

PERANCANGAN KOMPOR BERBAHAN BAKAR OLI BEKAS UNTUK PENGERINGAN GARAM INDUSTRI

DESIGN OF STOVE FUELED BY USED LUBRICATING OIL FOR INDUSTRIAL SALT DRYING

Harun Kurniawan¹⁾, Reski Septiana^{2)*}, Lisman Suryanegara³⁾, Dinar Puspanegara¹⁾,
Fajri Ashfi Rayhan⁴⁾, Deosa P. Caniago⁵⁾

¹⁾ Jurusan Teknik Industri, Institut Teknologi Batam, Indonesia

²⁾ Teknik Industri, Institut Teknologi Batam, Indonesia

³⁾ Laboratorium Biomassa dan Bioproduk, Badan Riset dan Inovasi Nasional, Indonesia

⁴⁾ Teknik Perkapalan, Universitas Pembangunan Negeri "Veteran" Jakarta, Indonesia

⁵⁾ Teknik Komputer, Institut Teknologi Batam, Indonesia

*email corresponding: reski@iteba.ac.id

INFORMASI ARTIKEL

Diperbaiki:
Revised
25/03/2024

Diterima:
Accepted
16/04/2024

Publikasi Online:
Online-Published
30/04/2024

ABSTRAK

Garam sebagai salah sumber mineral penting banyak dibutuhkan oleh masyarakat maupun industri. Dalam proses pembuatannya garam harus melalui proses pengeringan. Pengeringan di workshop garam Badan Riset Nasional (BRIN) yang masih menggunakan bahan bakar pelet kayu dinilai belum optimal karena masih adanya pemborosan waktu tunggu dan proses. Alternatif bahan bakar lain diperlukan untuk memaksimalkan proses produksi garam, salah satunya menggunakan limbah oli bekas. Pemanfaatan limbah oli bekas sebagai bahan bakar proses pengeringan garam memerlukan penyesuaian kompor, sebagai media konversi energi. Penelitian ini bertujuan merancang kompor berbahan bakar oli bekas untuk pengeringan garam industri di workshop garam BRIN. Perancangan kompor menggunakan metode French. Kompor oli bekas yang sudah dibangun dibandingkan dengan kompor pelet kayu dalam hal waktu tunggu sampai mencapai suhu pengeringan garam yang diinginkan, biaya operasional bahan bakar, dan kapasitas garam yang dihasilkan. Kompor oli berbahan dasar baja ST-44 yang berdiameter 17 cm dan tinggi 13 cm dapat mencapai suhu pengeringan 15 menit lebih cepat dibanding kompor pelet kayu tanpa perlunya supervisi proses feeding. Biaya operasional harian bahan bakar dengan oli bekas juga lebih ekonomis dengan tonase garam kering yang lebih banyak 25% dibanding menggunakan kompor pelet kayu.

Kata Kunci : kompor, oli bekas, pelet kayu, pengeringan garam, garam industri

ABSTRACT

Salt as a source of important minerals is much needed by society and industry. In the salt-making process, salt must go through a drying phase. Salt drying at the Badan Riset Nasional (BRIN)'s workshop that uses wood pellet as the fuel is considered not optimal because of waste in waiting and processing time. Other alternative fuels are needed to maximize the salt production process, one of which is using used lubricating oil. Utilizing used lubricating oil as fuel for the salt drying process requires the conversion of burner or stove. This research aims to design a stove fueled by used lubricant oil for drying industrial salt. French method is used to design the stove. The stove that has been built is compared with wood pellet stove in terms of waiting time to reach the desired salt drying temperature, fuel operational costs, and capacity of the salt produced. The ST-44 steel oil stove with a diameter of 17 cm and a height of 13 cm could reach the drying temperature 15 minutes faster than a wood pellet stove without the need of supervising the feeding process. Daily operational costs for fuel consumption using used lubricating oil were also more economical with 25% more dry salt produced than using a wood pellet stove.

Keywords : stove, used lubricating oil, wood pellet, salt drying, industrial salt

1 PENDAHULUAN

Mineral, yang diklasifikasikan sebagai nutrisi anorganik, berfungsi penting untuk menjaga reaksi metabolisme dalam jaringan tubuh manusia dan juga kestabilan campuran dalam proses fisika kimia tertentu (Meng et al., 2024). Salah satu mineral yang penting adalah garam. Garam secara kimiawi terbentuk dari hasil reaksi asam dan basa. Selain diperlukan dalam tubuh, garam juga diperlukan di berbagai bidang industri, sehingga garam sendiri dapat diklasifikasikan menjadi dua yaitu garam konsumsi rumah tangga dan garam industri. Garam rumah tangga biasanya mempunyai kadar NaCl 94% dan diberi tambahan yodium (Deglas et al., 2020). Garam ini sangat dominan dalam menu makanan karena membuat tekstur makanan menjadi lebih nikmat sehingga dikonsumsi secara teratur oleh manusia. Garam rumah tangga juga dikenal sebagai sumber zat yodium dalam tubuh manusia yang mempunyai banyak manfaat dalam menanggulangi penyakit antara lain gondongan dan kretin endemic yang notabenehnya salah satu masalah gizi utama di Indonesia (Miko, 2020). Garam industri adalah garam yang digunakan sebagai bahan baku dalam proses produksi di industri, seperti industri kimia, farmasi, pangan, kosmetik, dan lain-lain (Kharismanto et al., 2021). Menurut Pasaribu et al. (2022) garam industri sesuai syarat SNI harus memiliki kadar NaCl minimal 97% agar dapat digunakan sebagai bahan baku industri.

Garam secara umum dapat ditemukan di alam melalui tiga cara, yaitu penambangan endapan garam batu atau mineral evaporit (Meng et al., 2024), melalui penguapan air laut atau air asin dari sumber alam lainnya (Pranoto et al., 2020), ataupun diperoleh sebagai produk sampingan dari reaksi kimia tertentu (Ali et al., 2023).

Pemerintah Indonesia sejauh ini masih melakukan impor garam karena defisiensi garam yang dihasilkan dari produksi dalam negeri (Ghozali & Samputra, 2022). Pada tahun 2019 kebutuhan garam industri dan konsumsi di Indonesia sebanyak 4,2 juta ton namun hanya tercapai 2,8 juta ton, kemudian di tahun berikutnya kebutuhan garam tersebut telah meningkat menjadi 4,4 juta ton dan hanya tercapai 1,5 juta ton, diikuti tahun 2021 kebutuhan garam sebanyak 4,2 juta ton namun hanya tercapai 2,1 juta ton. Fluktuasi kinerja tersebut di pengaruhi oleh beberapa faktor seperti lahan produksi garam yang terbatas dan produktivitas lahan yang rendah (Wibowo et al., 2020).

Permintaan yang cukup besar dan hasil produksi yang menurun setiap tahunnya memaksa produsen untuk meningkatkan kapasitas produksinya setiap hari. Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN) sebagai salah satu lembaga

independen negara juga berupaya memenuhi permintaan garam khususnya garam industri melalui workshop garam BRIN. Workshop garam BRIN memproduksi garam yang berasal dari produk sampingan reaksi kimia yang diproses melalui pemasakan, penirisan, dan pengeringan.

Proses pengeringan berperan penting dalam produksi garam yang berasal dari penguapan air asin maupun produk sampingan reaksi kimia karena berfungsi membuat kandungan NaCl semakin pekat (Fitrayawati et al., 2021). Pada workshop garam BRIN pengeringan garam dilakukan dalam *dryer* yang bersuhu sekitar 75°C sampai 80°C. Pengeringan memanfaatkan proses transfer kalor dengan cara memanaskan pipa sehingga terbentuk udara panas disekitar pipa yang kemudian ditarik oleh blower turbo ke area pengeringan garam. Bahan bakar yang digunakan untuk memanaskan pipa selama tujuh jam kerja per hari adalah pelet kayu dengan kapasitas tiga sampai empat karung dimana berat per karungnya 25kg dan memiliki harga total yaitu Rp 60.0000 sampai Rp 75.000.

Berdasarkan hasil observasi lapangan, penggunaan pelet kayu sebagai bahan bakar dalam proses pengeringan garam industri belum efisien. Hal tersebut dikarenakan operator harus menunggu sekitar 25 sampai 30 menit untuk mencapai suhu pengeringan yang diinginkan. Selain itu, diperlukan satu orang operator untuk menjaga agar kompor pelet kayu tidak mati, karena perlunya proses *feeding* bahan bakar pelet yang masuk ke ruang pembakaran kompor. Berangkat dari inefisiensi tersebut, perlu adanya bahan bakar alternatif yang lebih murah dan efisien penggunaannya agar dapat mencapai suhu pengeringan yang lebih cepat sehingga meminimalisir *wasting time* dan dapat meningkatkan produktivitas proses produksi garam.

Dari sekian banyak bahan bakar yang ada di alam, masyarakat belakangan ini mulai beralih ke bahan bakar terbarukan guna mengurangi ketergantungan akan bahan bakar fosil minyak dan gas bumi yang jumlahnya semakin menipis (Hermiati, 2020). Dalam proses pencarian energi atau sesuatu yang baru, hal yang sering luput adalah pemanfaatan limbah dari sumber energi yang sudah ada, contohnya pemanfaatan limbah turunan minyak bumi yang tidak digunakan sebagai bahan bakar, layaknya oli bekas. Oli bekas kebanyakan merupakan sisa pemakaian kendaraan otomotif dan mesin-mesin yang digunakan di industri. Pada umumnya masyarakat menggunakan limbah oli bekas sebagai pelumas rantai, pencegah karat, pengawetan kayu, dan sebagainya. Namun, pada saat ini penggunaan limbah oli bekas sebagai bahan bakar masih belum banyak diterapkan. Masih kurangnya pemanfaatan limbah oli bekas ini membuat ketersediaannya menjadi menumpuk dan apabila pengolahan limbah oli tidak dilakukan

dengan baik maka akan mencemari lingkungan (Lutfi, 2021).

Menurut Pratama et al. (2020) oli merupakan hasil dari penyulingan minyak bumi yang karakteristiknya tidak jauh berbeda dengan minyak bumi. Dengan kata lain oli bekas berpotensi dimanfaatkan sebagai bahan bakar alternatif, meskipun pembakarannya tidak sempurna karena sifatnya yang tidak mudah terbakar melalui sistem pengkabutan. Kendati demikian, penelitian terdahulu (Ariasya & Sani, 2020; Hidayat & Basyirun, 2020; Pratama et al., 2020; Prayitno et al., 2021; Rahmaddy & Sani, 2021) berhasil mengaplikasikan oli bekas menjadi bahan bakar dengan menggunakan alat khusus buatan sendiri. Workshop garam BRIN yang proses pengeringan garam industrinya menggunakan pelet kayu dapat diganti dengan oli bekas agar dapat mengurangi limbah dari oli bekas yang ada pada lingkungan dan mempercepat waktu produksi atau pengeringan garam, karena nilai kalor oli bekas yang lebih tinggi (Kusnadi et al., 2020) dibandingkan dengan pelet kayu (Alpian et al., 2023).

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun kompor berbahan bakar oli bekas untuk pengeringan garam industri di workshop garam BRIN, membandingkan waktu pembakaran kompor oli hingga mencapai suhu pengeringan yang diinginkan, dan membandingkan kebutuhan bahan bakar antara penggunaan pelet kayu dan oli bekas selama satu hari operasional kerja. Diharapkan pembuatan kompor berbahan bakar oli bekas ini dapat meningkatkan produktivitas produksi garam, mengurangi pencemaran lingkungan, dan menurunkan biaya operasional bahan bakar.

2. BAHAN DAN METODA

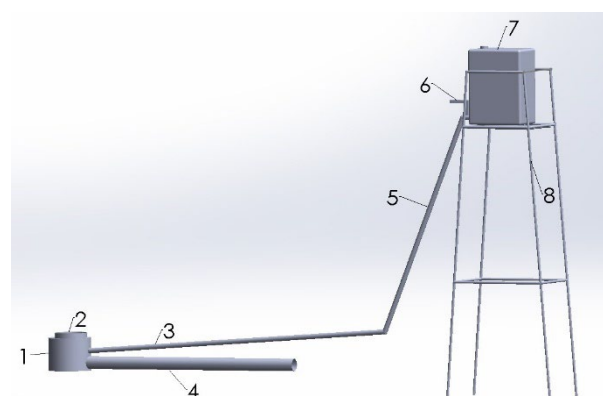
Rancang bangun kompor berbahan bakar oli bekas untuk proses pengeringan garam industri di workshop garam BRIN, Cibinong, Bogor, menggunakan metode French yang dimulai dari analisis masalah, perancangan konseptual, pemilihan komponen yang sesuai spesifikasi, *detailing*, dan perakitan rancangan (Abdi et al., 2023). Selanjutnya dilakukan pengujian kompor yang telah dibuat dan dibandingkan pengeringan garam menggunakan kompor berbahan bakar oli dengan kompor berbahan bakar pelet kayu dari segi waktu hingga mencapai temperatur pengeringan 80°C, total kapasitas garam yang berhasil dikeringkan, dan biaya penyediaan bahan bakar untuk satu hari operasional kerja.

Proses pembakaran dapat terjadi pada kompor apabila tiga faktor yang mempengaruhi pembakaran, yaitu bahan bakar, pemantik, dan udara terpenuhi. Berdasarkan literatur terdahulu yang detail membahas mengenai kinetika

pembakaran dari kompor khusus berbahan oli bekas (Pratama et al., 2020), tekanan dan temperatur maksimum saat pembakaran dapat mencapai 3,5 bar dan 1127°C dengan panjang api maksimum 1,57m. Walaupun justifikasi operasional kompor ada di batas 80°C pada tekanan atmosfer, namun material kompor harus mampu melebihi batas tersebut, sehingga dipilih bahan baja ST-44 dengan ketebalan 5 (lima) mm yang mempunyai titik lebur 1400 °C dan mampu bekerja hingga tekanan 200 MPa.

Suplai udara ke ruang pembakaran dibantu oleh blower keong dengan kapasitas hembusan udara 3 m³ / menit dan daya 150 watt. Api yang dihasilkan harus mengarah ke atas agar dapat memanaskan pipa *dryer* sehingga perlu dirancang ventilasi ruang pembakaran sedemikian rupa yang dapat menghasilkan api vertikal. Bahan bakar yang digunakan, yaitu oli bekas mempunyai spesifikasi rata-rata nilai densitas 831,2 kg/m³, viskositas 5,8 mm²/s, kadar air 23,6 %, nilai kalor 10.312,7 Kkal/g, dan titik nyala 35,5°C. Oli bekas mengikuti sifat cairan pada umumnya yang mana dapat disuplai dengan bantuan gaya gravitasi, sehingga hanya perlu didesain rangka vertikal untuk memperlancar suplai oli bekas. Penyalaan kompor pertama kali dipicu dengan pembakaran eksternal menggunakan kertas *tissue*.

Rancangan konseptual kompor beserta penampungan bahan bakar dan suplai udara ditunjukkan oleh Gambar 1. Kompor berbahan bakar oli bekas yang dirancang mempunyai diameter 17 cm dan ketinggian 13cm, menyesuaikan ketinggian dari mesin pengering garam. Bagian detail dari rancangan konseptual ditunjukkan dalam Tabel 1, sementara dimensi kompor ditunjukkan oleh Tabel 2.



Gambar 1. Rancangan Konseptual Kompor Oli Bekas untuk Pengeringan Garam

Tabel 1. Keterangan Bahan Rancangan Kompor

No	Nama	Bahan
1	Badan Kompor Luar	Baja ST-44
2	Badan Kompor Dalam	Baja ST-44
3	Pipa Oli	Pipa Besi

4	Pipa Angin	Stainless Steel
5	Selang Oli	Plastik
6	Kran	Plastik
7	Jerigen 20L	Plastik
8	Kerangka Jerigen	Besi Hollow

Tabel 2. Dimensi Kompor Oli

No	Nama	P (cm)	L (cm)	T (cm)
1	Badan Kompor Luar	-	17	13
2	Badan Kompor Dalam	-	12	15
3	Pipa Oli	90	5	-
4	Pipa Angin	130	2	-
5	Selang Oli	115	2	-
6	Kran	-	-	-
7	Jerigen 20L	29	23	40
8	Kerangka Jerigen	25	25	130

Alat yang digunakan dalam perakitan adalah mesin las listrik, gerinda tangan, bor, palu, meteran, spidol dan alat pelindung diri, adapun bahan yang digunakan oli bekas, baja ST-44 untuk badan kompor, pipa stainless untuk udara, pipa besi untuk oli bekas, kran air, derigen, kawat las, batu gerinda potong, dan batu gerinda poles.

2.1 Metoda Pengujian Kompor

Proses pengujian kompor dimulai dengan melihat arah api yang dihasilkan. Api yang dihasilkan harus vertikal ke atas agar dapat memanaskan pipa pengering. Perbandingan bukaan kran oli dengan blower juga diuji untuk mendapatkan api kompor yang stabil.

2.2 Perbandingan Waktu Pembakaran

Waktu pembakaran yang dibandingkan merupakan total waktu preparasi kompor sampai *dryer* mencapai suhu 80°C. Hal ini bertujuan untuk melihat perbandingan efisiensi waktu tunggu operator agar dapat mulai mengeringkan garam industri. Efisiensi waktu (η_{time}) dapat dihitung menggunakan rumus 1 dan rumus 2 di bawah ini:

$$t_{pelet} = t_{oli} = t_{preparasi} + t_{dryer\ 80} \quad (1)$$

$$\eta_{time} = \frac{t_{pelet} - t_{oli}}{t_{pelet}} \quad (2)$$

2.3 Perbandingan Biaya Bahan Bakar

Perbandingan kebutuhan bahan bakar dihitung untuk satu hari operasional kerja selama tujuh jam, yang mana dicatat massa pelet kayu dan total volume oli bekas yang terpakai. Harga pelet kayu di ambil rata-rata Rp 2.500/kg dan oli bekas

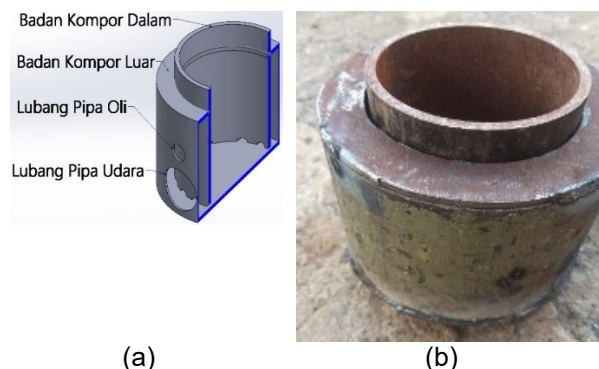
Rp. 2.500/liter sesuai harga di pasaran wokshop garam BRIN.

2.4 Perbandingan Total Produksi Garam

Perbandingan total garam yang dikeringkan oleh kompor oli dan kompor pelet merupakan rata-rata dari total garam yang dihasilkan oleh kompor oli selama lima hari operasional kerja dan data historis rata-rata total garam yang dihasilkan oleh kompor pelet kayu.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil perakitan kompor berbahan bakar oli bekas sesuai dengan desain ditunjukkan pada Gambar 2. Dapat dilihat dari Gambar 2 bahwa kompor terdiri dari dua tabung hollow untuk bagian dalam dan luar yang diberi alas berbahan dasar pelat baja ST-44. Tabung dalam kompor mempunyai permukaan bawah yang tidak rata, cenderung bergerigi sebagai tempat masuknya oli dan udara agar terjadi pembakaran di bagian alas tabung dalam. Letak lubang oli dengan diameter 2 cm berada di atas lubang udara yang berdiameter 5 cm bertujuan agar sudah terjadi pencampuran antara oli dan udara di bagian dalam tabung luar. Oli yang lebih kental dan masa jenisnya lebih besar dapat dengan mudah melawan gaya apung udara sehingga keduanya masuk ke dalam ruang pembakaran di tabung dalam. Terdapat juga penutup di bagian atas antara tabung luar dan tabung dalam untuk membatasi sirkulasi udara agar tetap di dalam tabung kompor.



Gambar 2. Kompor Berbahan Bakar Oli Bekas (a) Tampak Potongan Desain, (b) Hasil Pembuatan

3.1 Hasil Pengujian Kompor

Rancangan kompor seperti yang terlihat pada Gambar 2 memaksimalkan konveksi alami di dalam tabung dalam kompor. Udara yang terhalang oleh penutup atas antara tabung dalam dan luar akan masuk ke tabung dalam kompor lewat gerigi bawah dan tercampur oleh oli. Sumber api dari pembakaran eksternal membakar campuran udara

dan bahan bakar dan menghasilkan api yang terdorong oleh udara secara konveksi alami ke arah atas sehingga api yang dihasilkan terfokus vertikal ke atas, seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 3. Api yang stabil diperoleh pada saat kran oli terbuka setengah dan katup udara terbuka penuh. Apabila kran oli bekas terbuka penuh, bahan bakar akan membanjiri kompor dan api cenderung padam karena kekurangan udara.



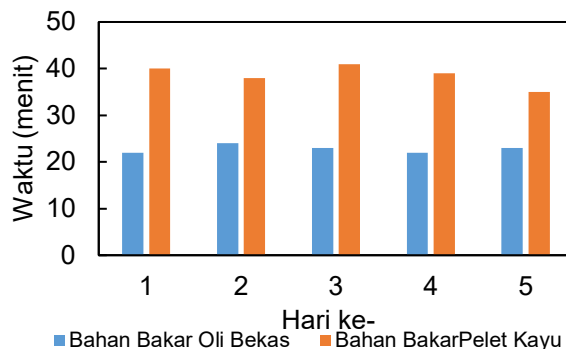
Gambar 3. Hasil Pengujian Arah Api Kompor

3.2 Hasil Perbandingan Waktu Pembakaran

Rata-rata waktu total pembakaran kompor berbahan bakar oli bekas dari saat persiapan hingga dryer mencapai suhu 80°C adalah 23 menit. Sedangkan untuk kompor berbahan bakar pelet kayu dibutuhkan rata-rata waktu 39 menit untuk mencapai dari suhu 30°C sampai 80°C Perbandingan detail waktu pembakaran kedua kompor ditampilkan dalam Tabel 3 dan secara grafis ditunjukkan oleh Gambar 4.

Tabel 3. Waktu Pembakaran Kompor Berbahan Bakar Oli Bekas (OB) vs Pelet Kayu (PK)

Hari ke-	Preperasi (menit)		Suhu Dryer 80°C (menit)		Total Waktu (menit)	
	OB	PK	OB	PK	OB	PK
1	2	15	20	25	22	40
2	2	13	22	25	24	38
3	3	16	20	25	23	41
4	3	15	19	24	22	39
5	2	10	21	25	23	35
Rata-rata					22,8	38,6



Gambar 4. Perbandingan Total Waktu Pembakaran

Berdasarkan rumus 2, efisiensi waktu tunggu operator agar dapat mulai mengeringkan garam industri apabila menggunakan kompor berbahan bakar oli bekas sekitar 41%, terlebih tidak perlu adanya operator yang bertugas melakukan *feeding* sehingga tugas operator dapat dialihkan untuk proses persiapan pemasakan garam industri.

3.3 Hasil Perbandingan Biaya Bahan Bakar

Berdasarkan hasil perhitungan kebutuhan bahan bakar untuk satu hari operasional kerja selama 7 jam, didapatkan rata-rata biaya bahan bakar menggunakan pelet kayu sebesar Rp 253.500 dengan rata-rata massa pelet kayu yang terpakai per harinya 101 kg. Sedangkan, rata-rata biaya operasional bahan bakar menggunakan oli bekas sebesar Rp 84.500 dengan rata-rata volume oli bekas yang terpakai 34 liter. Perbandingan kebutuhan biaya bahan bakar secara detail dirangkum dalam Tabel 4.

Tabel 4. Perbandingan Kebutuhan Biaya Bahan Bakar Oli Bekas (OB) vs Pelet Kayu (PK)

Har i ke-	Kebutuhan Bahan Bakar		Harga Satuan (ribu rupiah)		Total Harga (ribu rupiah)	
	OB (liter)	PK (kg)	OB (per ltr)	PK (per kg)	OB	PK
1	32	95	2,5	2,5	80	237,5
2	35	110	2,5	2,5	87,5	275
3	33	100	2,5	2,5	82,5	250
4	34	98	2,5	2,5	85	245
5	35	104	2,5	2,5	87,5	260
Rata-rata					84,5	253,5

Dari hasil perhitungan tersebut, kompor berbahan bakar oli bekas memiliki biaya operasional bahan bakar yang lebih ekonomis dibandingkan dengan pelet kayu dengan selisih Rp 169.000. Penggunaan oli bekas sebagai alternatif bahan bakar untuk pengeringan garam industri dapat menghemat biaya bahan bakar hingga 67%.

3.4 Hasil Produksi Garam

Berdasarkan data historis produksi yang dirangkum dalam Tabel 5, rata-rata total garam yang dikeringkan dalam satu hari kerja menggunakan pengering berbahan bakar pelet kayu sebanyak 0,98 ton sedangkan rata-rata total garam yang dikeringkan per hari oleh pengering berbahan bakar oli bekas adalah 1,22 ton. Kapasitas produksi garam meningkat hingga 25% dengan mengganti bahan bakar pengering menggunakan oli bekas.

Tabel 5. Hasil Produksi Garam

Hari ke-	Kompur Oli Bekas (kg)	Kompur Pelet Kayu (kg)
1	1.101	950
2	1.245	940
3	1.255	1.010
4	1.225	985
5	1.275	1.000
Rata-rata	1.220,2	977

4. KESIMPULAN

Telah berhasil dirancang dan dibangun kompor berbahan bakar oli bekas untuk pengeringan garam industri di workshop garam BRIN. Kompor yang dibangun berbahan dasar baja ST-44 dengan diameter 17 cm dan ketinggian 13cm. Kompor terdiri dari dua tabung, yaitu tabung luar untuk tempat masuknya udara dan oli dan tabung dalam untuk tempat pembakaran. Api yang dihasilkan kompor terfokus ke atas dengan bukaan optimum kran oli setengah dan bukaan katup udara penuh.

Rata-rata waktu yang dibutuhkan oleh kompor berbahan bakar oli bekas untuk mencapai suhu pengeringan garam 80°C adalah 23 menit, atau lebih efisien 41% dibandingkan kompor sebelumnya yang berbahan bakar pelet kayu. Biaya kebutuhan bahan bakar per satu hari kerja untuk kompor oli bekas pun lebih ekonomis, yaitu Rp 84.500 jika dibandingkan dengan kebutuhan pelet kayu Rp 253.500. Garam yang dihasilkan mempunyai kualitas yang sama, namun kapasitas pengeringan garam meningkat 25% menjadi 1,22 ton per hari dengan menggunakan kompor berbahan bakar oli bekas.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih atas masukan dari berbagai pihak dan dana hibah internal ITEBA dengan Nomor Kontrak 013/LPPM/KP-ITEBA/1/2024 yang membantu dalam pelaksanaan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdi, M. Z., Yudi Setiawan, S. T., & Sariwijanti, E. (2023). Design of bajakah root chopping machine into tea powder. *Austenit*, 15(2), 139–143. <https://doi.org/10.5281/zenodo.10155732>
- Ali, A., Mendes, C. E., de Melo, L. G. T. C., Wang, J., & Santos, R. M. (2023). Production of Sodium Bicarbonate with Saline Brine and CO₂ Co-Utilization: Comparing Modified Solvay Approaches. *Crystals*, 13(3). <https://doi.org/10.3390/cryst13030470>
- Alpian, A., Supriyati, W., Luhan, G., & Surasana, I. N. (2023). Karakteristik Pelet Kayu Laban (*Vitex Pubescens*) Sebagai Bahan Bakar Alternatif Terbarukan. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, 41(1), 27–34. <https://doi.org/10.55981/jpjh.2023.679>
- Ariasya, M. A., & Sani, A. A. (2020). Proses Pengolahan Limbah B3 (Oli Bekas) Menjadi Bahan Bakar Cair Dengan Perlakuan Panas Konstan. *Austenit*, 12(2), 48–53. <https://doi.org/10.5281/zenodo.4547878>
- Deglas, W., Yosefa, F., Pangan, T., & Tonggak Equator, P. (2020). PENGUJIAN KADAR YODIUM, NaCl DAN KADAR AIR PADA DUA MEREK GARAM KONSUMSI. *Agrofood*, 2(1), 16–21. <https://jurnal.polteq.ac.id/index.php/agrofood/article/view/48/28>
- Fitrayawati, A., Rahmawati, Y., Amin, N., & Nurkhamidah, S. (2021). Pra desain pabrik pembuatan garam industri soda kaustik dari garam rakyat. *Jurnal Teknik ITS*, 10(2), F159–F164. <https://doi.org/10.12962/j23373539.v10i2.69246>
- Ghozali, A. B. M., & Samputra, P. L. (2022). Strategi kebijakan impor garam dalam melindungi produksi garam nasional. *Ijd-Demos*, 4(4). <https://doi.org/10.37950/ijd.v4i4.341>
- Hermiati, E. (2020). *Pengembangan teknologi konversi biomassa menjadi bioetanol dan bioproduk sebagai substitusi produk berbahan baku fosil*. Penerbit BRIN. <https://penerbit.brin.go.id/press/catalog/book/203>
- Hidayat, A. R., & Basyirun, B. (2020). Pengaruh jenis oli bekas sebagai bahan bakar kompor pengecoran logam terhadap waktu konsumsi dan suhu maksimal pada pembakaran. *Jurnal Dinamika Vokasional Teknik Mesin*, 5(2), 103–108. <https://doi.org/10.21831/dinamika.v5i2.34802>
- Kharismanto, B., Triandini, R., & Triana, N. W. (2021). Pemurnian Garam Rakyat Menjadi Garam Industri dengan Alat Hidroekstraktor. *Chempro*, 2(2), 24–30.

- <https://chempro.upnjatim.ac.id/index.php/chempro/article/view/235/39>
Kusnadi, A., Djafar, R., & Mustofa, M. (2020). Pemanfaatan Oli Bekas Sebagai Bahan Bakar Alternatif Kompor Yang Ramah Lingkungan. *Jurnal Teknologi Pertanian Gorontalo (JTPG)*, 5(2), 49–55. <https://doi.org/10.30869/jtpg.v5i2.681>
- Lutfi, M. (2021). Pemanfaatan Limbah Oli Bekas Menjadi Bahan Bakar High Speed Diesel (HSD). *JST (Jurnal Sains Terapan)*, 7(1), 57–62. <https://jurnal.poltekba.ac.id/index.php/jst/article/view/1121/734>
- Meng, C. E., Sharifah Robiah Mohamad, C. W., Mohd Nasir, N. F., Fhan, K. S., Liang, O. H., Jian, T. X., Yee, L. K., Yeow, Y. K., Mohd Tarmizi, E. Z., Mohd Roslan, M. R., & Baharuddin, S. A. (2024). Mineral composition, crystallinity and dielectric evaluation of Bamboo Salt, Himalaya Salt, and Ba'kelalan salt content. *Heliyon*, 10(1), e23847. <https://doi.org/10.1016/J.HELIYON.2023.E23847>
- Miko, A. (2020). Pentingnya penggunaan garam yodium untuk mengatasi anak pendek. *Jurnal SAGO Gizi Dan Kesehatan*, 1(2), 139–145. <https://doi.org/10.30867/qjkes.v1i2.406>
- Pasaribu, R. P., Pranoto, A. K., Tanjung, A., Waluyo, W., & Suratna, S. (2022). Analysis of The Standard Quality of The Crude Solar Salt become The Health and Industry's Salt in Karawang District. *PELAGICUS*, 3(3), 137–149. <https://doi.org/10.15578/plgc.v3i3.11336>
- Pranoto, A. K., Djari, A. A., Sewiko, R., Hapsari, L. P., Haryanto, H., & Anwar, C. (2020). Percepatan pembuatan garam dengan metode sprinkle bertingkat. *PELAGICUS*, 1(3), 107–113. <https://doi.org/10.15578/plgc.v1i3.8882>
- Pratama, A., Basyirun, B., Atmojo, Y. W., Ramadhan, G. W., & Hidayat, A. R. (2020). Rancang Bangun Kompor (Burner) Berbahan Bakar Oli Bekas. *Mekanika: Majalah Ilmiah Mekanika*, 19(2), 95–103. <https://doi.org/10.20961/mekanika.v19i2.42378>
- Prayitno, D., Riyono, J., & Pujiastuti, E. (2021). Oli Bekas Sebagai Bahan Bakar (Waste Oil As a Fuel). *Jurnal Abdi Masyarakat Indonesia (JAMIN)*, 3(2). <https://doi.org/10.25105/jamin.v3i2.6951>
- Rahmaddy, M. R., & Sani, A. A. (2021). Pengaruh Katalis (Naoh) Dalam Proses Serta Hasil Pengolahan Oli Bekas Menjadi Bahan Bakar Cair (BBC). *MACHINERY: Jurnal Teknologi Terapan*, 2(1), 8–14. <https://doi.org/10.5281/zenodo.4748501>
- Wibowo, A., Riset, P., Standardisasi, P. B., Kompleks, N., Gedung, P., & Selatan, K. T. (2020). Potensi pengembangan standar nasional Indonesia (SNI) produk garam konsumsi beryodium dalam rangka meningkatkan daya saing. *Prosiding PPIS*, 79–88. <https://doi.org/10.31153/ppis.2020.95>