LAPORAN TUGAS AKHIR

RANCANG BANGUN SISTEM KONTROL PENIMBANGAN PADA MESIN PENCACAH DAN PENGADUK BUBUR KERTAS

AHMAD SIRWANI

NIM. 201554137

DOSEN PEMBIMBING

Ir. MASRUKI KABIB, MT.

QOMARUDDIN, ST,. MT.

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MURIA KUDUS

2020

HALAMAN PERSETUJUAN

RANCANG BANGUN SISTEM KONTROL PENIMBANGAN PADA MESIN PENCACAH DAN PENGADUK BUBUR KERTAS

AHMAD SIRWANI

NIM. 201554137

Kudus, 06 Januari 2020

Menyetujui,

Pembimbing Utama,	Pembimbing Pendamping,
Ir. Masruki Kabib, MT	Qomaruddin, ST., MT
NIDN. 0625056802	NIDN. 0626097102

Mengetahui,

Koordinator Skripsi/Tugas Akhir

Taufiq Hidayat, ST., MT

NIDN. 0023017901

HALAMAN PENGESAHAN

RANCANG BANGUN SISTEM KONTROL PENIMBANGAN PADA MESIN PENCACAH DAN PENGADUK BUBUR KERTAS

AHMAD SIRWANI

NIM. 201554137

Kudus, 06 Januari 2020

Menyetujui,

Ketua Penguji,	Anggota Penguji I,	Anggota Penguji II,
Rianto Wibowo, ST., M. Eng	Dr. Akhmad Zidni Hudaya, ST, M.Eng	Ir. Masruki Kabib, MT
NIDN. 0630037301	NIDN. 0021087301	NIDN. 0625056802

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik	Ketua Program Studi Teknik Mesin
Mohammad Dahlan, ST., MT.	Rianto Wibowo, ST., M. Eng
NIDN. 0601076901	NIDN. 0630037301

HALAMAN PERSEMBAHAN

Dengan rasa bangga hati, tugas akhir sarjana ini saya persembahkan untuk orang – orang yang paling berharga dalam kehidupan saya

1. Ibu

   Ibu saya yang telah memberikan motivasi, semangat, dan perhatiannya yang membuat saya semangat pantang menyerah
2. Bapak

   Bapak saya yang telah memberikan memberikan contoh kepada saya untuk tetap kuat dan tanggung jawab penuh, dalam kehidupan saya
3. Kakak – kakakku

   Yang sudah memberikan semangat dan do'a kepada saya
4. Teman

   Yang telah membantu saya dalam mengerjakan tugas akhir ini
5. Tim *hydrapulper*

   Terima kasih atas kerjasama, semangat pantang menyerah dalam pengerjaan mesin tugas akhir ini, SEMANGAT !!!

PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama	:	Ahmad Sirwani
NIM	:	201554137
Tempat & Tanggal Lahir	:	Jepara, 05 Maret 1997
Judul Skripsi/Tugas Akhir	:	Rancang Bangun Sistem Kontrol Penimbangan Pada Mesin Pencacah Dan Pengaduk Bubur Kertas

Dengan ini saya menyatakan bahwa penulisan tugas akhir ini berdasarkan pemikiran, penelitian dan pemaparan asli dari saya pribadi, meliputi naskah laporan dan kegiatan lain yang tercantum dalam bagian tugas akhir ini. Semua pendapat, ide, materi yang bersumber dari orang lain sudah dikutip dalam tugas akhir ini sudah dikutip dengan cara penulisan refrensi yang benar.

Demikian pernyataan ini saya buat, jika dikemudian hari terdapat ketidaksesuaian dalam pernyataan ini, maka saya pribadi bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar dan sanksi sesuai peraturan yang berlaku.

Demikin pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar tanpa paksaan dari pihak manapun.

Kudus, 28 Februari 2020

Yang memberi pernyataan,

METERAI TEMPEL

4DCACAHF317220550

6000 ENAM RIBU RUPIAH

Ahmad Sirwani

NIM. 201554137

RANCANG BANGUN SISTEM KONTROL PENIMBANGAN PADA MESIN PENCACAH DAN PENGADUK BUBUR KERTAS

Nama : Ahmad sirwani

NI M : 201554137

Pembimbing : 1. Ir. Masruki Kabib, M.T.

2. Qomaruddin, ST., MT.

ABSTRAK

Sistem kontrol merupakan sebuah alat yang digunakan untuk mengendalikan, mengatur, dan memerintah dalam suatu sistem. Pembuatan sistem kontrol otomatisasi pada mesin pencacah dan pengaduk bubur kertas dengan tujuan untuk merancang dan membuat sistem kontrol penimbangan dengan massa 1 kg dan pengaturan *ON/OFF* motor AC untuk menggerakkan mata pisau *crusher* dan pengaduk bubur kertas.

Metode rancang sistem kontrol pada mesin *hydrapulper* dimulai pada proses perancangan, gambar desain sistem kontrol, diagram blok sistem kontrol, instalasi sistem kontrol, pembuatan serta pengujian. Langkah pembuatannya meliputi pembuatan sistem kontrol yang akan dikendalikan, pembuatan *hardware* sistem kontrol, pemrograman dan juga perakitan *hardware* sistem kontrol pada mesin.

hasil yang diharapkan pada sistem kontrol penimbang pada mesin pencacah dan pengaduk bubur kertas adalah sistem kontrol yang dapat mengendalikan pengaturan *ON/OFF* motor AC penggerak mata pisau *crusher* dan pengaduk bubur kertas secara otomatis dengan menggunakan arduino uno sebagai pengaturan *switch ON/OFF* motor AC pada saat massa penimbangan cacahan kertas sudah mencapai 1kg.

Kata kunci : arduino uno, sistem kontrol, motor AC, cacahan dan bubur kertas.

Design of weighing control systems on a paper shredder machine and a paper pulp strirrer

Student Name	:	Ahmad sirwani
Student Identity Number	:	201554137
Supervisor	:	1. Ir. Masruki Kabib, M.T.
		2. Qomaruddin, ST., MT.

ABSTRACT

A control system is a tool regulate, control, and command a system. Manufacture of an automatic control system on a paper shredder machine and a paper pulp stirrer which aim to design and make a weighing control system for 1kg mass with AC motor ON / OFF setting for moving the crusher blade and paper pulp stirrer.

The method of designing a control system on a hydrapulper machine begins with the design process, the design drawings of the control system, control system block diagrams, control system installation, manufacture and testing. The manufacturing process includes the design of controlled control systems, manufacturing of control system hardware, programing and assembling control system hardware on machines.

Expected results of a weighing control system on a paper shredder machine and a paper pulp stirrer is the the control system can ecexute the process of ON / OFF AC motor which can move the crusher blade and a paper pulp stirrer automatically by using the arduino uno atmega328 microcontroller as the ON / OFF switch of the AC motor when the mass of paper counting has reached 1kg.

Keywords : Arduino Uno, control system, AC motor, paper shredder and paper pulp.

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Wr. Wb.

Dengan memanjatkan puja – puji syukur kehadirat Allah SWT, akhirnya penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul "Rancang Bangun Sistem Kontrol penimbang pada mesin pencacah dan pengaduk bubur kertas", bisa terselesaikan. Tugas akhir ini merupakan syarat yang harus dipenuhi dalam rangka mencapai derajat Sarjana S1 Teknik Mesin Universitas Muria Kudus.

Dalam proses penyelesaian laporan ini, banyak pihak yang telah membantu, baik secara langsung maupun secara tidak langsung, secara materi, moral, maupun secara spritual. Untuk itu kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih dan hormat yang sebesar-besarnya :

1. Allah SWT yang telah memberi kesehatan dan kekuatan untuk menyelesaikan tugas akhir ini.
2. Keluarga terinta (*Ibu, bapak, dan kakak - kakakku*) yang telah memberikan dukungan dan memberikan kasih sayang yang tak terbatas.
3. Bapak Ir.Masruki Kabib, M.T. selaku dosen pembimbing I yang telah sabar membimbing penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
4. Bapak Qomaruddin, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing II yang sabar membimbing dalam penyusunan laporan.
5. Rianto Wibowo, ST., M.Eng selaku dosen penguji yang telah memberikan masukan pada laporan akhir ini.
6. Dr. Akhmad Zidni Hudaya, ST, M,Eng selaku dosen penguji yang telah memberikan masukan pada laporan akhir ini.
7. Teman-teman tim *Hydrapulper* yang telah memberikan masukan, semoga sukses selalu.
8. Rekan-rekan mahasiswa yang telah banyak mendukung membantu sehingga terselesaikan laporan ini.

Penulis menyadari bahwa banyak kelemahan dan kekurangan dalam penyusunan laporan ini, Maka penulis berharap kritik dan saran dari pembaca yang bersifat membangun demi terciptanya laporan yang baik. Akhir kata penulis berharap agar laporan ini dapat memberikan manfaat bagi semua pihak. Terima Kasih

Wassalamualaikum Wr. Wb.

Kudus, 28 Februari 2020

Penulis

Ahmad Sirwani

NIM. 2015-54-137

UNIVERSITAS MURIA KUDUS

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL i
HALAMAN PERSETUJUAN ii
HALAMAN PENGESAHAN iii
HALAMAN PERSEMBAHAN iv
PERNYATAAN KEASLIAN v
KATA PENGANTAR viii
DAFTAR ISI x
DAFTAR GAMBAR xiv
DAFTAR LAMPIRAN xvi
BAB I 1
PENDAHULUAN 1
1.1. Latar Belakang 1
1.2. Perumusan Masalah 3
1.3. Batasan Masalah 3
1.4. Tujuan 3
1.5. Manfaat 3
BAB II 5
TINJAUAN PUSTAKA 5
2.1. Sistem Pengendali Motor AC 5
2.2. Sistem Kontrol Timbangan 6
2.3. *Load Cell* 8
2.4. Arduino 10
2.4.1. Arduino Uno 13
2.4.2. Hx711 16

BAB III.....17
METODOLOGI.....17
3.1. Alur Penelitian.....17
3.2. Studi Literatur.....19
3.3. Analisa Kebutuhan Sistem Kontrol.....19
3.4. Pembuatan Hardware.....20
3.5. Desain Sistem Kontrol.....20
3.6. Pembuatan program software arduino.....21
BAB IV.....23
HASIL DAN PEMBAHASAN.....23
4.1. Proses Perancangan Sistem Kontrol.....23
4.1.1 Analisa Waktu Proses Pencacah Dan Pengaduk Bubur Kertas.....23
4.1.2 Analisa Pembukaan Katup Hopper Timbangan.....24
4.1.3 Analisa Penimbangan.....24
4.2. Desain Sistem Kontrol.....25
4.3. Proses Pemuatan Hardware Sistem Kontrol.....28
4.3.1 Desain Instalasi *Hardware*.....28
4.3.2 Alat Untuk Pembuatan Hardware Dengan Arduino Uno.....29
4.3.3 Pembuatan Hardware Dengan Kontroler Arduino.....30
4.3.4 Hasil Pembuatan Hardware.....38
4.3.5 Proses Pembuatan Hardware Dalam Box Sistem Kontrol.....39
4.3.6 Proses Pengerjaan Pembuatan Sistem Kontrol.....39
4.4. Proses Pembuatan Software Arduino.....40
4.5. Hasil Pengujian.....46
BAB V.....48
PENUTUP.....48

UNIVERSITAS MURIA KUDUS

5.1.Kesimpulan 48

5.2.Saran 48

DAFTAR PUSTAKA 49

UNIVERSITAS MURIA KUDUS

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Spesifikasi Mikrokontroler Atmega328 14

Tabel 4.1 *Load Cell* 35

Tabel 4.2 Data hasil pengujian timbangan cacahan kertas pada mesin *crusher* ...48

UNIVERSITAS MURIA KUDUS

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Timbangan Digital 7
Gambar 2.2 Konstrusi *load cell* dan pola deformasi 9
Gambar 2.3 *Load cell* 9
Gambar 2.4 Arduino Serial 11
Gambar 2.5 Arduino Serial 11
Gambar 2.6 Arduino Fio 12
Gambar 2.7 Arduino Lylypad 12
Gambar 2.8 Arduino BT 13
Gambar 2.9 Arduino nano dan mini 13
Gambar 2.10 Bagian-bagian dari arduino uno 15
Gambar 2.11 Pin Hx711 17
Gambar 3.1 Bagian sistem yang dikontrol 22
Gambar 4.1 Diagram waktu proses pencacah dan pengaduk bubur kertas 24
Gambar 4.2 *Hopper* timbangan 25
Gambar 4.3 Desain Sistem Kontrol 27
Gambar 4.4 Desain instalasi *hardware* 29
Gambar 4.5 Arduino uno 31
Gambar 4.6 *Power supply* 32
Gambar 4.7 LCD 33
Gambar 4.8 *Rellay* 34
Gambar 4.9 Motor AC 34
Gambar 4.10 *Load cell* 35
Gambar 4.11 Modul HX711 36
Gambar 4.12 Motor servo 36
Gambar 4.13 Kabel 37
Gambar 4.14 Laptop 37
Gambar 4.15 Hasil pembuatan *hardware* 39
Gambar 4.15 Komponen dalam *box* sistem kontrol 40

UNIVERSITAS MURIA KUDUS

Gambar 4.16 Setting awal arduino 42
Gambar 4.17 Mode 0 *(Stanby)* 43
Gambar 4.18 Mode 1 *(Crushing)* 44
Gambar 4.19 Mode 2 *(Mixing)*..... 45
Gambar 4.20 *Load cell*..... 46

UNIVERSITAS MURIA KUDUS

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Gambar mesin *Hydrapulper* 53

Lampiran 2. Hasil Hardware 54

Lampiran 3. Cara pengoprasian 55

Lampiran 4. Penutup *mixer* 56

UNIVERSITAS MURIA KUDUS

BAB I
PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Perkembangan ilmu teknologi dan informasi yang semakin pesat pada saat ini memicu berkembangnya dunia elektronika. Hal ini membuat beberapa industri menerapkan sistem otomatisasi, salah satu aplikasi dari otomatisasi adalah otomatisasi pada proses produksi. Ada beberapa alasan untuk penerapan otomatisasi, diantaranya untuk meningkatkan produktifitas, keamanan, serta kualitas produk (Zariatin, Dkk 2016).

Kemajuan teknologi dan informasi ini menjadikan kemudahan dalam memecahkan berbagai permasalahan dalam hal rancang elektronika terpadu *(embedded system)*. Kemudahan dalam hal perancangan elektronika terpadu dengan sistem kendali, salah satunya dapat tercapai dengan adanya mikrokontroler yang dapat digunakan untuk menyimpan suatu program tanpa memerlukan tempat dan biaya yang mahal. (Rahayuningtyas, 2009).

Daur ulang sampah kertas adalah proses untuk menjadikan suatu bahan bekas kertas menjadi bahan baru. Bahan baru yang dihasilkan dari proses daur ulang ini memiliki nilai jual dan guna kembali, dengan tujuan untuk mencegah penggunaan bahan baku baru, mengurangi penggunaan energi, mengurangi polusi, kerusakan lahan, dan emisi gas rumah kaca. Daur ulang adalah salah satu strategi pengolahan sampah padat yang terdiri atas kegiatan pemilihan, pengumpulan, pemrosesan, pendistribusian dan pembuatan produk/material bekas pakai, dan juga komponen utama dalam manajemen sampah modern dengan menjadi bagian ketiga dalam proses hierarki sampah 3R *(Reuse, Reduce, and Recycle)* (Wijaya, 2017).

Mesin *hydrapulper* dengan pengerjaan manual, proses pengoperasiannya cenderung memakan banyak waktu dan menggunakan banyak tambahan alat yang digunakan. Pengerjaan manual dan tambahan alat yang digunakan antara lain, penimbangan cacahan kertas untuk satu kali proses, pemindahan cacahan kertas ke tabung pengadukan menggunakan konveyor, dan pegaturan *ON/OFF* motor AC penggerak mata crusher dan

poros pengaduk bubur kertas. Penimbangan cacahan kertas dengan massa 1kg memerlukan ketepatan dalam pengukurannya, maka dari itu diperlukan alat ukur berupa timbangan.

Timbangan merupakan suatu alat bantu yang memiliki fungsi untuk mengetahai massa benda. Jenis timbangan yang digunkan bermacam – macam, diantaranya timbangan manual, timbangan mekanik, dan timbangan digital. Timbangan digital adalah sebuah alat ukur yang digunakan untuk mengukur massa benda dengan tampilan digital. Dalam pemanfaatannya timbangan digunakan diberbagai bidang, mulai dari perdagangan, industry sampai perusahaan jasa. Timbangan digital memiliki tingkat ketelitian yang lebih baik dan pengoperasiannya yang lebih *efisien* dibandingkan timbangan analog. Penggunaan timbangan digital hanya dengan melihat angka yang tertera pada layar LCD. Pembuatan timbangan digital, perusahaan menggunakan sensor dan *transduser* untuk mengukur berat beban yang berbentuk mekanik. Sensor beban (*load cell*) yang terdapat *strain gauge* di dalam sensor beban tersebut (Yandra, dkk, 2016).

Sistem kontrol otomatis memiliki peran yang penting, karena dapat dapat menggantikan sebagian dari pekerjaan manusia (khakim, dkk 2012). Sistem sistem control merupakan kumpulan dari beberapa komponen yang saling terhubung, sehingga memiliki fungsi untuk mengendalikan suatu sistem, pada proses pembuatan bubur kertas diperlukan ketepatan dalam campuran antara kertas dengan air, yaitu dengan campuran massa 5% kertas dan 95% air (PT.Pura Barutama).

Sensor berat yang digunakan pada pada Tugas Akhir ini adalah sensor *load cell*. *Load cell* yang digunakan memiliki kapasitas berat maksimum 5 kg. *load cell* digunakan dengan diberi penyangga dibawahnya yang disangga *motor steper* dan diatasnya plat katup mesin pencacah kertas.

Dari uraian diatas, penulis merancang dan membuat mesin *hydrapulper* dengan menggunakan sistem kontrol penimbangan 1kg cacahan kertas dan pengendalian *ON/OFF* motor listrik penggerak mata pisau mesin pencacah dan pengaduk bubur kertas yang membuat mesin tersebut lebih efisien dan pemanfaatan tenaga maupun waktu.

1.2. Perumusan Masalah

Perumusan masalahnya diantaranya adalah :

1. Bagaimana merancang sistem kontrol untuk timbangan dengan massa 1 kg pada mesin pencacah kertas.
2. Pembuatan sistem kontrol timbangan menggunakan sensor *load cell* pada mesin pencacah kertas.
3. Pembuatan mekanisme timbangan dengan massa 1kg cacahan kertas.

1.3. Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dari proses rancang bangun ini sebagai berikut :

1. Membuat sistem kontrol pengaturan *ON/OFF* motor AC, penimbang dan sensor *load cell* menggunakan Arduino UNO.
2. Menggunakan mikrokontroller Arduino UNO.
3. Membuat mekanisme timbangan.
4. Mengontrol *ON/FF* motor AC pencacah kertas dan pengaduk bubur kertas.
5. Membuat sistem kontrol timbangan sensor *load cell* dengan massa 1kg.
6. Menggunakan *Load cell* dengan kapasitas maksimal 5 kg.
7. Densitas kertas 1201 kg/m^3.

1.4. Tujuan

Tujuan dari penelitian ini ialah merancang dan membuat sistem kontrol timbangan pada mesin pencacah kertas untuk massa 1 kg cacahan kertas dan pengaturan *ON/OFF* motor AC penggerak mata *crusher* dan pengaduk bubur kertas.

1.5. Manfaat

Dalam penelitian ini di harapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut :

1. Bagi penulis

   Dapat memperoleh ilmu pengetahuan tentang perancangan sistem kontrol mesin *hydrapulper*
2. Bagi akademik

Sebagai refrensi untuk penelitian yang lebih lanjut bagi mahasiswa khususnya Teknik Universita Muria Kudus

3. Bagi masyarakat

   Mendapatkan produk mesin *hydrapulper* bisa untuk usaha berskala UMKM.

UNIVERSITAS MURIA KUDUS

BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Sistem Pengendali Motor AC

Motor listrik merupakan motor yang memanfaatkan energi listrik menjadi energi gerak mekanik, dimana energi mekanik tersebut berupa putaran dari motor. Pada umumnya motor AC terbagi menjadi 2 yaitu motor AC 1 phasa dan AC 3 phasa. Sesuai dengan namanya motor listrik 1 phasa beroprasi menggunakan sumber tegangan 1 phasa (Sutriyono, 2017).

Motor induksi 1 phasa merupakan motor listrik arus bolak balik yang bekerja berdasarkan induksi medan magnet dari kumparan stator ke kumparan rotornya. Motor ini paling banyak digunakan oleh masyarakat terutama pada peralatan rumah tangga seperti kipas angin, mesin cuci dan lain sebagainya. Motor induksi ini biasanya mempunyai 2 buah kumparan yang disebut dengan kumparan utama dan kumparan bantu. Khusus untuk motor induksi 1-fasa jenis motor kapasitor *start* dan jalan (*capasitor start-capasitor run induction motor*), motor ini biasanya menggunakan kedua kumparannya baik saat start maupun saat jalan sehingga motor ini bekerja seperti motor induksi 2 phasa, Motor ini biasanya menggunakan kapasitor yang dipasang pada salah satu kumparan motor untuk menghasilkan torsi yang besar pada motor. Telah dilakukan beberapa usaha dalam meningkatkan kinerja motor seperti pengendalian medan magnet, pengaturan nilai kapasitor, mengatur waktu start dan lain sebagainya (Anthony et, dkk, 2019).

Motor Sinkron adalah mesin sinkron yang digunakan untuk mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Mesin sinkron mempunyai kumparan jangkar pada stator dan kumparan medan pada rotor. Kumparan jangkarnya berbentuk sama dengan mesin induksi, sedangkan kumparan medan mesin sinkron dapat berbentuk kutub sepatu (salient) atau kutub dengan celah udara sama rata (rotor silinder). Arus searah (DC) untuk menghasilkan fluks pada kumparan medan yang dialirkan ke rotor melalui cincin dan sikat. Bagian dasar dari sebuah motor sinkron:

1. Rotor

   Perbedaan utama antara motor sinkron dan motor induksi adalah bahwa rotor mesin sinkron berjalan pada kecepatan putar yang sama dengan perputaran medan magnet. Hal ini memungkinkan sebab medan magnet rotor tidak lagi terinduksi. Rotor memiliki magnet permanen atau arus DC excited, yang dipaksa untuk mengunci pada posisi tertentu bila dihadapkan pada medan magnet lainnya.

2. Stator

   Menghasilkan medan magnet berputar yang sebanding dengan frekuensi yang dipasok (Almanda, dkk, 2017).

2.2. Sistem Kontrol Timbangan

Timbangan adalah sebuah alat yang digunakan untuk melakukan pengukuran massa sebuah benda. Timbangan dikategorikan ke dalam sistem mekanik dan juga elektronik, timbangan digital merupakan salah satu contoh awal timbangan neraca pegas (*dinamometer*). Neraca Pegas merupakan timbangan yang menggunakan pegas sebagai alat untuk menentukan massa benda yang diukurnya. Neraca pegas mengukur berat, defleksi pegas ditampilkan dalam skala massa yang label angkanya sudah dibagi gravitasi.

Timbangan adalah sebuah alat ukur yang sering kita jumpai dalam kehidupan sehari-hari dengan istilah yang sering digunakan adalah berat yang seharusnya massa yang digunakan untuk hasil penimbangan. satuan massa kita menggunakan Sistem Internasional (SI) yaitu kg. Apabila kita menggunakan istilah berat, kita seharusnya menggunakan $kg.m/s^2$.

Timbangan berdasarkan pengoperasiaanya dapat dibedakan menjadi timbangan bukan otomatis dan timbangan otomatis. Timbangan bukan otomatis merupakan timbangan yang penimbangannya dilakukan oleh operator secara langsung. Timbangan bukan otomatis diatur didalam Keputusan Direktur Jendral PDN No. 31 tentang Syarat Teknis Timbangan Bukan Otomatis. Sedangkan timbangan otomatis adalah timbangan yang proses penimbangannya berkerja secara otomatis dan tidak memerlukan campur tangan operator. Timbangan-timbangan yang masuk kategori

timbangan bukan otomatis merupakan timbangan yang sering kita jumpai, sedangkan timbangan otomatis masih digunakan dalam skala industri.

Timbangan bukan otomatis termasuk neraca, timbangan meja, timbangan pegas, dacin, timbangan sentisimal, dan timbangan elektronik. Timbangan ban berjalan merupakan contoh dari timbangan otomatis. Timbangan bukan otomatis juga dapat dibedakan berdasarkan komponennya, yaitu timbangan elektronik dan timbangan mekanik. Timbangan elektronik adalah timbangan yang dilengkapi dengan komponen elektronik. Sedangkan timbangan mekanik adalah timbangan yang berskala kontinu atau yang tidak berskala yang seluruh komponennya bekerja secara mekanik. Timbangan mekanik juga dibagi berdasarkan penunjukannya. Berdasarkan penunjukannya timbangan mekanik dibagi menjadi timbangan dengan penunjukan otomatis dan timbangan dengan penunjukan bukan otomatis. Pengertian-pengertian timbangan ini diambil dari KEPDIRJEN PDN No.31 tentang Syarat Teknis Timbangan Bukan Otomatis (Anwari, 2017).

a. Macam Macam Timbangan

Timbangan dari cara kerjanya, dibagi sebagai berikut :

1. **Timbangan Digital,** adalah timbangan dengan prinsip kerjanya secara elektronik menggunakan tenaga listrik. Pada umumnya timbangan ini menggunakan arus lemah dan indikatornya berupa angka digital pada layar bacaan.

Gambar 2.1 Timbangan Digital (Amin, 2016)

2. **Timbangan *Hybrid*,** adalah timbangan dengan prinsip kerjanya gabungan antara timbangan manual dengan digital. Timbangan *Hybrid* biasa digunakan pada tempat penimbangan yang tidak dialiri aliran listrik. Timbangan *Hybrid* menggunakan display digital, tetapi bagian paltform menggunakan plat mekanik.

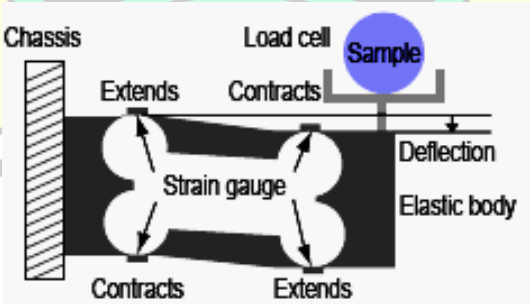
3. **Timbangan Manual,** adalah jenis timbangan dengan prinsip kerjanya mekanis dengan sistem pegas. Pada umumnya timbangan ini menggunakan indikator jarum sebagai penunjuk ukuran massa yang telah terskala (Anwari, 2017).

2.3. *Load Cell*

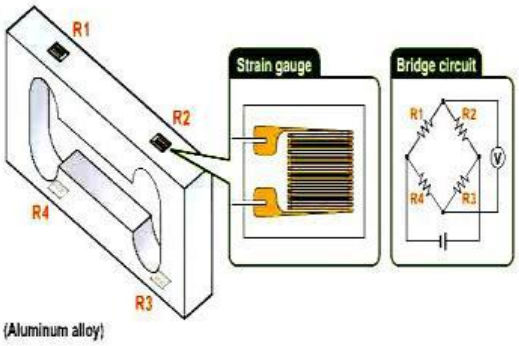
Load cell adalah suatu alat tranducer yang menghasilkan *output* yang proposional dengan beban atau gaya yang diberikan. *Load cell* dapat memberikan pengukuran akurat dari gaya dan beban. *Load cell* mengkonversikan regangan pada logam ke tahanan variabel. Dalam penggunaan, *load cell* mengkonversikan berat menjadi sinyal listrik.

Load cell umumnya berisi 4 buah *strain gauge* yang tersusun sebagai rangkaian jembatan *wheatstone*. Gaya tekan yang dikenakan pada *load cell* akan membuat keseimbangan 4 buah *strain gauge* tersebut terganggu. Dengan adanya eksitasi pada *load cell*, maka ke tidak seimbangan jembatan *wheatstone* yang disebabkan oleh gaya tekan pada *load cell* akan diubah menjadi sinyal tegangan.

Prinsip kerja secara singkat dari *load cell* yaitu terjadinya *shears* atau *stress* dari suatu benda. Dalam *load cell*, *shears* dan *stress* ini diwujudkan dalam bentuk perubahan panjang (regangan) permukaan, dan perubahan panjang ini ditangkap oleh sensor sekunder berupa *strain gauge* yang akan mengubah perubahan panjang (regangan) menjadi perubahan resistansi.



Gambar 2.2 Konstrusi *load cell* dan pola deformasi (Mandayatma, 2018)



Gambar 2.3 *Load cell* (Mandayatma, 2018)

Gambar 3 memperlihatkan salah satu konstruksi *load cell* yang mendapat beban disatu sisi sementara sisi lain dibuat *fixed*. Disatu bagian akan *Extend* (memanjang) dan bagian lain akan *contract* (memendek).

Selama proses penimbangan, beban yang diberikan menimbulkan reaksi terhadap elemen logam pada *load cell* yang mengakibatkan perubahan bentuk secara elastis. Gaya yang ditimbulkan oleh regangan ini (positif dan negatif) di konversikan kedalam sinyal listrik oleh *strain gauge* (pengukur regangan) yang terpasang pada *spring element*, yaitu ditempat yang mengalami pemanjangan dan pemendekan. *Strain gauge* yang dipasang pada bagian *extend* akan bertambah resistansinya sementara yang dipasang pada bagian *contract* akan berkurang nilai resistansinya.

Strain gauge disusun menggunakan konfigurasi jembatan dengan *supply* sebesar 10 volt, terjadinya regangan menyebabkan resistansi strain gauge berubah yang menyebabkan terjadinya perubahan tegangan *output* pada rangkaian *bridge*. Tegangan keluaran dari *bridge* ini masih sangat kecil sehingga perlu diperkuat, diolah serta dikondisikan untuk mendapatkan tegangan yang diperlukan untuk tingkat berikutnya (Mandayatma, 2018).

HX711 merupakan sebuah komponen ter-integrasi dari "AVIA SMICONDUCTOR" dengan kepresisian 24-bit analog to digital *conventer* (ADC) yang didesain untuk sensor timbangan digital dan aplikasi *industrial control* yang terkoneksi dengan sensor jembatan atau sensor model jembatan wheatstone. 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.

2.4. Arduino

Arduino adalah board berbasis mikrokontroler pada ATmega328. *Board* ini memiliki 14 digital *input/output* pin (dimana 6 pin dapat digunakan sebagai *output PWM*), 6 input *analog*, 16 MHz *osilator* kristal, koneksi USB, jack listrik tombol reset. Pin-pin ini berisi semua yang diperlukan untuk mendukung mikrokontroler hanya terhubung ke komputer dengan kabel USB atau sumber tegangan bisa didapat dari adaptor AC-DC atau baterai untuk menggunakannya.

- **Jenis-jenis Arduino**

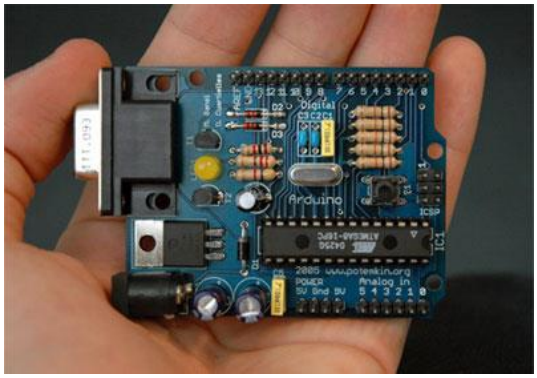
a. Arduino USB

Arduino USB adalah arduino yang menggunakan USB sebagai antar muka pemrograman atau komunikasi komputer. Antara lain:

1. Arduino Uno
2. Arduino Leonardo
3. Arduino Mega 2560
4. Arduino Due
5. Arduino Ethernet
6. Arduino Mega ADK
7. Arduino Nano
8. Arduino Fio

b. Arduino Tipe Serial

Arduino tipe serial adalah arduino yang menggunakan RS232 sebagai antar muka pemrograman atau komunikasi komputer.



Gambar 2.4 Arduino Serial (Nur Amin, 2016).

c. Arduino Mega

Arduino Mega adalah arduino dengan spesifikasi yang lebih tinggi, dilengkapi tambahan pin digital, pin analog, port srerial dan sebagainya. Arduino mega berbasis atmega1280 dengan 58 digital input/output.

Gambar 2.5 Arduino Serial (Nur Amin, 2016)

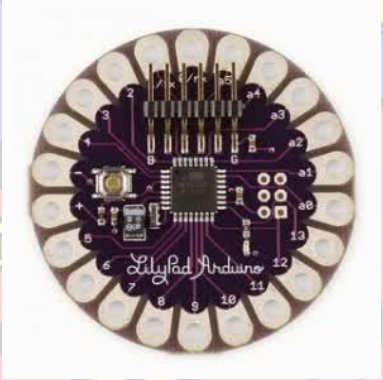
d. Arduino Fio

Arduino Fio adalah arduino yang ditujukan untuk penggunaan nirkabel. Arduino ini menggunakan atmega328p sebagai basis kontrolernya.

Gambar 2.6 Arduino Fio (Nur Amin, 2016).

e. Arduino Lylypad

Arduino lylypad adalah arduino dengan bentuk melingkar. Contoh: Lylypad Arduino 00, Lylypad Arduino 01, Lylypad Arduino 02, Lylypad Arduino 03, Lylypad Arduino 04.



Gambar 2.7 Arduino Lylypad (Nur Amin, 2016).

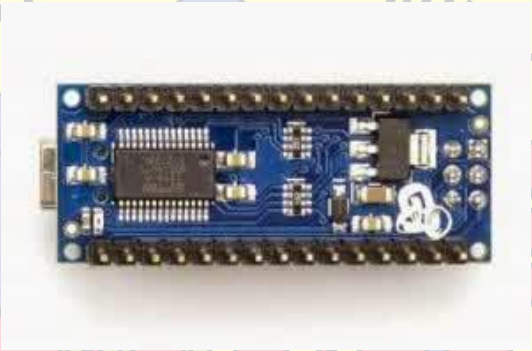
f. Arduino BT

Arduino yang mengandung modul Bluetooth untuk komunikasi nirkabel

Gambar 2.8 Arduino BT (Nur Amin, 2016).

g. Arduino Nano dan Arduino Mini

Arduino Nano dan Arduino Mini merupakan jenis arduino berbentuk kompak dan digunakan bersama breadboard. Contoh: Arduino nano 3.0, Arduino nano2, arduino mini 04, arduino mini 03.



Gambar 2.9 Arduino nano dan mini (Nur Amin, 2016).

2.4.1. Arduino Uno

Arduino yang digunakan untuk membuat alat timbangan ini yaitu arduino uno. Arduino Uno merupakan board mikrokontroler berbasis ATMega328. Arduino uno memiliki 14 pin digital *input/output* (dimana 6 dapat digunakan sebagai output PWM), 6 input analog, resonator keramik 16 MHz, koneksi USB, jack listrik, header ICSP dan tombol reset. Board ini menggunakan daya yang terhubung ke komputer dengan kabel USB atau daya eksternal dengan adaptor AC-DC atau baterai (Nur Amin, 2016).

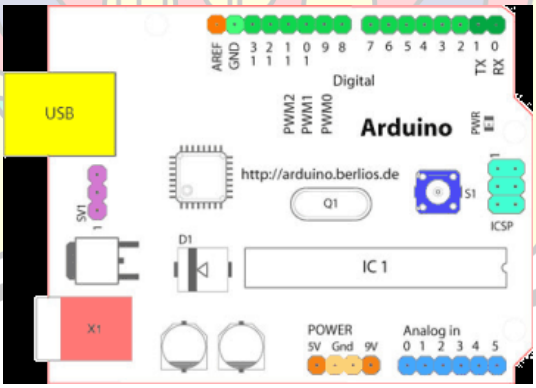
Komunikasi Arduino Uno dan computer dapat dilakukan melalui port serial (via USB). Dalam hal ini , Arduino Uno tidak hanya bisa membaca data dari computer yang ada di port serial, melainkan juga dapat mengirim data ke computer. Jadi, komunikasi yang dilakukan bersifat dua arah.

Perbedaan antara ATMega85 dengan 32 terletak pada memori flash. Jika pada memori flash ATMega8535 sebesar 8 KB maka pada memori flash ATMega32 memiliki memori flash 32 KB, (Nur Amin, 2016).

Arduino Uno berbeda dari semua papan sebelumnya dalam hal tidak menggunakan FTDI chip driver USB-to-serial, Ringkasan Spesifikasi :

Tabel 2.1 Spesifikasi Mikrokontroler ATMega328 (Amin, 2016)

Operasi tegangan	5Volt
Input tegangan	disarankan 7-12Volt
Input tegangan batas	6-20Volt
Pin I/O digital	14 (6 bisa untuk PWM)
Pin Analog	6
Arus DC tiap pin I/O	40mA
Arus DC ketika 3.3V	50mA
Memori *flash*	32 KB (ATMega328) dan 0,5 KB digunakan oleh ootloader
SRAM	2 KB (ATMega328)
EEPROM	1 KB (ATMega328)
Kecepatan *clock*	16 MHz



Gambar 2.10 Bagian-bagian dari arduino uno (Nur Amin, 2016).

Keterangan:

1. 14 pin input/output digital (0-13)

Berfungsi untuk *input* atau *output*, dapat diatur oleh program. Khusus untuk 6 buah pin 3, 5, 6, 9, 10, dan 11 dapat juga berfungsi sebagai pin analog *output* dimana tegangan *outputnya* dapat diatur. Nilai sebuah pin *output* analog dapat deprogram antara 0-255, dimana hal itu mewakili nilai tegangan 0-5V.

2. USB

   Berfungsi sebagai memuat program dari komputer ke dalam arduino. Komunikasi serial antara arduino dan komputer memberi daya listrik kepada arduino.

3. Sambungan SV1

   Sambungan berfungsi untuk memilih sumber daya papan, apakah dari sumber *eksternal* atau menggunakan USB. Sambungan ini tidak diperlukan lagi pada papan Arduino versi terakhir karena pemilihan sumber daya eksternal atau USB dilakukan secara otomatis.

4. Q1-Kristal *(quartz crystal oscillator)*

   Q1-kristal adalah komponen yang menghasilkan detak-detak yang dikirim kepada microcontroller agar melakukan sebuah operasi untuk setiap detak-nya. Kristal ini dipilih yang berdetak 16 juta kali per detik (16MHz).

5. Tombol Reset S1

   Berfungsi untuk me-reset papan sehingga program akan mulai lagi dari awal. Perhatikan bahwa tombol reset ini bukan untuk menghapus program atau mengosongkan arduino.

6. In-Circuit Serial Programming (ICSP)

   Port ICSP memungkinkan pengguna untuk memprogram microkontroller secara langsung, tanpa melalui bootloader. Umumnya pengguna Arduino tidak melakukan ini sehingga ICSP tidak terlalu dipakai walaupun disediakan.

7. IC 1 – Microkontroler Atmega

   Komponen utama dari papan Arduino, didalamnya terdapat CPU, ROM dan RAM.

8. X1 – Sumber daya eksternal

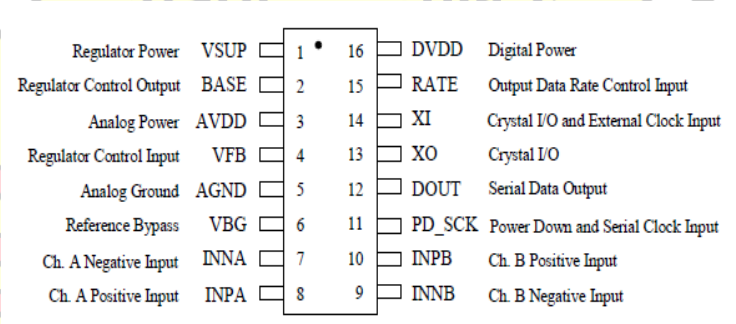
   Jika hendak disuplai dengan sumber daya eksternal, papan arduino dapat diberikan tegangan DC antara 9-12V.

9. 6 pin input analog (0-5)

Pin ini sangat berguna untuk membaca tegangan yang dihasilkan oleh sensor analog, seperti sensor suhu. Program dapat membaca nilai sebuah pin input antara 0 – 1023, dimana hal itu mewakili nilai tegangan 0 – 5V (Nur, 2016).

2.4.2. Hx711

Hx711 merupakan sebuah komponen terintegrasi dari *avia semiconductor*, hx711 presisi 24-bit analog to digital convetor (ADC) yang didisain untuk sensor timbangan digital. Kelebihan dari IC HX711 yaitu pada struktur yang sederhana, mudah dalam penggunaan, hasil yang stabil serta memiliki sensitivitas tinggi, dan mampu mengukur perubahan dengan cepat. Dalam aplikasinya IC HX711 digunakan untuk mengukur gaya, gaya tekanan, perpindahan, gaya tarikan, torsi (Nur Amin, 2016).

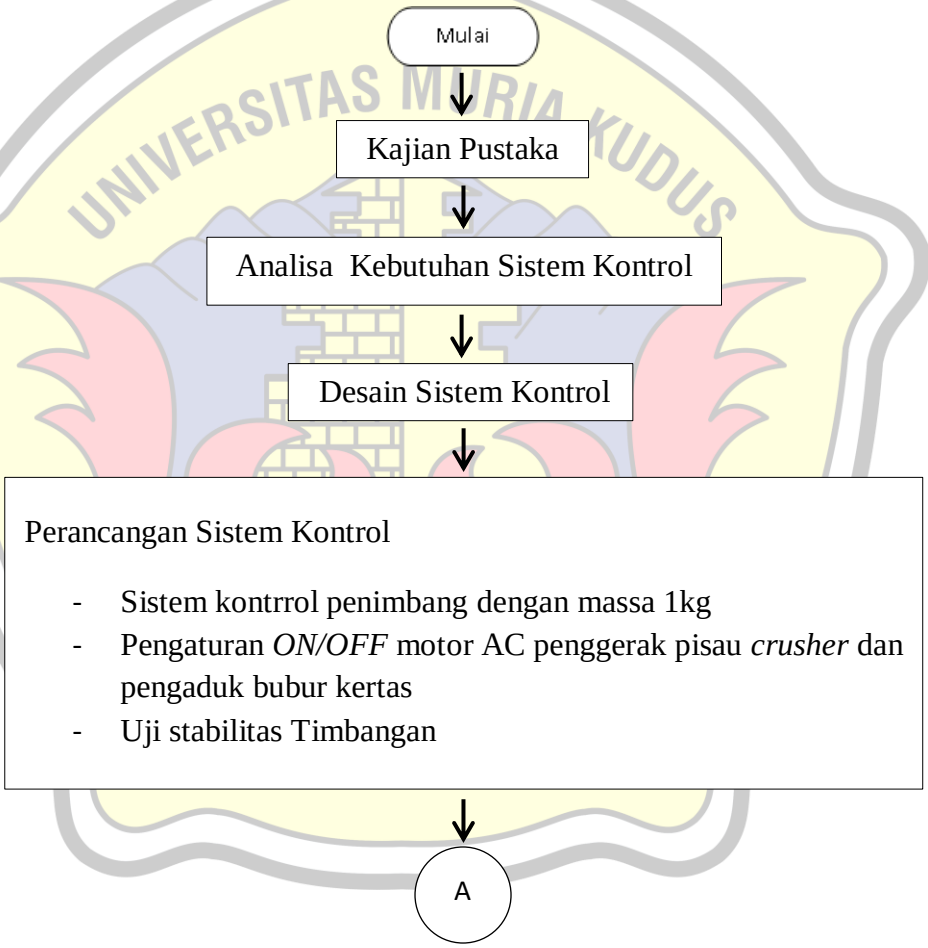


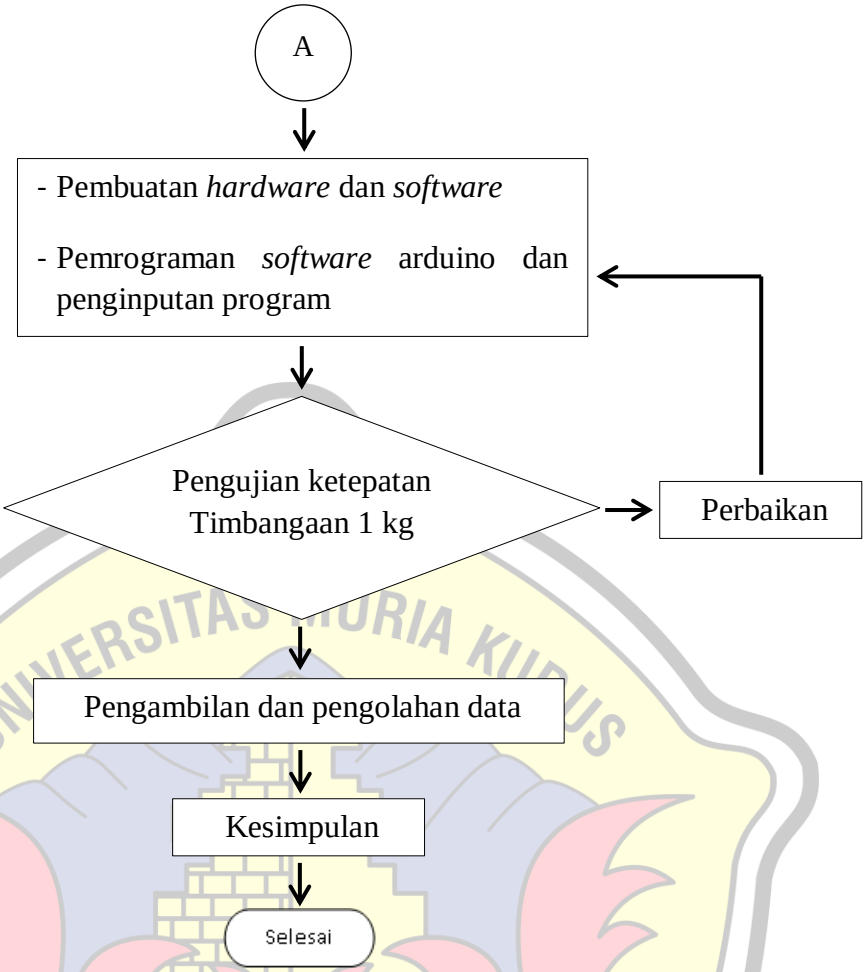
Gambar 2.11 Pin Hx711 (Nur Amin, 2016).

BAB III
METODOLOGI

3.1. Alur Penelitian

Perancangan dan pembuatan sistem kontrol pada bagian penimbang dengan urutan pencacah dan pengduk bubur kertas memerlukan beberapa langkah – langkah yang dapat dilihat pada flowchat rancang bangun yang akan dilakukan.





Langkah – langkah rancang bangun yang dilakukan sebagai berikut :

1. Melakukan studi literatur terlebih dahulu untuk mendapatkan informasi tentang perancangan sistem kontrol yang sebelumnya telah dilakukan.
2. Melakukan proses perancangan sistem kontrol dibagian penimbang menggunakan *load cell.*
3. Melakukan proses pembuatan *hadware* sistem kontrol pada load cell dan arduino uno.
4. Melakukan pembuatan program *software* pada arduino dan penginputan program ke arduino.
5. Melakukan pengujian mesin.
6. Membuat kesimpulan.

3.2. Studi Literatur

Berikut ini adalah kegiatan yang dilakukan dalam mengkaji jurnal, buku refrensi, skripsi, dan tesis :

1. Perancangan sensor *load cell* dan Arduino.
2. Perancangan mekanisme kerja *ON/OFF* motor AC penggerak mata pisau pencacah kertas dan pengaduk bubur kertas.
3. Perancangan sistem kontrol.

3.3. Analisa Kebutuhan Sistem Kontrol

Dalam rancang bangun sistem kontrol ini analisa kebutuhan sistem kontrol penimbangan dan urutan proses pencacah dan pengaduk bubur kertas antara lain :

1. Aspek Manufaktur
   a. Kontruksi perancangan sistem kontrol
   b. Perancangan mekanisme gerak katup timbangan cacahan kertas
   c. Kontruksi mekanisme katup timbangan cacahan kertas
   d. Kebutuhan komponen
      1. Arduino UNO
      2. Motor AC
      3. Motor servo
      4. Kabel
      5. Sensor *load cell*
      6. *Rellay*
      7. *Power supply*
      8. Modul HX711
2. Aspek Teknik
   a. Motor AC untuk menggerakkan mata pisau mesin pencacah dan mengaduk bubur kertas
   b. Motor *stepper* membuka dan menutup katup timbangan cacahan kertas
   c. Setelah cacahan kertas mencapai massa 1 kg katup akan membuka, motor AC penggerak mesin pencacah akan mati dan motor AC pada

pengaduk bubur kertas akan bekerja menggerakkan/memutar poros pengaduk bubur kertas.

3. Aspek Sistem Kontrol
   a. Pembuatan sistem kontrol relatif mudah
   b. Komponen sistem kontrol mudah didapatkan dan harganya terjangkau
   c. *Maintenance* relatif gampang
   d. *Sparepart* yang dibutuhkan relatif mudah didapat dengan harga terjangkau.
4. Aspek Keselamatan Kerja
   a. Pemilihan jenis material sistem kontrol yang digunakan bersifat aman dan tidak membahayakan.
   b. perancangan sistem kontrol dirangkai dan ditempatkan pada kotak panel yang berada pada mesin sesuai dengan desainnya, sehingga keselamatan kerja terjamin
   c. kotak panel ditempatkan pada posisi gampang dijangkau/mudah untuk pengoprasiannya.

3.4. Pembuatan Hardware

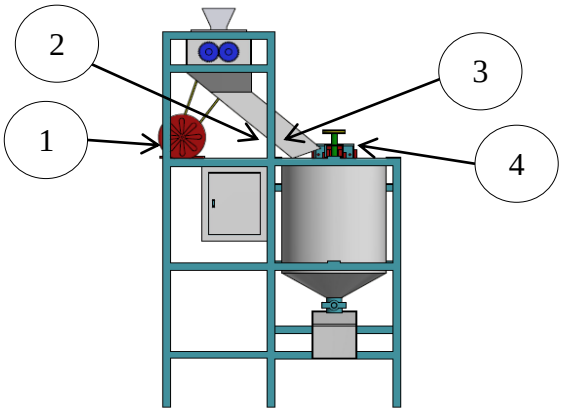
Tujuan perancangan *hardware* adalah memberikan gambaran kepada peneliti tentang sistem *hardware* yang baru.

Adapun tahapan perancangan *hardware* mempunyai 2 tujuan, yaitu :

a. Memenuhi kebutuhan pada pemakaian sistem
b. Memberikan gambaran yang jelas dan rancang bangun yang lengkap dalam pembuatan program.

3.5. Desain Sistem Kontrol

Dalam desain sistem kontrol penimbangan, pengaturan *ON/OFF* motor AC, *load cell* munggunakan mikrokontroler Arduino UNO yang dihubungkan pada *power supply* yang digunakan untuk mengubah arus tegangan AC ke DC masuk pada mikrokontroler untuk mengatur pembacaan sensor *load cell*, gerakan motor *servo* untuk membuka atau menutup katup penimbangan, dan pengatuan *ON/OFF* motor AC pencacah dan pengaduk bubur kertas.



Gambar 3.1 Bagian sistem yang dikontrol

Keterangan :

1. Elektro motor *crusher*
2. *loadcell*
3. Katup timbangan *crusher*
4. Elektro motor pengaduk bubur

3.6. Pembuatan program software arduino

a. Pemrograman mikrokontroler dengan *software* arduino.

Pembuatan program mikrokontroler arduino menggunakan bahasa pemograman logig C, bahasa pemrogaman logig C merupakan bahasa yang mudah dipahami, penulisan progam menggunakan aplikasi *software* arduino yang sudah ada. Pembuatan progam arduino dilakukan melalui komputer, memahami bahasa pemrograman yang ada. Penulisan program arduino dalam *void setup* berfungsi untuk penulisan program yang dibaca sekali oleh arduino, pemrogram pada *void setup* menentukan pin input dan *output* yang dipakai. Penukisan program pada *void loop* berfungsi untuk inisialisasi program yang akan dijalankan terus menerus (*looping forever*) hingga arduino dimatikan. Pemrograman dilakukan untuk mengendalikan motor AC, dan sensor loadcell sebagai pendeteksi cacahan kertas didalam penampung dengan massa 1 kg.

b. Penginputan progam arduino

Penginputan program pada IDE arduino keboard arduino yang telah dibuat dapat dilakukan dengan cara sebagai berikut :

a. Pasang *board* arduino melalui USB untuk disambungkan ke komputer/laptop.
b. Ekstrak aplikasi ke *hardisk.*
c. Muncul *Network Preference* kemudian klik *Apply.*
d. Kemudian jalankan aplikasi arduino.
e. Buka sempel aplikasi pada menu *File* > *Example* > *1.Basics* > *Blink* .
f. Pilih Arduino Uno pada menu *Tool* > *Board*
g. Pilih Port pada menu *Tools* > *Ports*
h. Klik tombol upload (tombol dengan panah kekanan)
i. Setelah muncul pesan "Done Uploading"' maka led "L" pada board Arduino akan berkedip.

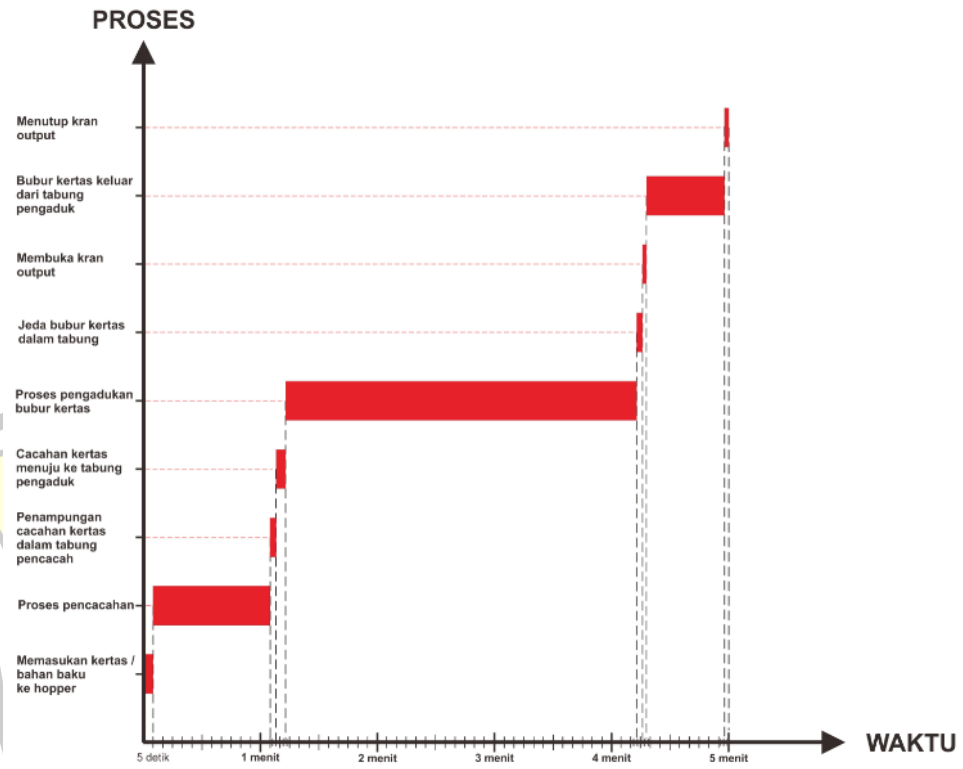
UNIVERSITAS MURIA KUDUS

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1.Proses Perancangan Sistem Kontrol

4.1.1 Analisa Waktu Proses Pencacah Dan Pengaduk Bubur Kertas

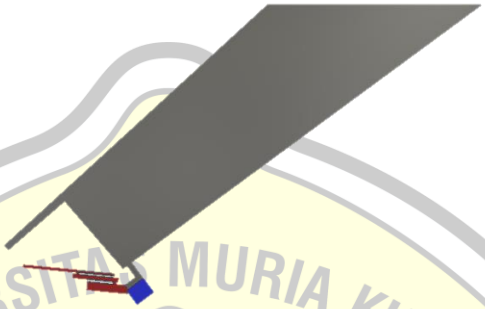


Gambar 4.1 Diagram waktu proses pencacah dan pengaduk bubur kertas

Gambar 4.1 diatas menjelaskan keseluruhan proses pencacah dan pengadukan bubur kertas, keseluran prosesnya membutuhkan waktu 5menit/proses, terbagi antara proses memasukkan kertas/bahan baku ke *hopper* yang membutuhkan waktu 5 detik, proses pencacahan 1 menit, penampungan cacahan kertas dalam tabung pencacah 2 detik, cacahan kertas menuju ke tabung pengaduk 5 detik, proses pengadukan bubur kertas 3 menit, jeda bubur kertas dalam tabung 3 detik, membuka kran *output* 2 detik, bubur kertas keluar dari tabung pengaduk 40 detik dan menutup kran *output* 2 detik.

4.1.2 Analisa Pembukaan Katup Hopper Timbangan

Sistem pembukaan katup *hopper* timbangan cacahan kertas merupakan sistem pembukaan dengan sistem engsel dimana katup mampu untuk menahan cacahan kertas yang ada pada *hopper* timbangan saat katup tertutup, saat mencapai 1 kg katup *hopper* timbangan akan membuka, untuk mencapai 1 kg dapat dirumuskan :



Gambar 4.2 *Hopper* timbangan

Dirancang untuk ketepatan pembukaan saat 1 kg massa cacahan kertas akan dilakukan gerak membuka katup penimbangan. Kecepatan gerakan motor servo diketahui dari pemrograman gerak 1 derajat motor servo = 1 milisecond, Jadi untuk gerak 115^0 membutuhkan waktu :

= 115 x 1 milisecond

= 115 millisecond

= 0,115 detik

1 putaran membutuhkan waktu 0,115 detik

4.1.3 Analisa Penimbangan

Penimbangan berfungsi untuk menimbang cacahan kertas dari mesin pencacah kertas yang akan turun ke mesin pengaduk bubur kertas dengan kapasitas maksimal timbangan 5 kg, akan tetapi yang diperlukan hanya 1 kg. timbangan yang digunakan adalah timbangan digital dengan sensor *load cell*, hasil pengukuran massa benda diperoleh dalam satuan gram, setelah hasil pengukuran ditampilkan pada LCD berarti alat ukur yang digunakan telah berhasil

menjalankan seluruh operasi di atas, dan dapat dinyatakan kalau rangkaian bekerja dengan baik.

a. Berat plat *load cell*

Wp = $V.\rho$

= 3,6 x 1,18 g/cm^3

= 56,64 g

= 0,0566 kg

b. Perhitungan beban timbangan

Perhitungan beban timbangan ini bertujuan untuk menghitung kapasitas *load cell* yang diperlukan, berikut langkah – langkah untuk menentukan beban penimbangan :

Massa cacahan kertas (Wk) = 1 kg

Berat plat penimbang (Wp) = 0,0566 kg

Massa 2 mur baut (Wb) = 0,006 kg

Wtotal = Wk + Wp + Wb

= 1 + 0,0566 + 0,006

= 1,0626 kg

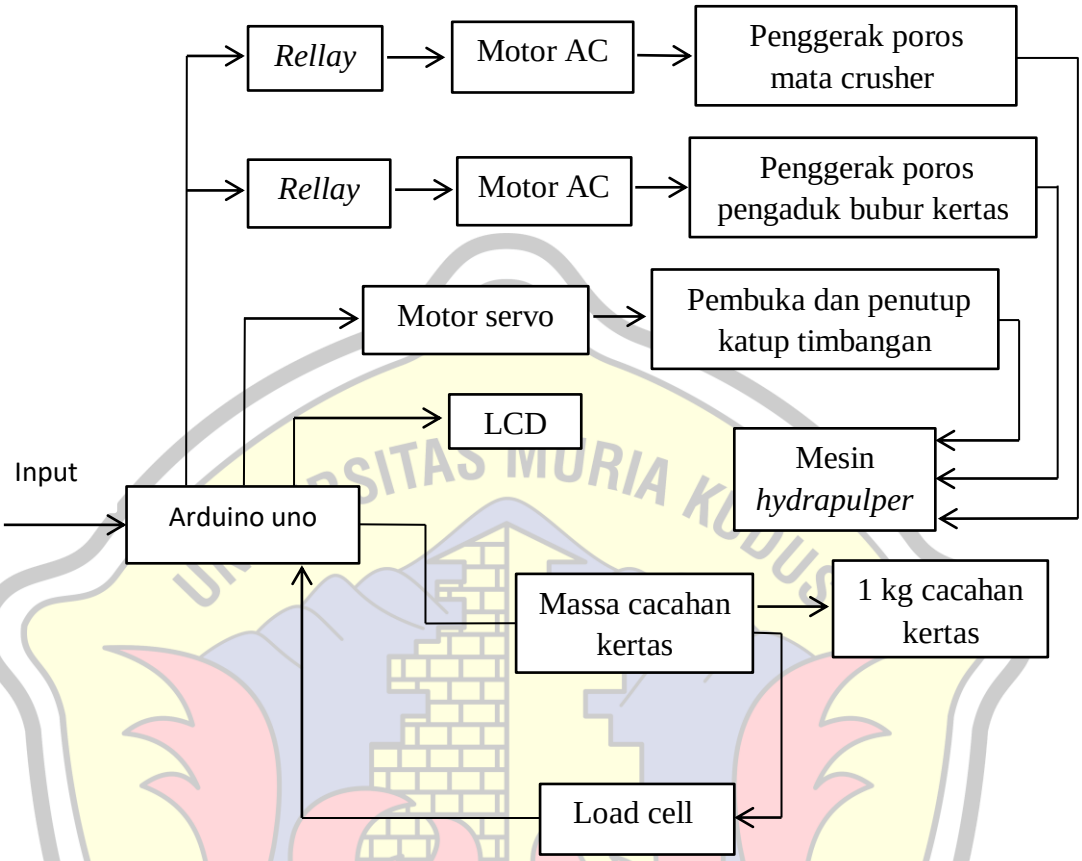
Jadi berat total adalah 1,0626 kg

Dengan mengetahui kapasitas *load cell* yang dibutuhkan sebesar 1,0626 kg, maka dapat ditentukan menggunakan kapasitas *load cell* dengan spesifikasi maksimal penimbangan 5 kg untuk mendapatkan keamanan yang dibutuhkan.

4.2. Desain Sistem Kontrol

Gambar 4.2 dibawah ini menggambarkan urutan cara kerja sistem kontrol pengaturan *ON/OFF* motor AC, penimbang dan sensor *load cell*, dari *hopper* yang menampung cacahan kertas yang akan ditimbang dengan sensor *load cell*. setelah mencapai 1 kg *load cell* akan memberikan sinyal ke mikrokontroler yang sudah dimasukkan program, mikrokontroler akan memerintah motor servo untuk membuka katup timbangan, dan juga kedua *rellay*, yaitu *rellay* motor AC penggerak mata *crusher* dan penggerak poros pengaduk bubur kertas, *rellay 1* berfungsi mematikan motor AC mesin *crusher* dan *rellay 2* untuk mengaktifkan motor AC pengaduk bubur kertas

selama 3 menit. Setelah motor AC pengaduk bubur kertas bekerja selama 2 menit, mikrokontroler memerintah motor servo menutup katup timbangan.



Gambar 4.3 Desain sistem kontrol

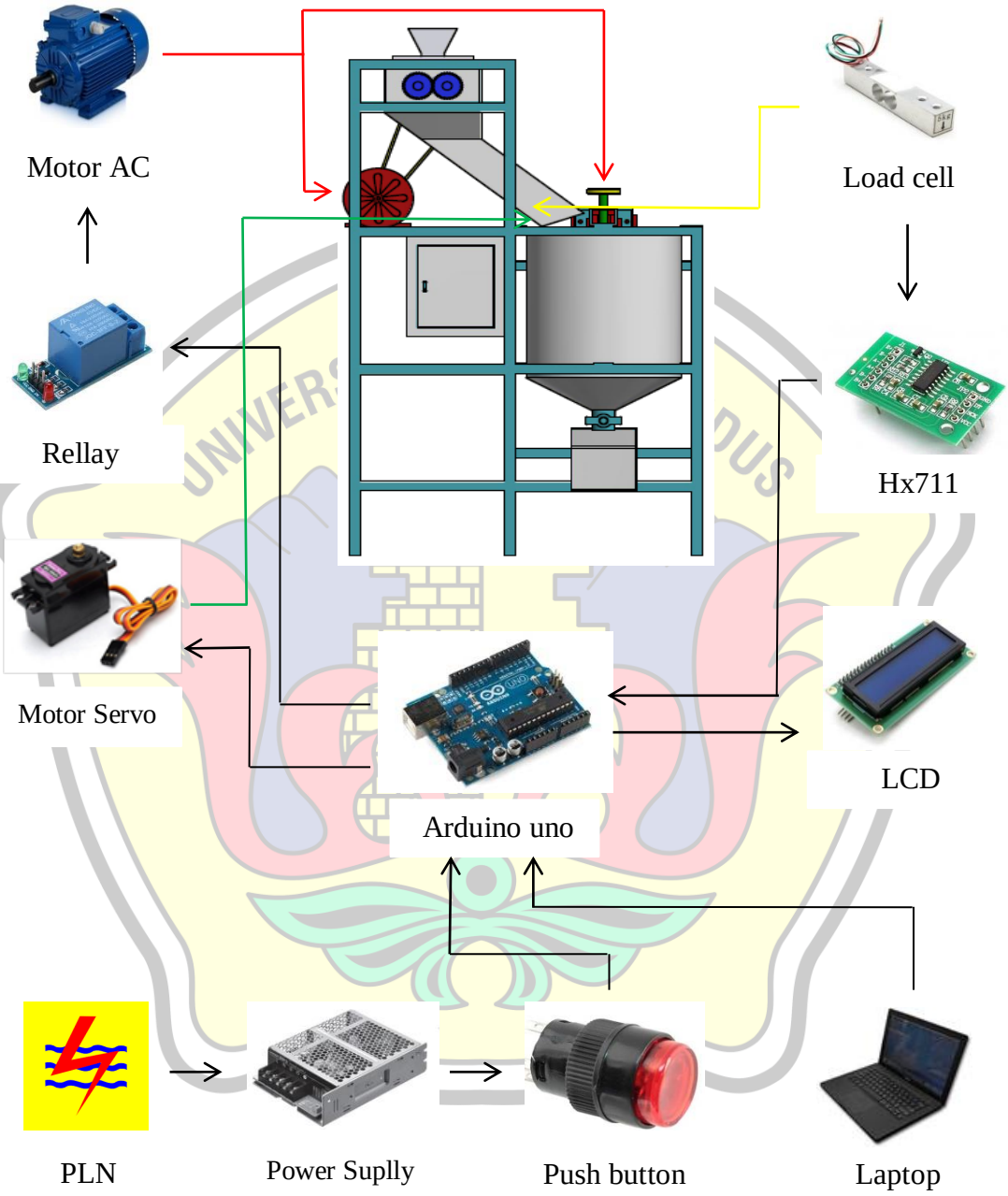
Desain sistem kontrol penimbangan cacahan kertas, pengaturan *ON/OFF* motor AC, pembuka dan penutup katup timbangan dijelaskan sebagai berikut :

1. Mikrokontroler memerintah *rellay 1* untuk mengaktifkan motor AC mesin *crusher*
2. *Input* massa 1 kg cacahan kertas yang dideteksi oleh *load cell* yang kemudian memberikan sinyal ke mikrokontroler dengan tegangan *output* dari *load cell* ke 2 v untuk 1 kg
3. LCD diperintah mikrokontroler membaca massa cacahan kertas sesuai yang dideteksi *load cell*
4. Setelah mendeteksi massa cacahan kertas 1 kg, mikrokontroler mematikan *rellay 1* untuk mematikan motor AC mesin *crusher*

5. Mikrokontroler memerintah motor servo bergerak 115^0 (membuka katup penimbangan)
6. Dalam waktu bersamaan dengan motor AC *crusher* mati dan motor servo bergerak, mikrokontroler juga memerintah *rellay 2* untuk menghidupkan motor AC mesin pengaduk bubur kertas dalam waktu 3 menit
7. Selang waktu 2 menit mikrokontroler memerintah motor servo bergerak -115^0 (kembali keposisi 0) dan memerintah *rellay 1* untuk menghidupkan motor AC *crusher*
8. Mikrokontroler memerintah *rellay 2* untuk mematikan motor AC mesin pengaduk bubur kertas
9. Proses penimbangan, *load cell* mendeteksi massa cacahan kertas 1 kg, yang kemudian memberikan sinyal ke mikrokontroler arduino uno untuk memberikan informasi
10. *Dellay* 5 detik saat *load cell* mendeteksi massa 1 kg cacahan kertas, mikrokontroler memerintah motor servo bergerak 115^0 (membuka katup penimbang)
11. Mikrokontroler memerintah sama dengan perintah nomer 7-11 dengan proses *continue*.

4.3. Proses Pemuatan Hardware Sistem Kontrol

4.3.1 Desain Instalasi *Hardware*



Gambar 4.4 Desain instalasi *hardware*

Arus listrik bersumber dari PLN dikonversikan dari tegangan AC 220 V menjadi tegangan DC 5 V oleh *power supply*. Gerakan sistem kontrol yang pertama dimulai dari laptop yang memasukkan skrip

perintah dari *software* arduino uno, selanjutnya arduino uno mengkonversi berbagai macam perintah diantaranya sebagai berikut :

1. Mengaktifkan *rellay* untuk menghidupkan motor AC mesin *crusher*
2. Memerintah modul HX711 untuk membaca tegangan dari *load cell* (sensor berat)
3. Modul HX711 ada pada dalam *box*
4. Memerintah LCD untuk membaca berat hasil penimbangan cacahan kertas, keluaran dari LCD berupa angka
5. LCD berada didepan *box*
6. Memerintah motor servo untuk membuka katup penimbangan 115^0
7. Mengaktifkan *rellay* untuk mematikan motor AC mesin *crusher*
8. Mengaktifkan *rellay* untuk menghidupkan motor AC pengaduk bubur kertas
9. Mengaktifkan *rellay* untuk mematikan motor AC pengaduk bubur kertas
10. Memerintah motor servo untuk menutup katup penimbangan.

4.3.2 Alat Untuk Pembuatan Hardware Dengan Arduino Uno

Alat yang digunakan antara lain :

1. komputer/laptop
2. push button
3. Arduino uno
4. *Rellay*
5. Motor AC
6. Sensor *load cell*
7. Modul HX711
8. Kabel *jumper*
9. Papan *breadboard*
10. LCD
11. Power *supply*
12. Motor servo

Urutan langkah sistem kontrol yang pertama dimulai dari aliran listrik menekan tombol *push button*, sehingga aliran listrik DC dari

power supply mengalir ke arduino, arduino bekerja/aktif memerintah *rellay 1* untuk mengaktifkan motor AC mesin *crusher*, selang beberapa waktu cacahan kertas mengisi *hopper* timbangan, saat sensor *load cell* mendeteksi massa cacahan kertas sudah mencapai 1kg, arduino memerintah motor servo membuka katup penimbangan dengan sudut 115^0, pada saat bersamaan arduino juga memerintah *rellay 1* untuk mematikan motor AC mesin crusher dan *rellay 2* untuk menghidupkan motor AC pengaduk bubur kertas, selang waktu 3 menit arduino mengaktifkan *rellay 2* untuk mematikan motor AC mesin pengaduk bubur kertas dan memerintah motor kembali ke posisi awal.

4.3.3 Pembuatan Hardware Dengan Kontroler Arduino

Hardware dibuat untuk mengetahui perancangan pada sistem pembuatan perangkat keras. Pembuatan *hardware* pada sistem kontrol penimbang, buka/tutup katup penimbang, pengaturan *ON/OFF* motor AC menggunakan *power supply*, tombol *push button*, arduino uno, sensor *load cell*, modul HX711, LCD, *rellay*, motor AC, motor servo. Komponen – komponen hardware sistem kontrol pada sistem penimbangan, buka/tutup katup penimbangan, pengaturan *ON/OFF* adalah sebagai berikut :

1. Arduino uno

Gambar 4.5 Arduino uno (Nur Amin, 2016).

Arduino UNO memiliki skema dengan karekteristik sebagai berikut:

a. Operating voltage 5 VDC.
b. Rekomendasi *input* voltage 7-12 VDC.
c. Batas *input* voltage 6-20 VDC.

d. Memiliki 14 buah *input/output* digital.
e. Memiliki 6 buah *input* analog.
f. Dc curent untuk 3,3 V Pin sebesar 50mA.
g. Dc current setiap I/O Pin sebesar 40mA.
h. 11 clock *speed* 16 MHz.
i. SRAM sebesar 2 KB.
j. *Flash* memory 32 KB.
k. EEPROM sebesar 1 KB

2. *Power supply*

Power supply berfungsi untuk mengubah arus listrik AC 220 V menjadi DC 12 V. *Power supply* dibutuhkan untuk mensupply arus ke arduino uno yang menggunakan tegangan DC.

Gambar 4.6 *Power supply*
(https://www.rr-system.com)

Spesifikasi :

a. AC input : 110-220V
b. DC output : 12VDC
c. Output current : 3A
d. Shell matrial : Almunium Case

3. LCD

LCD (*Liquid Crystal Display*) berfungsi menampilkan mode pada mesin *hydrapulper* dan menampilkan massa pada penimbangan

Gambar 4.7 LCD (Nur Amin, 2016).

Spesifikasi :

a. Ukuran : 16 karakter x 2 baris
b. Controller / driver : HD44780 / equivalent
c. Dimesi modul : 80 x 36 x13 (max) mm
d. View area : 64 x 15 mm
e. LCD type : STN, Positif, *yellow*
f. Backlight : LED, *yellow*

4. *Rellay*

Rellay berfungsi untuk membuka dan menutup rangkaian dengan menggunakan kontrol dari arduino. *Rellay* tersusun dari kumparan, pegas, saklar, (terhubung pada pegas) dan 2 kontak elektronik (NOdan NC) berdasarkan prinsip dasar, cara kerjanya *rellay* dapat bekerja karena adanya medan magnet yang digunakan untuk menggerakkan saklar.

Gambar 4.8 *Rellay*

(http://www.arduino.codemobiles.com)

spesifikasi :

a. Input rellay 5V DC
b. Maksimum load 250 VAC/10 A
c. Dilengkapi dengan *optocopuler isolation* untuk melindungi *board* mikrokontroler dari tegangan AC
d. LED *indicator*
e. Terminal *block*
f. *Output* keluaran 3 chanel
g. *Output* memiliki 3 pin (NO,NC,COM)

5. Motor AC

Motor listrik digunakan pada penelitian ini adalah motor listrik AC, 1 phase, berfungsi untuk menggerakkan mata *crusher* dan menggerakkan poros pengaduk bubur kertas

Gambar 4.9 Motor AC

Spesifikasi :

a. Tegangan : 220 V
b. Arus : 10 A
c. Rpm : 2980

6. *Load cell*

Load cell berfungsi untuk mendeteksi massa cacahan kertas pada *hopper* penimbang, o*utput* tegangan *load cell* yang masuk ke arduino, mendeteksi massa cacahan kertas dengan spesifikasi *load cell* 5 kg dengan tegangan *input* 10 VDC, hasil yang didapat untuk berat 1 kg adalah

$$= \frac{10\ v}{5\ kg} = 2\ v/kg$$

Tabel 4.1 *load cell*

No	*Load cell*	Tegangan *output*
1	1 kg	2 v
2	2 kg	4 v
3	3 kg	6 v
4	4 kg	8 v
5	5 kg	10 v

Gambar 4.10 *Load cell*

(https://www.jsumo.com)

Spesifikasi :

a. Kapasitas *load cell* : 5kg

b. Type load cell : *single point*

7. HX711

Hx711 berfungsi untuk mengukur gaya tekanan dari sensor *load cell* yang kemudian memberikan sinyal ke mikrokontroler

Gambar 4.11 Modul HX711

(http://eprints.polsri.ac.id/)

8. Motor servo

Motor servo berfungsi sebagai penggerak buka/tutup katup penimbangan dengan gerakan 115^0

Gambar 4.12 Motor servo

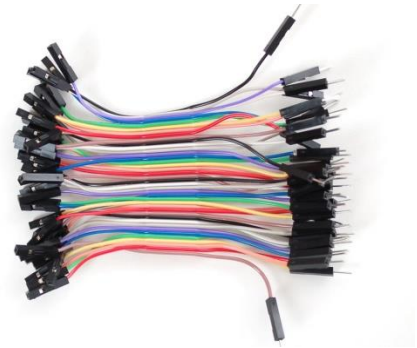
(http://zonaelektro.net)

Spesifikasi motor servo:

a. *Torque* : 10 kg/cm
b. *Speed* : 0,20 detik/60^0
c. *Gear type* : *Metal*
d. *Rotation range* : 180^0

9. Kabel

Kabel listrik berfungsi mengantarkan arus listrik ataupun informasi



Gambar 4.13 Kabel

(https://ayulaurence.org)

10. Laptop

Laptop digunakan untuk menginput data *software* ke arduino, untuk mengendalikan motor servo, sensor timbangan, dan pengaturan *ON/OFF* motor AC.

Gambar 4.14 Laptop

(https://imobilegn.com/)

1. Perakitan sistem kontrol

Alat dan bahan yang digunakan antara lain :

a. Arduino sebagai sistem kontrol motor AC, motor servo, dan pengendali *load cell*
b. Laptop sebagai sistem untuk menginput data berupa *software* ke arduino
c. Kabel sebagai penghubung rangkaian atau arus listrik
d. *Push button* sebagai saklar *on/off* pada rangkaian
e. *Rellay* sebagai saklar *on/off* pada motor AC
f. *Load cell* sebagai sensor berat

g. Motor servo sebagai mekanisme pembuka dan penutup katup penimbang.

2. Merakit sistem kontrol

Dalam merangkai sistem kontrol terlebih dahulu menyiapkan alat dan bahan, kemudian dirangkai sesuai *hardware*, tahapannya antara antara lain :

a. Memasang motor AC pada rangka mesin *crusher* dan mesin pengaduk bubur kertas
b. Memasang sensor *load cell* ke plat bawah katup penimbang
c. Memasang motor servo pada rangka *hopper* penimbang
d. Memasang kabel penghubung motor AC, *load cell* dan motor servo
e. Memasang kabel sesuai rangkaian *hardware*
f. Memasang kabel *push button*, motor servo, *load cell* ke arduino
g. Memasang kabel *push button* ke *rellay*
h. Memasang kabel *output* arduino ke *rellay*
i. Memasang kabel motor AC ke *rellay*
j. Setelah semuanya terpasang selanjutnya melakukan proses software arduino untuk mengontrol

UNIVERSITAS MURIA KUDUS

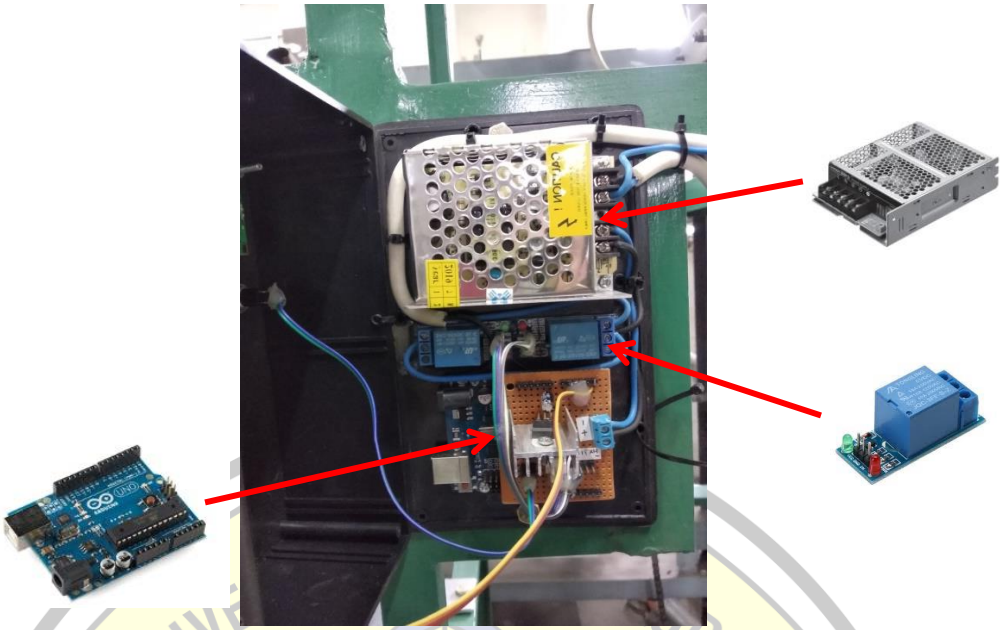
4.3.4 Hasil Pembuatan Hardware

Gambar 4.15 Hasil pembuatan hardware

Keterangan :

1. Motor servo berada dikerangka *hopper* engsel penimbangan
2. *Power supply* didalam *box*
3. Arduino berada didalam *box*
4. *Rellay* berada didalam *box*
5. *Load cell* berada pada plat bawah katup penimbangan
6. Tombol *push button* berada dipermukaan *box*
7. HX711 berada dalam *box*
8. LCD berada disisi luar permukaan *box*.

4.3.5 Proses Pembuatan Hardware Dalam Box Sistem Kontrol



Gambar 4.15 Komponen dalam box sistem kontrol

4.3.6 Proses Pengerjaan Pembuatan Sistem Kontrol

1. Pengeboran *hopper* penimbang untuk dudukan motor servo
2. Pemasangan motor servo pada rangka *hopper* penimbang
3. Pengeboran plat untuk dudukan *load cell*
4. Pemasangan *load cell* pada plat bawah
5. Pemasangan plat katup penimbang pada *load cell*
6. Pemasangan motor AC pada *frame* mesin *crusher*
7. Pemasangan motor AC pada *frame* mesin pengaduk
8. Pemasangan *box* sistem kontrol ke rangka
9. Pemasangan *power supply*, arduino, modul HX711, *rellay* ke dalam *box*
10. Pemasangan lcd didepan *box* sistem kontrol
11. Pemasangan tombol *push button* didepan *box* sistem kontrol
12. Penyambungan kabel dari *load cell* modul HX711
13. Penyambungan kabel dari modul HX711 ke arduino
14. Penyambungan kabel dari motor servo ke arduino
15. Penyambungan kabel dari motor AC ke *output rellay*
16. Penyambungan kabel *output* arduino ke *input rellay*

17. Penyambungan kabel dari *output push button* ke *output rellay*
18. Penyambungan kabel dari *output power supply* ke *input* arduino
19. Penyambungn kabel *input power supply* ke *output* tombol *push button*
20. Penyambungan kabel L N ke steker.

4.4. Proses Pembuatan Software Arduino

Proses pembuatan program sistem kontrol menggunakan *software* arduino IDE, penginputan program menggunakan bahasa pemrograman C, di *input* menggunakan kabel USB yang dihubungkan dari laptop ke *board* arduino uno, pemrograman arduino terlebih dahulu menulis perintah program yang akan dibuat pada *software* arduino uno dengan menulis program pada *void setup* program yang ditulis pada bagian ini merupakan perintah program yang dijalankan sekali dan menulis program pada *void loop* pemrograman yang dilakukan berulang – ulang. Setelah selesai penulisan program langkah berikutnya mengapload pemrograman pada *software* arduino IDE.

Berikut ini adalah *software* arduino yang digunakan untuk mengontrol *rellay* motor AC, sensor *load cell* dan motor servo.

CRUSHER_MIXING_KERTAS § working

```
  lcd.begin();                                                    1
  lcd.home();                                                     2
  lcd.print("PLEASE WAIT      ");                                 3
  lcd.setCursor(0, 1);                                            4
  lcd.print("SETTING HX711...");                                  5

//>>>----------------------------<<

  loadChell.begin(LOADCHELL_DOUT_PIN, LOADCHELL_SCK_PIN);         6
  delay(500);                                                     7
  loadChell.set_scale(calibration_factor);                        8
  double sum = loadChell.read_average(10);                        9
  loadChell.set_offset(sum);                                      10
  //loadChell.tare();
  lcd.setCursor(0, 1);                                            11
  lcd.print("offset ");                                           12
  lcd.print(loadChell.get_offset());                              13
  lcd.print("    ");                                              14
  delay(1000);                                                    15

//>>>----------------------------<<

  pintu.attach(servoPin);                                         16
  pintu.write(servoPosition);                                     17

  pinMode(startPin, INPUT_PULLUP);                                18
  pinMode(crusherMotor, OUTPUT);                                  19
  digitalWrite(crusherMotor, motorOff);                           20
  pinMode(mixingMotor, OUTPUT);                                   21
  digitalWrite(mixingMotor, motorOff);                            22

  delay(500);                                                     23
  lcd.clear();                                                    24
  pinMode(LED_BUILTIN, OUTPUT);
```

Gambar 4.16 Setting awal arduino

Keterangan :

1. Memulai lcd
2. Set *cursor home*
3. Menampilkan *text* "*please wait*" ke lcd
4. Mengeset *cursor* ke baris 0 kolom 1
5. Menampilkan text "setting HX711" ke lcd

6. Memulai dan mensetting *load cell*
7. Menunggu 500 *milisecond*
8. Mensetting *load cell*
9. Membuat variable sum dan mengisi dengan nilai baca *load cell* (membaca nilai berat awal, termasuk berat plat penimbang)
10. Mensetting *offset load cell* (setting 0)
11. Mengeset *cursor* lcd baris ke 0 kolom ke 1
12. Menampilkan *text "offset"* di lcd
13. Menampilkan nilai *offset* di lcd
14. Menampilkan karakter " " (*space)* di lcd untuk menghapus karakter yang tidak perlu
15. Menunggu 1000 milisecond (1 detik)
16. megeset dan memulai motor servo
17. mengarahkan motor servo ke posisi awal
18. mengeset pin start pin sebagai pin *input*
19. mengeset pin *crusher* motor sebagai pin *output*
20. mengeset *rellay crusher* ke off
21. mengeset pin *mixing* motor sebagai pin *output*
22. mengeset relay *mixing* ke off
23. tunggu 500 milisecond
24. membersihkan karakter di lcd

```
if ( mode == 0 ){                                   25
  movingServo(0);                                   26
  digitalWrite(crusherMotor, motorOff);             27
  digitalWrite(mixingMotor, motorOff);              28

  lcd.home();                                       29
  lcd.print("MODE : STANBY    ");                   30
}
```

Gambar 4.17 Mode 0 *(Stanby)*

25. Mode = 0 (mode stanby)
26. Pergi ke kode void moving servo dan bergerak ke posisi 0
27. Mematikan nilai *crusher* motor
28. Mematikan relay *mixing* motor
29. Mengeset cursor lcd ke home

30. Menampilkan text “MODE : STANBY” ke lcd

```
else if ( mode == 1 ){
  lcd.clear();                                    31
  lcd.home();                                     32
  lcd.print("MODE : CRUSHER");                     33
  lcd.setCursor(0, 1);                            34
  lcd.print("BERAT: ");                           35
  lcd.print(weight);                              36
  lcd.setCursor(12, 1);                           37
  lcd.print("g");                                 38

  movingServo(0);                                 39
  digitalWrite(crusherMotor, motorOn);            40
  digitalWrite(mixingMotor, motorOff);            41
}
```

Gambar 4.18 Mode 1 *(Crushing)*

31. Membersihkan karakter di lcd
32. Mengeset cursor ke home
33. Menampilkan *text* “mode : CRUSHER” di lcd
34. Mengeset *cursor* baris ke 0 kolom ke 1
35. Menampikan *text* “BERAT” di lcd
36. Menampilkan nilai *weight* di lcd
37. Mengeset *cursor* baris ke 12 kolom ke 1
38. Menampilkan satuan “g” di lcd
39. Pergi ke kode void moving servo dan menggerakkan ke posisi 0
40. Menyalakan relay *crusher* motor
41. Mematikan relay *mixing* motor

CRUSHER_MIXING_KERTAS § working

```
  else if ( mode == 2 ){
    digitalWrite(crusherMotor, motorOff);                          42
    lcd.clear();                                                   43
    lcd.home();                                                    44
    lcd.print("MODE : MIXING");                                    45
    lcd.setCursor(0, 1);                                           46
    lcd.print("TIME   ");                                          47
    int T_sc = mixingDuration_millis / 1000;                       48
    int T_minuts = T_sc / 60;                                      49
    int T_seconds = T_sc % 60;                                     50
    printTime(T_minuts, T_seconds);                                51

    movingServo(115);                                              52
    //delay(5000);
    //digitalWrite(mixingMotor, motorOn);

    _Time_seconds = T_sc;
    millisDestination = millis() + mixingDuration_millis + 5000;   53
    startDelayTime = millis();                                     54
  }
}

void printTime( int minuts, int seconds){                          55
  lcd.setCursor(7, 1);                                             56
  if ( minuts < 10 ) lcd.print("0");                               57
  lcd.print(minuts);                                               58
  lcd.print(":");                                                  59
  if ( seconds < 10 ) lcd.print("0");                              60
  lcd.print(seconds);                                              61
```

Gambar 4.19 Mode 2 *(Mixing)*

42. Mematikan *crusher* motor
43. Menghapuskan karakter ke lcd
44. Mengeset cursor ke home
45. Menampilkan text “MODE : MIXING” di lcd
46. Mengeset cursor baris ke 0 kolom ke 1
47. Menampilkan text “TIME” di lcd
48. Membuat variable T_sc dan mengisi dengan durasi *mixing* dalam satuan *second*
49. Mencari nilai menit

50. Mencari nilai detik
51. Pergi ke kode *printtime*
52. Pergi ke kode void moving servo dan menggerakkan ke posisi 115
53. Mengisi nilai millis *destination* dengan target waktu
54. Mengisi nilai *startdelaytim*e dengan waktu millis arduino
55. Blok kode *printtime*
56. Mengeset *cursor* lcd baris ke7 kolom ke 1
57. Cek jika nilai *minuts* kurang dari 10 maka tampilkan karakter 0 di lcd dahulu
58. Menampilkan nilai *minuts* di lcd
59. Menampilkan karakter : di lcd
60. Cek jika nilai seconds kurang dari 10 maka tampilkan karakter 0 di lcd dahulu
61. Menampilkan nilai seconds di lcd

```
float loadCapacity = 1050;                          62
 weight = loadChell.get_units(10);                  63
 weight = constrain(weight, 0, 5000);               64
 if ( weight != lastWeight ){                       65
   lastWeight = weight;                             66
   lcd.setCursor(7, 1);                             67
   lcd.print(weight);                               68
   lcd.print("   ");                                69
   lcd.setCursor(12, 1);                            70
   lcd.print("g");                                 71
 }

 if ( weight >= loadCapacity ) {                    72
   mode = 2;                                        73
 }
```

Gambar 4.20 *Load cell*

62. Membuat variabel *loadcapacity* dengan nilai 1050
63. Mengisi nilai millis *destination* dengan target waktu
64. Mengisi nilai *startdelaytim*e dengan waktu millis arduino
65. Blok kode *printtime*
66. Mengeset *cursor* lcd baris ke7 kolom ke 1
67. Cek jika nilai *minuts* kurang dari 10 maka tampilkan karakter 0 di lcd dahulu

68. Menampilkan nilai *minuts* di lcd
69. Menampilkan karakter : di lcd
70. Cek jika nilai *seconds* kurang dari 10 maka tampilkan karakter 0 di lcd dahulu
71. Menampilkan nilai *seconds* di lcd
72. Blok kode *crushing* mode
73. Mengisi nilai *weight* dengan hasil baca sensor *load cell*
74. Membatasi nilai *weight* min 0 maks 5000
75. Cek jika nilai *weight* tidak sama dengan nilai *last weight*
76. Menyamakan nilai *last weight* dengan *weight*
77. Mengeset cursor lcd baris ke 7 kolom ke 1
78. Menampikan nilai *weight* di lcd
79. Menampilkan karakter “ “ (*space*) di lcd
80. Mengeset *cursor* baris ke 12 kolom 1
81. Menampilkan karakter “g” di lcd
82. Cek jika nilai *weight* sudah lebih dari *load capacity*
83. Mengubah nilai mode = 2 (mode *mixing*)

4.5. Hasil Pengujian

1. Pngujian stabilitas timbangan

Data percobaan hasil penimbangan cacahan kertas dengan sensor *load cell* berbasis arduino uno sebagai berikut :

Tabel 4.2 Data hasil pengujian timbangan cacahan kertas pada mesin *crusher*

No	Massa pada *load cell* (g)	Massa pada timbangan digital (g)	% Error
1	1000 g	949	5,1
2	1000 g	953	4,7
3	1000 g	945	5,5
Rata – rata			5,1
Akurasi			94,9

Dari tabel diatas kita dapat menghitung rata-rata hasil pengujian :

$$= \frac{949 + 953 + 945}{3} = 949$$

Dari tabel diatas juga dapat menghitung rata – rata kesalahan hasil pengujian :

$$= \frac{s - x}{s} \; x \; 100$$

Pengujian 1= $\frac{1000-949}{1000} \; x \; 100$ = 5,1

Pengujian 2 = $\frac{1000-953}{1000} \; x \; 100$ = 4,7

Pengujian 3 = $\frac{1000-945}{1000} \; x \; 100$ = 5,5

UNIVERSITAS MURIA KUDUS

BAB V
PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dari rancang bangun sistem kontrol penimbang pada mesin pencacah dan pengaduk bubur kertas dapat disimpulkan bahwa massa cacahan kertas 1 kg dideteksi oleh sensor *load cell* untuk memberikan sinyal ke mikrokontroler dengan tegangan 2 v, Pembukaan katup penimbang menggunakan motor servo dengan sudut pembuka 115^0, Motor AC pengaduk bubur kertas bekerja 3 menit/proses dan rata – rata persentase *error* hasil pengujian timbangan cacahan kertas adalah 5,1 %.

5.2. Saran

Setelah melakukan rancang bangun sistem kontrol penimbangan dan pengaturan *ON/OFF* motor AC pencacah dan pengaduk bubur kertas, masih ada kekurangan yang perlu diperhatikan agar penelitian ini menjadi lebih baik, maka perlu beberapa saran sebagai berikut :

1. Adanya penelitian lebih lanjut tentang sistem kontrol pada mesin *hydrapulper* agar lebih *efisien* pada proses pemasukkan air dan proses pengeluaran bubur kertas
2. Adanya penambahan konveyor untuk pemasukan bahan baku kertas ke *hopper chuser*.

DAFTAR PUSTAKA

Almanda, D. (2017). *SISTEM PENGENDALIAN MOTOR SINKRON SATU FASA BERBASIS MIKROKONTROLER*. 1–6.

Anthony, Z., Ismail, F., Kurniawan, F., Hasanah, M., Putra, H., & Purnomo, A. (2019). *Sistem Kendali Arus Kumparan Motor Induksi 1-fasa dengan Menggunakan Arduino*. *8*(2), 76–81.

Anwari, S. (2017). Perancangan dan Kalibrasi Timbangan Digital. *Jurnal Elkommika*, *5*(November), 106–118. Retrieved from https://docplayer.info/36056313-Perancangan-alat-ukur-digital-untuk-tinggi-dan-berat-badan-dengan-output-suara-berbasis-arduino-uno.html

Arjuna Wijaya. (2017). *Pembuatan mesin blanding kertas daur ulang*.

khakim dkk, sunarno, sugiyanto. (2012). *Pembuatan Sistem Pengaturan Putaran Motor Dc*. *35*(0215), 130–139.

Mandayatma, E. (2018). *Peningkatan Resolusi Sensor Load*. 37–50.

Nur Amin, F. (2016). *Timbangan berbasis arduino dengan output lcd dan suara*.

Rahayuningtyas. (2009). *Pembuatan Sistem Pengendali 4 Motor DC Penggerak 4 Roda Secara Independent Berbasis Mikrokontroler AT89C2051*. https://doi.org/10.1063/1.3419071

Rizalatul falah, muhammad. (2019). *DESAIN DAN IMPLEMENTASI SISTEM KONTROL PENIMBANGAN, PENUTUPAN HOPPER DAN PENGGESERAN BIN DI MESIN PENGISIAN CURAH TEMBAKAU MASSA 10 KG*.

Sutriyono, A. (2017). No Titleالـ جـ نائـ ية الاجـراءات. *ABA Journal*, *102*(4), 24–25. https://doi.org/10.1002/ejsp.2570

Yandra, E. F., Lapanporo, B. P., & Jumarang, M. I. (2016). Rancang Bangun Timbangan Digital Berbasis Sensor Beban 5 Kg Menggunakan Mikrokontroler Atmega328. *Positron*, *6*(1), 23–28.

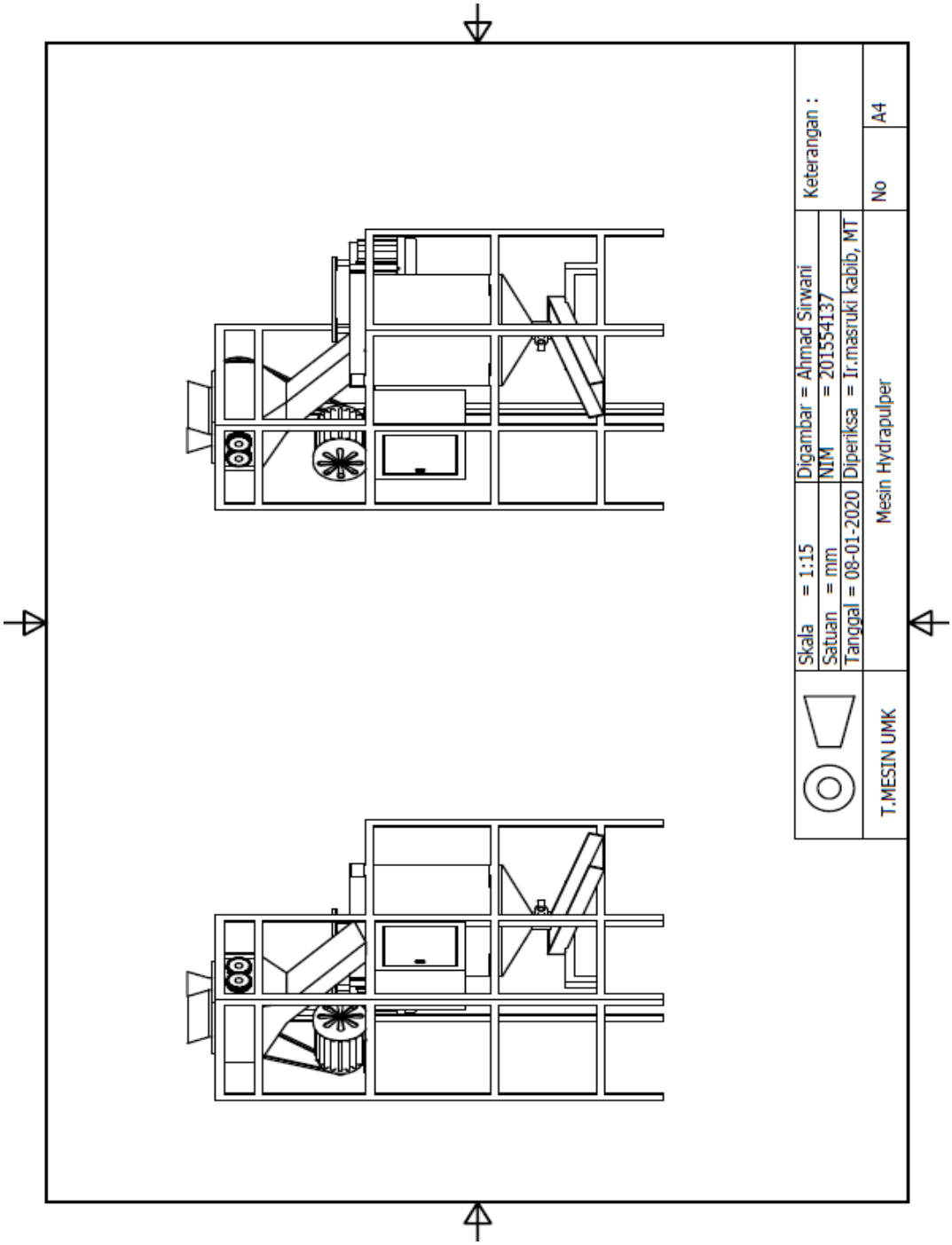
https://doi.org/10.26418/positron.v6i1.15924

Zariatin. D. L., & Dkk. (2016). *Rancang Bangun Simulator Sistem Pengepakan Produk Berbasis Progammable Logic Control*.

UNIVERSITAS MURIA KUDUS

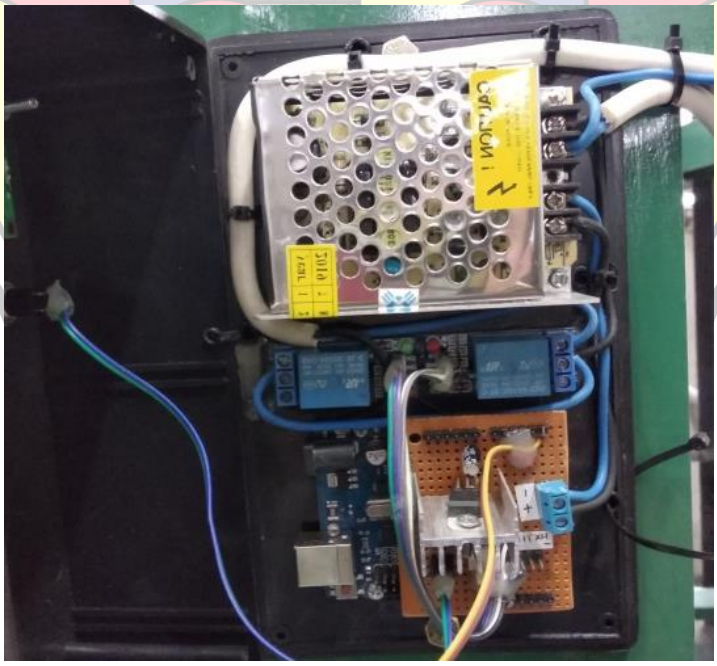
Lampiran 1

Gambar mesin *Hydrapulper*



Lampiran 2

Hasil Hardware



Lampiran 3

CARA PENGOPRASIAN

a. Hubungkan steker pada stopkontak, tunggu “stanby” pada LCD
b. Tekan tombol push button, mesin *crusher* akan bekerja mencacah bahan baku kerta,
c. Setelah mesin *crusher* bekerja,cacahan kertas turun ke *hopper* penimbangan
d. Massa cacahan kertas ketika mencapai 1 kg katup penimbang akan membuka
e. Saat bersamaan dengan katup membuka, mesin crusher berhenti bekerja dan secara bergantian mesin *mixing* bekerja
f. Lama waktu mesin *mixing* bekerja 3 menit
g. Mesin mixing bekerja selama 2 menit katup *hopper* kembali keposisi awal dan mesin *crusher* bekerja kembali.

UNIVERSITAS MURIA KUDUS

Lampiran 4

Penutup *mixer*

BUKU KONSULTASI
SKRIPSI\TUGAS AKHIR

Nama : Ahmad Sirwani

NIM : 201554137

Pembimbing Utama : Ir. Masruki Kabib, MT

Pembimbing Pendamping : Qomaruddin ST.,MT

Judul Skripsi\TA : Rancang Bangun Sistem Kontrol Penimbangan Pada Mesin Pencacah Dan Pengaduk Bubur Kertas

Kudus, 05 November 2019

Pembimbing Utama	**Pembimbing Pendamping**
Ir. Masruki Kabib, MT	Qomaruddin ST.,MT

CATATAN
BIMBINGAN DAN KONSULTASI
PEMBIMBING UTAMA

No	Tanggal	Catatan Bimbingan	Tanda Tangan
1.	01/11/2019	- perbaiki judul - tatar belatang diperlanyat	
2.	06/11/2019	- tatar belatang di tambah - tandasan teori dilengkapi	
3.	03/01/2020	- PPT disiapkan - Metodologi penelitian di perbaiki	

I

No	Tanggal	Catatan Bimbingan	Tanda Tangan
٧.	٥/٥٢ ٢٠٢٥	- مراجعة مقدمة البحث - تحديد مشكلة البحث - تحديد أهداف البحث - تحديد فوائد البحث - تحديد حدود البحث	
٨.	١٥/٥٢ ٢٠٢٥	- تحديد منهج البحث - تحديد مجتمع البحث وعينته - تحديد أدوات جمع البيانات - تحديد أساليب تحليل البيانات - تحديد الجدول الزمني للبحث - تحديد هيكل البحث	

No	Tanggal	Catatan Bimbingan	Tanda Tangan

CATATAN
BIMBINGAN DAN KONSULTASI
SEMINAR BIMBINGAN

No	Tanggal	Catatan Bimbingan	Tanda Tangan
1.	05/01/2018	- Pokok bahasan sudah jelas - Perbaiki latar belakang	
2.	04/01/2018	- Optimalkan PPT	
3.	15/01/2018	- Perbaiki sesuai konsultasi - Lengkapi instrumen - Lengkapi sumber	

BIODATA PENULIS

Nama	: Ahmad Sirwani
Tempat, TanggalLahir	: Jepara, 05 Maret 1997
Alamat	: Ds. Sowan lor, RT/RW 01/01, Kec. Kedung, Kab. Jepara
Nomer HP	: 085868069850
Alamat Email	: ahmadsirwani33@gmail.com

Riwayat Pendidikan :

1. MI Tamrinuth Thulab Sowan lor
2. SMP Islam Kedung
3. SMK N 1 Kedung
4. S1 Teknik Mesin Universitas Muria Kudus

UNIVERSITAS MURIA KUDUS

RANCANG BANGUN SISTEM KONTROL PENIMBANGAN PADA MESIN PENCACAH DAN PENGADUK BUBUR KERTAS

ORIGINALITY REPORT

25%	14%	3%	20%
SIMILARITY INDEX	INTERNET SOURCES	PUBLICATIONS	STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	Submitted to Universitas Muria Kudus Student Paper	15%
2	lib.unnes.ac.id Internet Source	7%
3	docplayer.info Internet Source	3%

Exclude quotes	On	Exclude matches	< 3%
Exclude bibliography	On		

07 MAR 2020

Laboran BK a.n

Rizka Aristyana M.