

DESAIN DAN IMPLEMENTASI SISTEM KONTROL PENIMBANGAN PADA MESIN PENCACAH DAN PENGADUK BUBUR KERTAS

Ahmad Sirwani

Fakultas teknik, program studi teknik mesin
Universitas Muria Kudus
Email : ahmadsirwani33@gmail.com

Masruki Kabib

Fakultas teknik, program studi teknik mesin
Universitas Muria Kudus
Email : masruki.kabib@umk.ac.id

Qomaruddin

Fakultas teknik, program studi teknik mesin
Universitas Muria Kudus
Email : qomaruddin@umk.ac.id

ABSTRAK

Sistem kontrol adalah suatu alat untuk mengatur, mengendalikan, dan memerintah dari suatu sistem. Penelitian ini bertujuan untuk mendesain dan mengimplementasikan sistem kontrol penimbang untuk massa 1kg dan pengaturan *ON/OFF* motor AC untuk menggerakkan mata pisau *crusher* dan pengaduk bubur kertas. Metode penelitian yang digunakan adalah mendesain dan membuat sistem kontrol pada mesin *hydrapulper* diawali dengan proses perancangan, gambar desain sistem kontrol, diagram blok sistem kontrol, instalasi sistem kontrol, pembuatan dan pengujian. Proses pembuatannya meliputi pembuatan desain sistem kontrol yang dikendalikan, pembuatan *hardware* sistem kontrol, pemrograman dan perakitan *hardware* sistem kontrol pada mesin. Hasil penelitian ini adalah sistem kontrol penimbang pada mesin pencacah dan pengaduk bubur kertas, yang dapat melakukan proses pengaturan *ON/OFF* motor AC penggerak mata pisau *crusher* dan pengaduk bubur kertas secara otomatis menggunakan mikrokontroler arduino uno atmega328 sebagai *switch ON/OFF* motor AC pada saat massa penimbangan cacahan kertas sudah mencapai 1 kg dengan error 5,1%.

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

ABSTRACT

A control system is a tool to 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, programming and assembling control system hardware on machines. The results of research was weighing control system on a paper shredder machine and a paper pulp stirrer, which the the control system can execute 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, with 5,1% error.

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

1. PENDAHULUAN

Mesin *hydropulper* dengan pengoperasian manual, prosesnya cenderung memakan banyak waktu dan menggunakan banyak tambahan alat yang digunakan. Pengoperasian secara manual dan tambahan alat yang digunakan antara lain, penimbangan cacahan kertas untuk satu kali proses, pemindahan cacahan kertas ke tabung pengadukan menggunakan konveyor, dan pengaturan *ON/OFF* motor AC penggerak mata crusher dan poros pengaduk bubuk kertas. Penimbangan cacahan kertas dengan massa 1kg memerlukan ketepatan dalam pengukurannya, maka dari itu diperlukan alat ukur berupa timbangan.

Timbangan adalah sebuah alat bantu yang digunakan untuk mengetahui berat suatu benda. Jenis timbangan yang digunakan bermacam-macam, mulai dari timbangan manual, timbangan mekanik hingga timbangan digital. Timbangan digital merupakan alat ukur untuk mengukur masa benda atau zat dengan tampilan digital. Timbangan digunakan di berbagai bidang, terutama di bidang perdagangan, industri sampai dengan perusahaan jasa. Timbangan digital mempunyai tingkat ketelitian yang lebih baik dan pengoperasian yang lebih efisien dari pada timbangan analog. Pengguna hanya melihat angka yang tertera pada layar LCD (*Liquid Crystal Display*). 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 [1]

Sistem kontrol otomatis memiliki peran yang penting karena dapat menggantikan sebagian dari tugas atau pekerjaan manusia[2]. Sistem kontrol atau sistem kendali adalah kumpulan dari beberapa komponen yang terhubung satu sama lainnya, sehingga membentuk suatu tujuan yaitu mengendalikan atau mengatur suatu sistem, pada proses pembuatan bubuk kertas diperlukan ketepatan dalam campuran antara kertas dengan air, yaitu dengan campuran massa 5% kertas dan 95% air.

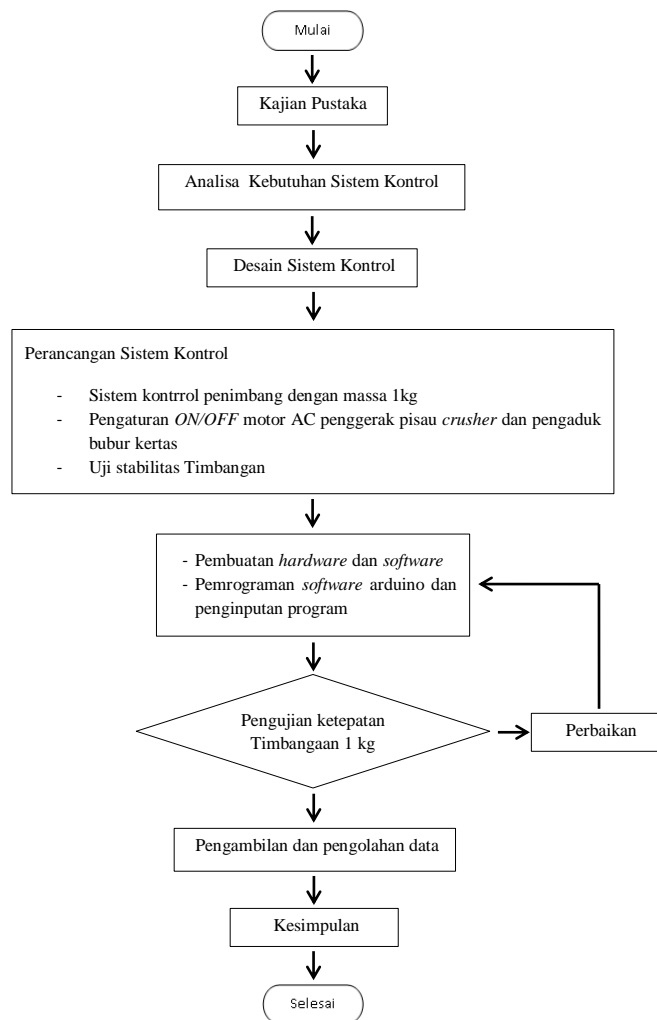
Sensor massa yang digunakan pada proses penimbangan tembakau curah adalah *load cell*. Sensor ini memiliki kapasitas massa maksimum 20 kg. *loadcell* digunakan dengan diberi penyangga dibawahnya yang disangga *motor stepper* [3]. Sensor *load cell* juga digunakan untuk penimbangan tembakau pada mesin pres. Sistem penimbangan ini menggunakan pengendali Arduino UNO [4]. Timbangan dengan sensor *loadcell* mempunyai akurasi lebih baik jika dibandingkan dengan timbangan manual [5].

Sistem kontrol gerak untuk motor stepper dengan menggunakan tegangan 3,5 V dengan mikrokontroler dapat mengendalikan proses pengepresan dan perhitungan produk [6]. Sistem pendeteksi penimbangan pada benda bergerak dapat dilakukan dengan menggunakan model Maxwell-Kelvin. Hasilnya menunjukkan error kurang lebih 10% [7].

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendesain dan mengimplementasikan sistem kontrol penimbang untuk massa 1 kg dan pengaturan *ON/OFF* motor AC untuk menggerakkan mata pisau *crusher* dan pengaduk bubuk kertas.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Desain dan implementasi sistem kontrol pada bagian penimbang pada mesin pencacah dan pengaduk bubuk kertas, langkah-langkahnya dapat dilihat pada *flowchat* yang akan dilakukan sesuai gambar 1 berikut ini.



Gambar 1. *Flowchat* desain dan implementasi sistem kontrol

Langkah – langkah rancang bangun yang dilakukan antara lain : 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 cel*,3.) Melakukan proses pembuatan *hardware* 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. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Analisa Kebutuhan Sistem Kontrol

Dalam rancang bangun sistem kontrol ini analisa kebutuhan sistem kontrol penimbang kapasitas dan urutan proses pencacah dan pengaduk bubuk kertas antara lain :

1. Aspek Manufaktur

Analisa kebutuhan aspek manufaktur meliputi: kontruksi perancangan sistem control, perancangan mekanisme gerak katup timbangan cacahan kertas, Kontruksi mekanisme katup

timbangan cacahan kertas dan kebutuhan komponen antara lain : 1.) Arduino UNO 2.) Motor AC 3.) Motor servo 4.) Kabel 5.) Sensor *load cell* 6.) *Relly* 7.) *Power supply* 8.) Modul HX711

2. Aspek Teknik

Analisa kebutuhan pada aspek teknik meliputi : motor AC untuk menggerakkan mata pisau mesin pencacah dan mengaduk bubuk kertas, motor *stepper* membuka dan menutup katup timbangan cacahan kertas, Setelah cacahan kertas mencapai massa 1 kg katup akan membuka, motor AC penggerak mesin pencacah akan mati dan motor AC pada pengaduk bubuk kertas akan bekerja menggerakkan/memutar poros pengaduk bubuk kertas.

3. Aspek Sistem Kontrol

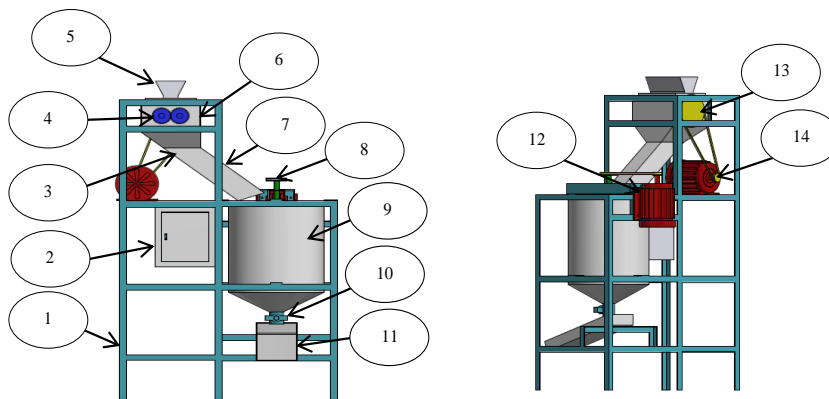
Analisa kebutuhan aspek sistem control meliputi: sensor mampu mendeteksi objek dengan baik, pembuatan sistem kontrol relatif mudah, Komponen sistem kontrol mudah didapatkan dan harganya terjangkau, *maintenance* relatif mudah dilakukan, dan *Sparepart* yang dibutuhkan relatif mudah didapat dengan harga terjangkau.

4. Aspek Keselamatan Kerja

Analisa kebutuhan sistem untuk aspek keselamatan kerja meliputi: pemilihan jenis material sistem kontrol yang digunakan bersifat aman dan tidak membahayakan, perancangan sistem kontrol dirangkai dan ditempatkan pada kotak panel yang berada pada mesin sesuai dengan desainnya, sehingga keselamatan kerja terjamin dan kotak panel ditempatkan pada posisi mudah dijangkau/pengoperasiannya.

3.2. Desain Mesin Dan Sistem Kontrol

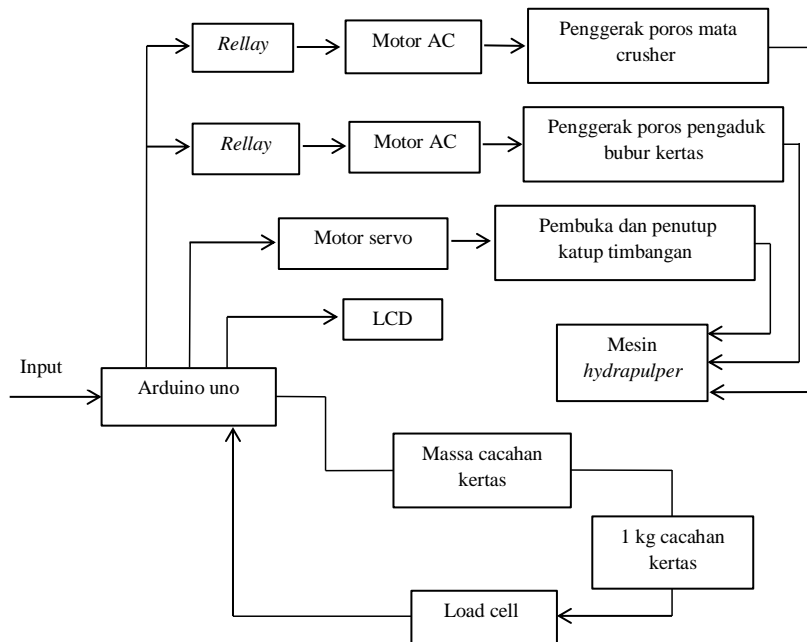
Desain mesin pencacah kertas dan pengaduk bubuk kertas (*hydrapulper*) ditunjukkan pada gambar 2 berikut ini.



Gambar 2. desain mesin *hydrapulper*

Pada gambar 1 menunjukkan desain mesin *hydrapulper*. Mesin ini dilengkapi dengan sistem kontrol pengaturan *ON/OFF* elektromotor mesin pencacah dan pengaduknya, dan sistem kontrol penimbangan. Mesin ini dilengkapi dengan bagian – bagian dari komponen mesin yang terdiri dari : 1.) Rangka 2.) Kotak panel 3.) *Loadcell*, 4.) Gear penggerak mata *crusher*, 5.) *Hopper*, 6.) *Chasing crusher*, 7.) Corong *crusher*, 8.) *Pully* dan *v-belt*, 9.) Tabung pengaduk bubuk kertas, 10.) Katup *output* bubuk kertas, 11.) Corong *output* 12.) Elektro motor pengaduk bubuk kertas 13.) *Pully* dan *v-belt crusher* 14) Elektro motor *crusher*.

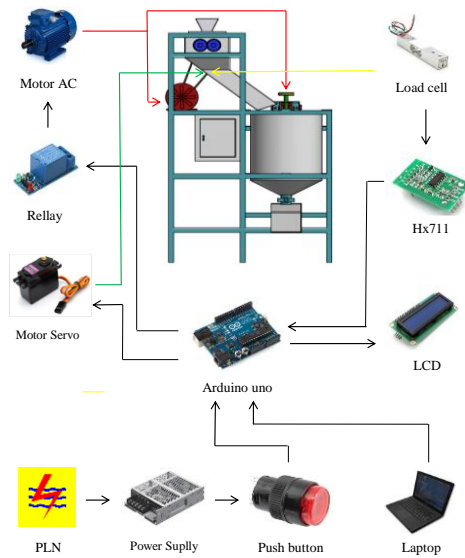
Desain sistem kontrol pengaturan *on/of* elektromotor dan penimbangan cacahan kertas ditunjukkan pada gambar 3 berikut ini:



Gambar 3. Diagram blok desain sistem kontrol penimbang pada mesin pencacah dan pengaduk bubur kertas

3.3. Pembuatan Hardware

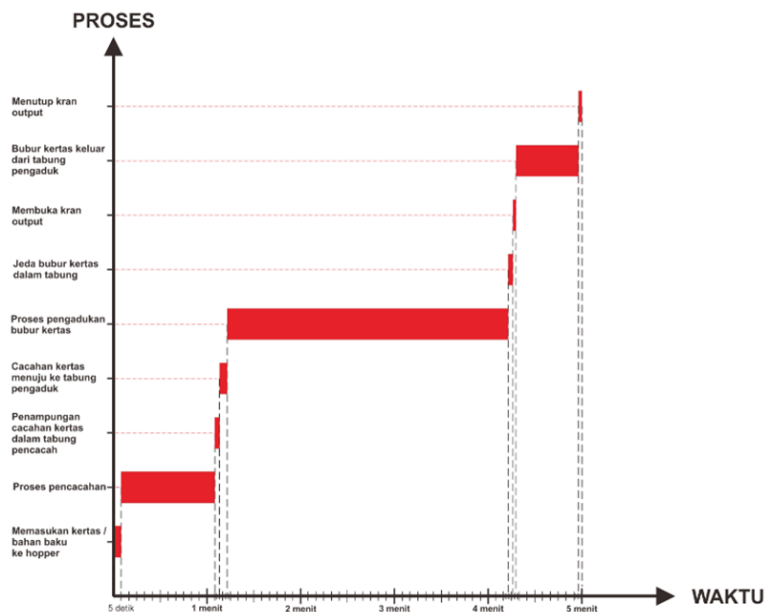
Pada gambar 4 dibawah ini menggambarkan urutan cara kerja sistem kontrol urutan proses, penimbang dan sensor *load cell*, dari *hopper* yang menampung cacahan kertas yang akan ditimbang dengan sensor *load cell*. setelah mencapai 1 kg *load cell* akan memberikan sinyal ke mikrokontroler yang sudah dimasukkan program, mikrokontroler akan memerintah motor servo untuk membuka katup timbangan, dan juga kedua *relly*, yaitu *relly* motor AC penggerak mata *crusher* dan penggerak poros pengaduk bubur kertas, *relly 1* berfungsi mematikan motor AC mesin *crusher* dan *relly 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. Hardware sistem control

3.4. Analisa Waktu Proses Sistem Kontrol

Sistem kontrol perhitungan penimbangan cacahan kertas ini membutuhkan analisa waktu dan proses pada sistem bekerja agar sesuai dengan sistem yang telah dibuat agar kontrol dapat bekerja dengan optimal.



Gambar 5. Diagram waktu proses pencacah dan pengaduk bubur kertas

Pada gambar 4 menjelaskan keseluruhan proses pencacah dan pengadukan bubur kertas, keseluruhan prosesnya membutuhkan waktu 5 menit/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 bubuk kertas 3 menit, jeda bubuk kertas dalam tabung 3 detik, membuka kran *output* 2 detik, bubuk kertas keluar dari tabung pengaduk 40 detik dan menutup kran *output* 2 detik.

3.5. Pemrograman Dan Penginputan Program Mikrokontroler

Pembuatan program sistem kontrol dilakukan dengan menggunakan *software arduino UNO*. Bahasa pemrograman dengan menggunakan *logic C++*. Proses pemrograman dilakukan pada saat mikrokontroler terhubung pada *software Arduino* dengan menggunakan penyambung kabel USB sebagai penghubung *board arduino* dengan *software arduino*. Pemrograman *arduino* dilakukan dengan terlebih dahulu menulis perintah program yang akan dibuat pada *software* dengan membuat program pada *void setup* program. Pemrograman yang ditulis pada bagian ini merupakan perintah program yang dijalankan sekali dan penulisan program pada *void loop* penulisan pemrograman yang perintah programnya dilakukan berulang – ulang[3].

3.6. Program

Proses pemrograman arduino dapat dilakukan dengan beberapa tahapan, berikut ini adalah program yang dimasukkan pada arduino :

1. Setting program mode 0 (*stanby*)

Berikut penulisan program mode 1 (*stanby*) :

Tabel 1. Program mode 0 (*stanby*)

PEMROGRAMAN MODE 0 (<i>STANBY</i>)		
No	Program	Fungsi program
1	Movingservo(0);	Pergi ke kode void movingservo dan menggerak ke posisi 0
2	digitalWrite(crusherMotor, motorOff);	Mematikan relay crusher motor
3	digitalWrite(mixingMotor, motorOff);	Mematikan relay mixing motor
4	lcd.home();	Mengeset cursor lcd ke home
5	lcd.print("MODE : STANBY ");	Menampilkan text "MODE : STANBY" ke lcd

Dari tabel 1 diatas program awal (*stanby*) di setting sebagai *start* awal mesin beroperasi.

2. Setting mode 1 (*crushier*)

Pemrograman arduino mesin *crusher* programnya dibaca secara berulang – ulang dengan dengan penulisan program pada tabel 2 sebagai berikut :

Tabel 2. Program mode 1 (*crusher*)

PEMROGRAMAN MODE 1 (<i>CRUSHING</i>)		
No	Program	Fungsi program
1	lcd.clear();	Membersihkan karakter di lcd
2	lcd.home();	Mengeset cursor ke home
3	lcd.print("MODE : CRUSHER");	Menampilkan text "MODE : CRUSHER" di lcd
4	lcd.setCursor(0, 1);	Mengeset cursor baris ke 0 kolom ke 1
5	lcd.print("BERAT: ");	Menampilkan text "BERAT" di lcd
6	lcd.print(weight);	Menampilkan nilai weight di lcd
7	lcd.setCursor(12, 1);	Mengeset cursor baris ke 12 kolom ke 1
8	lcd.print("g");	Menampilkan satuan "g" di lcd
9	movingServo(0);	Pergi ke kode void movingservo dan menggerak ke posisi 0
10	digitalWrite(crusherMotor, motorOn);	Menyalakan relay crusher motor
11	digitalWrite(mixingMotor, motorOff);	Mematikan relay mixing motor

Mode 1 (*crusher*) proses pencacahan kertas mikrokontroler diprogram mengubah karakter, menggerakkan motor servo ke posisi 0, menyalakan *relly* motor *crusher* dan mematikan *relly* motor pengaduk bubuk kertas.

3. Setting mode 2 (*mixing*)

Pemrograman arduino pengaduk bubuk kertas programnya dibaca secara berulang - ulang dengan penulisan program pada tabel 3 dibawah ini :

Tabel 3. Program mode 2 (*mixing*)
 PEMROGRAMAN MODE 2 (*MIXING*)

No	Program	Fungsi program
1	digitalWrite(crusherMotor, motorOff);	mematikan crusher motor
2	lcd.clear();	menghapus karakter di lcd
3	lcd.home();	mengeset cursor ke home
4	lcd.print("MODE : MIXING");	menampilkan text "MODE : MIXING" di lcd
5	lcd.setCursor(0, 1);	mengeset cursor baris ke 0 kolom ke 1
6	lcd.print("TIME ");	menampilkan text "TIME" di lcd
7	int T_sc = mixingDuration_millis / 1000;	membuat variabel T_sc dan mengisi dengan durasi mixing dalam satuan second
8	int T_minuts = T_sc / 60;	mencari nilai menit
9	int T_seconds = T_sc % 60;	mencari nilai detik
10	printTime(T_minuts, T_seconds);	pergi ke kode printTime
11	movingServo(115);	pergi ke kode void movingServo dan mengerjakan ke posisi 115
12	_Time_seconds = T_sc;	menyamakan nilai _Time_second dengan T_sc
13	millisDestination = millis() + mixingDuration_millis + 5000;	mengisi nilai millisDestination dengan target waktu
14	startDelayTime = millis();	mangisi nilai startDelayTime dengan waktu millis arduino
15	void printTime(int minuts, int seconds){	blok kode printTime
16	lcd.setCursor(7, 1);	mengeset cursor lcd baris ke 7 kolom ke 1
17	if (minuts < 10) lcd.print("0");	cek jika nilai minuts kurang dari 10 maka tampilkan
18	lcd.print(minuts);	menampilkan nilai minuts di lcd
19	lcd.print(":");	menampilkan karakter : di lcd
20	if (seconds < 10) lcd.print("0");	cek jika nilai seconds kurang dari 10 maka tampilkan karakter 0 di lcd dahulu
21	lcd.print(seconds);	menampilkan nilai seconds di lcd

Dari tabel 3 diatas pemrograman mematikan motor crusher, mengganti tampilandi lcd, menggerakkan motor servo 115^o dan pengaturan waktu motor pengaduk hidup.

4. Setting *load cell*

Massa cacahan kertas dideteksi sensor *load cell* dengan program sebagaimana tabel 4 berikut :

Tabel 4. Program *load cell*
 PEMROGRAMAN *LOAD CELL*

No	Program	Fungsi program
1	<code>weight = loadChell.get_units(10);</code>	mengisi nilai <code>weight</code> dengan hasil baca sensor <code>load chell</code>
2	<code>weight = constrain(weight, 0, 5000);</code>	membatasi nilai <code>weight</code> min 0 maks 5000
3	<code>if (weight != lastWeight){</code>	cek jika nilai <code>weight</code> tidak sama dengan dengan nilai <code>lastWeight</code>
4	<code>lastWeight = weight;</code>	menyamakan nilai <code>lastWeight</code> dengan <code>weight</code>
5	<code>lcd.setCursor(7, 1);</code>	mengeset cursor lcd baris ke 7 kolom ke 1
6	<code>lcd.print(weight);</code>	menampilkan nilai <code>weight</code> di lcd
7	<code>lcd.print(" ");</code>	menampilkan karakter " " (space) di lcd
8	<code>lcd.setCursor(12, 1);</code>	mengeset cursor baris ke 12 kolom ke 1
9	<code>lcd.print("g");</code>	menampilkan karakter "g" di lcd
10	<code>if (weight >= loadCapacity) {</code>	cek jika nilai <code>weight</code> sudah lebih dari <code>loadCapacity</code>
11	<code>mode = 2;</code>	mengubah nilai <code>mode = 2</code> (mode mixing)

Sensor *load cell* deprogram dengan membatasi nilai berat minimal 0 dengan maksimal 5 kg, memrogram tampiln lcd membaca berat cacahan kertas yang terdeteksi dan mengubah ke mode 2 pada saat berat mencapai 1 kg.

3.7. Pengujian

Data percobaan hasil penimbangan cacahan kertas dengan sensor load cell berbasis arduino uno sebagaimana tabel 5 berikut:

Tabel 5. Data hasil pengujian timbangan cacahan kertas pada mesin *crusher*

No	Massa awal penimbangan ontro	penimbangan kontrol (g)	Hasil penimbangan menggunakan 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

Hasil pengujian penimbangan cacahan kertas pada mesin ceusher menunjukkan bahwa tingkat error rata 5,1%, sehingga tingkat akurasi penimbangan sebesar 94,95.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dari desain dan implementasi sistem kontrol penimbang pada mesin pencacah dan pengaduk bubuk 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 115⁰, proses pencacahan dan pengadukan bubuk kertas bekerja 5 menit/proses dan Persentase *error* hasil rata – rata pengujian timbangan cacahan kertas adalah 5,1 %, akurasi timbangan 94,9 %.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] E. F. Yandra, B. P. Lapanporo, and M. I. Jumarang, "Rancang Bangun Timbangan Digital Berbasis Sensor Beban 5 Kg Menggunakan Mikrokontroler Atmega328," *Positron*, vol. 6, no. 1, pp. 23–28, 2016, doi: 10.26418/positron.v6i1.15924.
- [2] S. Khakim dkk, sunarno, "Pembuatan Sistem Pengaturan Putaran Motor Dc," vol. 35, no. 0215, pp. 130–139, 2012.
- [3] Muhammad Rizalatul falah, "Desain Dan Implementasi Sistem Kontrol Penimbangan, Penutupan Hopper Dan Penggeseran Bin Di Mesin Pengisian Curah Tembakau Massa 10 Kg." 2019.
- [4] Irwanto B., M. Kabib, R. Winarso, 2019, "Rancang Bangun Sistem Penimbangan Tembakau dengan Mikrokontroler Arduino Uno", *Jurnal Crankshaft*, Volume 2, No. 2, tahun 2019, pp. 27-32.
- [5] W. Wahyudi, M. Nawawi, A. Rahman .2017, "Perbandingan Nilai Ukur Sensor Load Cell pada Alat Penyortir Buah Otomatis terhadap Timbangan Manual." *jurnal Elkomika*, Volume 5, No. 2.
- [6] P. Kushartanto, M. Kabib, R. Winarso, 2019, "Sistem Kontrol Gerak dan Perhitungan Produk pada Mesin Pres dan Pemotong Kantong Plastik", *Jurnal Crankshaft*, Volume 2 No. 1, pp 57-66.
- [7] Cheng. Lu. dkk, 2007, "Design of a Capacitive Flexible Weighing Sensor for Vehicle WIM System" *Jurnal sensors*, 7(8). Pp. 1530-1544.