

## MESIN PENGGILING BUMBU PECEL OTOMATIS BERBASIS ARDUINO

Yuli Prastiawati<sup>1</sup>, Diana Lestariningsih<sup>2</sup>, Andrew Joewono<sup>3</sup>

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik,

Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya : Jl. Kalijudan no 37 Surabaya, 60114,

Telp : 031-3891264, Fax : 031-3891267

email : Andrew\_sby@yahoo.com

### ABSTRAK

*Pecel adalah makanan tradisional Indonesia yang terbuat dari rebusan sayuran yang dihidangkan dengan disiram sambal kacang. Berawal dari pembuatannya yang menggunakan sistem tradisional atau manual (menggunakan cobek dan ulekan) menggambarkan bahwa pembuatan sambal pecel ini membutuhkan tenaga, kesabaran, waktu dan keahlian yang lebih untuk membuatnya. Dengan melihat kemajuan zaman yang semakin berkembang terdapat ide untuk membuat mesin penggilingan sambal pecel berbasis arduino. Dalam pembuatan sistem perancangan ini diwujudkan dengan menggunakan mikrokontroler, driver relay, kontaktor, push button, motor penggerak sebagai komponen utama. Penggilingan tersebut terdapat LCD untuk menampilkan inputan Sistem pengolahan terdapat 3 tombol yang berbeda dari 1kg-3kg yang bertujuan untuk pemilihan penggilingan sesuai takaran, namun takaran tersebut masih manual. Sehingga proses pengolahan penggilingan dari 1kg-3kg mempunyai waktu yang berbeda – beda yang terdapat pada inisialisasi pemrograman mikrokontroler arduino. Untuk hasil output yang diolah dari proses penggilingan akan dilakukan modifikasi pada mesin agar bumbu yang diolah akan berbentuk persegi panjang. Saat proses tombol yang ditekan dan proses penggilingan motor tersebut akan berhenti sesuai dengan waktu yang telah diprogram. Pada tugas akhir ini alat yang dibuat untuk mempermudah usaha home industry dan melestarikan makanan tradisional khas pulau jawa tanpa mengabaikan kualitas produksi dan meningkatkan mutu produksi tanpa mengabaikan kehygienisan hasil produksi.*

**Kata kunci :** Bumbu pecel, mikrokontroler

### I. Pendahuluan

Pecel merupakan jenis makanan tradisional yang banyak dijumpai di daerah pulau jawa terutama Jawa Tengah, Jawa Barat dan Jawa Timur. Makanan ini sudah sangat melegenda dan banyak disukai semua kalangan dari orang dewasa hingga anak-anak. Menikmati pecel paling nikmat ketika siang hari dikondisi cuaca yang panas terlebih jika kuah pecel atau sambal pecelnya memiliki rasa yang nikmat tentu akan menggugah selera.

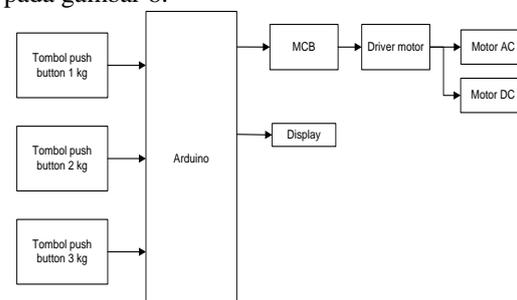
Bumbu pecel terbuat dari bahan kacang tanah yang diulek dengan bahan bumbu lainnya. Bumbu pecel ini jika kita simpan dalam lemari pendingin maka dapat bertahan selama berminggu-minggu bahkan hingga 1 bulan. Tinggal mencari bahan pecelnya saja ketika ingin membuat pecel, pecel biasanya terdiri dari sayur-sayuran seperti daun pepaya, daun singkong, kecambah dsb.

Bahan cara membuat sambal pecel:

- Kacang tanah beserta kulit arinya
- Daun jeruk purut
- Cabe merah keriting
- Kencur
- Gula merah
- Garam
- Cabe rawit merah
- Asam jawa sekupnya

### II. Metode Perancangan

Pada awal pemrosesan pembuatan sambal pecel operator harus menyiapkan semua bumbu dasar pembuatan bumbu pecel yang sudah ditakar sesuai dengan range 1kg-3kg, kemudian dilanjutkan pada proses pengolahan. Untuk bagian sistem perancangan alat mengikuti diagram blok yang direncanakan pada gambar 8.



Gambar 8 Diagram Blok

Pada alat ini terdiri dari berbagai komponen-komponen penunjang diantaranya sebagai berikut :

1. Arduino Uno : Berfungsi untuk menjalankan / mengontrol sistem alat ini khususnya pada mengaktifkan relay untuk mengaktifkan motor dan delay.

2. MCB : Berfungsi untuk saklar pengaman kontrol pada keseluruhan sistem.
3. Kontaktor : Berfungsi untuk menyambungkan / memutuskan arus listrik AC khususnya pada beban motor AC.
4. Push Button : Berfungsi untuk mengaktifkan driver relay dengan bantuan inialisasi program arduino sehingga kontaktor menyala dan push button reset untuk mereset apabila terjadi error pada sistem.
5. Driver Relay : berfungsi untuk mengaktifkan kontaktor jika memperoleh arus dari arduino sehingga di searahkan oleh optocoupler di dalam driver relay yang berfungsi jika ada lonjakan/loncatan tegangan yang berada pada beban tidak akan masuk ke bagian pengolahan data.
6. Motor AC : Berfungsi untuk melakukan proses penggilingan pada mesin penggiling. Motor ac akan aktif jika driver relay aktif memperoleh tegangan 5 V dan output driver relay yang mulanya NO (*normally open*) menjadi NC (*normally close*) sehingga mengaktifkan koil A1 pada kontaktor dan mengaktifkan motor.
7. Motor DC : Berfungsi untuk melakukan proses pencetakan. Motor dc akan aktif jika driver relay aktif memperoleh tegangan 5 V dan output driver relay akan mengaktifkan motor secara bersamaan dengan motor AC sesuai dengan inialisasi program arduino yang diinginkan.
8. Display (LCD) : Berfungsi untuk menampilkan data yang telah di program pada arduino.

Untuk menggerakkan mesin penggiling bumbu pecel otomatis berbasis Arduino terdiri dari tiga bagian yaitu : unit input, unit pengolah, dan unit output. Unit input terdiri atas tombol pilihan dengan range 1kg-3kg. Unit pengolah terdiri dari mikrokontroler Arduino, driver relay, motor. Unit output terdiri dari dan display.

Dalam proses penggilingan dan pencetak menggunakan 2 motor, pemilihan motor AC ½ HP dan motor DC dikarenakan pada proses penggilingan bumbu pecel rpm yang dibutuhkan sesuai dengan spesifikasi motor tersebut 1420 rpm, untuk beban 1kg - 3 kg. Untuk pemilihan motor DC pada alat pencetak membutuhkan 50 rpm untuk proses pengolahan sampai bumbu tersebut tercetak, berikut spesifikasi motor AC dan DC yakni :

- 1). Motor AC ½ HP = 372,85 Watt, 1420 rpm, 110/220 V, I = 6.48/4.24 A.
- 2). Motor DC 12 Vdc, I = 2.5/7.5A, 150 rpm, 30 Watt

Berikut perhitungan berapa rpm untuk masing - masing motor sebagai berikut:

1. Pulley motor AC = 3 dim ( 8cm )

2. Pulley motor DC = 2 dim ( 5cm)
2. Pulley mesin penggiling = 8 dim ( 20 cm )
3. Pulley mesin pencetak = 6 dim ( 15 cm )

$$\text{Maka } \frac{P_{motor}}{P_{pulley\ mesin}} \times \text{rpm}$$

$$\text{a). Rpm pada mesin penggiling} = \frac{3}{8} \times 1420 = 532.5 \text{ rpm}$$

$$\text{b). Rpm pada mesin pencetak} = \frac{2}{6} \times 150 = 50 \text{ rpm}$$

$$\text{c) Torsi} = \frac{5250 \times hp}{N} = \frac{5250 \times 1}{1420} = 3.7 \text{ lb ft} = 5.01 \text{ Nm}$$

$$\text{d) \% slip} = \frac{N_s - N}{N_s} \times 100$$

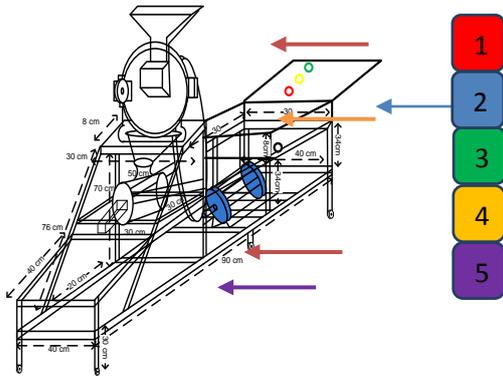
$$N_s = (120.F)/P = (120.50)/4 = 1500 \text{ rpm}$$

Pada perancangan mekanik menggunakan sabuk untuk motor jenis V-belt, dikarenakan Sabuk V memberikan kerapatan terhadap jarak yang kecil antar pusat puli.

1. V-Belt digunakan untuk mentransmisi daya yang jaraknya relatif jauh.
2. Kecilnya faktor slip.
3. Mampu digunakan untuk putaran tinggi. Memberikan nilai tinggi dalam pembatasan perbandingan tegangan. Maka daya yang dipindahkan oleh sabuk V lebih dari sabuk rata pada koefisien gesek yang sama, busur kontak dan tegangan izin pada sabuk yang sama.

- a. Perancangan keseluruhan alat

Pada alat ini terdapat 2 bagian yaitu alat penggiling dan alat pencetak. Dalam perancangan alat penggilingan menggunakan mesin ffc 15 yang bertujuan untuk pengolahan bahan bumbu yang sudah di goreng terlebih dahulu, dalam alat tersebut terdapat filter sebagai tempat saringan bumbu yang sudah halus sesuai dengan ukuran filter, kemudian hasil bumbu yang sudah tergiling akan jatuh ke dalam proses ke 2 yakni alat pencetakan yang terdapat *screwconveyor* yang mendorong bumbu yang sudah tergiling akan menuju ke proses pencetakan yang sudah dimodifikasi dengan bantuan corong dan wadah setengah lingkaran menggunakan plat *stainless*. Pada saat adonan keluar pemotongan bumbu tersebut masih manual menggunakan pisau. Sehingga bumbu tersebut dapat dipotong sesuai dengan ukuran wadah tersebut dengan dimensi lebar 2 cm x panjang 8 cm. Berikut gambar 9 desain bagan alat.



Gambar 9 Desain keseluruhan alat

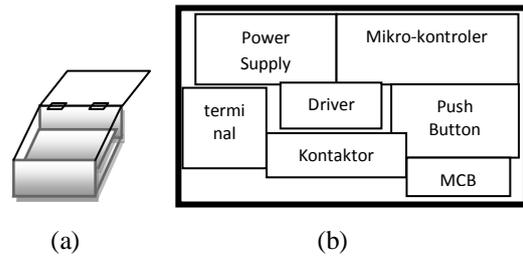
Keterangan :

1. Inlet alat penggiling maksimum 900 gram
2. Box kontrol uk 30x30x8 cm
3. Alat Penggiling
4. Alat Pencetak
5. Output alat pencetak dimensi 2 x 8 cm

b. Perancangan desain sistem kontrol

Sistem kontrol pada Sistem ini tersusun atas beberapa komponen rangkaian meliputi rangkaian power supply, mikrokontroler, driver relay, push button dan kontaktor . Seluruh rangkaian tersebut diletakan pada sebuah box panel dengan ukuran 30 cm x 30 cm x 8 cm. Pada bagian dalam box didesain secara bertingkat, pada bagian atas akan digunakan untuk meletakan rangkaian dan bagian

bawahnya untuk perkabelannya. Perancangan desain sistem kontrol dapat dilihat pada 11

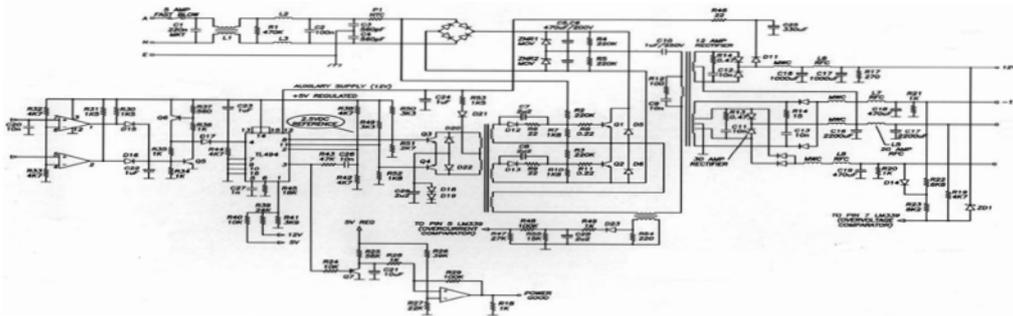


Gambar 11 (a) Konstruksi Box Panel Kontrol  
(b) Penyusunan Rangkaian dalam Box

Perancangan sistem kontrol menggunakan bahan akrilik dengan tebal 2mm dan pada sisi bagian atas diberi engsel seperti Gambar 11 (a). Sedangkan penyusunan tata letak rangkaian yang digunakan digambarkan seperti pada Gambar 11 (b)

c. Perancangan sistem

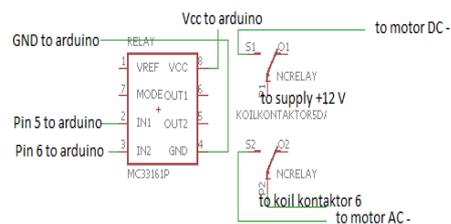
- Power Supply  
Pada power supply dibutuhkan output  $\pm 12$  V untuk arduino dan motor DC, power supply tersebut mempunyai maksimum arus yakni 10 A. dimana nilai arus 10 ampere tersebut digunakan untuk menyalakan motor dc dan mensupply rangkaian kontrol. Dapat dilihat pada gambar 12 rangkaian power supply



Gambar 12 Rangkaian power supply

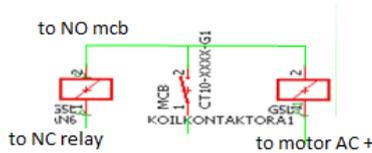
• Driver Relay

Pada driver relay digunakan untuk mengendalikan motor supaya aktif , dan untuk pengendalian tersebut terdapat 2 motor, yakni : motor AC dan DC, dimana driver tersebut dilengkapi optocoupler yang digunakan untuk menahan loncatan tegangan tinggi pada motor. Berikut gambar rangkaian driver relay dapat dilihat pada gambar 13



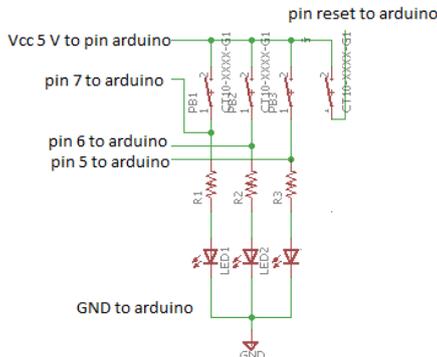
Gambar 13 rangkaian driver relay

- Kontaktor**  
 Pada kontaktor ini digunakan untuk mengaktifkan motor AC 220 V, dikarenakan butuh mengaktifkan tegangan 220 V untuk motor maka menggunakan kontaktor tersebut sebagai pengaman, terdapat 3 koil untuk motor yakni koil 5 dan 6 dengan sistem seperti saklar. Kontaktor berfungsi untuk tidak mengganggu sistem komponen yang lain jika terjadi loncatan tegangan lebih pada motor AC. berikut gambar rangkaian kontaktor dapat dilihat pada gambar 14 sebagai berikut



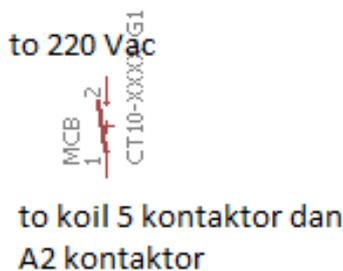
Gambar 14 Rangkaian kontaktor

- Rangkaian Push button**  
 Pada rangkaian push button digunakan untuk tombol on/off untuk mengendalikan sistem yang ingin di proses. Dapat dilihat pada gambar 15



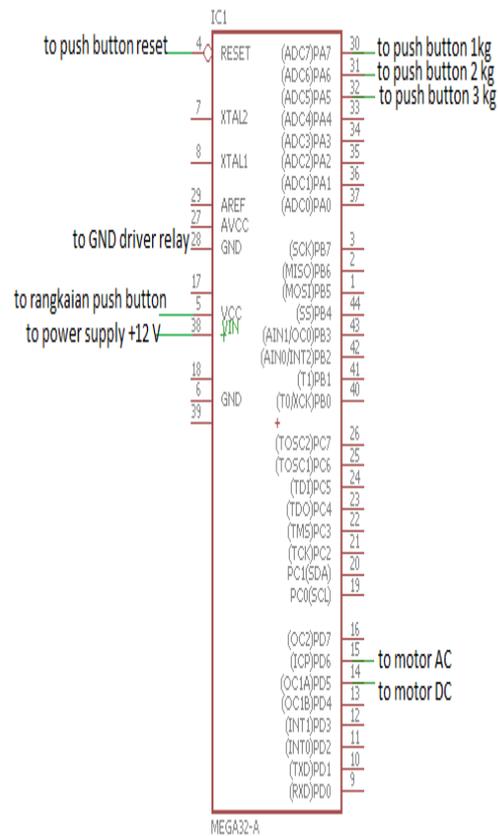
Gambar 15 Rangkaian push button

- MCB**  
 Pada rangkaian ini dibutuhkan sebuah sistem saklar untuk on/off pada kontrol rangkaiannya, maka menggunakan MCB gunannya untuk memutuskan arus berlebih pada sistem yang dikarenakan loncatan pada tegangan motor. Berikut gambar rangkaian dapat dilihat pada gambar 16

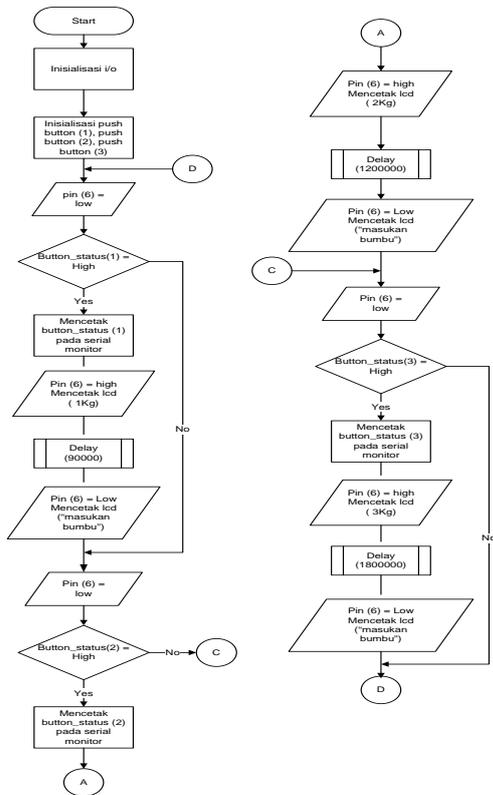


Gambar 16 Rangkaian MCB kontrol

- Mikrokontroler**  
 Pada pemrograman terlebih dahulu melakukan inisialisasi yang meliputi deklarasi variabel yang akan digunakan dalam pemrograman, terdapat Pin D6 arduino yang berfungsi membaca tegangan kerja dari driver relay berupa tegangan 5V, pada driver relay pada saat tidak menerima arus pemicuan, maka transistor akan berada pada posisi cut-off dan tidak menghantarkan arus,  $I_c=0$ . Dan saat kaki basis menerima arus pemicuan, maka transistor akan berubah ke keadaan saturasi dan menghantarkan arus. Sehingga output tegangan 220 Vac dari driver relay tersebut mengaktifkan kontaktor. Terdapat 3 push button yang menerima tegangan 5 V dari arduino dan diinisialisasikan pada program sebagai input untuk menagktifkan motor sesuai dengan waktu yang berbeda-beda dari tiga tombol. Berikut gambar 17 rangkaian kontrol arduino dan gambar 18 flowchart program



Gambar 17 Rangkaian kontrol arduino



Gambar 18 Flowchart program

**III. Hasil Dan Pembahasan**

Pada bab ini membahas tentang pengukuran serta pengujian alat dalam keseluruhan sistem yang dibuat. Adapun tujuan dilakukannya pengukuran dan pengujian alat ini untuk mengetahui apakah alat yang telah dibuat berfungsi sesuai dengan apa yang diharapkan. Pengujian dan pengukuran yang dilakukan meliputi hal-hal sebagai berikut :

1. Pengukuran arus pada motor
2. Pengukuran rpm pada motor
3. Pengukuran tegangan kerja relay
4. Pengukuran tegangan kerja arduino
5. Pengukuran daya
6. Hasil Pengujian

**a. Pengukuran arus motor AC dan DC**

Pada pengujian pengukuran arus pada motor bertujuan untuk mengetahui beban arus pada saat motor bekerja dengan adanya beban, untuk mengetahui perbandingan arus motor jika adanya beban tidak mempengaruhi komponen lain, mengetahui apakah dengan arus yang diperoleh oleh output supply tersebut bisa mengedrive relay supaya bisa menjalankan motor dan dengan melihat arus motor dc dan ac dapat menganalisa proses penggilingan dan pencetak berjalan dengan baik jika dengan beban yang diberikan. Pada tabel 4.1 merupakan tabel dari pengukuran arus motor AC dan DC.

Tabel 1 Pengukuran Arus Motor AC dan DC

No	Keterangan	Arus Motor DC ( A )	Arus Motor AC ( A )
1.	Tanpa beban	2.7	0.28
2.	Dengan beban	5.19	3.6

**b. Pengukuran RPM motor AC dan DC**

Pada pengujian pengukuran RPM pada motor bertujuan untuk mengetahui berapa kecepatan yang dibutuhkan untuk dilakukannya proses penggilingan dan pencetak dengan adanya beban dan tanpa beban, sebagai penunjang ukuran pulley dengan mengetahui berapa rpm yang dibutuhkan dengan cara mengetahui perhitungan perbandingan pulley dan kecepatan yang dibutuhkan mesin untuk memproses dengan baik. Selain itu pengukuran RPM untuk mengetahui berapa rpm motor yang dibutuhkan untuk dilakukannya proses penggilingan dan untuk mengetahui hasil proses tersebut sesuai yang diharapkan dengan rpm yang dibutuhkan sesuai dengan spesifikasi motor yang digunakan, karena bahan penggilingan bertekstur lengket dan keras. Berikut tabel 4.2 merupakan tabel pengukuran RPM motor AC dan DC.

Tabel 2 Pengukuran RPM motor AC dan DC

No.	Keterangan	RPM Motor DC	RPM Motor AC
1.	Tanpa beban	44.7 rpm	550 rpm
2.	Dengan beban	41.3 rpm	408 rpm

**c. Pengukuran Daya**

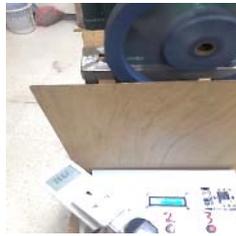
Pengukuran daya dilakukan pada keseluruhan alat mengenai besarnya konsumsi daya yang dibutuhkan pada saat sistem berada pada kondisi stand by, kondisi kerja saat (On motor AC dan motor DC) dan kondisi kerja dengan diberi beban. Definisi dari kondisi standby adalah pada saat mikrokontroller , power supply, dan LCD aktif, kondisi kerja saat mesin dioperasikan, dan kondisi kerja saat diberi beban. Tujuan dilakukannya pengukuran konsumsi daya pada sistem adalah untuk mengetahui besarnya daya yang dibutuhkan untuk mengoperasikan alat tersebut. Berikut dapat dilihat pada gambar 19 (kondisi standby) , gambar 20 kondisi on alat tanpa beban dan gambar 21 kondisi on alat dengan beban.



Gambar 19 Kondisi standby



Gambar 20 Kondisi On tanpa beban



Gambar 21 Kondisi on dengan beban

Tabel 3 Pengukuran Daya Alat

Kondisi Sistem	Besar Daya (Watt)
Standby	3,1 W
On alat tanpa beban	252,7 W
On alat dengan beban	355.6 W

Dengan demikian dapat mengetahui bahwa daya yang dibutuhkan berpengaruh dengan tegangan dan arus yang diperoleh, pada konsumsi energi yang diperlukan untuk dilakukannya proses penggilingan dan pencetak pada alat tersebut dapat dihitung dengan persamaan energi E(kWh) sebagai berikut:

Tabel 5 Perhitungan perbandingan kacang dan bumbu

Keterangan	Perhitungan Kacang	Perhitungan Bumbu
Untuk bumbu 1 kg	$\frac{5}{8} \times 1000 \text{ gram} = 625 \text{ gram}$	$\frac{3}{8} \times 1000 \text{ gram} = 375 \text{ gram}$
Untuk bumbu 2 kg	$\frac{5}{8} \times 2000 \text{ gram} = 1250 \text{ gram}$	$\frac{3}{8} \times 2000 \text{ gram} = 750 \text{ gram}$
Untuk bumbu 3 kg	$\frac{5}{8} \times 3000 \text{ gram} = 1875 \text{ gram}$	$\frac{3}{8} \times 3000 \text{ gram} = 1125 \text{ gram}$

Pada proses penggilingan terdapat sisa – sisa bumbu yang berada dalam mesin pencetak dan penggiling yakni total 100 gram, dikarenakan dengan tidak adanya output yang dilanjutkan ke proses pencetak maka sisa yang terdapat dalam mesin tidak bisa keluar. Untuk 1 buah bumbu berat = 50 gram, jika dilanjutkan untuk pengemasan dengan sambal pecel yang dipasaran dengan bberat 250 gram, maka dibutuhkan 5 buah sambal pecel untuk dikemas. Pada perhitungan waktu pada saat pemrosesan pengolahan pada tabel 7 sebagai berikut.

$$E(kWh) = \frac{P(\text{Watt}) \times t(\text{jam})}{1000} \quad (2.5)$$

Tabel 4 perhitungan energi E(kWh) per kg bumbu

No	Bumbu Pecel	Perhitungan ( $E(kWh)$ )
1	Bumbu pecel 1 kg	$\frac{355.6 \times (37/60) \text{ jam}}{1000} = 0.219$
2	Bumbu pecel 2 kg	$\frac{355.6 \times (77/60) \text{ jam}}{1000 \times 60} = 0.456$
3	Bumbu pecel 3 kg	$\frac{355.6 \times (117/60) \text{ jam}}{1000 \times 60} = 0.693$

Pada tabel 4.5 untuk menentukan energi yang diperlukan dalam membuat sambal pecel dalam 3 berat yang berbeda, sehingga dapat diketahui pula biaya operasional yang diperlukan untuk tiap pembuatan sambal pecel. Dengan cara mengalikan energi tiap berat bumbu dengan harga biaya listrik yang ada.

#### d. Pengujian alat

Pada hasil pengujian alat dibutuhkan perhitungan perbandingan untuk menentukan berapa gram kacang dan bumbu yang dibutuhkan untuk memenuhi target yang diinginkan sebagai berikut :

- Kacang : Bumbu  
 1000 gram : 600 gram  
 10 : 6 = 5 : 3  
 Jumlah = 8 maka, dapat dilihat perhitungan perbandingan kacang dan bumbu pada tabel 5

Dimana : sisa bumbu dalam mesin = 100 gram ,maka perhitungan untuk mengetahui jumlah bumbu per/kg dan durasi yang akan digiling sebagai berikut:

$$\frac{(\text{bumbu pecel } (1\text{kg}) - (\text{sisa bumbu dalam mesin}))}{50 \text{ gram (bumbu sudah jadi dengan dimensi } 2 \times 8 \text{ cm)}} = \dots\dots(\text{total sambal pecel})$$

Keterangan :

Proses 1 buah sambal pecel ( 2 menit )

Proses penggilingan ke pencetak ( 1 menit )

Maka :

Tabel 7 perhitungan waktu pada saat pemrosesan pengolahan

No.	Bumbu	Perhitungan proses pengolahan bumbu	Hasil Durasi (menit)	Jumlah bumbu
1.	Sambal pecel 1 kg	$\frac{(1000 \text{ gram}) - (100 \text{ gram})}{50 \text{ gram}} =$ 18 buah maka, ( 18 buah x 2 menit ) + 1 menit	37	18 buah x 50 gram = 900 gram
2.	Sambal pecel 2 kg	$\frac{(2000 \text{ gram}) - (100 \text{ gram})}{50 \text{ gram}} =$ 40 buah maka, (38 buah x 2 menit ) + 1 menit	77	38 buah x 50 gram = 1900 gram
3.	Sambal pecel 3 kg	$\frac{(3000 \text{ gram}) - (100 \text{ gram})}{50 \text{ gram}} =$ 60 buah maka, (58 buah x 2 menit ) + 1 menit	117	58 buah x 50 gram = 2900 gram

#### IV. Kesimpulan

Pada bab ini akan disimpulkan beberapa hal yang dapat diambil dari pengukuran, serta pengujian pada sistem penggilingan dan pencetak bumbu pecel.

1. Alat berfungsi sesuai dengan tujuan perancangan, yaitu alat dapat melakukan proses penggilingan secara otomatis dengan durasi 37 menit untuk 1kg bumbu pecel dengan total bumbu yang dihasilkan sebanyak 18 buah, untuk 2kg bumbu pecel durasi 77 menit dengan total bumbu 38 buah, dan untuk 3kg bumbu pecel durasi 117 menit dengan total bumbu 58 buah.
2. Pada proses penggilingan terdapat sisa-sisa bumbu yang berada dalam mesin penggiling dan pencetak total 100 gram.
3. Untuk memasukan bumbu ke dalam inlet penggilingan harus step by step
4. Untuk total bumbu jika ingin dilakukan pengemasan dengan standart bumbu yang ada di pasaran dengan berat 250 gram, maka bumbu total yang dikemas sebanyak 5 buah bumbu dengan berat 50 gram setiap pemotongan dengan dimensi 2 x 8 cm.

#### DaftarPustaka

1. <http://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBo ardUno/>
2. [http://www.fecegypt.com/uploads/dataSheet/1480848003\\_2\\_channel\\_5v\\_10a\\_relay\\_m odule.pdf](http://www.fecegypt.com/uploads/dataSheet/1480848003_2_channel_5v_10a_relay_m odule.pdf)
3. <http://www.setetes.info/cara-membuat-sambal-pecel/>
4. <https://www.kelistrikanku.com/2016/09/menghitung-arus-daya-kecepatan-motor-listrik-ac.html>
5. Rahanda Abdilah, Mochammad Rochmad, Eru Puspita, 2011 “Perancangan mesin pembuat kopi berbasis mikrokontroller” Tugas Akhir Pens Jurusan Teknik Elektronika, Politeknik Elektronika Negri Surabaya.
6. Widyatama, Ardian 2015“Alat pengestrak kunyit otomatis berbasis Arduino Uno”. Tugas Akhir Jurusan Teknik Elektro Universitas Sanata Dharma.
7. Irfan Sidqon, 2011“Perancangan sistem produksi dan pengemasan sambal pecel berbasis mikrokontroler”.Tugas Akhir Stikom.Rejani erwanda 2016 “Rancang bangun prototipe pengendali kecepatan motor induksi dengan pengaturan tegangan berbasis mikrokontroler arduino dan android smartphone” Tugas Akhir Universitas Lampung Program Jurusan Teknik Elektro
8. <https://arassh.wordpress.com/2010/11/08/sabuk-dan-tali-elemen-mesin/>
9. Nurlaily lubis, 2017“Mesin penyeduh kopi otomatis”Laporan proyek akhir politeknik negeri batam jurusan teknik elektro
10. Mariza,2017 “Motor Listrik” Makalah Universitas Gunadarma Jurusan Teknik Elektro
11. <http://zoniaelektro.net/switching-power-supply/>
12. Totok nur alif, S.pd, ST, Drs. Sugeng budi, 2010“Mengenali sistem pengendali kontaktor” Handbook smk negeri 2 probolinggo jurusan teknik ketenagalistrikan.
13. Rohman, 2016 “Bab II jenis- jenis mesin penggiling” Tugas akhir Teknik elektro Universitas Diponegoro.
14. Rohman, 2016 “Bab II jenis- jenis mesin penggiling” Tugas akhir Teknik elektro Universitas Diponegoro.
15. Handbook Universitas Sumatra Utara Reptsitory , 2017 “ Bab II Landasan Teori Sistem Kontrol.pdf ”
16. Sudaryatno Sudirham, 2011 handbook “ motor-asinkron dan sinkron.pdf ”