

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini akan diberikan pemaparan terkait hasil pengujian dan pembahasan yang telah dilakukan oleh peneliti saat melakukan pengujian dari hasil fabrikasi alat proyek akhir.

4.1 Hasil Perancangan Mesin Pencetak dan Pengisian Bakpao

Berikut merupakan hasil dari proses rancang bangun yang telah dilakukan. Gambar 4.1 menunjukkan tampilan akhir dari mesin pembuat dan pencetak bakpao yang telah berhasil di fabrikasi.



Gambar 4. 1 Hasil Rancang Bangun



Gambar 4. 2 Komponen Mesin

Tabel 4. 1 Keterangan Komponen

No.	Keterangan
1	Saluran isian
2	Roda gigi pembentuk adonan
3	Nampan penampung
4	<i>Hopper</i> isian
5	<i>Hopper</i> adonan
6	Dudukan pisau pemotong
7	<i>Screw</i> isian
8	<i>Screw</i> adonan

Mesin ini dirancang untuk mencetak adonan bakpao sekaligus mengisi isian didalamnya secara otomatis dan efisien. Adapun spesifikasi mesin pencetak dan pengisian bakpao yang dihasilkan adalah sebagai berikut.

Tabel 4. 2 Spesifikasi Mesin Pencetak dan Pengisian Bakpao

Part / Bagian	Komponen Satuan	Spesifikasi	Jumlah
Mesin Pencetak dan Pengisian Bakpao	Dimensi Mesin	78 x 65 x 94 cm	
Sistem Penggerak	Motor Listrik	Motor listrik YC90-4 dengan daya 0,75 HP, putarannya 1400 rpm, tengannya 220 Volt dan memiliki <i>phase</i> 1.	1
Sistem Transmisi	<i>Pulley</i> motor listrik (<i>pulley</i> 1), <i>screw</i> adonan (<i>pulley</i> 4), gearbox <i>reducer</i> pada poros utama (<i>pulley</i> 5)	<i>Type A</i> 4 inch dengan material Aluminium.	3
	<i>Pulley</i> utama (<i>pulley</i> 2)	<i>Type A</i> 12 inch dengan material Aluminium.	1
	<i>Pulley screw</i> adonan pada poros utama (<i>pulley</i> 3), <i>screw</i> isian (<i>pulley</i> 7), pemotongan (<i>pulley</i> 8)	<i>Type A</i> 2 inch dengan material Aluminium.	3
	<i>Pulley gearbox reducer</i>	<i>Type A</i> 6 inch dengan material Aluminium.	1
	<i>V-belt</i> Utama (dari <i>pulley</i> motor listrik (<i>pulley</i> 1) ke <i>pulley</i> utama (<i>pulley</i> 2))	<i>Belt A-45</i> dengan merk Mitsuboshi dan bahannya adalah <i>rubber</i> . Panjang <i>belt</i> adalah 1143 mm.	1
	<i>V-belt Screw Adonan</i> (dari <i>pulley screw</i> adonan pada poros utama (<i>pulley</i> 3) ke	<i>Belt A-39</i> dengan merk Mitsuboshi dan bahannya adalah <i>rubber</i> .	1

	<i>pulley screw adonan (pulley 4))</i>	Panjang <i>belt</i> adalah 991 mm.	
	<i>V-belt Reducer (dari pulley gearbox reducer pada poros utama (pulley 5) ke pulley gearbox reducer (pulley 6))</i>	<i>Belt A-31</i> dengan merk Mitsuboshi dan bahannya adalah <i>rubber</i> . Panjang <i>belt</i> adalah 787 mm.	1
	<i>V-belt Pemotong (dari pulley screw isian (pulley 7) ke pulley pemotong (pulley 8))</i>	<i>Belt A-17</i> dengan merk Mitsuboshi dan bahannya adalah <i>rubber</i> . Panjang <i>belt</i> adalah 432 mm.	1
	<i>Poros Utama</i>	S40C	1
	<i>Poros Screw Adonan</i>	S40C	1
	<i>Poros Screw Isian</i>	S40C	1
	<i>Ball Bearing</i>	ASB UC204-12 dengan diameter poros 19,050 mm.	8
	<i>Shock</i>	S60C	2
	<i>Gearbox Reducer</i>	Aluminium dengan ukuran 2,5 inch dan perbandingan 1:10	1
Ruang Pemotongan	<i>Hopper Adonan</i>	<i>Stainless Steel 304</i>	1
	<i>Screw Adonan</i>	<i>Stainless Steel 304</i>	1
	<i>Hopper Isian</i>	<i>Stainless Steel 304</i>	1
	<i>Screw Isian</i>	<i>Stainless Steel 304</i>	1
	<i>Roda Gigi Pembentuk</i>	<i>Steel 16MnCr5</i> dengan jumlah modul 3 dan <i>number of teeth : 36</i>	3
	<i>Dudukan Pisau Pemotong</i>	<i>Stainless Steel 304</i>	1
	<i>Mata Pisau</i>	<i>Stainless Steel 304</i>	2
	<i>Saluran Isian</i>	<i>Pure Food Spring Hose ¾"</i>	1
	<i>Frame Rangka</i>	L besi 44	1

Komponen Statis	Cover Rangka	Hollow besi dengan mm	33 1 tebal 2
	Nampan Penampung	Stainless Steel	1
	Dudukan Nampan	L besi 44	1

Berikut ini disajikan gambar detail dari komponen mesin pencetak dan pengisian bakpao, seperti bagian *hopper* isian, *hopper* adonan, *screw* isian, *screw* adonan, roda gigi pembentuk, dll.

Mesin pencetak dan pengisian bakpao memiliki kapasitas 100 kg/jam. Guna mencapai kapasitas tersebut perancangan mesin bakpao dimulai dengan riset terkait masa beserta isiannya yang biasa dijual dipasaran dengan melalui *direct obsevation* dan *literature review*, kemudian dilanjutkan dengan perancangan dan kalkulasi agar mampu mencapai kapasitas 100 kg/jam, selanjutnya dilakukan desain menggunakan *software 3d modelling* berupa solidwork, tahap selanjutnya adalah melakukan fabrikasi sesuai dengan desain dan kalkulasi, dan tahap terakhir adalah pengujian untuk memastikan mesin mencapai kapasitas yang diinginkan dan performa mesin yang stabil.

Mesin pencetak dan pengisian bakpao ini memiliki dimensi rangka 78 x 65 x 94 cm dengan bagian bawah menggunakan roda sehingga memudahkan mobilisasi. Total ketinggian dari bagian roda hingga *hopper* adalah 94 cm. Mesin pencetak dan pengisi bakpao ini menggunakan motor listrik dengan daya 0,75 HP dan putarannya adalah 1400 RPM. Motor listrik sebagai tenaga utama dalam sistem mekanisme. Energi listrik yang dikonversi menjadi energi mekanik oleh motor kemudian ditransmisikan melalui sistem *pulley* dan *belt*, yang berperan sebagai penghubung antara motor dan komponen penggerak lainnya.

Mesin pencetak dan pengisian bakpao mampu mempersingkat proses pencetakan dan pengisian bakpao. Tahapan sistem kerja dari mesin ini adalah tenaga dari motor listrik akan menggerakkan *pulley* berdiameter 12 inch yang berfungsi sebagai penghubung antara motor dengan mekanisme lainnya. *Pulley* 12 inch mentransmisikan putaran ke dua *pulley* tambahan, masing-masing digunakan untuk mendorong adonan dan isian serta terdapat mekanisme pemotong. Adonan di dalam *hopper* akan didorong oleh *screw* adonan kemudian akan diberi isian melalui *injection* isian yang bersumber dari isian didalam *hopper* isian yang didorong oleh *screw* isian melewati selang yang kemudian mengisi adonan bakpao. Setelah isian terdistribusi dengan baik, adonan akan dipotong dengan mekanisme pemotongan agar ukuran setiap bagian seragam.

Prinsip kerja sistem pemotongan adonan bakpao ini memanfaatkan dua buah pelat sejajar yang memiliki rongga (lubang) di bagian tengah sebagai cetakan. Adonan dan isian dialirkan secara kontinu melalui rongga tersebut.

Mekanisme pemotongan diinisiasi oleh sebuah noken (*cam*) yang berfungsi menarik pelat pemotong secara periodik. Untuk mekanisme kembali (reset), sistem ini menggunakan sebuah pegas yang mengembalikan pelat pemotong ke posisi siaga setelah siklus pemotongan selesai.

4.2 Pengujian

Pengujian dilakukan di kampus Sekolah Vokasi, Program Studi Rekayasa Perancangan Mekanik, Universitas Diponegoro. Pengujian dilakukan dengan memproduksi bakpao langsung menggunakan mesin pencetak dan pengisian bakpao. Tujuan dilakukan pengujian ini yaitu untuk mengetahui kemampuan mesin

pembuat bakpao dalam mencapai target produksi 100 kg bakpao per jam, sembari memastikan kualitas dan konsistensi produk.

4.2.1 Prosedur Pengujian

Pengujian alat pencetak dan pengisi bakpao kapasitas 100 kg/jam mengikuti prosedur pengujian. Adapun prosedur pengujian mesin pembuat bakpao adalah sebagai berikut:

- a. Mesin pembuat bakpao yang telah didesain dan dibuat, selanjutnya akan dipersiapkan untuk diuji apakah berhasil atau tidaknya. Lakukan pemeriksaan kembali mesin secara menyeluruh sebelum menguji dengan bahan.
- b. Mempersiapkan bahan uji (adonan dan isian bakpao). Adonan yang akan diuji dipersiapkan dengan cara menimbang terlebih dahulu adonan dan isian sesuai dengan kapasitas yang telah ditentukan spesifikasi, kemudian masukan adonan dan isian ke dalam *hopper screw conveyor*.
 - Adonan : timbang adonan secara akurat dalam batch yang sesuai dengan kapasitas *hopper* adonan yaitu 3 kg per *batch*. Untuk menjaga kontinuitas pengujian hingga mencapai durasi sekitar 2 menit, penambahan 1 kg adonan dilakukan saat volume di dalam *hopper* telah berkurang setengahnya.
 - Isian : timbang isian secara akurat dalam *batch* yang sesuai dengan kapasitas *hopper* isian yaitu 1,5 kg per batch. Untuk menjaga kontinuitas pengujian hingga mencapai durasi sekitar 2 menit, penambahan 0,5 kg isian dilakukan saat volume di dalam *hopper* isian telah berkurang setengahnya.

- c. Ketika mesin sudah beroperasi dalam tahapan uji coba mencetak bakpao, gunakan *stopwatch* untuk mencatat waktu operasi mesin ketika mulai pengisian *hopper*.
- d. Selama mesin beroperasi, hitung bakpao yang tercetak setiap waktu tertentu. Pastikan bakpao yang tercetak memiliki ukuran dan bentuk yang konsisten sesuai standar (60 gram per bakpao). Catat jumlah bakpao yang tercetak per menit selama periode pengujian.
- e. Catat berapa lama waktu yang dibutuhkan mesin untuk mengosongkan satu kali pengisian penuh *hopper* adonan (3 kg) dan *hopper* isian (1,5 kg).
- f. Pada tahapan uji coba ini, dengan melakukan uji coba terhadap mesin sebanyak tiga kali untuk mendapatkan rata-rata hasil pengujian terhadap mesin.

4.2.2 Alat dan Bahan Pengujian

Sebelum melaksanakan proses pengujian, penting untuk memastikan alat dan bahan uji sudah siap digunakan. Adapun alat dan bahan uji adalah sebagai berikut.

Tabel 4. 3 Alat dan Bahan Pengujian

No.	Alat dan Bahan	Gambar	Fungsi Kegunaan
1.	Adonan bakpao		Adonan bakpao sebagai objek dari pengujian mesin ini
2.	Isian bakpao		Isian sebagai objek isian bakpao

Tabel 4. 3 Lanjutan

3.	Timbangan		Timbangan digunakan untuk menimbang hasil butir bakpao yang tercetak
4.	<i>Stopwatch</i>		<i>Stopwatch</i> digunakan untuk mengukur waktu yang dibutuhkan dalam pengujian
5.	Timbangan		Timbangan digunakan untuk mengukur berat adonan dan isian secara keseluruhan

4.3 Data Hasil Pengujian

Pengujian dilakukan dengan memantau proses pencetakan bakpao secara sistematis per interval waktu. Variabel uji nya berupa pengamatan disetiap 10 detik untuk mencatat jumlah bakpao yang tercetak dan memantau kualitasnya. Pendekatan pengujiannya yakni pada setiap interval 10 detik, dicatat jumlah bakpao yang berhasil tercetak, diakumulasi totalnya serta dilakukan penimbangan sampel bakpao untuk mengukur berat dan konsistensinya. Berikut adalah hasil data pengujian yang diperoleh.

Data pertama adalah hasil pengujian mesin pencetak dan pengisi bakpao pada pengujian *batch 1*.



Gambar 4. 3 Hasil Pengujian 1

Data hasil pengujian *batch 1* disajikan pada tabel 4.4 mencakup jumlah bakpao, total akumulasi bakpao, berat sampel bakpao dan catatan kualitas/ukuran yang masing – masing di catat setiap waktu 10 detik.

Tabel 4. 4 Data Hasil Pengujian *Batch 1*

No	Waktu (Detik)	Jumlah bakpao tercetak per 10 detik	Total Bakpao Akumulasi	Berat Bakpao Sampel (gram)	Jumlah Bakpao Sampel Ditimbang	Catatan Kualitas/Ukuran
1	10	6	6	58	3	Baik, konsisten
2	20	5	11	59	3	Baik, konsisten
3	30	5	16	60	3	Baik, konsisten
4	40	5	21	62	3	Baik, konsisten
5	50	5	26	62	3	Baik, konsisten
6	60	5	31	60	3	Baik, konsisten
7	70	5	36	60	3	Baik, konsisten
8	80	5	41	60	3	Baik, konsisten
9	90	5	46	60	3	Baik, konsisten
10	100	5	51	58	3	Baik, konsisten
11	110	5	56	62	3	Baik, konsisten
12	120	6	62	57	3	Baik, sedikit lebih kecil
TOTAL :		62				

Selanjutnya dilakukan percobaan kedua untuk memastikan hasil yang diperoleh akurat. Berikut ini adalah hasil pengujian *batch 2*.



Gambar 4. 4 Hasil Pengujian 2

Data hasil pengujian *batch 2* disajikan pada tabel 4.5 mencakup jumlah bakpao, total akumulasi bakpao, berat sampel bakpao dan catatan kualitas/ukuran yang masing – masing di catat setiap interval waktu 10 detik.

Tabel 4. 5 Hasil Pengujian *Batch 2*

NO	Waktu (Detik)	Jumlah bakpao tercetak per 10 detik	Total Bakpao Akumulasi	Berat Bakpao Sampel (gram)	Jumlah Bakpao Sampel Ditimbang	Catatan Kualitas/Ukuran
1	10	5	5	56	3	Baik, sedikit lebih kecil
2	20	5	10	59	3	Baik, konsisten
3	30	5	15	59	3	Baik, konsisten
4	40	5	20	60	3	Baik, konsisten
5	50	5	25	62	3	Baik, konsisten
6	60	6	31	62	3	Baik, konsisten
7	70	6	37	62	3	Baik, konsisten
8	80	6	43	60	3	Baik, konsisten
9	90	5	48	60	3	Baik, konsisten
10	100	5	53	60	3	Baik, konsisten
11	110	5	58	60	3	Baik, konsisten
12	120	4	62	56	3	Baik, sedikit lebih kecil
TOTAL		62				

Percobaan yang terakhir adalah pencetakan dan pengisian bakpao *batch 3*, untuk memastikan kembali data yang diperoleh akurat.



Gambar 4. 5 Hasil Pengujian 3

Data hasil pengujian *batch 3* disajikan pada tabel 4.7 mencakup jumlah bakpao, total akumulasi bakpao, berat sampel bakpao dan catatan kualitas/ukuran yang masing – masing di catat setiap waktu 10 detik.

Tabel 4. 6 Hasil Pengujian *Batch 3*

No	Waktu (Detik)	Jumlah bakpao tercetak per 10 detik	Total Bakpao Akumulasi	Berat Bakpao Sampel (gram)	Jumlah Bakpao Sampel Ditimbang	Catatan Kualitas/Ukuran
1	10	5	5	58	3	Baik, konsisten
2	20	5	10	58	3	Baik, konsisten
3	30	5	15	60	3	Baik, konsisten
4	40	5	20	60	3	Baik, konsisten
5	50	5	25	62	3	Baik, konsisten
6	60	6	31	62	3	Baik, konsisten
7	70	6	37	60	3	Baik, konsisten
8	80	5	42	60	3	Baik, konsisten
9	90	5	47	58	3	Baik, konsisten
10	100	5	52	60	3	Baik, konsisten
11	110	5	57	58	3	Baik, konsisten
12	120	5	62	56	3	Baik, sedikit lebih kecil
TOTAL:		62				

Selain itu juga tercatat waktu operasi mesin ketika mulai pengisian *hopper*. Berikut data waktu yang dibutuhkan mesin untuk mengosongkan satu kali pengisian pada *hopper* adonan dan *hopper* isian ketika pengujian. Berdasarkan data yang diperoleh, kemudian akan dilakukan analisis data untuk mengetahui kesesuaian kapasitas mesin dan kualitas hasil bakpao.

4.4 Analisis Hasil Pengujian

Setelah dilakukan tiga kali uji coba secara terpisah untuk memperoleh data yang akurat dan terpercaya, dari setiap hasil uji dihitung dan ditampilkan dalam tabel 4.10.

Tabel 4. 7 Ringkasan Hasil Uji Coba Mesin Bakpao

Durasi Uji (menit)	Total Bakpao Tercetak	Rata-rata Bakpao per Menit	Estimasi Bakpao per Jam	Kapasitas	Status
2	62	31	1860	111,6	Berhasil
2	62	31	1860	111,6	Berhasil
2	62	31	1860	111,6	Berhasil

1. Kapasitas

Berdasarkan ringkasan hasil uji coba mesin bakpao pada tabel 4.8 didapatkan perhitungan kapasitas mesin sebagai berikut:

$$Q = \text{Jumlah bakpao (pcs/jam)} \times \frac{60}{1000}$$

$$Q = 1860 \times \frac{60}{1000}$$

$$Q = 111,6 \text{ kg/jam}$$

2. Jumlah bakpao per jam

Dihitung berdasarkan rata-rata bakpao yang tercetak per menit, kalikan 60 untuk mendapatkan estimasi jumlah bakpao yang tercetak per jam.

$$\text{Jumlah bakpao (pcs/jam)} = \text{rata - rata tercetak (pcs/menit)} \times 60$$

$$\text{Jumlah bakpao (pcs/jam)} = 31 \times 60$$

$$\text{Jumlah bakpao (pcs/jam)} = 1860 \text{ pcs}$$

3. Standar Deviasi

Perhitungan standar deviasi untuk menunjukkan berat bakpao yang tercetak setiap menitnya konsisten, terdapat pada tabel berikut:

Tabel 4. 8 Perhitungan Standar Deviasi *Batch* 1

No	Percobaan 1 x	$\bar{x}$	D $x - \bar{x}$	(D) ²
1	58	59,83	-1,83	3,36
2	59	59,83	-0,83	0,69
3	60	59,83	0,17	0,03
4	62	59,83	2,17	4,69
5	62	59,83	2,17	4,69
6	60	59,83	0,17	0,03
7	60	59,83	0,17	0,03
8	60	59,83	0,17	0,03
9	60	59,83	0,17	0,03
10	58	59,83	-1,83	3,36
11	62	59,83	2,17	4,69
12	57	59,83	-2,83	8,03
Σ	718			29,67

Tabel 4. 9 Perhitungan Standar Deviasi *Batch 2*

No	Percobaan 2 x	$\bar{x}$	D $x-\bar{x}$	(D) ²
1	56	59,67	-3,67	13,44
2	59	59,67	-0,67	0,44
3	59	59,67	-0,67	0,44
4	60	59,67	0,33	0,11
5	62	59,67	2,33	5,44
6	62	59,67	2,33	5,44
7	62	59,67	2,33	5,44
8	60	59,67	0,33	0,11
9	60	59,67	0,33	0,11
10	60	59,67	0,33	0,11
11	60	59,67	0,33	0,11
12	56	59,67	-3,67	13,44
Σ	716			44,67

Tabel 4. 10 Perhitungan Standar Deviasi *Batch 3*

No	Percobaan 3 x	$\bar{x}$	D $x-\bar{x}$	(D) ²
1	58	59,17	-1,17	1,36
2	58	59,17	-1,17	1,36
3	60	59,17	0,83	0,69
4	60	59,17	0,83	0,69
5	62	59,17	2,83	8,03
6	62	59,17	2,83	8,03
7	60	59,17	0,83	0,69
8	60	59,17	0,83	0,69
9	58	59,17	-1,17	1,36
10	58	59,17	-1,17	1,36

Tabel 4. 10 Lanjutan

11	58	59,17	-1,17	1,36
12	56	59,17	-3,17	10,03
Σ	710			35,67

Berdasarkan rumus standar deviasi pada buku Elementary Statistic, varians dan standar deviasi dapat dihitung sebagai berikut:

- Standar Deviasi *Batch* 1

$$SD = \sqrt{\frac{\Sigma D^2}{n - 1}}$$

Dimana:

SD : *Standard Deviation*

ΣD^2 : Jumlah $(x - \bar{x})^2$

n : Jumlah data

Sehingga nilai standar deviasi pada data *batch* 1 adalah sebagai berikut.

$$SD = \sqrt{\frac{29,66}{12 - 1}}$$

$$SD = \sqrt{2,696969636}$$

$$SD = 1,642$$

- Standar Deviasi *Batch* 2

$$SD = \sqrt{\frac{\Sigma D^2}{n - 1}}$$

$$SD = \sqrt{\frac{44,66666663}{12 - 1}}$$

$$SD = \sqrt{4,060606057}$$

$$SD = 2,015$$

- Standar Deviasi *Batch* 3

$$SD = \sqrt{\frac{\Sigma D^2}{n - 1}}$$

$$SD = \sqrt{\frac{35,66666667}{12 - 1}}$$

$$SD = \sqrt{3,242424242}$$

$$SD = 1,801$$

Berdasarkan hasil perhitungan, diperoleh jumlah standar deviasi sebesar 5,458 dengan rata-rata standar deviasi sebesar 1,819. Nilai ini mencerminkan seberapa besar penyimpangan data terhadap nilai rata-rata.

- Koefisien Variasi

$$KV = \left(\frac{s}{\bar{x}} \right) \times 100\%$$

Diketahui:

KV : Koefisien variasi

s : Rata-Rata Standar Deviasi

$\bar{x}$: *Mean Batch 1-3*

$$KV = \left(\frac{1,81933}{59,56} \right) = 0,0305$$

$$KV = 0,0305 \times 100\%$$

$$KV = 3,05\%$$

Koefisien variasi yang dihitung sebesar 0,0305 atau dalam bentuk persentase adalah 3,05%. Nilai koefisien variasi yang relatif kecil ini menunjukkan bahwa data memiliki tingkat penyebaran yang rendah dan cukup konsisten terhadap rata-ratanya. Dengan kata lain, variasi antar data cukup kecil sehingga dapat disimpulkan bahwa proses atau hasil pengamatan menunjukkan kestabilan yang baik dan sesuai target 60 gram/pcs.

Variabel keberhasilan dari pengujian ini adalah mesin dianggap berhasil jika hasil rata-rata dari ketiga kali uji coba menunjukkan bahwa:

- a. Kapasitas mesin mencapai 100 kg/jam.
- b. Jumlah bakpao tercetak adalah 1860 pcs/jam.
- c. Jumlah bakpao yang tercetak setiap menitnya menunjukkan konsistensi ukuran (60 gram) dan kualitas yang baik.

Berdasarkan analisis data hasil pengujian, mesin pencetak dan pengisi bakpao ini memiliki kemampuan mencetak dan mengisi bakpao dengan kapasitas 100 kg/jam untuk bakpao dengan berat 60 gram/pcs dengan kualitas yang baik. Dengan demikian mesin pencetak dan pengisi bakpao ini telah berhasil mencapai kapasitas yang direncanakan.

4.5 Teknoekonomi

Analisis teknoekonomi dapat didefinisikan sebagai bahasan yang memadukan aspek teknis dan aspek ekonomi untuk menilai kelayakan penerapan suatu rancangan atau teknologi. Pada tahap ini, evaluasi dilakukan tidak hanya dari sisi kemampuan rancangan untuk berfungsi sesuai spesifikasi dan tujuan yang

diinginkan, tetapi juga dari sisi efisiensi biaya, potensi keuntungan, serta kelayakan investasi. Melalui analisis ini, dapat diperoleh gambaran menyeluruh mengenai seberapa efektif rancangan yang dibuat dalam memenuhi kebutuhan operasional sekaligus memberikan manfaat ekonomi, sehingga menjadi dasar pertimbangan dalam pengambilan keputusan implementasi proyek.

4.5.1 Perhitungan Biaya Energi

Tujuan dari perhitungan biaya energi adalah untuk mengetahui jumlah pengeluaran yang dibutuhkan dalam pemakaian energi selama proses operasional. Hasil perhitungan ini dapat dijadikan dasar dalam memperkirakan biaya produksi, menilai efisiensi pemanfaatan energi, serta menyusun strategi penghematan atau optimalisasi biaya. Selain itu, perhitungan ini juga bermanfaat untuk membandingkan berbagai alternatif sumber energi maupun teknologi yang digunakan, sehingga keputusan yang diambil lebih tepat dari sisi teknis maupun ekonomis.

Diketahui:

- Volt = 220 v
- Ampere = 5.8 A
- $\cos \varphi = 0,69$
- Tarif listrik per kWh = Rp. 1.444,70

$$\text{Daya (watt)} = \text{Volt} \times \text{Ampere} \times \cos \varphi$$

$$\text{Daya} = 220 \times 5.8 \times 0,69 = 880,44 \text{ watt} = 0,8 \text{ kWh}$$

$$\text{Energi (kWh)} = (\text{Daya dalam Watt} \div 1000) \times \text{lama pemakaian (jam)}$$

$$\text{Energi} = 0,8 \times 1 \text{ jam} = 0,8 \text{ kWh}$$

Biaya = Energi (kWh) $\times$ tarif listrik per kWh

Biaya = $0,8 \times 1444,70 = \text{Rp. } 1.155,76/\text{jam}$

4.5.2 Perhitungan BEP (*Break Event Point*)

Sebelum menghitung *Break-Even Point* (BEP), diperlukan rekapitulasi biaya investasi, biaya operasional (termasuk konsumsi energi), dan kapasitas produksi. Data ini menjadi pijakan utama untuk menilai besarnya biaya yang harus ditutup melalui hasil produksi, serta digunakan sebagai dasar dalam menghitung BEP.

- **Asumsi**

1. Harga alat = Rp. 15.000.000
2. Harga kertas bakpao = Rp. 24,00
3. Harga plastik bakpao = Rp. 950,00
4. Harga listrik per kWh = Rp. 1.444,70
5. Harga bahan/*batch* = Rp. 75.000
6. Upah pekerja/org/hari = Rp. 34.000
7. Harga bakpao/pes = Rp. 6.000
8. Hasil cetak bakpao per hari laku atau habis terjual
9. Biaya perawatan mesin/hari = Rp. 30.000
10. Jam kerja per hari, jumlah jam/hari, & jumlah hari = 2 jam/hari, 26 hari/bulan

- **Biaya Tetap**

1. Biaya modal/biaya pembelian alat
2. Biaya pembelian selain/di luar alat

- **Biaya Variabel**

1. Biaya total bahan bakpao/hari = Rp. 2.249.986,29

2. Biaya total listrik/hari (produksi 1 hari hanya 1 jam) = Rp. 1.155,76
3. Biaya kertas bakpao/hari = Rp. 44.640
4. Biaya plastik bakpao/hari = Rp. 1.767.000
5. Biaya total 1 pekerja/hari = Rp. 34.000
6. Biaya pengukusan dan lain lain = 1.860.000

Maka biaya total variabel/hari = Rp. 5.956.782,05

- **Hasil Produksi (dihitung dari kapasitas alat/hari)**

1. Hasil cetak bakpao/hari = 1860 pcs/hari.
2. Harga jual/pcs = Rp. 6.000
3. Harga jual total/hari = Rp. 11.160.000
4. Keuntungan total/hari = Harga jual total/hari – biaya total variabel/hari.
5. Keuntungan total/hari = Rp. 11.160.000 – Rp. 5.956.782,05 = Rp. 5.203.217,95

- **Menghitung BEP**

$$\text{BEP} = \text{Harga alat (Rp)} / \text{keuntungan total per hari (Rp/hari)} = \dots \text{ hari} = \dots \text{ bulan}$$

Maka
$$\text{BEP} = \text{Rp. } 15.000.000 / \text{Rp. } 5.203.217,95 = 2,883 \text{ Hari} = 0,096 \text{ bulan}$$

Modal pembelian mesin pencetak dan pengisian bakpao dapat kembali hanya dalam waktu kurang dari 3 hari produksi dengan asumsi seluruh bakpao yang diproduksi habis terjual sesuai kapasitas mesin.