Prototipe Alat Pemarut dan Pemeras Kelapa Berbasis Arduino

Dhodi Surahman[1], M. F. Wicaksono, M.Kom.[2]
Prodi Sistem Komputer, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer
Universitas Komputer Indonesia, Bandung
Surahmandhodi1@gmail.com, mfajarwicaksono@gmail.com,

ABSTRAK

Dalam proses pembuatan santan kelapa sebagian besar masyarakat masih banyak yang menggunakan cara tradisional, yaitu dengan cara memarut dan memerasnya secara manual. Cara tersebut tentu akan membutuhkan banyak tenaga apalagi jika kita memerlukan bahan baku santan yang cukup banyak karena harus mengerjakannya secara manual. Untuk itu perlu dibuat alat pemarut dan pemeras kelapa yang dapat menghasilkan santan secara otomatis. Alat ini memanfaatkan beberapa komponen utama diantaranya Arduino nano, motor dc, motor ac, *load cell sensor*, linear aktuator dan Sensor ultrasonik. Prinsip kerja alat ini memanfaatkan sensor ultrasonik sebagai pendeteksi kelapa yang akan di parut dan Load Cell Sensor sebagai pemabaca nilai berat parutan kelapa untuk kemudian dilakukan pemerasan jika berat parutan memenuhi syarat yang telah di tentukan. Sebagai otomasi alat dilakukan dengan memanfaatkan mikrokontroller Arduino nano untuk mengerjakan perintah sesuai dengan kondisi sensor-sensor yang digunakan. Adapun aktuator yang dikontrol adalah motor dc digunakan sebagai konveyor, motor ac digunakan sebagai pemarut dan linear aktuator digunakan sebagai pemeras kelapa. Pada alat ini akan dilakukan pengujian tingkat akurasi sensor, dan hasil yang santan yang diperoleh melalui proses otomatis menggunakan alat. Hasil pengujian menunjukan keberhasilan alat yang dibuat untuk dapat menghasilkan santan secara otomatis dengan tingkat kesalahan kurang dari 33% dan berhasil menghasilkan santan secara otomatis.
Kata kunci: *Arduino nano, linear aktuator, load cell sensor, motor ac, motor dc, sensor ultrasonik.*

ABSTRACT

In the process of making coconut milk many people still used traditional way, there are grate and squeeze. It will require a lot of power by human, if we do it manually. So, we need to be make grate tools and squeezer tools of coconut that can produce coconut milk automatically. This tool utilizes some of the major components such as the Arduino nano, dc motors, ac motors, load cell sensor, linear actuators and ultrasonic sensors. The working principle of this device utilizes an ultrasonic sensor as a detector to be grated coconut and Load Cell Sensor as readers of heavy grades grated coconut for later blackmail if it weighs grater qualify that has been set. As automation devices was performed using the microcontroller Arduino nano to work on orders in accordance with the conditions of the sensors are used. The actuators are controlled is a dc motor is used as conveyors, ac motor is used as a grater and a linear actuator is used as a bleeder coconut. In this tool will be tested the accuracy of the sensor, and the results of the coconut milk obtained through an automated process using tools. The test results showed the success of a tool created to produce coconut milk automatically with an error rate of less than 33% and succeeded in producing milk automatically.

Keywords: arduino nano, linear actuator, load cell sensor, motor ac, motor dc, ultrasonic sensor

I. PENDAHULUAN

Pohon kelapa merupakan salah satu tanaman yang banyak tumbuh didaerah tropis seperti Indonesia. Tanaman ini memiliki nilai ekonomi yang sangat tinggi karena seluruh bagian tanaman tersebut dapat dimanfaatkan untuk kebutuhan manusia. Salah satu olahan dari buah kelapa yang sering kita gunakan dalam kehidupan sehari hari adalah santan. Namun seiring dengan perkembangan teknologi yang semakin pesat, sebagian besar masyarakat masih banyak yang menggunakan cara tradisional dalam proses pembuatan santan kelapa, yaitu dengan cara memarut dan memerasnya secara manual. Cara tersebut tentu akan membutuhkan banyak tenaga apalagi jika kita memerlukan bahan baku santan yang cukup banyak karena harus mengerjakannya secara manual.

Untuk itu perlu dibuat alat pemarut dan pemeras kelapa yang dapat menghasilkan santan secara otomatis. Alat ini memanfaatkan beberapa komponen utama diantaranya Arduino nano, motor dc, motor ac, *load cell sensor*, linear aktuator dan Sensor ultrasonik. Prinsip kerja alat ini memanfaatkan sensor ultrasonik sebagai pendeteksi kelapa yang akan di parut dan *load cell sensor* sebagai pemabaca nilai berat parutan kelapa untuk kemudian dilakukan pemerasan jika berat parutan memenuhi syarat yang telah di tentukan. Sebagai

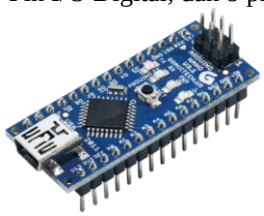
otomasi alat dilakukan dengan memanfaatkan mikrokontroller Arduino nano untuk mengerjakan perintah sesuai dengan kondisi sensor-sensor yang digunakan. Adapun aktuator yang dikontrol adalah motor dc digunakan sebagai konveyor, motor ac digunakan sebagai pemarut dan linear aktuator digunakan sebagai pemeras kelapa.

Dengan adanya alat mesin pemarut dan pemeras kelapa ini, dapat melakukan proses pemarutan dan pemerasan kelasa untuk dapat menghasilkan santan secara otomatis.

II. TINJAUAN PUSTAKA

Komponen yang digunakan untuk perancangan alat ini diantaranya:

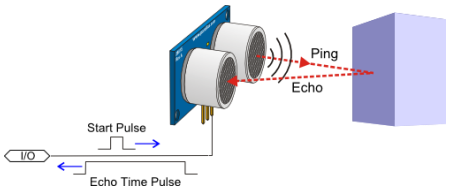
Arduino adalah sebuah perangka elektronik dirancang untuk memudahkan penggunaan elektronik dalam berbagai bidang. Arduino Nano memiliki prosesor Atmel AVR dan software yang digunakan mempunyai bahasa pemrograman sendiri. Seperti namanya, Arduino Nano memiliki ukuran yang kecil, tetapi tidak menyebabkan hal tersebut mengurangi fungsi Arduino nano itu sendiri. Arduino nano Sudah dilengkapi dengan FTDI sehingga pemograman dapat dilakukan melalui Micro USB. Aduino nano mempunyai 14 Pin I/O Digital, dan 8 pin Analog [1].



Gambar 1 Arduino Nano

A. Sensor Ultrasonik

Sensor jarak adalah sensor yang dapat mengukur jarak sesuatu benda, sensor ini memanfaatkan gelombang ultrasonik dalam pengukuranya. Sensor ultrasonik yang umum digunakan dalam pengukuran jarak ini adalah sensor ping.



Gambar 2 Sensor Ultrasonik

Sensor ultrasonik terdiri dari rangkaian pemancar dan rangkaian penerima gelombang ultrasonik. Sensor ini dapat mengukur dengan batas minimum ±2 cm sampai batas maksimum ±400 cm. keluaran dari sensor ini berupa gelombang pulsa yang lebarnya merepresentasikan jarak. Lebar pulsa yang dimiliki sensor ultrasonik bervariasi dari 115 uS sampai 18,5 mS. Gelombang yang dipancarkan sensor ultrasonik memiliki frekuensi 40KHz. Gelombang ini akan dipancarakan dengan kecepatan suara 344.424 m/detik atau 29.034uS per *centimeter* [1].

B. Relay

Relay merupakan suatu komponen elektronika yang berfungsi sebagai saklar (*switch*) yang dioperasikan dengan cara memberi tegangan pada koil. Relay banyak digunakan pada beberapa rangkaian elektronika misalnya pada pengaplikasian saklar otomatis dengan sumber tegangan 220 AC [1].



Gambar 3 Relay

C. Motor DC

Motor DC merupakan suatu komponen elektronika yang menggunakan listrik arus searah dan berfungsi mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Motor DC memerlukan suplai tegangan searah pada kumparan medan untuk diubah menjadi energi mekanik. Dalam motor dc terdapat dua kumparan yaitu kumparan medan yang berfungsi untuk menghasilkan megan magnet dan kumparan jangkar yang berfungsi sebagai tempat terbentuknya gaya gerak listrik . Jika arus dalam kumparan jangkar berinteraksi dengan medan magnet, akan timbul torsi yang akan memutar motor [1].



Gambar 4 Motor DC

D. Motor AC

Motor AC merupakan suatu komponen elektronika yang menggunakan listrik arus bolak-balik yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Motor listrik AC mempunyai dua buah bagian dasar listrik yaitu "stator" dan "rotor". Stator adalah komponen listrik statis sedangkan rotor merupakan komponen listrik berputar yang berfungsi untuk memutar as motor [11].

E. Motor Stepper

Dalam pembuatan alat ini, penulis menggunakan motor stepper bipolar sebagai actuator pendorong kelapa. Motor stepper bipolar mempunyai konstruksi yang mirip dengan jenis unipolar, hanya tidak terdapat tap pada kumparannya. Pada

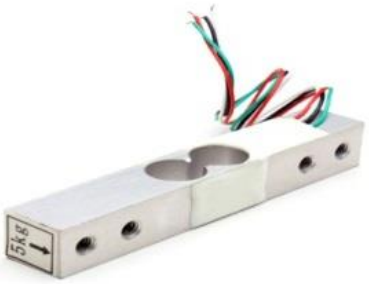
penggunaan motor stepper jenis ini memerlukan rangkain yang lebih rumit untuk mengatur pergerakan motor agar dapat berputar searah jarum jam (CW) atau sebaliknya (CCW). Untuk mempermudah pengontrolan motor stepper maka digunakan lah driver stepper A4988 [2].



Gambar 5 Motor stepper

F. Load cell sensor

Load cell merupakan sebuah komponen elektronika yang banyak digunakan untuk mengukur berat suatu objek. Secara umum apabila load cell sensor di beri beban pada titik inti maka nilai resistansi pada strain gauge akan berubah. Sinyal yang dihasilkan dari load cell yaitu dari perubahan resistansi *strain gauge* yang linier dengan gaya yang diaplikasikan [5].



Gambar 6 Load Cell Sensor

G. Linear Aktuator

Linear actuator adalah aktuator yang bergerak secara linier atau aktuator yang menciptakan gerak dalam garis lurus. Linear actuator banyak digunakan dipada peralatan mesin mesin industri atau pada peripheral computer seperti disk drive dan printer. Cara kerja nya yaitu dengan memberi polaritas pada motor actuator. Jika polaritas pada actuator di balik maka pergerakan nya pun akan sebaliknya [4].



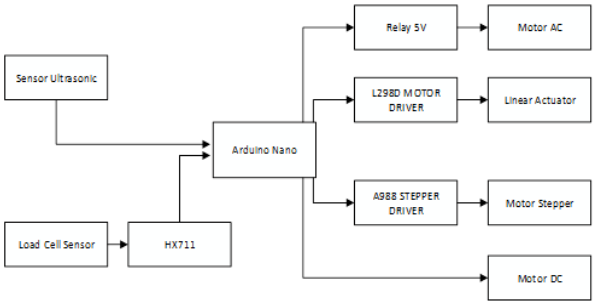
Gambar 7 Linear Aktuator

III. PERANCANGAN SISTEM

Berikut adalah bagian perancagan alat yang akan dibuat.

A. Perancangan

Pada bab ini ada beberapa blok diagram yang akan dijelaskan diantaranya, yaitu bagian Sensor Ultrasonic, Load Cell Sensor, hx711, mikrokonrtroler Arduino Nano, Linear Actuator, Motor AC, Motor DC, Motor stepper, driver stepper, driver motor, dan relay. Pada bagian Gambar 3.1. merupakan diagram blok sistem secara umum.



Gambar 3.2 Diagram blok alat

Berikut penjelasan diagram blok diatas:

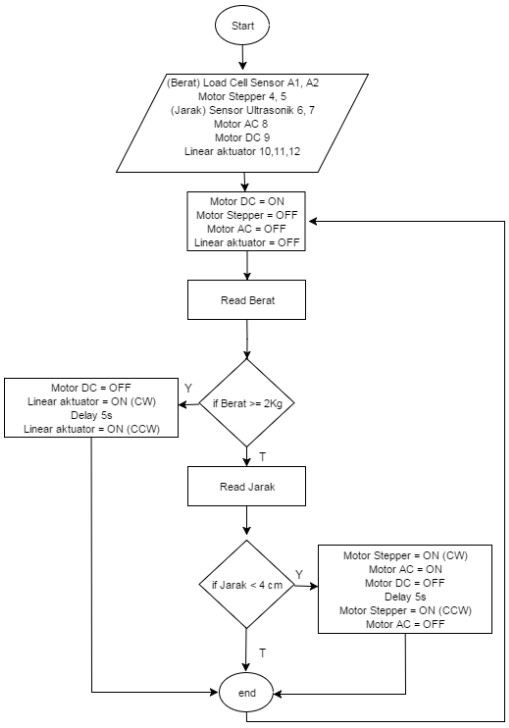
1. Sensor Ultrasonik digunakan untuk pembacaan kelapa yang akan di parut.
2. *Load Cell Sensor* digunakan untuk pembacaan berat hasil parutan.
3. HX711 digunakan sebagai ADC converter antara *Load Cell Sensor* dan Arduino
4. Arduino digunakan sebagai pengatur atau pengolah kinerja alat.
5. Motor DC digunakan sebagai konveyor pembawa buah kelapa untuk di parut.
6. Driver stepper digunakan sebagai antar muka arduino dengan motor stepper untuk mempermudah mengatur step yang dibutuhkan
7. Motor stepper digunakan sebagai pendorong buah kelapa untuk diparut
8. Relay digukana sebagai saklar untuk menggerakan motor AC
9. Motor AC yang digunakan sebagai alat parut buah kelapa

10. L298n digunakan sebagai antarmuka arduino dengan linear actuator untuk mempermudah mengatur pergerakan linear actuator
11. *Linear actuator* digunakan sebagai aktuator untuk proses pemerasan buah kelapa yang telah di parut

B. Cara kerja sistem.

1. Motor DC (*conveyor*) akan menyala dan membawa buah kelapa yang akan di parut,
2. Sensor Ultrasonik akan melakukan pembacaan kelapa yang berada pada pemarut, Jika kelapa terdeteksi Arduino akan memberi perintah untuk melakukan pemarutan.
3. Setelah kelapa terdeteksi, arduino akan memberi perintah menjalankan motor stepper untuk mendorong buah kelapa dan Motor AC untuk memarutnya, selama proses pemarutan berlangsung Motor DC (conveyor) untuk sementara di nonaktifkan. Proses ini akan terus berulang hingga penampung hasil parutan mencapai batas yang telah ditentukan dengan memanfaatkan Load Cell Sensor sebagai sensor beratnya.
4. Setelah berat penampung parutan telah sesuai dengan batas yang telah ditentukan. Proses pengepresan parutan kelapa akan dilakuan dengan memanfaatkan linear actuator.

C. Flowchart



Gambar 8 Flowchart keseluruhan

Penjelasan:

1. Pertama Motor DC dalam keadaan on saat alat dinyalakan, dan beberapa aktuator lain seperti linear ktuator dalam keadaan off
2. Kemudian load cell sensor akan mendeteksi berat parutan kelapa yang berada pada penampung
3. Kemudian jika berat melebihi batas linear aktuator akan bergerak maju untuk melakukan pengepresan dan motor dc off untuk sementara.
4. Setelah proses pemerasan selesai linear aktuator akan bergerak mundur dan motor dc kembali on.

D. Penggunaan daya

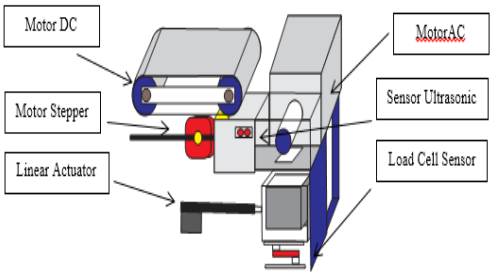
Pada bagian ini akan di jelaskan penggunaan daya yang diperlukan agar alat berfungsi dengan baik. Berikut jumlah penggunaan daya:

1. Motor AC membutuhkan daya 200W
2. Motor Stepper membutuhkan tegangan 12V dengan arus 1A maka daya 12W
3. Motor linear membutuhkan tegangan 12V dengan Arus 1A maka daya dibutuhkan 12W
4. Arduino membutuhkn tegangan 12V dengan Arus 1A maka daya dibutuhkan 12W

Maka total daya yang dibutuhkan alat pemarut dan pemeras kelapa otomatis ini adalah 236 W

E. Desain

Pada bagian ini akan dijelaskan desain alat yang dibuat sesuai dengan fungsi untuk dapat memarut dan memeras buah kelapa menjadi santan.



Gambar 9 desain keseluruhan

Penjelasan:

1. Kerangka utama menggunakan besi, dengan panjang 64 cm, tinggi 45cm dan lebar 23,5 cm
2. Dari desain pemarut dan pemeras kelapa dihubungkan menjadi satu

IV. HASIL PENGUJIAN

Pada bab ini akan dibahas hasil dari beberapa pengujian terhadap fungsi komponen yang digunakan, serta menganalisa dari hasil pengujian yang telah di lakukan, pegujian ini meliputi :

1. Sensor ultrasonik
2. *Driver stepper* dan *motor stepper*
3. *Driver motor l298* dan *Linear Aktuator*
4. *Load cell sensor*
5. Otomatisasi alat.

6. Pengujian hasil santan.

A. Pengujian sensor ultrasonik

Pengujian pada sensor ultrasonik ini dilakukan dengan cara membandingkan hasil pengukuran penggaris dengan sensor ultrasonik. Jarak yang di ambil adalah jarak minimal sensor yaitu 2cm dan jarak maksimal yang digunakan pada alat yang dibuat yaitu 15cm. berikut hasil pengujian sensor:

$$\text{Jarak (m)} = \frac{t \times 344{,}424\ m/s}{2}$$

t = waktu (s)

344,424 m/s adalah kecepatan rambat suara di udara.

Table 1 Pengujian Sensor Ultrasonik

No	Jarak sensor	Jarak penggaris	Keterangan
1	2	2	Sesuai
2	4	4	Sesuai
3	6	6	Sesuai
4	8	8	Sesuai
5	10	10	Sesuai
6	11	11	Sesuai
7	12	12	Sesuai
8	13	13	Sesuai
9	14	14	Sesuai
10	15	15	Sesuai

Kondisi pembacaan kelapa pada sensor ultrasonik ketika kelapa terdeteksi kurang dari panjang maksimal penampung kelapa yang akan di parut, berikut pengujian pembacaan kelapa sensor ultrasonik:

Table 2 Pengujian Sensor Ultrasonik

Percobaan	Pembacaan Sensor	Keterangan
1	Kelapa terdeteksi	Berhasil
2	Kelapa terdeteksi	Berhasil
3	Kelapa tidak terdeteksi	Tidak Berhasil
4	Kelapa terdeteksi	Berhasil
5	Kelapa terdeteksi	Berhasil
6	Kelapa terdeteksi	Berhasil
7	Kelapa terdeteksi	Berhasil
8	Kelapa terdeteksi	Berhasil
9	Kelapa terdeteksi	Berhasil
10	Kelapa terdeteksi	Berhasil

Dari 10 sampel pembacaan kelapa sensor ultrasonik menunjukan 90% tingkat keberhasilan pembacaan kelapa pada penampung yang tersedia. Hal ini disebabkan karena permukaan buah kelapa tidak rata sehingga pantulan sinyal sensor ultrasonik tidak dapat diterima dengan baik.

B. Pengujian motor stepper

Pengujian pada *driver* dan *motor stepper* diakukan dengan cara menguji pergerakan motor dengan memberikan nilai kepada input, enable driver dan direction stepper. Berikut hasil pengujian mengontrol pergerakan motor stepper menggunakan driver stepper dengan nilai step yang sama:

Table 3 Pengujian Pergerakan Motor Stepper

No	Enable (aktif low)	Direction	Step	Putaran motor
1	1	1	1000	Motor off
2	0	1	1000	Searah jarum jam(CW)
3	1	0	1000	Motor off
4	0	0	1000	Berlawan jarum jam (CCW)

Pada *datasheet motor stepper* yang digunakan, jumlah *step* satu putaran penuh adalah 200 *step* dan menggunakan *Lead Screw* dengan jarak *pitch* 2 mm didapatkan jarak pergerakan pendorong dengan menggerakan satu putaran penuh motor stepper. Berikut hasil pengujian motor stepper:

Table 4 Pengujian motor stepper

Sample ke-	Jumlah step	Jarak (mm)	keterangan
1	200	2 mm	Sesuai
2	400	4 mm	Sesuai
3	500	5 mm	Sesuai
4	950	9,5 mm	Sesuai
5	1000	10 mm	Sesuai

Dari *Motor Stepper* dan *Lead Screw* yang digunakan Maka, satu putaran penuh *stepper* menggunakan *Lead Screw* dengan jarak *pitch* 2 mm adalah 2mm.

C. Pengujian Linear aktuator

Pengujian pada linear actuator dilakukan dengan mencari pergerakan stroke dengan menggunakan driver l298 dan mencari nilai panjang stroke berdasarkan delay. Berikut hasil pengujian pergerakan linear actuator:

Table 5 Pengujian pergerakan aktuator

No	Enable	In1	In2	Keterangan
1	0	1	0	Actuator off
2	1	1	0	Stroke bergerak maju
3	1	0	1	Stroke bergerak mundur
4	1	1	1	Stroke tidak bergerak
5	0	0	0	Stroke tidak bergerak

Panjang box penampung yang digunakan adalah 14,3 cm, untuk dapat memeras kelapa dubutuh stroke linear aktuator bergerak 14 cm. Berdasarkan spesifikasi linear actuator yang di pakai memiliki kecepatan 12mm/s, maka dapat di cari jarak menggunakan rumus berikut:

$$v = s / t \qquad (1)$$

v = kecepatan dengan satuan (m/s)
s = jarak (m)
t = waktu (s)
Dari rumus diatas dicari jarak berdasarkan waktu delay nya dengan kecepatan 12mm/s berdasarkan karakteristik linear aktuato yang di gunakan:

Table 6 Sample pengujian Linear Aktuator

No	Waktu (ms)	Jarak (mm)		Persentase error (%)
		Perhituan	Pengujian	
1	500	6 mm	4 mm	33 %
2	850	10,5 mm	7mm	33 %
3	1100	13,2 mm	10mm	24 %
4	5500	66 mm	57mm	32 %
5	11700	140 mm	138 mm	32 %

Jarak yang dihasilkan tidak sesuai antara perhitungan dan pengujian ini diakibatkan adanya penurunan kecepatan pada motor linear actuator

D. Pengujian load cell sensor

Pengujian pada *load cell sensor* ini dilakukan dengan cara membandingkan hasil pengukuran berat menggunakan timbangan digital dengan hasil pembacaan load cll sensor. Berat yang di ambil adalah berat hasil parutan dikurangi dengan berat penampung. Penampung hasil parutan memiliki berat 675 gram. berikut hasil pengujian load cell sensor:

Table 7 Pengujian Load Cell Sensor

Sample	Berat sebenarnya (gram)	Hasil pengujian (gram)	keterangan
1	20	20	Sesuai
2	40	40	Sesuai
3	90	90	Sesuai
4	100	100	Sesuai
5	675	675	Sesuai

E. Pengujian otomatisasi alat

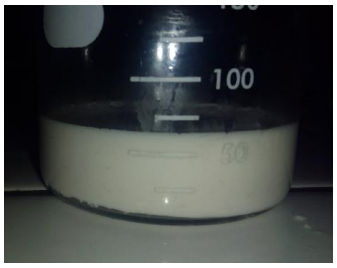
Pengujian otomatisasi alat pemarut dan pemeras kelapa ini mengacu pada table 4.7 kondisi dan status aktuator. Adapun aktuator yang diuji dalam otomatisasinya Motor DC, Motor AC, Motor stepper dan linear aktuator.

Tabel 8 otomatisasi Alat

No	Sensor	Kondisi	Aktuator	Ket
1	Sensor ultrasonik	<= 5 cm	Motor AC = ON Motor stepper = ON Motor DC = OFF	✓
2	Sensor ultrasonik	> 5cm	Motor AC = OFF Motor Stepper = OFF Motor DC = ON	✓
3	Load Cell Sensor	>= 2 Kg	Linear aktuator = ON	✓
4	Load Cell Sensor	< 2 kg	Linear aktuator =OFF	✓

F. Pengujian hasil santan

Pengujian ini dilakukan dengan cara membandingkan banyaknya hasil santan yang dihasikan oleh alat dengan hasil pengolahan dengan cara manual. Pengujian dilakukan dengan berat parutan yang sama yaitu 1kg.



Gambar 10 santan menggunakan alat

Hasil yang didapatkan dari alat dengan berat parutan 1 kg adalah 62 ml, dan hasil santan masih bercampur dengan ampas.



Gambar 11 santan dengan cara manual

Hasil yang didapatkan dari proses manual dengan berat parutan 1kg adalah 87 ml dan hasil nya tidak bercampur dengan ampas.

Dari dua data tersebut didapatkan error (%) yaitu 28 %, hal itu dikarenakan mekanisme pada proses pemerasan kurag baik serta banyaknya ampas yang terbawa di akibatkan wadah pada proses pemerasan memiliki lubang yang terlalu besar.

G. Analisa

Dari data yang didapatkan dari hasil pengujian sensor ultrasonik, motor stepper, linear aktuator pengujian dan pengujian load cell sensor, dapat analisa dengan hasil sebagai berikut:

1. Berdasarkan Tabel 2 hasil pengujian menunjukan dari 10 percobaan bahwa sensor ultrasonik yang digunakan berfungsi dengan baik dengan tingkat keberhasilan 90%.
2. Berdasarkan Tabel 3 dan Tabel 4, hasil pengujian motor stepper dengan menggunakan driver A4988 dan *lead screw*, jarak yang dihasilkan untuk satu putaran penuh menggunakan *lead screw* dengan jarak *pitch* 2mm adalah 2mm.
3. Berdasarkan Tabel 5 dan Tabel 6 hasil pengujian linear actuator dengan menggunakan driver L298, jarak yang dihasilkan tidak sesuai antara perhitungan dan pengujian dengan kesalahan persentase sebesar ±33%. Ini diakibatkan adanya penurunan kecepatan pada motor yang digunakan pada linear aktuator.
4. Berdasarkan Tabel 7 hasil pengujian menunjukan bahwa load cell sensor yang digunakan berfungsi dengan baik, dan pembacaan datanya memiliki keakuratan baik.
5. Berdasarkan Gambar 10 dan 11 perbandingan santan yang dihasilkan melalui proses otomatis menggunakan alat dengan menggunakan proses manual memiliki persentase kesalahan 28%, hal ini diakibatkan mekanisme proses pemerasan kurang baik.

V. KESIMPULAN

Dari hasil analisis dan pengujian yang telah dilakukan dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Alat ini dapat mempercepat proses pembuatan santan karena pengguna tidak harus melakukan pemarutan dan pemerasan kelapa secara manual yang tentunya membutuhkan waktu cukup lama.
2. Dengan adanya alat ini penggunaa akan menghemat tenaga karena proses pengerjaan nya di lakukan secara otomatis.
3. Dari hasil analisa hasil santan yang diperoleh lebih sedikit dengan persentase eror antara proses pembuatan santan yang dikerjakan secara manual dengan alat yaitu ±28%

DAFTAR PUSTAKA

[1] Wicaksono, M.F., dan Hidayat. (2017) . *BUKU MUDAH BELAJAR MIKROKONTROL ARDUINO.* Bandung : Informatika.

[2] Syahrul, *MOTOR STEPPER: TEKNOLOGI, METODA DAN RANGKAIAN KONTROL*

[3] Arief, U. M. (2011). Pengujian Sensor Ultrasonik PING untuk Pengukuran Level Ketinggian Air. *Elektrikal Enjiniring*, 73.

[4] Hardiansyah, R. (2017). *KENDALI POSISI LINEAR ACTUATOR BERBASIS PID.* Batam: Randy Hardiansyah.

[5] Kusriyanto, M., & Aditya, S. (2016). *RANCANG BANGUN TIMBANGAN DIGITAL TERINTEGRASI INFORMASI BMI.* Yogyakarta: Medilla Kusriyanto, Aditya Saputra.

[6] Murata. (2008). *Ultrasonic Sensor*. Murata Manufacturing Co.,Ltd.

[7] Nugroho, N., & Sri, A. (2015). *ANALISA MOTOR DC (DIRECT CURRENT) SEBAGAI.* Palembang: Nalapana Nugroho, Sri Agustina.

[8] Pratama, Y. (2015). *PENGONTROLAN KECEPATAN MOTOR PROTOYPE KONVEYOR PENGANGKUT PASIR BERDASARKAN JARAK MENGGUNAKAN ARDUINO UNO ATMEGA 328P*. Mataram: Yusuf Pratama.

[9] Qodari, M. (2009). *Motor DC dan Generator DC.* Malang: M. Chasan Qodari.

[10] Sugriwan, I., Suweni Muntini, M., & Hadi Pranomo, Y. (n.d.). *DESAIN DAN KARAKTERISASI LOAD CELL TIPE CZL601 SEBAGAI SENSOR MASSA UNTUK MENGUKUR DERAJAT LAYU PADA PENGOLAHAN TEH HITAM.* Surabaya: Iwan Sugriwan.

[11] Wijayanti, M. *MOTOR LISTRIK*