



**ALAT PENGUKURAN DIGITAL MOMEN TEKUK FITING
LAMPU DENGAN SENSOR *LOAD CELL* BERBASIS
ARDUINO UNO**

TUGAS AKHIR

Oleh

**Sherly Mutiara Cahyani
NIM 151903102001**

**PROGRAM STUDI DIPLOMA 3 TEKNIK ELEKTRONIKA
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2018**



**ALAT PENGUKURAN DIGITAL MOMEN TEKUK FITING
LAMPU DENGAN SENSOR *LOAD CELL* BERBASIS
ARDUINO UNO**

TUGAS AKHIR

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat
untuk menyelesaikan Program Studi Diploma 3 Jurusan Teknik Elektro
dan mencapai gelar ahli madya

Oleh

Sherly Mutiara Cahyani
NIM 151903102001

**PROGRAM STUDI DIPLOMA 3 TEKNIK ELEKTRONIKA
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2018**

PERSEMBAHAN

Proyek akhir ini merupakan sebuah proses awal, langkah kecil menuju lompatan besar guna menggapai kesuksesan yang lebih baik lagi. Untuk itu saya ucapkan rasa syukur dan terima kasih sebesar-besarnya kepada :

1. Allah *SWT* yang senantiasa memberikan rahmat dan hidayah serta keajaiban untuk mengabulkan do'a ku, menuntunku dari kegelapan, serta dengan dan junjunganku Nabi Besar Muhammad *SAW* yang telah menjadi penerang di dunia dan suri tauladan bagi kita semua;
2. Ibunda Wasidah dan Ayahanda Slamet Siswanto, yang selalu mendoakan, mengarahkan serta memberikan kasih sayangnya kepada penulis untuk terus berjuang;
3. Keluarga besar Siswanto yang memberikan dukungan dan semangatnya agar terus berjuang demi pendidikan yang layak;
4. Sahabat-sahabat terkasih Asif Kholif Arrahaman, Ubaidillah Arifin, M. Ilman Bahtiar, Rifqi Afkar, Nur Akmalia, terima kasih karena telah mendampingi dan memberikan semangat agar penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini;
5. Seluruh teman dan sahabat seperjuangan Teknik Elektro angkatan 2015, kalian sebagai tempat berbagi suka dan duka yang tidak akan terlupakan;
6. Almamater tercinta Fakultas Teknik Universitas Jember.

MOTTO

“Berdoalah kepada Tuhanmu dengan berendah diri dan suara yang lembut. Sesungguhnya, Allah tidak menyukai orang-orang yang melampaui batas.”

(terjemahan Surat Al-A'raaf ayat 55)

“...Sesungguhnya Allah tidak akan mengubah keadaan suatu kaum sebelum mereka mengubah keadaan diri mereka sendiri...”

(terjemahan Surat Ar-Ra'd ayat 11)

“Barangsiapa yang menuntut ilmu karena Allah niscaya tidak lama lagi akan terlihat pengaruhnya pada kekhusyuannya, kezuhudannya, dan ketawadhuannya.”

(Hasan Al-Bashri)

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Sherly Mutiara Cahyani

NIM : 151903102001

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa tugas akhir yang berjudul "Alat Pengukuran Digital Momen Tekuk Fiting Lampu dengan Sensor *Load Cell* Berbasis Arduino Uno" adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika dalam pengutipan subtransi disebutkan sumbernya dan belum pernah diajukan pada institusi manapun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak mana pun serta bersedia mendapatkan sanksi akademik jika ternyata dikemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 20 Juli 2018

Yang menyatakan

(Sherly Mutiara Cahyani)

NIM 151903102001

TUGAS AKHIR

**ALAT PENGUKURAN DIGITAL MOMEN TEKUK FITING
LAMPU DENGAN SENSOR *LOAD CELL* BERBASIS
ARDUINO UNO**

oleh :

Sherly Mutiara Cahyani
NIM 1519030102001

Pembimbing :

Dosen Pembimbing Utama : Suprihadi Prasetyono, S.T., M.T.
Dosen Pembimbing Anggota : Abdur Rohman, S.T., M.AGr,

PENGESAHAN

Tugas Akhir berjudul "Alat Pengukuran Digital Momen Tekuk Fiting Lampu dengan Sensor *Load Cell* Berbasis Arduino Uno" karya Sherly Mutiara Cahyani telah diuji dan disahkan pada :

hari, tanggal : Jumat, 20 Juli 2018

tempat : Fakultas Teknik Universitas Jember

Tim Penguji:

Ketua,



Suprihadi Prasetyono, S.T., M.T.
NIP 197004041996011001

Anggota I,



Abdur Rohman, S.T., M.AGr
NRP 760017221

Anggota II,



Sumardi, S.T., M.T.
NIP 196701131998021001

Anggota III,



Andrita Ceriana Eska, S.T., M.T.
NRP 760014640

Mengesahkan,
Dekan Fakultas Teknik

Dr. Ir. Entin Hidayah, M.UM.
NIP 196612151995032001

RINGKASAN

Alat Pengukuran Digital Momen Tekuk Fiting Lampu Dengan Sensor Load Cell Berbasis Arduino Uno; Sherly Mutiara Cahyani, 151903102001; 2018: 46 halaman; Program Studi Diploma Tiga (DIII), Jurusan Teknik Elektronika, Fakultas Teknik Universitas Jember.

Lampu merupakan kebutuhan pokok untuk membantu menerangi kegiatan yang dilakukan oleh manusia. Saat bekerja, belajar, dan semua aktivitas yang dilakukan didalam ruangan memerlukan penerangan di dalam gelap. Lampu yang telah dijual di pasaran harus diuji terlebih dahulu agar terbukti aman saat pemakaian. Pada wilayah Jawa Timur pengujian dilakukan oleh Balai Riset dan Standardisasi Industri Surabaya. Salah satu tahapan pengujian yaitu pengujian momen tekuk fitting lampu. Alat yang digunakan untuk pengujian momen tekuk fitting lampu masih analog sehingga terdapat kesulitan untuk kalibrasi pada saat pengukuran dan *range* yang terbatas. Berdasarkan kendala tersebut, penulis berinisiatif untuk membuat alat pengukuran digital momen tekuk fitting lampu yang dapat memudahkan Balai Riset dan Standardisasi Industri Surabaya saat proses pengujian.

Dalam proyek akhir ini menggunakan sensor *Load Cell* yang berfungsi untuk mengukur berat pada alat akibat adanya tekanan. Modul HX711 sebagai penguat sinyal karena *Load Cell* hanya mampu memberikan sinyal tegangan kecil. Baterai berfungsi untuk memberikan sumber tegangan pada Arduino UNO. Prosesor yaitu Arduino UNO berfungsi sebagai pengolah data. Bagian LCD berfungsi untuk menampilkan data hasil nilai pengukuran.

Pada pengujian alat pengukuran digital momen tekuk fitting lampu dilakukan dengan menggunakan 30 lampu. Sebelum melakukan pengukuran maka alat harus di *reset* terlebih dahulu. Apabila nilai momen tekuk fitting lampu lebih dari 2,00 Nm maka lampu dinyatakan tidak lulus dan led merah menyala. Apabila nilai momen tekuk fitting lampu kurang dari 2,00 Nm maka lampu dinyatakan lulus dan led hijau menyala.

SUMMARY

The Digital Measuring Tool of Buckling Moment of Lamp Fitting with Load Cell Sensor Based on Arduino Uno; Sherly Mutiara Cahyani, 151903102001; 2018: 46 pages; Study Program of Diploma Three (DIII), Department of Electronic Engineering, Faculty of Engineering, University of Jember.

Lamp is a basic need to help brightening the activity done by the human. When working, studying, and all activities done within a room, it needs the lighting in the dark. Lamp which has been sold in markets has to be tested first in order to be safely proven when used. In the region of East Java, the testing is done by Institute for and Standardization of Industry Surabaya. One of the testing stage is testing the buckling moment of lamp fitting. The tool which is used for the testing of the buckling moment of lamp fitting is still analog so that there is a difficulty to calibrate during the measurement and the range is limited. Based on that problem, the writer has an initiative to make a digital measuring tool of buckling moment of lamp fitting which can facilitate the Institute for and Standardization of Industry Surabaya during the testing process.

In this final project, it uses Load Cell sensor which functions to a weight meter on the tool due to the existence of the pressure. HX711 module as a signal amplifier because of the Load Cell is only able to give a low voltage signal. Batteries function to give a voltage source on Arduino UNO. The processor is Arduino UNO which functions as a data processing. The part of LCD functions to show the result data of measurement value.

On the digital measuring tool testing of buckling moment of lamp fitting, it is done by using 30 lamps. Before doing the measurement, the tool has to be reset first. If the buckling moment value of lamp fitting is more than 2.00 Nm, the lamp will be stated as not pass and the red led turns on. If the buckling moment value of lamp fitting is less than 2.00 Nm, the lamp will be stated as pass and the red led turns on.

PRAKATA

Bismillahirrahmanirrahim.

Puji syukur ke hadirat Allah *Subhanahu wa ta'ala* atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul "Alat Pengukuran Digital Momen Tekuk Fiting Lampu dengan Sensor *Load Cell* Berbasis Arduino Uno." Tugas akhir ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan Diploma III (D3) pada Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Jember.

Penyusunan tugas akhir ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Allah *Subhanahu wa ta'ala* yang telah melimpahkan rahmat dan rizki-Nya serta memberi kelancaran dan kemudahan sehingga terselesaikannya proyek akhir ini.
2. Nabi Muhammad *Shalallahu'alaihi wa sallam* yang telah membawa kita ke peradaban manusia yang lebih baik.
3. Ibunda Wasidah, Ayahanda Slamet Siswanto, dan adik Zaskia Paramitha Wardhani yang telah memberikan dorongan semangat, motivasi, dukungan dan doanya demi terselesaikannya proyek akhir ini.
4. Ibu Dr. Ir. Entin Hidayah M.UM selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Jember.
5. Bapak Dr. Bambang Sri Kaloko, S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Jember.
6. Bapak Catur Suko Sarwono, S.T. selaku Ketua Prodi D3 Teknik Elektronika Fakultas Teknik Universitas Jember.
7. Bapak Suprihadi Prasetyono, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Utama, dan Bapak Abdur Rohman, S.T., M.AGr, Phd. selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah meluangkan waktu, pikiran, dan perhatian dalam penulisan tugas akhir;

8. Bapak Sumardi, S.T., M.T. selaku Dosen Penguji I dan Bapak Andrita Ceriana Eska, S.T., M.T. yang telah memberikan kritik dan saran yang sangat membangun demi penyempurnaan tugas akhir ini.
9. Ibu Ike Fibriani, S.T., M.T. selaku Komisi Bimbingan Prodi D3 Teknik Elektronika Universitas Jember yang telah membantu pembuatan tugas akhir ini secara administratif;
10. Bapak Ir. Widyono Hadi, M.T. selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah membimbing selama penulis menjadi mahasiswa;
11. Keluarga besar Siswanto yang memberikan dukungan dan semangatnya agar terus berjuang demi pendidikan yang layak;
12. Seluruh pihak Balai Riset dan Standardisasi Industri Surabaya yang membantu pengerjaan Tugas Akhir;
13. Rekan-rekan seperjuangan Seniman Listrik dan DISTORSI yang telah memberikan bantuan, motivasi dan semangat di bangku kuliah serta bersedia memberikan penginapan di kosan atau di kontrakan rekan-rekan pada penulis;
14. Almamaterku Universitas Jember.

Penulis menyadari bahwa sebagai manusia biasa tidak terlepas dari keterbatasan, yang biasanya akan mewarnai kadar ilmiah dari proposal proyek akhir ini. Oleh karena itu penulis selalu terbuka terhadap segala kritik dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan tugas akhir ini. Akhirnya penulis berharap, semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat.

Jember, 20 Juli 2018

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
HALAMAN MOTTO	iv
HALAMAN PERNYATAAN	v
HALAMAN PEMBIMBING	vi
HALAMAN PENGESAHAN	vii
RINGKASAN	viii
SUMMARY	ix
PRAKATA	x
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB 1. PENDAHULUAN	
1.1 LATAR BELAKANG	1
1.2 RUMUSAN MASALAH	2
1.3 BATASAN MASALAH.....	2
1.4 TUJUAN.....	3
1.5 MANFAAT	3
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Lampu Swa-Ballast.....	4
2.2 Sensor <i>Load Cell</i>	4
2.3 Modul HX711	5
2.4 Arduino UNO	6
2.5 LCD (<i>Liquid Crystal Display</i>)	7
2.6. LED (LIGHT EMITTING DIODE)	7

BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian.....	8
3.2 Prosedur Penelitian	8
3.3 Alat dan Bahan	9
3.4 Perancangan Alat.....	10
3.4.1 Perancangan Sistem.....	10
3.4.2 Perancangan Elektronika	12
3.4.3 Perancangan <i>Software</i>	15
3.5 Kalibrasi.....	15
3.6 Pengujian	15
3.6.1 Alat Kalibrasi.....	16

BAB 4. HASIL PELAKSANAAN KEGIATAN

4.1 Hasil Rancangan	17
4.1.1 Bentuk Fisik Alat.....	17
4.2.2 Hasil Perancangan <i>Software</i>	18
4.2 Pengujian Sensor	21
4.3 Pengujian Alat Keseluruhan	26

BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

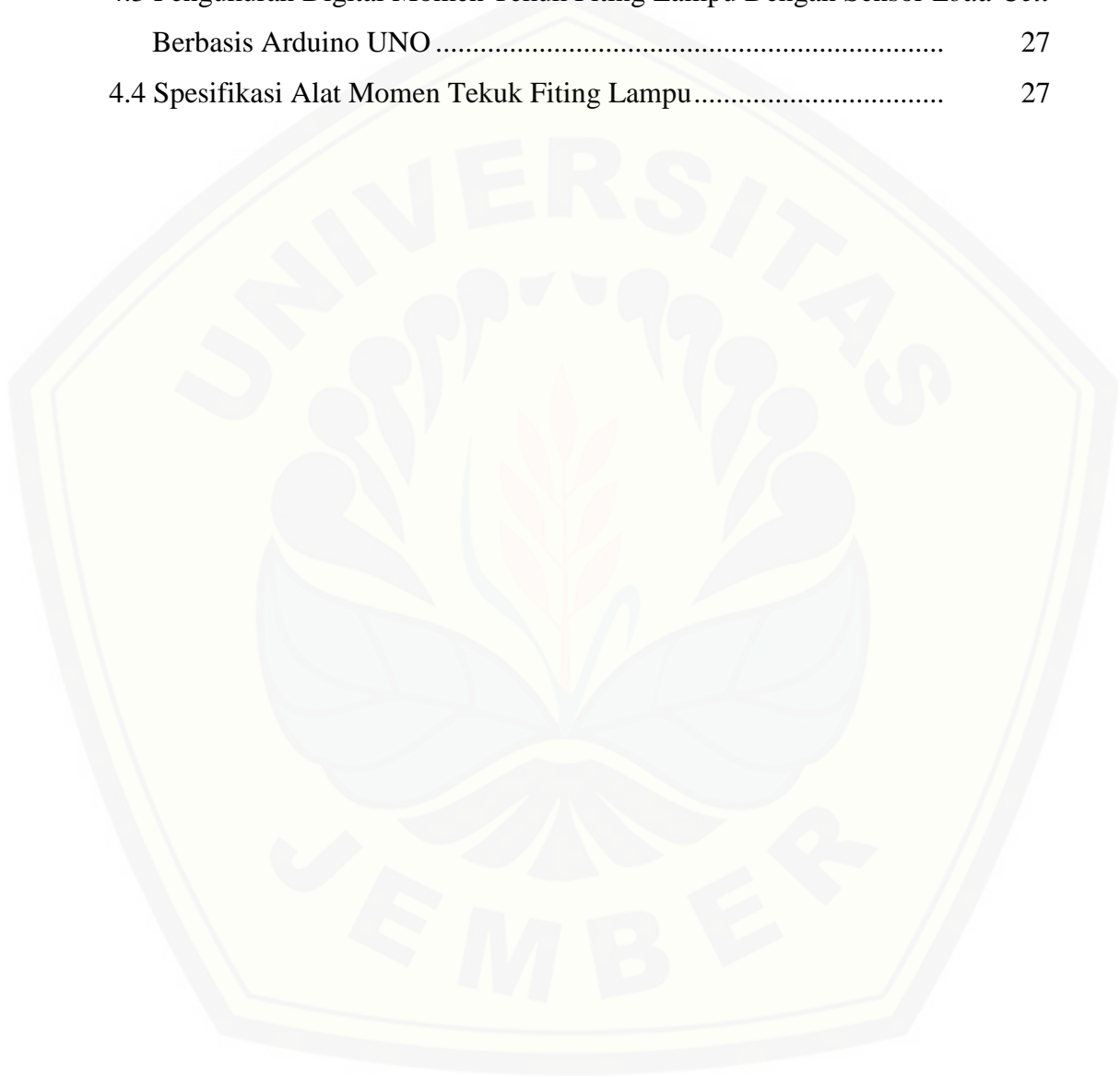
5.1 Kesimpulan.....	28
5.2 Saran	29

DAFTAR PUSTAKA 30

LAMPIRAN..... 33

DAFTAR TABEL

4.1 Data Kalibrasi Sensor <i>Load Cell</i>	22
4.2 Data Hasil Perbandingan Momen Tekuk Fiting Lampu	24
4.3 Pengukuran Digital Momen Tekuk Fiting Lampu Dengan Sensor <i>Load Cell</i> Berbasis Arduino UNO	27
4.4 Spesifikasi Alat Momen Tekuk Fiting Lampu.....	27

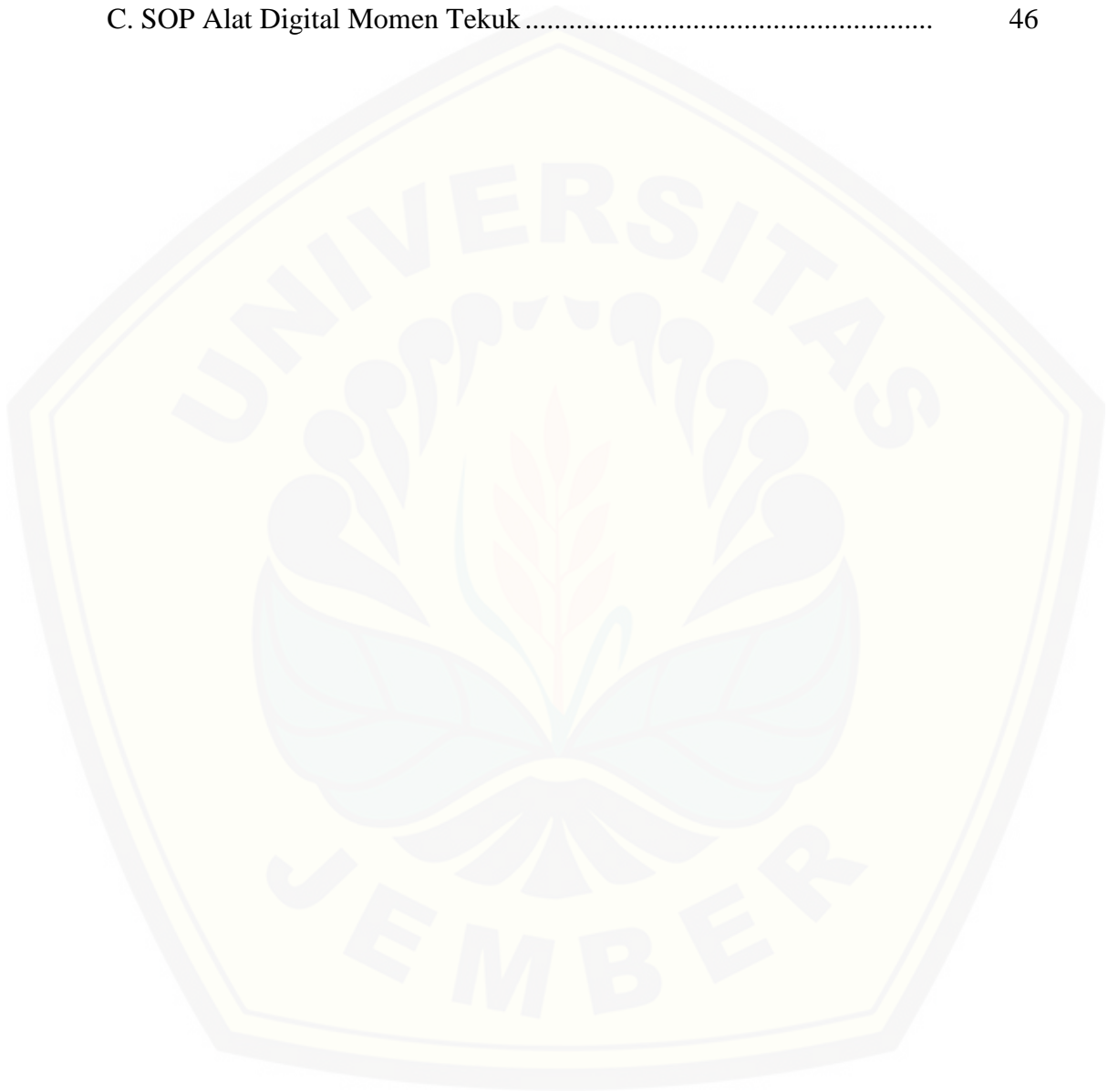


DAFTAR GAMBAR

2.1 Contoh Lampu Swa-Ballast <i>Type</i> Spiral	4
2.2 Bentuk Fisik <i>Load Cell</i>	5
2.3 Bentuk Fisik Modul HX711	5
2.4 Bentuk Fisik Arduino UNO	6
2.5 Bentuk Fisik LCD	7
2.6 Bentuk Fisik LED	8
3.1 Perancangan Mekanik Alat Pengukuran Digital Momen Tekuk Fiting Lampu dengan <i>Load Cell</i> Berbasis Arduino UNO	10
3.2 Blok Diagram	11
3.3 Rangkaian Sensor <i>Load Cell</i>	12
3.4 Rangkaian Keseluruhan	13
3.5 Diagram Alir Program Arduino	14
3.6 Bentuk Alat Pengukuran Analog Momen Tekuk Fiting Lampu	16
4.1 Alat Pengukuran Digital Momen Tekuk Fiting Lampu Dengan Sensor <i>Load</i> <i>Cell</i> Berbasis Arduino UNO	17
4.2 Tampilan Hasil Pengukuran Pada Alat	18
4.3 Program Arduino Proses Pembacaan Sensor Berat	18
4.4 Program Arduino Proses Konversi Berat Ke Momen Tekuk	19
4.5 Program Arduino Tampilan Pada LCD.....	19
4.6 Program Arduino Tampilan Tidak Lulus Pada LCD	20
4.7 Program Arduino Tampilan Lulus Pada LCD	20
4.8 Timbangan Digital	21
4.9 Grafik <i>Error</i> Persen Kalibrasi Sensor	23
4.10 Grafik Kalibrasi Sensor <i>Load Cell</i>	23
4.11 Grafik <i>Error</i> Persen Perbandingan Data	26

DAFTAR LAMPIRAN

A. Program Keseluruhan.....	31
B. Gambar Lampu yang Telah diuji.....	36
C. SOP Alat Digital Momen Tekuk.....	46



BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Lampu merupakan kebutuhan pokok untuk membantu menerangi kegiatan yang dilakukan oleh manusia. Saat bekerja, belajar, dan semua aktivitas yang dilakukan didalam ruangan memerlukan penerangan di dalam gelap. Lampu yang telah dijual di pasaran harus diuji terlebih dahulu agar terbukti aman saat pemakaian. Hal yang mungkin terjadi apabila lampu tidak diuji terlebih dahulu yaitu dapat menyebabkan korsleting listrik. Lampu yang aman dan telah lulus uji biasanya terdapat tulisan SNI pada kotak lampunya.

Berdasarkan Peraturan Menteri Perindustrian No.Permenperind No.118/M-IND/PER/12/2012 tentang penunjukan lembaga penilaian kesesuaian dalam rangka pemberlakuan dan pengawasan penerapan Standar Nasional Indonesia (SNI) lampu Swa-Ballast secara wajib, lampu Swa-Ballast harus melalui proses uji untuk mendapatkan sertifikat SNI (Kemenperin, 2018). Lampu Swa-Ballast merupakan lampu yang banyak digunakan oleh penduduk di Indonesia. Menurut pasal 1 angka 3 Peraturan Pemerintah nomor 102 Tahun 2000 tentang Standardisasi Nasional, SNI adalah standar yang ditetapkan oleh Badan Standardisasi Nasional dan berlaku secara nasional (Kemenperin, 2007).

Pada wilayah Jawa Timur pengujian dilakukan oleh Balai Riset dan Standardisasi Industri Surabaya. Salah satu tahapan pengujian yaitu pengujian momen tekuk fitting lampu. Alat pengukuran digital momen tekuk fitting lampu yang ada di pasaran merupakan buatan dari China dan belum ada produk yang buatan dari Indonesia.

Alat yang digunakan untuk pengujian momen tekuk fitting lampu masih analog sehingga terdapat kesulitan untuk kalibrasi pada saat pengukuran dan *range* yang terbatas. Berdasarkan kendala tersebut, penulis berinisiatif untuk membuat alat pengukuran digital momen tekuk fitting lampu yang dapat memudahkan Balai Riset dan Standardisasi Industri Surabaya saat proses pengujian.

Pada Tugas Akhir ini penulis menggunakan sensor berat yaitu *Load Cell*. Sensor ini digunakan pada timbangan digital. Salah satu contoh pengaplikasian sensor *Load Cell* yaitu pada studi yang berjudul “Alat Pengukur Angka Kecukupan Gizi (AKG) Manusia Dengan Menggunakan Mikrokontroler” oleh Zakky Aulia dkk (Zakky dkk, 2016). Pada studi tersebut dijelaskan bahwa sensor *Load Cell* digunakan untuk mengukur berat badan. Pada Tugas Akhir ini sensor *Load Cell* digunakan untuk mengukur nilai momen lengkungan dan akan ditampilkan pada LCD. Alat ini dikembangkan dari alat uji yang ada di Balai Riset dan Standardisasi Industri Surabaya yang sebelumnya masih analog menjadi digital. Hal ini supaya mempermudah proses pengujian dan tidak membutuhkan waktu lama untuk pengujian.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang, maka permasalahan yang diteliti dalam proyek akhir ini dapat dirumuskan sebagai berikut:

1. Bagaimana cara membuat Alat Pengukuran Digital Momen Tekuk Fiting Lampu dengan Sensor *Load Cell* Berbasis Arduino UNO?
2. Bagaimana cara kerja dari Alat Pengukuran Digital Momen Tekuk Fiting Lampu dengan Sensor *Load Cell* Berbasis Arduino UNO?

1.3 Batasan Masalah

Untuk mencegah memperluasnya masalah maka diberi batasan-batasan agar tetap terfokus pada tujuan, yaitu sebagai berikut:

1. Sensor yang digunakan adalah sensor *Load Cell* untuk mengukur momen tekuk fitting lampu.
2. Lampu yang diuji pada alat ini hanya lampu Swa-Ballast.

1.4 Tujuan

Tujuan pembuatan alat ini adalah sebagai berikut:

1. Memudahkan proses pengujian momen tekuk fitting lampu.
2. Menghasilkan alat pegujian momen tekuk fitting lampu yang digital.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dengan Alat Pengukuran Digital Momen Tekuk Fiting Lampu dengan Sensor *Load Cell* Berbasis Arduino UNO ini adalah diharapkan dapat memudahkan pengujian dan agar waktu yang digunakan lebih efisien.



BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Dalam tinjauan pustaka ini berisi mengenai penjelasan teori-teori yang terkait dengan tugas akhir. Beberapa penjelasan teori tentang tugas akhir ini di antaranya yaitu:

2.1 Lampu Swa-Ballast

Lampu merupakan penerangan yang dibutuhkan di setiap rumah. Sebelum diedarkan, lampu harus lulus uji SNI. SNI adalah standar yang telah ditetapkan oleh BSN yang berlaku secara Nasional. Penyusunan Standar Nasional Indonesia (SNI) 04-6504-2001 untuk lampu Swa-Ballast. Lampu Swa-Ballast adalah unit yang tidak dapat dipisahkan tanpa merusak secara permanen, dilengkapi kaki lampu yang digabungkan dengan sumber cahaya dan elemen tambahan yang diperlukan untuk penyalan dan kestabilan sumber cahaya (Kemenperin, 2007). Ada beberapa jenis lampu Swa-Ballast yaitu spiral, 4U, 3U, dan 2U. Gambar 2.1 merupakan contoh lampu swa-ballast jenis spiral.

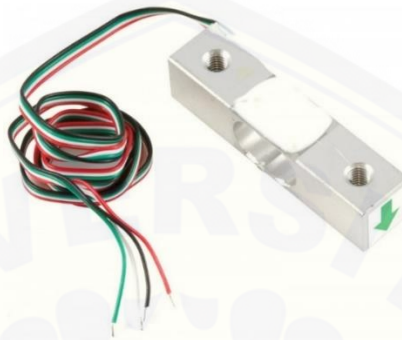


Gambar 2.1 Contoh Lampu Swa-Ballast *Type* Spiral

2.2 *Sensor Load Cell*

Sensor berat yang digunakan pada Tugas Akhir ini adalah *Load Cell*. Bentuk fisik sensor *Load Cell* dapat dilihat pada gambar 2.2. *Load Cell* dapat mengubah tekanan oleh beban menjadi sinyal elektrik. Pada *Load Cell* terdapat empat buah kabel yaitu kabel merah, hijau, hitam, dan putih. Kabel merah adalah

input tegangan sensor. Kabel hijau adalah *output* positif sensor. Kabel hitam adalah *ground* sensor. Sedangkan kabel putih adalah *output ground* sensor. *Load Cell* bekerja pada tegangan rendah yaitu 5 sampai 10 VDC atau 5 sampai 10 VAC. Ukuran sensor *Load Cell* kecil dan juga praktis.

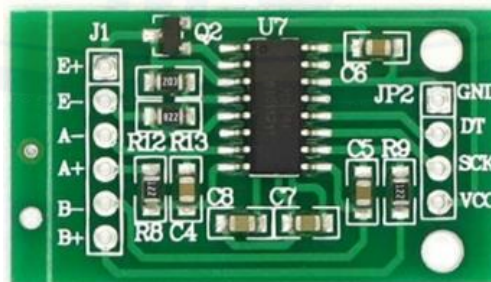


Gambar 2.2 Bentuk Fisik *Load Cell*

(Sumber: <https://www.robotshop.com/en/mico-load-cell-5-kg.html>)

2.3 Modul HX711

Modul HX711 merupakan modul timbangan digital dengan kepresisian 24-bit *Analog to Digital Converter* (ADC). Modul HX711 memiliki prinsip kerja mengkonversi perubahan yang terukur dalam perubahan resistansi dan mengkonversinya ke dalam besaran tegangan melalui rangkaian yang ada (Ahmad Jamiluddin dkk, 2017). HX711 bekerja berdasarkan *input* dari *Load Cell* dan bagian modul HX711 sebagai penguat sinyal, karena *Load Cell* hanya mampu memberikan sinyal tegangan kecil. Modul HX711 bekerja pada tegangan 5 VDC dan arus kurang dari 10 mA. Gambar 2.3 merupakan bentuk fisik modul HX711.



Gambar 2.3 Bentuk Fisik Modul HX711

(Sumber: <http://belajar-mikrokontroller2017.blogspot.co.id>)

2.4 Arduino UNO

Arduino merupakan perangkat lunak dan juga perangkat keras yang digunakan untuk mengontrol sejumlah perangkat elektronis (Abdul Kadir, 2016). Gambar 2.4 merupakan bentuk fisik dari Arduino UNO. Papan Arduino UNO merupakan papan elektronis yang berbasis ATmega328P. Tegangan operasi dari Arduino UNO yaitu 5V. Pada Arduino UNO terdapat 6 buah pin analog yang diberi kode A0 sampai A5 dan 14 buah pin Digital. Papan Arduino memiliki 4 buah LED yang diberi kode L, TX, RX, dan ON (Abdul Kadir, 2016). LED dengan kode L terhubung dengan pin 13. LED dengan kode TX menandakan bahwa terdapat pengiriman data dari Arduino. Sedangkan LED dengan kode RX menandakan bahwa terdapat penerimaan data. LED dengan kode ON menyala saat Arduino mendapatkan pasokan listrik. Ukuran Arduino UNO sebesar kartu kredit dengan berat 25 gram.



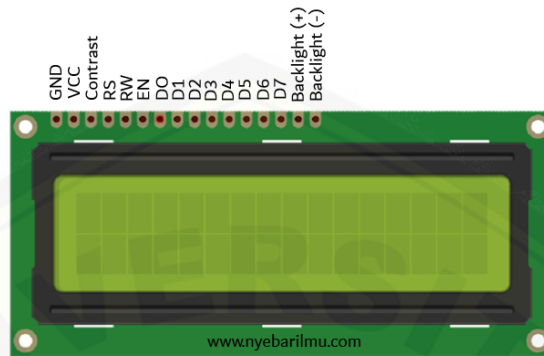
Gambar 2.4 Bentuk Fisik Arduino UNO

(Sumber: <https://www.robotistan.com/arduino-uno-r3-clone-with-usb-cable-usb-chip-ch340>)

2.5 LCD (*Liquid Crystal Display*)

Pada Tugas Akhir ini yang digunakan sebagai penampil yang akan menampilkan angka yang diperoleh dari pengukuran yaitu *Liquid Crystal Display* (LCD). LCD adalah jenis media tampil yang menggunakan kristal cair sebagai penampil utama (Nyebarilmu, 2018). LCD yang digunakan yaitu LCD 16x2. Artinya LCD tersebut terdiri dari 16 kolom dan 2 baris karakter. *Display* pada LCD diatur oleh pin RS, EN, dan RW. EN merupakan *Enable* yang memberitahukan bahwa data sedang dikirim. VCC pada pin 1 merupakan sumber tegangan +5V, pin 2 merupakan *ground*, dan pin 3 adalah VEE yang merupakan

input tegangan kontras LCD. Sedangkan pin 15 merupakan Anoda yaitu masukan tegangan positif *backlight* dan pin 16 merupakan Katoda yaitu masukan tegangan negatif *backlight*. Gambar 2.5 merupakan bentuk fisik dari LCD 16x2.



Gambar 2.5 Bentuk Fisik LCD

(Sumber: <https://www.nyebarilmu.com/cara-mengakses-modul-display-lcd-16x2>)

2.6 LED (*Light Emitting Diode*)

LED merupakan semikonduktor kompleks yang mengubah arus listrik menjadi cahaya. LED banyak digunakan karena ukurannya yang kecil serta konsumsi listrik yang rendah. Kelemahan LED yaitu intensitas cahaya yang dihasilkan kecil. Sehingga LED biasanya digunakan untuk lampu indikator pada peralatan elektronika bukan untuk lampu penerangan. Gambar 2.6 merupakan bentuk fisik dari LED.



Gambar 2.6 Bentuk Fisik LED

BAB III

METODE PENELITIAN

Bab ini membahas mengenai metode dan perancangan alat tugas akhir yang akan dilakukan. Berikut ini perancangan dan metode tugas akhir yang akan dilakukan yaitu:

3.1 Waktu dan Tempat Kegiatan

Pelaksanaan pembuatan alat ini dilakukan di kontrakan teman di Perum Patrang dan di Laboratorium Fakultas Teknik Universitas Jember, Kel. Jember Lor – Kec. Patrang, Jember serta di Balai Riset dan Standardisasi Industri Surabaya. Proses pembuatan alat dimulai pada bulan Maret 2018.

3.2 Prosedur Penelitian

Dalam penelitian dan pembuatan tugas akhir ini, prosedur penelitian yang akan dilakukan yaitu:

a. Tahap Persiapan

Pada tahap ini berisi tentang menentukan alat dan bahan yang akan digunakan, proses pembuatan alat, dan seminar proposal.

b. Studi Literatur

Studi Literatur merupakan proses pengumpulan sumber yang berkaitan dengan alat yang akan dirancang. Pengumpulan sumber tersebut bisa berupa sumber langsung, jurnal, buku, internet, atau dokumentasi.

c. Melakukan perancangan perangkat keras dan perangkat lunak.

Perancangan perangkat keras merupakan komponen yang digunakan pada pembuatan alat tersebut. Sedangkan perancangan perangkat lunak berupa *software* yang digunakan untuk memprogram alat yang telah dibuat, sehingga alat tersebut dapat bekerja.

d. Melakukan pembuatan rangkaian penyusun sistem.

Pembuatan alat yang akan menggabungkan *software* dan *hardware*, akan tersusun menjadi satu bagian, dan alat tersebut dapat diaplikasikan.

- e. Melakukan pemeriksaan pada perangkat keras.
Melakukan pemeriksaan alat untuk mengetahui apakah alat tersebut berjalan dengan baik.
- f. Melakukan pengujian pengintegrasian perangkat keras dan perangkat lunak.
Pertama pengujian ini dilakukan secara terpisah dan selanjutnya akan dilakukan pengujian secara keseluruhan.
- g. Melakukan pengumpulan data
Data yang dikumpulkan berupa proses pengujian momen tekuk fitting lampu dari beberapa contoh lampu.

3.3 Alat dan Bahan

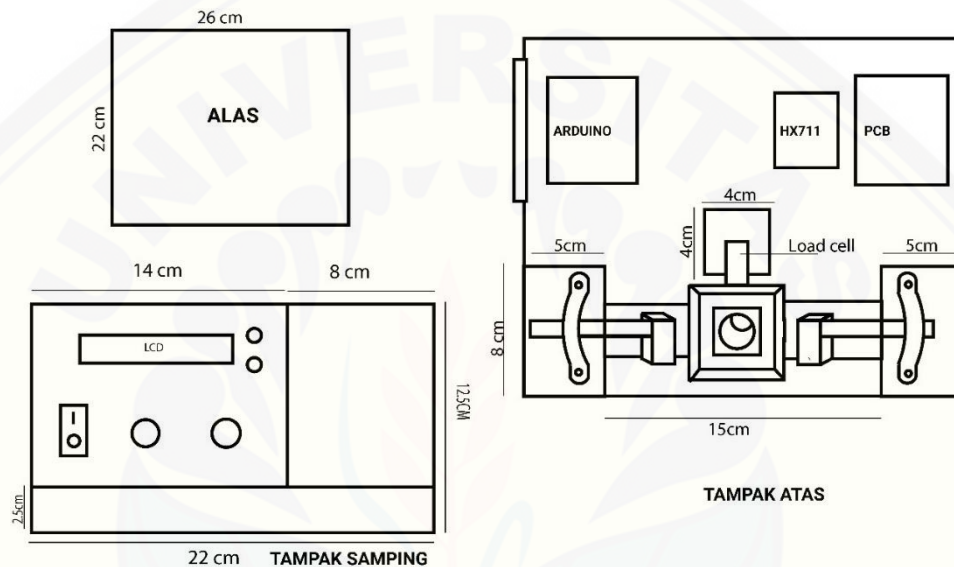
Komponen yang terdapat pada alat tugas akhir ini terdiri dari beberapa bagian antara lain:

- a. Pembuatan Alat Pengukuran Digital Momen Tekuk Fiting Lampu
 - 1) Arduino UNO R3
 - 2) *Load Cell*
 - 3) LCD
 - 4) Baterai 9V
 - 5) Besi
 - 6) Kabel
 - 7) HX711 *Load Cell* Amplifier Module
 - 8) Trimpot
 - 9) *Switch*
- b. *Software*
 - 1) Arduino IDE
 - 2) Fritzing
- c. Alat
 - 1) Solder
 - 2) Timah
 - 3) Avometer
 - 4) Laptop

- 5) Atraktotor
- 6) Gergaji
- 7) Bor
- 8) Gerenda

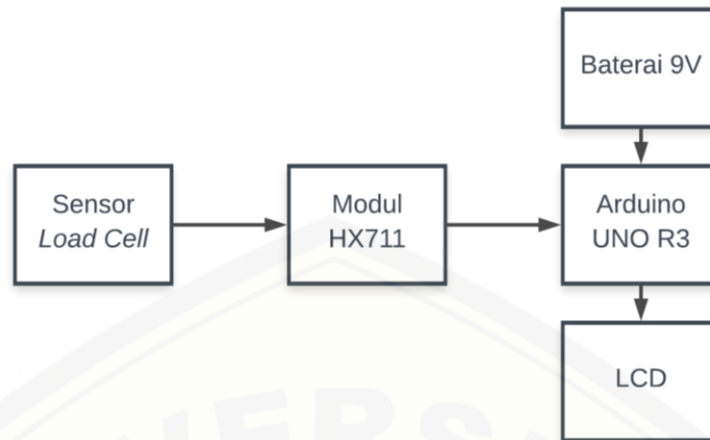
3.4 Perancangan Alat

3.4.1 Perancangan Sistem



Gambar 3.1 Perancangan Mekanik Alat Pengukuran Digital Momen Tekuk Fiting Lampu dengan *Load Cell* Berbasis Arduino UNO

Gambar 3.1 menunjukkan perancangan mekanik dari Tugas Akhir. Alat tersebut merupakan alat yang digunakan untuk melakukan pengukuran digital momen tekuk fitting lampu. Pengukuran ini merupakan salah satu proses pengujian lampu yang dilakukan di Balai Riset dan Standardisasi Nasional Surabaya. Pengukuran momen tekuk fitting lampu pada alat ini bertujuan agar lampu saat dipasang pada fitting yang berada di dinding aman dan tidak menimbulkan terjadinya kerusakan pada fitting dan merubah bentuk ulir lampu maupun fitting. Saat dipasang pada fitting tidak boleh menimbulkan momen tekuk sebesar 2 Nm.

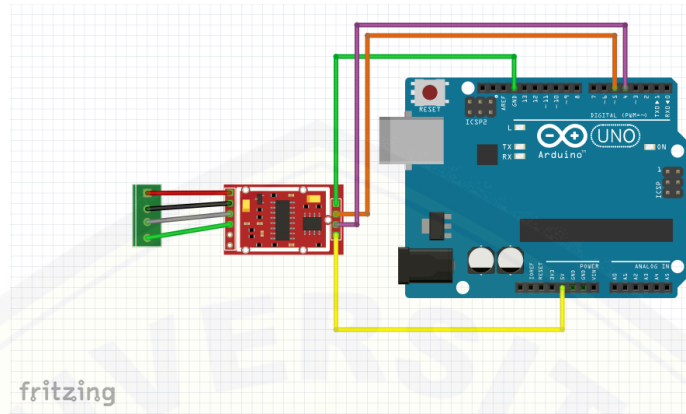


Gambar 3.2 Blok Diagram Alat

Gambar 3.2 blok diagram alat pengukuran pengujian digital momen tekuk fitting lampu berbasis Arduino UNO, menjelaskan tentang cara kerja dari alat yang akan dibuat. Bagian *input* terdiri dari sensor *Load Cell* sebagai pengukur berat pada alat. Bagian *output* terdiri dari LCD yang akan menampilkan hasil nilai pengukuran. Dari diagram blok pada gambar 3.2 terlihat bahwa alat yang akan dirancang terdiri dari beberapa bagian:

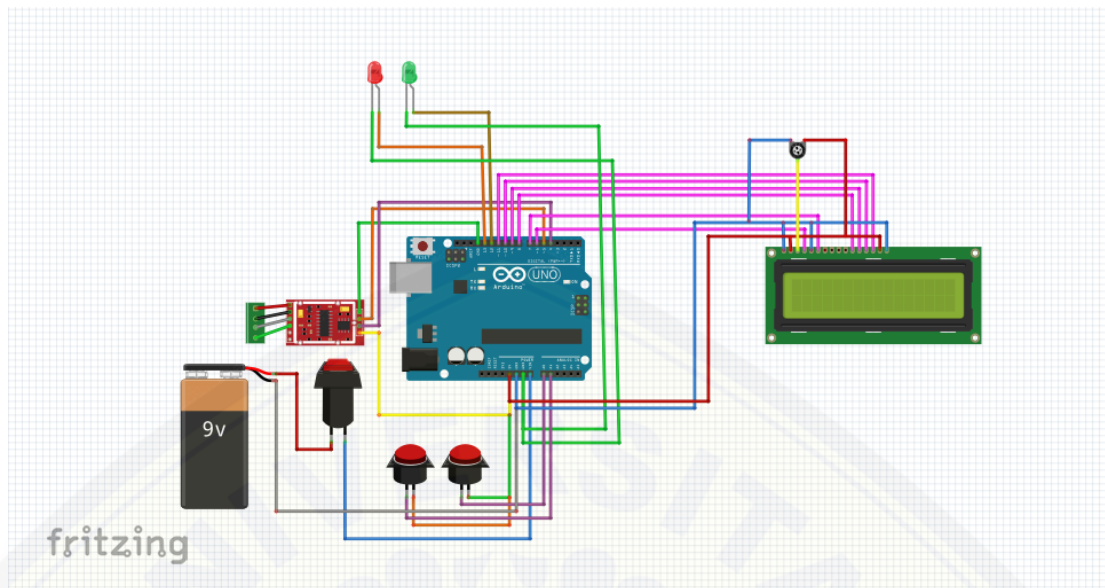
1. Bagian sensor yaitu menggunakan sensor *Load Cell* yang berfungsi untuk pengukur berat pada alat akibat adanya tekanan.
2. Bagian Modul HX711 sebagai penguat sinyal karena *Load Cell* hanya mampu memberikan sinyal tegangan kecil.
3. Bagian baterai berfungsi untuk memberikan sumber tegangan pada Arduino UNO.
4. Bagian prosesor yaitu Arduino UNO berfungsi sebagai pengolah data.
5. Bagian LCD berfungsi untuk menampilkan data hasil nilai pengukuran.

3.4.2 Perancangan Elektronika



Gambar 3.3 Rangkaian Sensor *Load Cell*

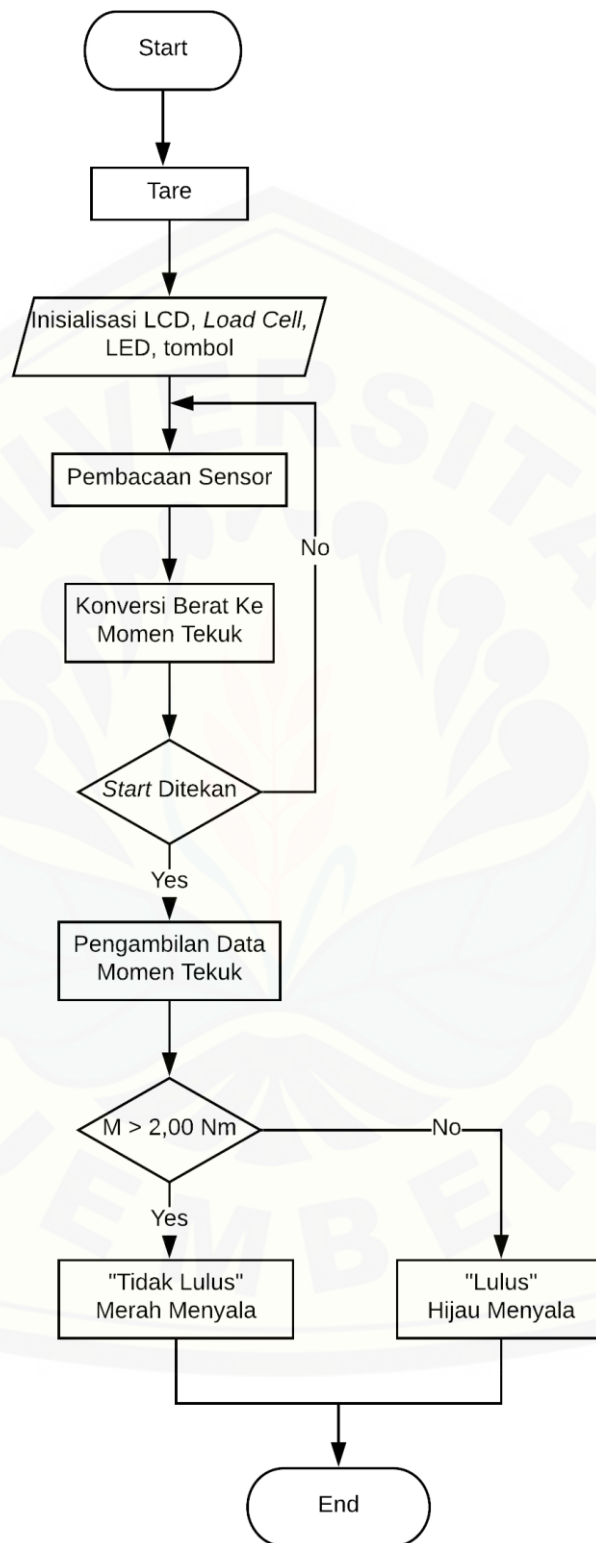
Gambar 3.3 merupakan gambar rangkaian dari sensor *Load Cell*. Pada rangkaian tersebut terdapat 1 buah sensor *Load Cell*, 1 buah modul HX711, dan 1 buah Arduino UNO R3. Sensor *Load Cell* dihubungkan pada modul HX711 dan modul HX711 dihubungkan pada Arduino UNO R3. Kabel merah pada sensor *Load Cell* dihubungkan pada pin E+ modul HX711. Kabel hitam pada sensor *Load Cell* dihubungkan pada pin E- modul HX711. Kabel putih pada sensor *Load Cell* dihubungkan pada pin A- modul HX711. Kabel hijau pada sensor *Load Cell* dihubungkan pada pin A+ modul HX711. Sedangkan pin *ground* pada modul HX711 dihubungkan pada pin *ground* Arduino UNO R3 yang pada gambar dihubungkan dengan kabel biru. Pin DT pada modul HX711 dihubungkan pada pin A1 Arduino UNO R3 yang pada gambar dihubungkan dengan kabel kuning. Pin SCK pada modul HX711 dihubungkan pada pin A0 Arduino UNO R3 yang pada gambar dihubungkan dengan kabel hujau. Pin VCC pada modul HX711 dihubungkan pada pin 5V Arduino UNO R3 yang pada gambar dihubungkan dengan kabel merah.



Gambar 3.4 Rangkaian Alat Secara Keseluruhan

Gambar 3.4 menunjukkan rangkaian alat secara keseluruhan pada Tugas Akhir ini. Kaki 1 dan 16 pada LCD dihubungkan dengan pin *ground* Arduino UNO. Kaki 2 dan 15 pada LCD dihubungkan dengan pin 5V Arduino UNO. Sedangkan kaki 3 pada LCD dihubungkan dengan trimpot, kaki 3 tersebut berfungsi untuk mengatur kecerahannya. Pin RS, RW, dan E pada LCD merupakan jalur kontrol, dihubungkan dengan kaki mikrokontroler. Pin D0 sampai dengan D7 adalah jalur data pada LCD, namun yang dipakai hanya pin D4 sampai D7 yang dihubungkan pada pin mikrokontroler Arduino UNO. Pin 15 pada LCD merupakan Anoda dan pin 16 merupakan Katoda. Saklar digunakan untuk menyalakan alat dan terdapat dua tombol yang masing-masing berfungsi untuk menyalakan lampu indikator dan untuk *reset*.¹

¹ *Reset* adalah mengulang kembali suatu proses.



Gambar 3.5 Diagram Alir Program Arduino

3.4.3 Perancangan Software

1) Arduino

Program Arduino digunakan untuk memproses data dari *Load Cell* dan ditampilkan pada LCD. Ketika lampu dipasang pada fitting akan menghasilkan momen tekuk yang memberikan tekanan pada *Load Cell* sehingga *Load Cell* mengeluarkan tegangan. Program arduino akan mengubah tegangan yang dihasilkan *Load Cell* menjadi data yang akan ditampilkan pada LCD. Tegangan yang dihasilkan oleh sensor *Load Cell* sangat kecil sehingga membutuhkan modul HX711 untuk menguatkan sinyal menjadi batas minimum mikrokontroler 0V-5V.

3.5 Kalibrasi

Proses kalibrasi alat bertujuan untuk mengukur akurasi hasil dari pengukuran. Alat yang digunakan untuk proses kalibrasi adalah alat pengukuran momen tekuk fitting lampu yang sudah ada di Balai Riset dan Standardisasi Industri Surabaya. Alat tersebut dapat dilihat pada gambar 3.6.

3.6 Pengujian

Pengujian dilakukan di Balai Riset dan Standardisasi Industri Surabaya. Terdapat dua proses pengujian yaitu pengujian sensor *Load Cell* dan pengujian alat secara keseluruhan. Pengujian sensor *Load Cell* mengukur perubahan nilai tegangan dan pengujian alat secara keseluruhan yaitu mengukur momen tekuk pada fitting lampu. Pengujian momen tekuk pada fitting lampu dapat menggunakan rumus:

$$M = F \times d \dots \dots \dots (3.1)$$

Keterangan:

M : Momen Tekuk Lampu (Nm)

F : Gaya Berat Lampu (N)

d : Jarak dari Fiting ke Sensor (m)

3.6.1 Alat Kalibrasi

Alat yang digunakan untuk melakukan kalibrasi adalah alat momen tekuk fitting lampu yang telah ada di Balai Riset dan Standardisasi Industri Surabaya yang masih analog. Hasil pengukuran pada alat ini nantinya akan dibandingkan dengan hasil pengukuran pada alat yang telah dibuat. Kekurangan alat ini yaitu masih perlu menggeser beban dan melihat angka yang ditunjukkan sampai mencapai keadaan yang setimbang. Pengukuran yang dilakukan akan memerlukan waktu yang lama. Waktu pengukuran menggunakan alat tersebut bisa sampai 3 menit. Apabila lampu yang diuji memiliki ukuran yang besar maka harus mengatur kondisi beban terlebih dahulu.



Gambar 3.6 Bentuk Alat Pengukuran Analog Momen Tekuk Fiting Lampu

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

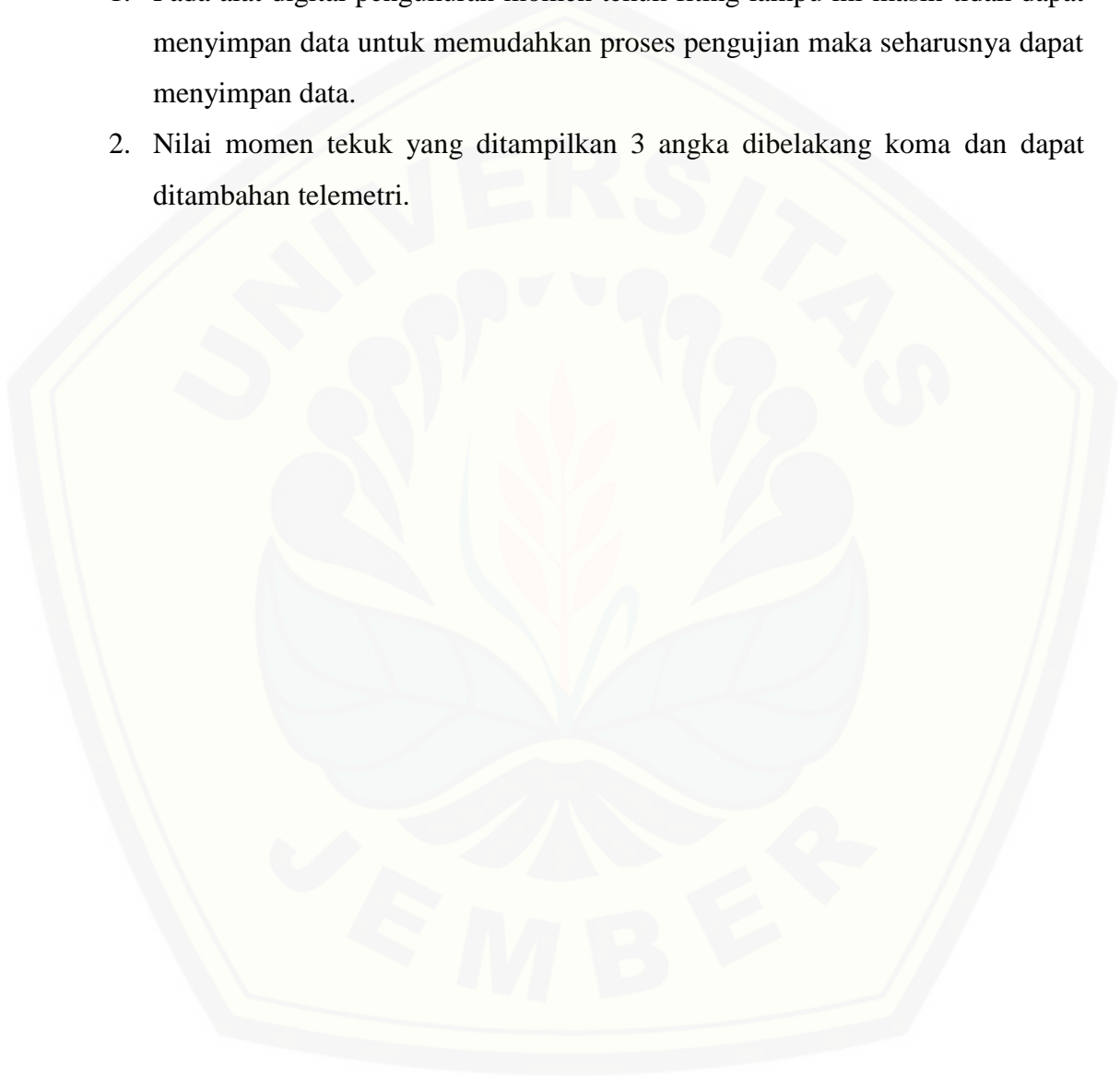
Berdasarkan Tugas Akhir yang telah dilakukan didapatkan beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Pada data kalibrasi sensor didapatkan nilai $y = 0,9869x + 0,4237$ merupakan rumus untuk membuat data keluaran sensor (sumbu x) mendekati atau sama dengan data *real* (sumbu y). Sumbu x merupakan data sensor *Load Cell* yang digunakan untuk mengukur massa lampu yang kemudian akan dimasukkan pada rumus momen tekuk.
2. Alat pengukuran momen tekuk fitting lampu menampilkan data uji yang mendekati data *real* saat tuas pada fitting dilepas sesuai dengan garis yang ada pada sensor. Karena tekanan pada sensor mempengaruhi data momen tekuk. Data pengukuran momen tekuk fitting lampu memiliki *error* persen terkecil 2,44% dan *error* persen terbesar 18,64% .
3. Proses pengujian momen tekuk fitting lampu dilakukan pada 30 lampu dengan kondisi yang sama dan dengan lampu yang berbeda. Nilai momen tekuk yang dihasilkan yaitu kurang dari 2,00 Nm. Hal tersebut menandakan lampu terverifikasi lulus uji 100%. Proses kalibrasi alat yang telah dibuat menggunakan alat momen tekuk fitting lampu analog yang ada di Balai Riset dan Standardisasi Industri Surabaya.

5.2 Saran

Dari tugas akhir yang telah dilakukan tentunya perlu ada perbaikan agar hasil yang didapatkan dapat optimal, berikut beberapa saran untuk penelitian selanjutnya:

1. Pada alat digital pengukuran momen tekuk fitting lampu ini masih tidak dapat menyimpan data untuk memudahkan proses pengujian maka seharusnya dapat menyimpan data.
2. Nilai momen tekuk yang ditampilkan 3 angka dibelakang koma dan dapat ditambahkan telemetri.



DAFTAR PUSTAKA

Abdul Kadir (2016) *Scratch for Arduino (S4A)*, Yogyakarta: C.V Andi Offset.

Ahmad Jamiluddin Septya Ekavian, Rizka Zulfiyani, Royand, Zamil Aulia Rachman, Samuel Beta (2017) 'Modul Timbangan Benda Digital dengan LED RGB dan DFPlayer Mini Sebagai Indikator', *Belajar Mikrokontroler 2017*, (), pp. [Online]. Available at: <http://belajar-mikrokontroler2017.blogspot.co.id/2017/11/v-behavioururldefaultvml0.html?m=1> (Accessed: 18 Maret 2018).

Biro Hukum dan Organisasi (2018) *Peraturan Menteri Perindustrian*, Available at: http://jdih.kemenperin.go.id/site/baca_peraturan/1399 (Accessed: 13 Maret 2018).

WordPress (2018) 'Diagram Momen dan Gaya Geser', *TN Mesin*, (), pp. 1 [Online]. Available at: <https://www.tneutron.net> (Accessed: 20 Maret 2018).

Hukum Online (2012) *Standardisasi Nasional*, , Available at: <http://m.hukumonline.com/pusatdata/detail/326/node/no-102-tahun-2000-standardisasi-nasional> (Accessed: 13 Maret 2018).

Kartika Widyaningrum, Tjipto Prastowo (2015) ", *PENENTUAN PERCEPATAN GRAVITASI BUMI LOKAL DENGAN BANTUAN SISTEM PEGAS-MASSA DAN SENSOR ULTRASONIK*, 04(03 Tahun 2015), pp. 59 [Online]. Available at: jurnalmahasiswa.unesa.ac.id (Accessed: 20 Juni 2018).

Kemenperin (2007)'Pedoman Teknis Pengawasan Penerapan Standar Nasional Indonesia (SNI) Lampu Swa_Ballast untuk Pelayanan Pencahayaan Umum – Persyaratan Keselamatan (SNI 04-6504-2001 Di Pabrik', *Peraturan Direktur Jendral Industri Alat Transportasi dan Telematika*, (21/IATT/PER/10/2007), pp. 9 [Online]. Available at: <http://bpkimi.kemenperin.go.id/pusat/> (Accessed: 16 Maret 2018).

Nyebarilmu (2018) *Cara Mengakses Modul Display LCD 16x2*, Available at: <https://www.nyebarilmu.com/cara-mengakses-modul-display-lcd-16x2/> (Accessed: 18 Maret 2018).

Robotistan (2018) *Arduino UNO R3 Clone – With USB Cable – (USB Chip CH340)*, Available at: <https://www.robotistan.com/arduino-uno-r3-clone-with-usb-cable-usb-chip-ch340> (Accessed: 18 Maret 2018).

Robotshop Inc (2017) *5 Kg Micro Load Cell*, Available at: <https://www.robotshop.com/en/mico-load-cell-5-kg.html> (Accessed: 18 Maret 2018).

Zakky Aulia, Budi Rahmadya, Mohammad Hafiz Hersyah (2016) ‘Alat Pengukur Angka Kecukupan Gizi (AKG) Manusia dengan Menggunakan Mikrokontroler’, *Seminar Nasional Sains dan Teknologi*, (TINF-029), pp. 3-4 [Online]. Available at: <https://jurnal.umj.ac.id/index.php/semnastek> (Accessed: 18 Maret 2018).

LAMPIRAN

A. Program Keseluruhan

#Sumber Program: <https://github.com>

#Modifikasi: Sherly Mutiara Cahyani dan Ubaidillah Arifin

```
#include "HX711.h"
#include <LiquidCrystal.h>

#define DOUT 5
#define CLK 4
LiquidCrystal lcd(6,7,8,9,10,11);
HX711 scale(DOUT, CLK);
float calibration_factor = 1;
float units;
float momen_tekuk=0;
float w=0;

void setup() {
  lcd.begin(16,2);
  Serial.begin(9600);
  pinMode(A0,INPUT_PULLUP);
  pinMode(A1,INPUT_PULLUP);
  pinMode(12,OUTPUT);
  pinMode(13,OUTPUT);

  scale.set_scale();
  scale.tare();
```

```
long zero_factor = scale.read_average();
Serial.print("Zero factor: ");
Serial.println(zero_factor);
lcd.setCursor(0, 0);
lcd.print("  MOMEN TEKUK  ");
lcd.setCursor(1, 1);
lcd.print("  FITING LAMPU  ");
delay(2000);
}

void loop() {
  scale.set_scale(calibration_factor); //Adjust to this
  calibration factor

  Serial.print("Pembacaan: ");
  units=scale.get_units(), 2;
  w=units;
  momen_tekuk=w*9.78*0.0001;

  Serial.print(units);
  Serial.print(" gram");
  Serial.print(" Faktor kalibrasi:");
  Serial.print(calibration_factor);
  Serial.println();
  Serial.print(momen_tekuk,2);
  Serial.print(" Nm");
  Serial.println();

  if(momen_tekuk=0.00){
```



```
lcd.clear();
lcd.setCursor(0, 0)
lcd.print("M=");
lcd.setCursor(2, 0);
lcd.print(momen_tekuk,2);
lcd.setCursor(7, 0);
lcd.print("Nm");

if(momen_tekuk>2.00){
    lcd.clear();
    lcd.setCursor(0, 1);
    lcd.print("--TIDAK LULUS--");
    lcd.setCursor(0, 0);
    lcd.print("M=");
    lcd.setCursor(2, 0);
    lcd.print(momen_tekuk,2);
    lcd.setCursor(7, 0);
    lcd.print("Nm");
    for(int i = 0 ; i <=4; i++){
        digitalWrite(13,HIGH);
        delay(600);
        digitalWrite(13,LOW);
        delay(400);
    }
}

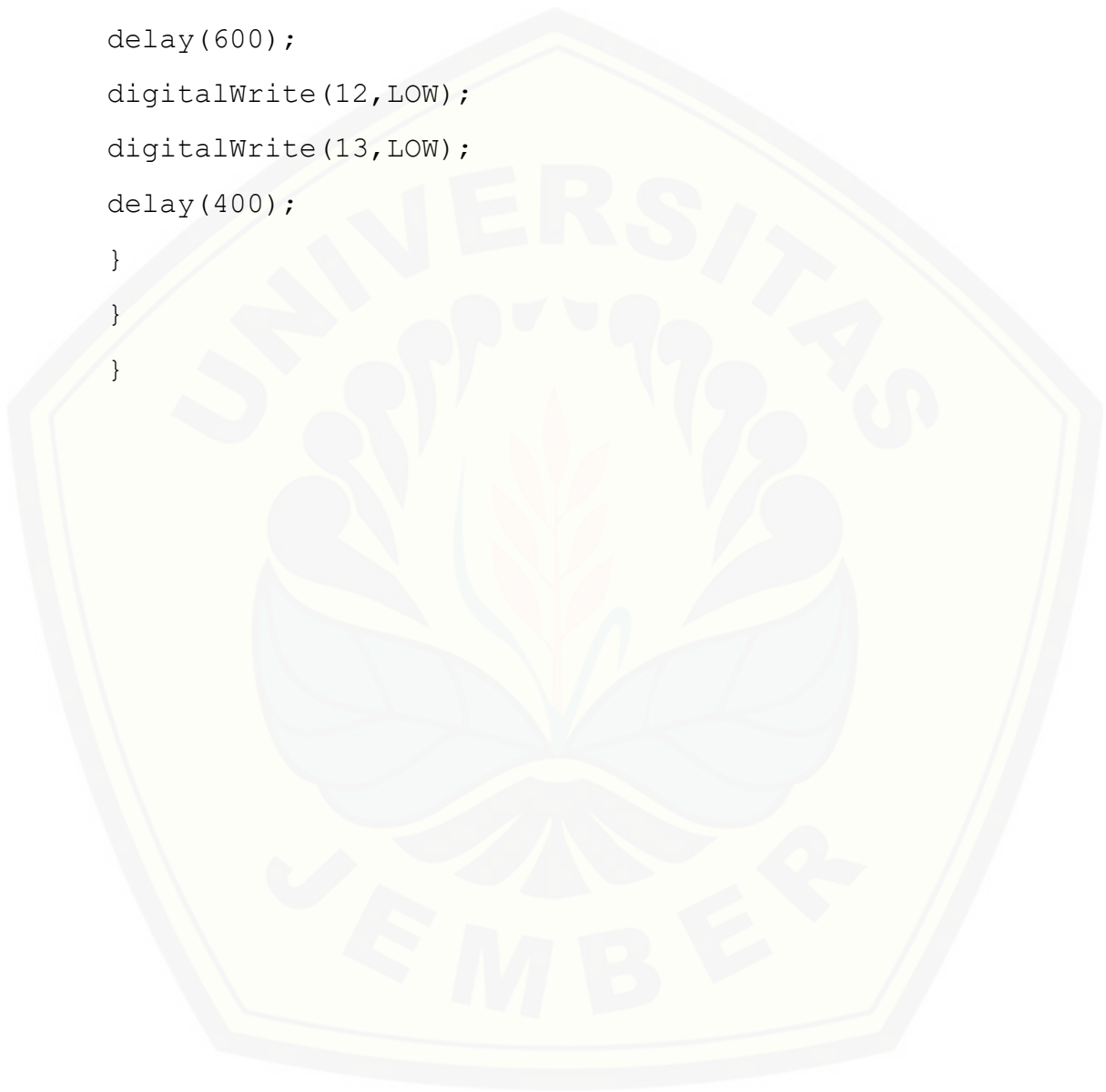
else{
    lcd.clear();
    lcd.setCursor(0, 1);
```

```
    lcd.print("-----LULUS-----");
    lcd.setCursor(0, 0);
    lcd.print("M=");
    lcd.setCursor(2, 0);
    lcd.print(momen_tekuk,2);
    lcd.setCursor(7, 0);
    lcd.print("Nm");
    for(int i = 0 ; i <=4; i++){
        digitalWrite(12,HIGH);
        delay(600);
        digitalWrite(12,LOW);
        delay(400);
    }
}

if(Serial.available())
{
    char temp = Serial.read();
    if(temp == '+' || temp == 'a')
        calibration_factor += 1;
    else if(temp == '-' || temp == 'z')
        calibration_factor -= 1;
}
}




if(digitalRead(A1)==LOW) {
    scale.tare();
    lcd.clear();
    lcd.setCursor(0,0);
```




```
lcd.print("      RESET      ");  
for(int i = 0 ; i <=4; i++){  
digitalWrite(12,HIGH);  
digitalWrite(13,HIGH);  
delay(600);  
digitalWrite(12,LOW);  
digitalWrite(13,LOW);  
delay(400);  
}  
}  
}
```









B. Gambar Lampu yang Telah diuji




Tabel 1 Gambar Lampu yang Telah Diuji




No.	Nama Lampu	Gambar
1.	P.42	 <p data-bbox="868 913 1264 952">Gambar 1 Tipe Spiral 42 Watt</p>
2.	P.42	 <p data-bbox="868 1422 1264 1460">Gambar 2 Tipe Spiral 42 Watt</p>
3.	F.20	 <p data-bbox="868 1933 1264 1971">Gambar 3 Tipe Spiral 20 Watt</p>




4.	F.20	 <p>Gambar 4 Tipe Spiral 20 Watt</p>
5.	P.14	 <p>Gambar 5 Tipe 2U 14 Watt</p>
6.	L.11	 <p>Gambar 6 Tipe 2U 11 Watt</p>

7.	L.11	 <p>Gambar 7 Tipe 2U 11 Watt</p>
8.	P.15	 <p>Gambar 10 Tipe Spiral 15 Watt</p>
9.	P.15	 <p>Gambar 9 Tipe Spiral 15 Watt</p>




<p>10.</p>	<p>P.14</p>	 <p>Gambar 10 Tipe 2U 14 Watt</p>
<p>11.</p>	<p>P.11</p>	 <p>Gambar 11 Tipe 2U 11 Watt</p>
<p>12.</p>	<p>P.11</p>	 <p>Gambar 12 Tipe 2U 11 Watt</p>




<p>13.</p>	<p>P.23</p>	 <p>Gambar 13 Tipe 3U 23 Watt</p>
<p>14.</p>	<p>P.23</p>	 <p>Gambar 14 Tipe 3U 23 Watt</p>
<p>15.</p>	<p>L.8</p>	 <p>Gambar 15 Tipe 2U 8 Watt</p>

16.	L.8	 <p data-bbox="890 801 1241 835">Gambar 16 Tipe 2U 8 Watt</p>
17.	P.32	 <p data-bbox="863 1366 1267 1400">Gambar 17 Tipe Spiral 32 Watt</p>
18.	P.32	 <p data-bbox="863 1933 1267 1966">Gambar 18 Tipe Spiral 32 Watt</p>

19.	M.15	 <p data-bbox="863 815 1273 846">Gambar 19 Tipe Spiral 15 Watt</p>
20.	M.15	 <p data-bbox="863 1361 1273 1393">Gambar 20 Tipe Spiral 15 Watt</p>
21.	S.15	 <p data-bbox="863 1924 1273 1955">Gambar 21 Tipe Spiral 15 Watt</p>

<p>22.</p>	<p>S.15</p>	 <p>Gambar 22 Tipe Spiral 15 Watt</p>
<p>23.</p>	<p>T.25</p>	 <p>Gambar 23 Tipe 3U 25 Watt</p>
<p>24.</p>	<p>T.25</p>	 <p>Gambar 24 Tipe 3U 25 Watt</p>

25.	I.15	 <p data-bbox="879 813 1254 846">Gambar 25 Tipe 3U 15 Watt</p>
26.	I.25	 <p data-bbox="879 1377 1254 1411">Gambar 26 Tipe 3U 25 Watt</p>
27.	D.20	 <p data-bbox="879 1933 1254 1966">Gambar 27 Tipe 2U 20 Watt</p>

<p>28.</p>	<p>T.20</p>	 <p>Gambar 28 Tipe 2U 20 Watt</p>
<p>29.</p>	<p>V.55</p>	 <p>Gambar 29 Tipe Spiral 55 Watt</p>
<p>30.</p>	<p>V.55</p>	 <p>Gambar 30 Tipe Spiral 55 Watt</p>

C. SOP Alat Digital Momen Tekuk

Pengukuran dilakukan dengan prosedur sebagai berikut:

1. Menyalakan tombol *on* terlebih dahulu.
2. Sebelum melakukan pengukuran menekan tombol reset.
3. Memasang lampu yang akan diuji pada fitting yang terdapat pada alat.
4. Pengukuran dilakukan dengan cara melepas tuas yang terdapat pada fitting sesuai dengan garis hitam yang terdapat pada sensor *load cell* secara perlahan.
5. Melihat dan mencatat hasil pengukuran yang ditampilkan pada LCD.
6. Melepas lampu yang telah diuji dari fitting.
7. Menekan tombol *off* untuk mematikan alat.

