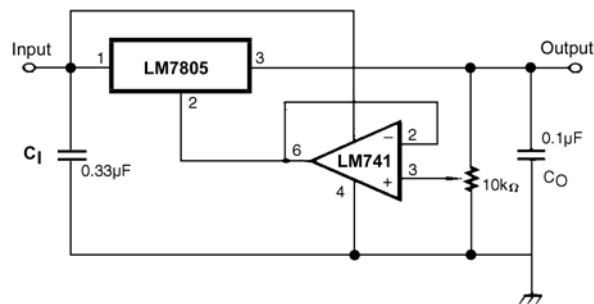
Note: C₀ improves stability and transient response.



$$I_{R1} \geq 5 I_Q$$

$$V_O = V_{XX} (1 R_2 / R_1) + I_Q R_2$$

FIGURE 10. Circuit for Increasing Output Voltage



$$I_{R1} \geq 5 I_Q$$

$$V_O = V_{XX} (1 R_2 / R_1) + I_Q R_2$$

FIGURE 11. Adjustable Output Regulator (7V to 30V)

Typical Applications (continued)

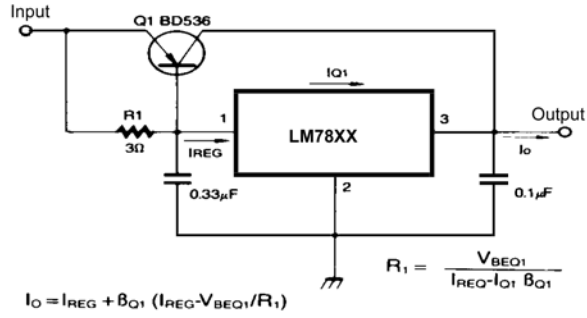


FIGURE 12. High Current Voltage Regulator

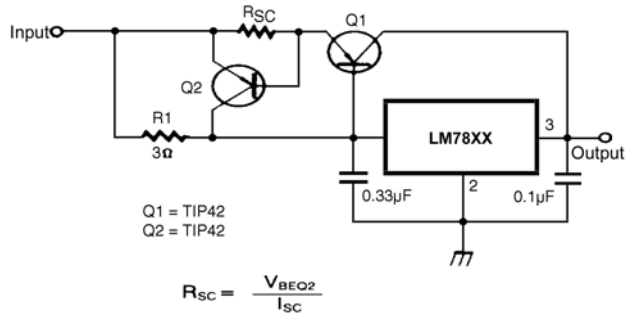


FIGURE 13. High Output Current with Short Circuit Protection

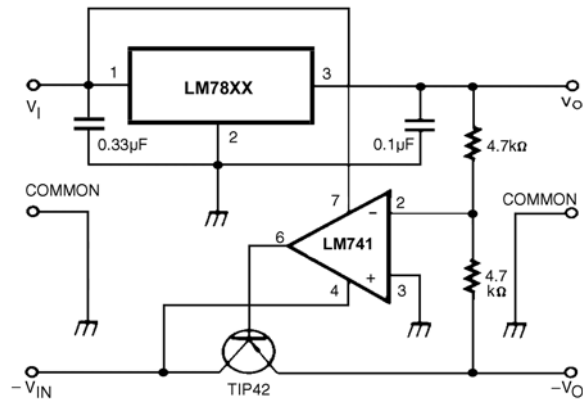


FIGURE 14. Tracking Voltage Regulator

Typical Applications (continued)

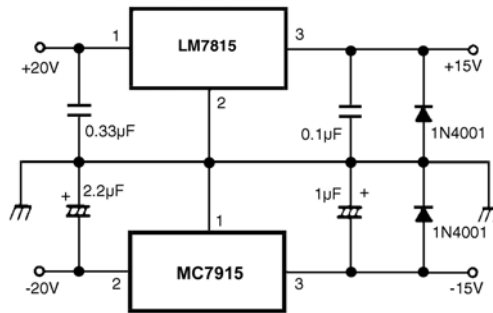


FIGURE 15. Split Power Supply ($\pm 15V - 1A$)

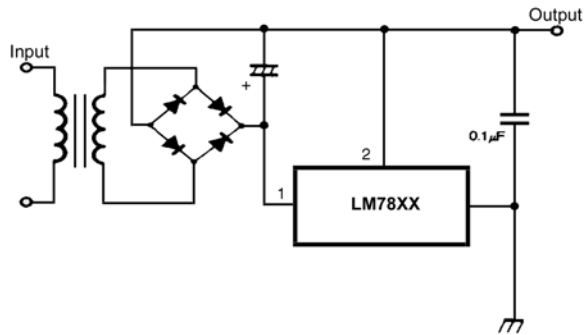


FIGURE 16. Negative Output Voltage Circuit

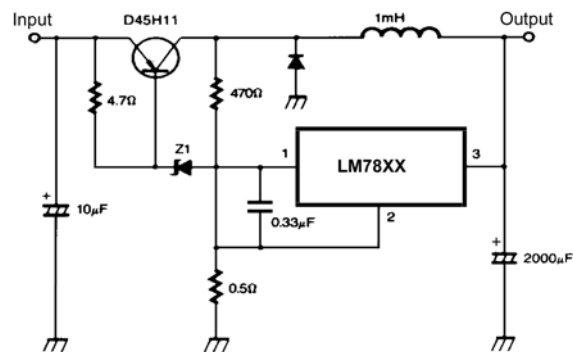
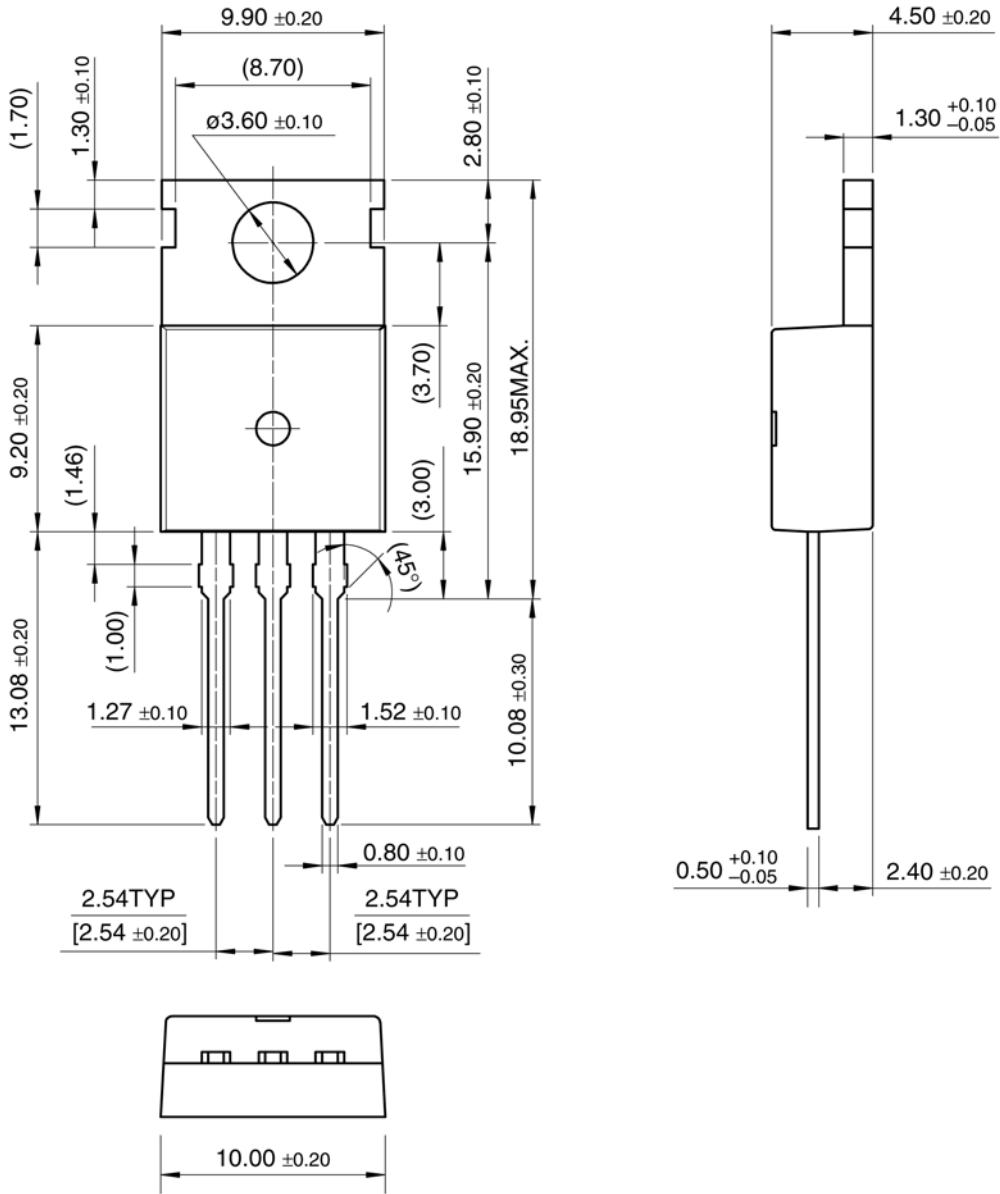


FIGURE 17. Switching Regulator

LM7805 • LM7806 • LM7808 • LM7809 • LM7810 • LM7812 • LM7815 • LM7818 • LM7824 • LM7805A • LM7806A • LM7808A
 • LM7809A • LM7810A • LM7812A • LM7815A • LM7818A • LM7824A

Physical Dimensions inches (millimeters) unless otherwise noted

TO-220



Package Number TO-220

DISCLAIMER

FAIRCHILD SEMICONDUCTOR RESERVES THE RIGHT TO MAKE CHANGES WITHOUT FURTHER NOTICE TO ANY PRODUCTS HEREIN TO IMPROVE RELIABILITY, FUNCTION OR DESIGN. FAIRCHILD DOES NOT ASSUME ANY LIABILITY ARISING OUT OF THE APPLICATION OR USE OF ANY PRODUCT OR CIRCUIT DESCRIBED HEREIN; NEITHER DOES IT CONVEY ANY LICENSE UNDER ITS PATENT RIGHTS, NOR THE RIGHTS OF OTHERS.

LIFE SUPPORT POLICY

FAIRCHILD'S PRODUCTS ARE NOT AUTHORIZED FOR USE AS CRITICAL COMPONENTS IN LIFE SUPPORT DEVICES OR SYSTEMS WITHOUT THE EXPRESS WRITTEN APPROVAL OF FAIRCHILD SEMICONDUCTOR CORPORATION

As used herein:

1. Life support devices or systems are devices or systems which, (a) are intended for surgical implant into the body, or (b) support or sustain life, or (c) whose failure to perform when properly used in accordance with instructions for use

provided in the labeling, can be reasonably expected to result in significant injury to the user.

2. A critical component is any component of a life support device or system whose failure to perform can be reasonably expected to cause the failure of the life support device or system, or to affect its safety or effectiveness.

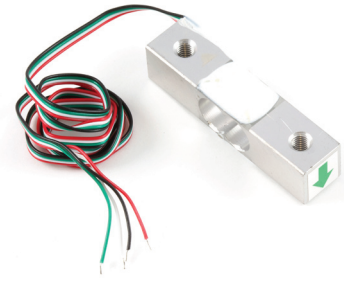
PRODUCT STATUS DEFINITIONS

Definition of terms

Datasheet Identification	Product Status	Definition
Advance Information	Formative or In Design	This datasheet contains the design specifications for product development. Specifications may change in any manner without notice.
Preliminary	First Production	This datasheet contains preliminary data, and supplementary data will be published at a later date. Fairchild Semiconductor reserves the right to make changes at any time without notice in order to improve design.
No Identification Needed	Full Production	This datasheet contains final specifications. Fairchild Semiconductor reserves the right to make changes at any time without notice in order to improve design.
Obsolete	Not In Production	This datasheet contains specifications on a product that has been discontinued by Fairchild Semiconductor. The datasheet is printed for reference information only.

Datasheet

3134 - Micro Load Cell (0-20kg) - CZL635



Contents

- 1 What do you have to know?
 - 1 How does it work - For curious people
 - 1 Installation
 - 2 Calibration
 - 2 Product Specifications
 - 3 Glossary
-

What do you have to know?

A load cell is a force sensing module - a carefully designed metal structure, with small elements called strain gauges mounted in precise locations on the structure. Load cells are designed to measure a specific force, and ignore other forces being applied. The electrical signal output by the load cell is very small and requires specialized amplification. Fortunately, **the 1046 PhidgetBridge will perform all the amplification and measurement of the electrical output.**

Load cells are designed to measure force in one direction. They will often measure force in other directions, but the sensor sensitivity will be different, since parts of the load cell operating under compression are now in tension, and vice versa.

How does it work - For curious people

Strain-gauge load cells convert the load acting on them into electrical signals. The measuring is done with very small resistor patterns called strain gauges - effectively small, flexible circuit boards. The gauges are bonded onto a beam or structural member that deforms when weight is applied, in turn deforming the strain-gauge. As the strain gauge is deformed, its electrical resistance changes in proportion to the load.

The changes to the circuit caused by force is much smaller than the changes caused by variation in temperature. Higher quality load cells cancel out the effects of temperature using two techniques. By matching the expansion rate of the strain gauge to the expansion rate of the metal it's mounted on, undue strain on the gauges can be avoided as the load cell warms up and cools down. The most important method of temperature compensation involves using multiple strain gauges, which all respond to the change in temperature with the same change in resistance. Some load cell designs use gauges which are never subjected to any force, but only serve to counterbalance the temperature effects on the gauges that measuring force. Most designs use 4 strain gauges, some in compression, some under tension, which maximizes the sensitivity of the load cell, and automatically cancels the effect of temperature.

Installation

This Single Point Load Cell is used in small jewelry scales and kitchen scales. It's mounted by bolting down the end of the load cell where the wires are attached, and applying force on the other end **in the direction of the arrow**. Where the force is applied is not critical, as this load cell measures a shearing effect on the beam, not the bending of the beam. If you mount a small platform on the load cell, as would be done in a small scale, this load cell provides accurate readings regardless of the position of the load on the platform.



Calibration

A simple formula is usually used to convert the measured mv/V output from the load cell to the measured force:

$$\text{Measured Force} = A * \text{Measured mV/V} + B \text{ (offset)}$$

It's important to decide what unit your measured force is - grams, kilograms, pounds, etc.

This load cell has a rated output of 1.0±0.15mv/v which corresponds to the sensor's capacity of 20kg.

To find A we use

$$\text{Capacity} = A * \text{Rated Output}$$

$$A = \text{Capacity} / \text{Rated Output}$$

$$A = 20 / 1.0$$

$$A = 20$$

Since the Offset is quite variable between individual load cells, it's necessary to calculate the offset for each sensor. Measure the output of the load cell with no force on it and note the mv/V output measured by the PhidgetBridge.

$$\text{Offset} = 0 - 20 * \text{Measured Output}$$

Product Specifications	
Mechanical	
Housing Material	Aluminum Alloy
Load Cell Type	Strain Gauge
Capacity	20kg
Dimensions	55.25x12.7x12.7mm
Mounting Holes	M5 (Screw Size)
Cable Length	550mm
Cable Size	30 AWG (0.2mm)
Cable - no. of leads	4
Electrical	
Precision	0.05%
Rated Output	1.0±0.15 mv/V
Non-Linearity	0.05% FS
Hysteresis	0.05% FS
Non-Repeatability	0.05% FS
Creep (per 30 minutes)	0.1% FS
Temperature Effect on Zero (per 10°C)	0.05% FS
Temperature Effect on Span (per 10°C)	0.05% FS
Zero Balance	±1.5% FS
Input Impedance	1130±10 Ohm
Output Impedance	1000±10 Ohm
Insulation Resistance (Under 50VDC)	≥5000 MOhm
Excitation Voltage	5 VDC
Compensated Temperature Range	-10 to ~+40°C
Operating Temperature Range	-20 to ~+55°C
Safe Overload	120% Capacity
Ultimate Overload	150% Capacity

Glossary

Capacity

The maximum load the load cell is designed to measure within its specifications.

Creep

The change in sensor output occurring over 30 minutes, while under load at or near capacity and with all environmental conditions and other variables remaining constant.

FULL SCALE or FS

Used to qualify error - FULL SCALE is the change in output when the sensor is fully loaded. If a particular error (for example, Non-Linearity) is expressed as 0.1% F.S., and the output is 1.0mV/V, the maximum non-linearity that will be seen over the operating range of the sensor will be 0.001 mV/V. An important distinction is that this error doesn't have to only occur at the maximum load. If you are operating the sensor at a maximum of 10% of capacity, for this example, the non-linearity would still be 0.001mV/V, or 1% of the operating range that you are actually using.

Hysteresis

If a force equal to 50% of capacity is applied to a load cell which has been at no load, a given output will be measured. The same load cell is at full capacity, and some of the force is removed, resulting in the load cell operating at 50% capacity. The difference in output between the two test scenarios is called hysteresis.

Excitation Voltage

Specifies the voltage that can be applied to the power/ground terminals on the load cell. In practice, if you are using the load cell with the PhidgetBridge, you don't have to worry about this spec.

Input Impedance

Determines the power that will be consumed by the load cell. The lower this number is, the more current will be required, and the more heating will occur when the load cell is powered. In very noisy environments, a lower input impedance will reduce the effect of Electromagnetic interference on long wires between the load cell and PhidgetBridge.

Insulation Resistance

The electrical resistance measured between the metal structure of the load cell, and the wiring. The practical result of this is the metal structure of the load cells should not be energized with a voltage, particularly higher voltages, as it can arc into the PhidgetBridge. Commonly the load cell and the metal framework it is part of will be grounded to earth or to your system ground.

Maximum Overload

The maximum load which can be applied without producing a structural failure.

Non-Linearity

Ideally, the output of the sensor will be perfectly linear, and a simple 2-point calibration will exactly describe the behaviour of the sensor at other loads. In practice, the sensor is not perfect, and Non-linearity describes the maximum deviation from the linear curve. Theoretically, if a more complex calibration is used, some of the non-linearity can be calibrated out, but this will require a very high accuracy calibration with multiple points.

Non-Repeatability

The maximum difference the sensor will report when exactly the same weight is applied, at the same temperature, over multiple test runs.

Operating Temperature

The extremes of ambient temperature within which the load cell will operate without permanent adverse change to any of its performance characteristics.

Output Impedance

Roughly corresponds to the input impedance. If the Output Impedance is very high, measuring the bridge will distort the results. The PhidgetBridge carefully buffers the signals coming from the load cell, so in practice this is not a concern.

Rated Output

Is the difference in the output of the sensor between when it is fully loaded to its rated capacity, and when it's unloaded. Effectively, it's how sensitive the sensor is, and corresponds to the gain calculated when calibrating the sensor. More expensive sensors have an exact rated output based on an individual calibration done at the factory.

Safe Overload

The maximum axial load which can be applied without producing a permanent shift in performance characteristics beyond those specified.

Compensated Temperature

The range of temperature over which the load cell is compensated to maintain output and zero balance within specified limits.

Temperature Effect on Span

Span is also called rated output. This value is the change in output due to a change in ambient temperature. It is measured over 10 degree C temperature interval.

Temperature Effect on Zero

The change in zero balance due to a change in ambient temperature. This value is measured over 10 degree C temperature interval.

Zero Balance

Zero Balance defines the maximum difference between the +/- output wires when no load is applied. Realistically, each sensor will be individually calibrated, at least for the output when no load is applied. Zero Balance is more of a concern if the load cell is being interfaced to an amplification circuit - the PhidgetBridge can easily handle enormous differences between +/- . If the difference is very large, the PhidgetBridge will not be able to use the higher Gain settings.