

## PERHITUNGAN NERACA MASSA DAN NERACA ENERGI PADA PRODUKSI ROTI ISI DI *BAKERY X* JAWA TENGAH

*(Calculation of Mass Balance and Energy Balance in the Production of Stuffed Bread in Bakery X Jawa Tengah)*

Aizetul Falah<sup>1)</sup>, Millatul Ulya<sup>2\*)</sup>, dan Mohammad Fuad Fauzul Mu'tamar<sup>3)</sup>

<sup>1,2,3)</sup>Program Studi Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Trunojoyo Madura, Jl. Raya Telang, PO BOX 02 Kec. Kamal, Kab. Bangkalan, Jawa Timur 69162

<sup>\*)</sup>email korespondensi: millatul.utm@gmail.com

### ABSTRACT

*Bread is generally used as an alternative food; not only does it taste delicious, but bread also has the same content as rice, so it can be used as a substitute for rice. Bread is often found in the bakery industry, one of which is bakery X, which produces all kinds of bread, but the most frequently produced is filled bread. The production process of filled bread includes the mixing process, the molding process, the filling process, the proofing process, the baking process, the resting process, and the packing process. In the bakery industry, machines assist the production process, but the efficiency of using raw materials and energy is still being considered. The method used is the calculation of mass balance and energy balance. The results obtained for the mass balance in each process follow the concept of mass balance, namely, the incoming mass of 32.25575 kg must be the same as the outgoing mass of 32.25575 kg, meaning that in the production process of filled bread, there is no reduction in materials that occur. For the energy balance, 3 processes require calculations: the mixing process with an electrical energy source, the proofing process sourced from LPG, and the oven sourced from LPG. The production process with the highest energy consumption is the baking process of 26.3611 kWh. Bakery X can carry out the baking process 8 times using 2 ovens containing 4 trays to produce 754 pieces of filled bread with a weight of 1 piece of filled bread reaching 35 g.*

**Keywords:** *Bread, Energy Balance, Mass Balance,*

### PENDAHULUAN

Roti saat ini menjadi makanan yang tidak asing lagi dikalangan masyarakat, roti biasa dijadikan sebagai pengganti menu sarapan. Konsumsi roti di Indonesia mengalami kenaikan ditandai dengan meningkatnya konsumsi gandum untuk roti mencapai 4,7 kg pertahun. Penjualan roti di Indonesia pada tahun 2021 menjadi yang paling tinggi se Asia Tenggara. Jumlah UMKM industri pangan (*bakery*) yang tersebar di Indonesia mencapai 1.592.318 unit (BPS, 2022).

Industri *bakery* adalah salah satu jenis industri yang bergerak pada bidang makanan.

Indonesia memiliki 3 jenis industri roti meliputi industri roti massal (*industrial*), industri *baoutique bakery* dan industri roti rumahan. Terdapat beberapa jenis roti yang umum dijual diantaranya roti tawar, roti manis (*isi*) *cake*, *bakery traditional* dan *pastry* (Laksmiana *et al.*, 2019). Salah satu industri *bakery* yang juga memproduksi roti isi yaitu *bakery X*.

*Bakery X* merupakan sebuah industri rumahan yang memproduksi dan menjual berbagai macam jenis roti namun yang paling sering diproduksi roti isi. Roti isi yaitu roti yang paling mudah dijumpai pada industri roti, roti isi memiliki varian isi seperti selai coklat,

selai nanas dan selai *strawberry*. Limbah *bakery* terbagi menjadi dua yakni limbah padat dan cair, limbah padat berasal dari sisa remahan roti, sisa topping dan penggunaan kemasan, sedangkan untuk limbah cair berasal dari sisa air cucian dan sisa adonan yang ikut terbuang (Anita, 2023). Proses produksi yang semakin meningkat juga berpengaruh terhadap limbah yang dihasilkan. Limbah industri roti mengandung bahan kering 89,8%, protein kasar 10,7%, dan lemak kasar 12,7%. Hal ini menjadikan limbah industri roti memiliki karakteristik *Biochemical oxygen demand* (BOD) yang berdampak pada kualitas air (Nadya *et al.*, 2023). Tidak hanya limbah yang dihasilkan pada proses produksi tetapi juga terdapat *non product output* pada setiap proses, *non product output* (NPO) yaitu keluaran yang bukan merupakan produk serta dapat dikategorikan jenis limbah yang masih bisa dipakai ulang, *recycle* atau diminimalisir (Lestario, 2017). Umumnya sebuah perusahaan hanya berfokus pada keuntungan namun tidak memperhatikan aspek *non product output* dan limbah buangan.

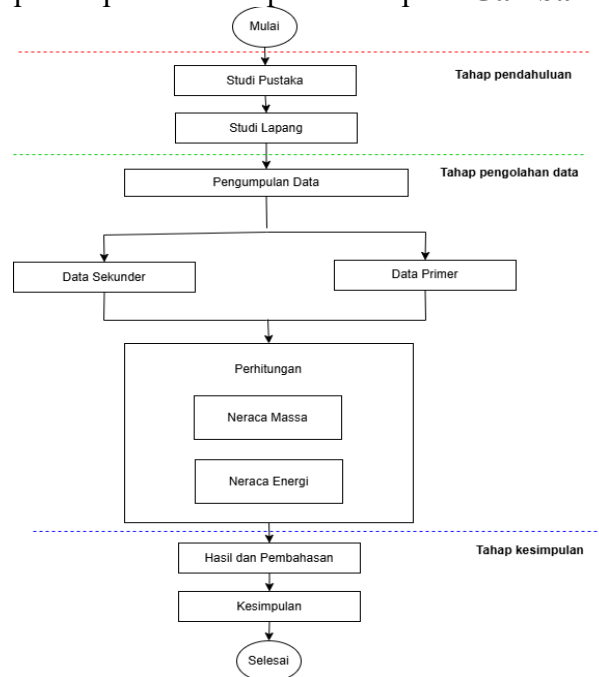
*Non product output* dapat diminimalisir pada tahap awal proses dengan cara mengatur penggunaan bahan agar lebih efisien. Selain itu penggunaan mesin pada industri *bakery* yang meliputi mesin *mixer* dan oven ini dioperasikan setiap hari tetapi energi yang dipakai tidak diketahui nilainya, oleh karena itu untuk menentukan penggunaan energi yang lebih hemat diperlukan perhitungan neraca energi, sedangkan untuk mengetahui limbah yang dihasilkan pada setiap proses produksi membutuhkan perhitungan neraca massa agar penentuan bahan lebih efisien.

Penelitian mengenai perhitungan neraca massa dan neraca energi pernah dilakukan oleh Agustina (2022). Diketahui hasil perhitungan neraca massa sebesar 1000 kg dan neraca energi sebesar 41000 j/jam. Tetapi perhitungan neraca tidak dilakukan pada semua proses produksi sehingga tidak diketahui neraca massa total dari proses produksi pelumas. Penelitian neraca massa dan neraca energi pada *bakery* belum pernah dilakukan sehingga perlu dilakukan penelitian mengenai perhitungan neraca massa dan neraca energi

pada industri *bakery*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui besaran energi yang digunakan melalui perhitungan neraca energi dan untuk mengetahui *non product output* (NPO) maupun limbah dari setiap proses produksi roti isi dengan perhitungan neraca massa.

### METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian dilakukan pada bulan Oktober 2024. Data diperoleh dari *bakery* X yang berada di daerah Jawa Tengah. Berdasarkan data yang didapat akan dilakukan pengolahan data neraca massa dan neraca energi. Berikut alur proses penelitian dapat dilihat pada **Gambar 1**



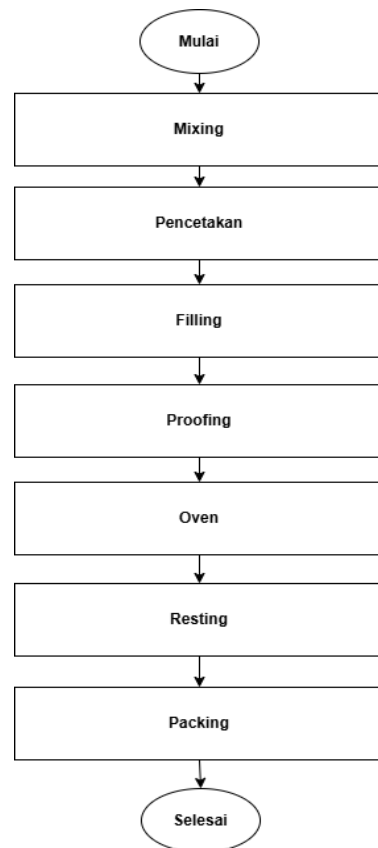
**Gambar 1.** Alur penelitian

Berdasarkan Gambar 1, alur penelitian terbagi menjadi beberapa tahapan diantaranya tahap pendahuluan, mencakup studi pustaka dan studi lapangan, studi pustaka dilakukan untuk mendapatkan data yang bersifat umum terkait neraca massa dan neraca energi, sedangkan studi lapangan dilakukan untuk memperoleh data umum *bakery*. Tahap pengolahan data yang pertama harus dilakukan yaitu pengumpulan data meliputi data primer dan data sekunder. Data primer dikumpulkan dengan cara observasi, wawancara dan dokumentasi. Data tentang bahan yang dibutuhkan, mesin yang dipakai, besaran energi yang digunakan, output dan input setiap proses dikumpulkan melalui metode observasi. Data banyaknya bahan, jumlah produksi,

energi air, dan daya listrik yang dipakai dikumpulkan melalui wawancara dengan pemilik industri. Metode dokumentasi digunakan untuk memperoleh data spesifikasi mixer, spesifikasi oven, spesifikasi *proofer*, produk roti isi, dan proses produksi. Di samping itu, terdapat data sekunder yang dikumpulkan dengan cara menggali informasi dari sumber-sumber ilmiah seperti studi literatur, karya ilmiah, jurnal, web yang berkaitan dengan neraca massa dan neraca energi. Tahapan terakhir yaitu tahap kesimpulan yang berisi hasil dan pembahasan mengenai hasil perhitungan neraca massa dan neraca energi yang kemudian akan dilakukan analisis dan kesimpulan hasil akhir

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Alur proses produksi roti isi berdasarkan pengamatan yang dilakukan selama penelitian pada *bakery X*, Tegal, Jawa Tengah ditunjukkan pada **Gambar 2**.

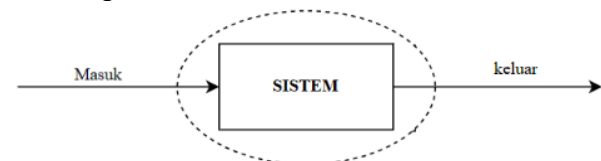


**Gambar 2.** Proses produksi roti isi yang keluar (Adhamatika *et al.*, 2023). Dapat dilihat pada **Gambar 3**.

Proses produksi roti isi dimulai dengan tahap *mixing* yaitu pencampuran bahan seperti tepung, gula, mentega, margarin, susu bubuk, susu cair, ragi, air, garam dan telur. Selanjutnya tahap pencetakan, adonan yang telah kalis kemudian dicetak hingga menjadi 36 bagian dengan menggunakan alat pencetak roti. Tahap berikutnya *filling* yakni mengisi adonan dengan isian selai lalu dibentuk kembali menjadi bulatan. Setelah itu adonan dilakukan proses *proofing* menggunakan mesin *proofer* selama 30 menit agar adonan mengembang. Adonan yang telah mengembang siap untuk dimasukan kedalam oven menggunakan suhu 140°C selama 14 menit hingga roti berwarna keemasan. Tahap *resting* diperlukan agar roti cepat dingin dan lebih tahan lama. Tahapan terakhir yaitu *packing*, roti yang telah dingin akan diberi *packaging* untuk melindungi roti dari kontaminasi serta menambah nilai jual produk.

**Perhitungan Neraca Massa**

Neraca massa adalah perhitungan bahan baku secara keseluruhan saat proses produksi (Ermawati dan Wiyono, 2022). Prinsip kerja neraca massa yaitu total sistem yang masuk harus sama dengan total sistem



**Gambar 3.** Prinsip neraca massa Berdasarkan data yang diperoleh dalam penelitian perlu dilakukan perhitungan neraca massa untuk mengetahui nilai *input* dan *output* dari setiap proses pembuatan roti isi, perhitungan neraca massa dapat dilihat pada **Tabel 1** dan neraca massa total pada **Gambar 4**.

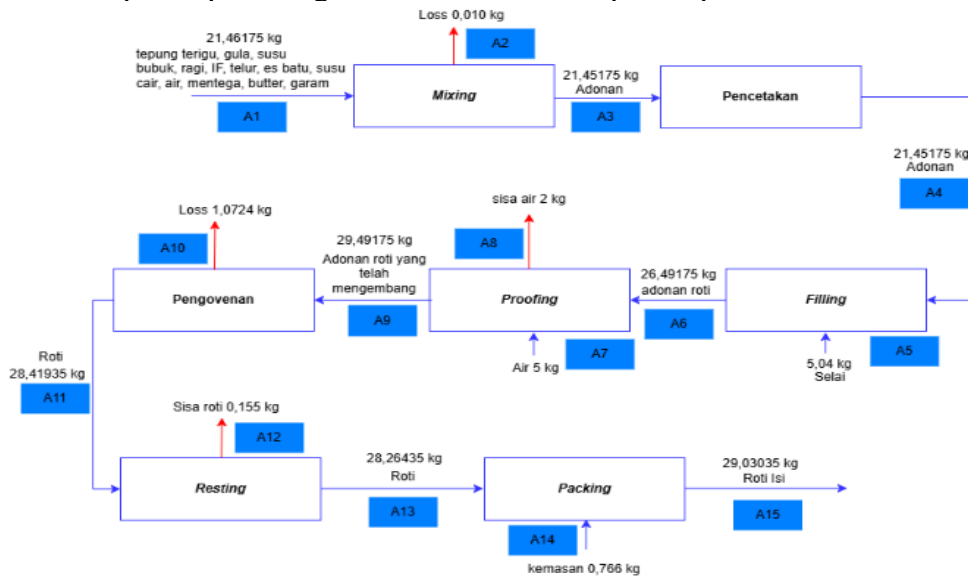
**Tabel 1.** Neraca massa

No	Proses	Input	Output
1.	<i>Mixing</i>	Bahan bahan = 21,46175 kg	Loss = 0,010 kg adonan = 21,45175 kg
	<b>Total</b>	<b>21,46175 kg</b>	<b>21,46175 kg</b>
2.	Pencetakan	Adonan =21,45175 kg	Adonan =21,45175 kg
	<b>Total</b>	<b>21,45175 kg</b>	<b>21,45175 kg</b>
3.	<i>Filling</i>	Adonan =21,45175 kg Selai =5,04 kg	Adonan roti =26,49175 kg
	<b>Total</b>	<b>26,49175 kg</b>	<b>26,49175 kg</b>
4.	<i>proofing</i>	Adonan roti =26,49175 kg Air =5 kg	Sisa air =2 kg Adonan roti yang telah mengembang =29,49175 kg
	<b>Total</b>	<b>31,49175 kg</b>	<b>31,49175 kg</b>

5. Pengovenan	Adonan roti yang telah mengembang =29,49175 kg	Loss =1,0724 kg Roti =28,41935 kg
<b>Total</b>	<b>29,49175 kg</b>	<b>29,49175 kg</b>
6. Resting	Roti =28,41935 kg	Sisa roti =0,155 kg

		Roti =28,26435 kg
<b>Total</b>	<b>28,41935 kg</b>	<b>28,41935 kg</b>
7. Packing	Roti =28,26435 kg Kemasan =0,766 kg	Roti isi =29,03035 kg
<b>Total</b>	<b>29,03035 kg</b>	<b>29,03035 kg</b>

Berikut merupakan perhitungan neraca massa total proses produksi roti isi.



**Gambar 4** Flowchart neraca massa total

Perhitungan neraca massa total  
 $NM_{Total} : Input = output$

- $A1 + A5 + A7 + A14 = A2 + A8 + A10 + A12 + A15$
- $21,46175\text{kg} + 5,04\text{kg} + 5\text{kg} + 0,766\text{kg} = 0,010\text{kg} + 2\text{kg} + 1,0724\text{kg} + 0,155\text{kg} + 29,03035\text{kg}$
- $32,26775 \text{ kg} = 32,26775 \text{ kg}$

Proses *mixing* dalam pembuatan roti isi dengan mencampurkan bahan sebanyak 21,46175 kg dan mengalami penurunan sebesar 0,010 kg karena sisa adonan yang masih menempel pada wadah mixer.

Input dan output proses pencetakan tidak mengalami penurunan maupun penambahan massa karena hanya dilakukan proses pencetakan menjadi 36 bulatan.

Neraca massa proses *filling*, *input* sebesar 21,45175 kg mengalami penambahan massa menjadi 26,49175 kg disebabkan oleh penambahan isian pada roti berupa selai.

Input proses *proofing* merupakan waktu istirahat yang diperlukan adonan untuk mengembang, cara yang dapat dilakukan dengan menutup adonan menggunakan plastik atau memberikan uap air dalam rak *proofing* (Indahsari *et al.*, 2024). *Input* adonan sebanyak 26,49175 kg dan *output* setelah roti mengembang sebanyak 29,49175 kg, saat

*proofing* mengalami penambahan massa karena uap dari air sehingga adonan roti mengembang.

Neraca massa proses pengovenan dengan *input* 29,49175 kg mengalami penurunan massa karena pengurangan kandungan air selama pengovenan sebesar 1,0724 kg.

Proses *resting* merupakan masa istirahat roti sementara untuk mengurangi suhu panas setelah pengovenan (Singapurwa *et al.*, 2022). *Input resting* 28,41935 kg dan mengalami penurunan massa sebesar 0,155 kg karena terdapat sisa roti yang masih menempel pada loyang.

Neraca massa proses *packing* dengan *input* 28,26435 kg mengalami penambahan massa sebesar 0,766 kg yang disebabkan oleh kemasan sehingga berat akhir roti isi setelah dikemas sebesar 29,03035 kg.

Berdasarkan hasil perhitungan neraca massa berat adonan sebesar 21,45175 kg, hal ini dapat diketahui lama pengovenan, dan banyaknya produksi roti isi dengan melakukan perhitungan sebagai berikut:

$$pcs = \frac{\text{massa total roti (g)}}{\text{bobot awal roti (g)}}$$

$$\begin{aligned} \text{pcs} &= \frac{21451,75 \text{ g}}{28 \text{ g}} \\ &= 766 \text{ pcs roti} \end{aligned}$$

Diketahui

Produksi roti = 766 pcs

1 loyang = 24 roti

Oven dapat menampung = 4 loyang

Waktu 1x oven = 20.31 (1231 detik)

Pertanyaan

a. Lama waktu pengovenan?

$$\begin{aligned} \text{kebutuhan loyang} &= \frac{766}{24} \\ &= 32 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{jumlah pengovenan} &= \frac{32}{4} \\ &= 8 \end{aligned}$$

a = waktu x jumlah pengovenan

a = 1231 detik x 8

a = 9848 detik (2.7 jam)

### Perhitungan Neraca Energi

Neraca energi merupakan persamaan matematis untuk menentukan efisiensi penggunaan energi dengan nilai satuan kWh (Agustina, 2022). Pada proses pembuatan roti isi yang menggunakan 2 jenis energi diantaranya listrik dan lpg. Proses yang membutuhkan energi yaitu proses *mixing*, *proofer* dan oven. Perhitungan energi ditunjukkan pada (Tabel 2).

$$\text{kWh} = \frac{\text{Daya} \times \text{Jam}}{1000} \dots\dots\dots(\text{Ihsan, 2024})$$

**Tabel 2** Neraca energi

No.	Mesin	kWh
1.	Mixer	1,8645
2.	Proofer	13,1806
3.	Oven	26,3611
Total		<b>41,4062</b>

Berdasarkan **Tabel 2**. Hasil total keseluruhan dalam pembuatan roti isi membutuhkan energi sebesar 41,4062 kWh dan untuk mesin yang paling banyak mengkonsumsi energi yaitu mesin oven

### KESIMPULAN

*Input* pada yang masuk yaitu adonan, selai, air, dan kemasan, sedangkan untuk

output yakni loss, sisa air, loss oven, sisa roti dan produk, sehingga neraca total input dan output sama sebesar 32,25575 kg hal ini menyatakan bahwa neraca massa tidak mengalami pengurangan massa sehingga dapat dikatakan proses roti isi sesuai dengan konsep neraca massa. Dalam sekali produksi dapat menghasilkan 754 pcs roti dengan lama waktu pengovenan 2,7 jam. Neraca energi dilakukan pada tiga proses dengan sumber energi yang berbeda, mesin yang menghabiskan energi paling besar pada proses produksi roti isi yaitu mesin oven yang bersumber pada.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (LPPM) Universitas Trunojoyo Madura yang telah mendanai penelitian ini melalui program riset mandiri dan MBKM riset tahun 2024.

### DAFTAR PUSTAKA

Adhamatika, A., Brilliantina, A., Sari, E. K. N., Wijaya, R., Triardianto, D., & Sucipto, A. (2023). Analisis Neraca Massa dan Energi Pembuatan Keripik Kentang (*Solanum tuberosum L.*). *JUSTER : Jurnal Sains Dan Terapan*, 2(1), 69–76.

Agustina, S. I. A. (2022). Perhitungan Neraca Panas dan Neraca Massa pada Proses Produksi Pelumas di PT. X di Tambun Bekasi. *Journal of Engineering Environmental Energy and Science*, 1(2), 83–88.

Anita, A. (2023). Pemanfaatan Limbah Roti Menjadi Produk Yang Bernilai Guna Menuju Penerapan Circular Economy. *Jurnal Ilmiah Teknik*, 2(3), 59–68.

BPS. (2022). Profil Industri Mikro dan Kecil. *Badan Pusat Statistik*, 1–240.

Ermawati, D., & Wiyono, A. E. (2022). Analisis Neraca Massa Pada Pembuatan Serbuk Pewarna Alami Daun Sawi (*Brassica rapa var. parachinensis L.*) (*Mas Blance Analysis in Making Natural Coloring Powder for Murtard Leaves (Brassica rapa var. parachinensis L.)*). *JOFE : Journal of Food Engineering | E-*

ISSN, 1(4), 160.

- Ihsan, A. (2024). Implementasi Lorenzo Terhadap Konsumsi Energi Listrik Pada Sistem Pendingin dan Pencahayaan di Gedung PT . Bank Rakyat Indonesia Kabupaten Padang Pariaman. *VUCA: Jurnal Media Teknologi Dan Informasi*, 1(1), 1–14.
- Indahsari, I. N., Sutrisno, A., & Ulandari, D. (2024). Evaluasi Karakteristik Roti Komposit Bebas Gluten dengan Konsentrasi Hidrokoloid dan Waktu Proofing yang Berbeda. *Jurnal Teknologi Dan Mutu Pangan*, 3(1), 31–41.
- Laksmiana, R. D., Santoso, E., & Rahayudi, B. (2019). Prediksi Penjualan Roti Menggunakan Metode Exponential Smoothing (Studi Kasus: Harum Bakery). *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer*, 3(5), 4933–4941.
- Lestario, W. (2017). Potensi Penerapan Konsep Produksi Bersih pada Industri Keramik di Probolinggo. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 18(2), 192–199.
- Nadya, N., Sani, N. M., & Puspitasari, A. (2023). Pengaruh Lama Waktu Kontak terhadap Kinerja Trickling Filter Dalam Menurunkan Kandungan Bahan Organik Limbah Cair Industri Roti. *Maiyah*, 2(2), 99.
- Singapurwa, N. M. A. S., Semariyani, A. A. M., Candra, I. P., Rudianta, I. N., & Arandini, P. C. A. (2022). The Application of HACCP (Hazard Analysis Critical Control Point) in Croissant Production Process in CV. P-RS – Bali. *AJARCDE (Asian Journal of Applied Research for Community Development and Empowerment)*, 6(2), 1–8.