

## APLIKASI GAS BUANG UNTUK PENGERINGAN PRODUK PERTANIAN

Seno Darmanto<sup>1</sup>, Sriyana<sup>2</sup>, Eko Julianto Sasono<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Program Diploma D IV T. Mesin Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro

<sup>2</sup>Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Diponegoro

<sup>3</sup>Program Diploma III T. Perkapalan Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro

E-mail:senodarmanto@gmail.com

### Abstrak

*Rancang bangun peralatan pengering dengan kalor gas buang pada dasarnya terdiri dari 4 (empat) bagian utama yakni ruang pengering dan rak, ruang penampung gas buang, ducting penukar kalor dan cerobong gas buang. Pembangkitan energi dalam bentuk kalor dibangkitkan dari gas buang mesin diesel dengan spesifikasi berturut-turut adalah 4 HP, 6 HP, 8. Uji unjuk kerja mesin pengering dengan mengaplikasikan kalor gas buang dari mesin diesel 6 HP dan 8 HP menghasilkan capaian temperatur kerja di ruang pengering relatif rendah yakni di bawah 40°C. Selanjutnya aplikasi kalor gas buang dari mesin diesel dengan output daya 10 HP mampu menghasilkan pencapaian temperatur kerja di atas 40°C. Uji unjuk kerja mesin pengering dengan mengaplikasikan kalor gas buang dari mesin diesel 18 HP dapat menghasilkan capaian temperatur kerja di ruang pengering mencapai ±50°C.*

**Kata kunci:** pengeringan, gas buang, temperatur kerja

### 1. Pendahuluan

Pengeringan merupakan proses pemindahan atau pengeluaran kandungan air dari suatu bahan hingga mencapai kandungan air tertentu agar kecepatan kerusakan bahan dapat diperlambat. Proses pengeringan ini dipengaruhi oleh suhu, tekanan, kelembaban udara lingkungan, kecepatan aliran udara pengering, kandungan air yang diinginkan, energi pengering, dan kapasitas pengering. Pengeringan yang terlampaui cepat dapat merusak bahan, oleh karena permukaan bahan terlalu cepat kering sehingga kurang bisa diimbangi dengan kecepatan gerakan air di dalam bahan yang menuju permukaan bahan tersebut. Adanya pengeringan cepat menyebabkan pengerasan pada permukaan bahan selanjutnya air di dalam bahan tersebut tidak dapat lagi menguap karena terhambat. Di sisi lain, operasional pengeringan dengan suhu yang terlalu tinggi dapat merusak bahan. Pengaturan suhu dan lamanya waktu pengeringan dilakukan dengan memperhatikan kontak antara alat pengering dengan alat pemanas (baik itu berupa udara panas yang dialirkan maupun alat pemanas lainnya). Namun demi pertimbangan-pertimbangan standar gizi maka pemanasan dianjurkan tidak lebih dari 85°C (Suharto, 1991).

Pengolahan pasca panen obat alami membutuhkan energi cukup besar. Kebutuhan energi untuk pengolahan obat alami cenderung

tinggi terutama pada tahap pengeringan/penirisan, pengirisan/perajangan, dan pengolahan lebih lanjut. Bagi industri (terutama industri kecil), biaya energi (yang bersumber dari minyak alam) untuk pengolahan obat alami tergolong cukup mahal. Dan analisis pasar menunjukkan bahwa energi yang bersumber dari minyak bumi mengalami kecenderungan peningkatan baik konsumsi dan harga sehubungan dengan permintaan masyarakat dunia (terutama industri) yang meningkat. Harga minyak mentah yang berkisar 25 dolar per barrel di tahun 2000 telah mengalami kenaikan menjadi kisaran 90 dolar per barrel di tahun 2007 dan lebih dari 100 dolar per barrel di tahun 2012. Diversifikasi energi yang murah dan ramah lingkungan (air, matahari, angin dan panas bumi) diharapkan dapat diterapkan di sektor pertanian dan perkebunan. Konsumsi energi untuk skala dunia di tahun 2000 menunjukkan bahwa diversifikasi konsumsi energi tercatat 35% minyak bumi, 25% batubara, 21% gas alam, 7% nuklir dan energi terbarukan 14% (Handaka, 2003). Selanjutnya kontribusi energi terbarukan dari air, angin, surya dan panas bumi 1% -1,5% (IEA, 2002 di dalam Handaka, 2003). Kajian dan analisis diversifikasi energi terbarukan dapat bersumber dari angin, air, panas bumi, matahari, minyak nabati dan hewani serta hidrogen. Pelaksanaan kebijakan diversifikasi

energi di level teknis belum mengalami peningkatan yang signifikan hingga sekarang ini.

Tabel 1. Suhu Limbah Panas pada Kisaran Suhu Tinggi (Sumber: NN/UNEP, 2006)

| No | Peralatan                    | Temperatur (°C) |
|----|------------------------------|-----------------|
| 1  | Tungku pemurnian Nikel       | 1370 – 1650     |
| 2  | Tungku pemurnian Almunium    | 650 – 760       |
| 3  | Tungku pemurnian Seng        | 760 – 1100      |
| 4  | Tungku pemurnian Tembaga     | 760 – 815       |
| 5  | Tungku pemanasan Baja        | 925 – 1050      |
| 6  | Tungku reverberatory Tembaga | 900 – 1100      |
| 7  | Tungku open hearth           | 650 – 700       |
| 8  | Kiln semen                   | 620 – 730       |
| 9  | Tungku peleleh kaca          | 1000 – 1550     |
| 10 | Plant hidrogen               | 650 – 1000      |
| 11 | Insinerator limbah padat     | 650 – 1000      |
| 12 | Insinerator asap             | 650 – 1450      |

Produksi gas buang dapat berasal dari boiler, kiln, oven, tungku dan mesin pembakaran dalam. Potensi temperatur gas buang berkisar dari 25°C 1650°C (NN/UNEP, 2006; Belyamin, 2002). Aplikasi gas buang hasil pembakaran dalam skala kecil sebagai kalor pemanas relatif belum banyak diaplikasikan. Namun untuk pembakaran dalam skala besar (skala industri besar) gas buang sudah banyak diaplikasikan untuk pengeringan, pemanas air, pemanas ruangan, pembangkit kalor dan energi gerak. Aplikasi mesin diesel dengan 4 macam jenis pembebanan yaitu 110/120 kW, 155/160 kW, 160/165 kW dan 180/185 kW mampu menghasilkan gas buang dengan temperatur 390°C (Tirtoatmodjo, 1999). Aplikasi gas buang dengan teknologi termoelektrik generator dengan 1 (satu) unit peltier mampu menghasilkan energi listrik 0.31 Watt dan 0,84 Watt (Klara dkk., 2016). Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian adalah menganalisis secara eksperimen peralatan pengering dengan kalor yang dibangkitkan dari gas buang. Kajian dan analisis secara eksperimen meliputi aplikasi teknologi pengumpul/penyerap kalor gas buang untuk mendukung penyediaan sumber kalor melalui teknologi *cogeneration* dan analisis unjuk kerja peralatan pengering sistem tertutup dengan pengumpul kalor gas buang untuk proses pengeringan.

## 2. Metode Penelitian

### 2.1. Bahan

Bahan yang digunakan jahe, bahan bakar, pasir. Jahe digunakan sebagai sampel bahan yang dikering. Biosolar digunakan sebagai bahan bakar mesin diesel. Pasir digunakan sebagai media transfer dan penyimpanan temperatur ruangan pengering.

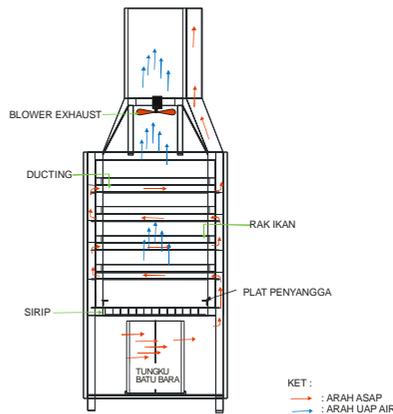
### 2.2. Peralatan

Peralatan yang digunakan pada prinsipnya terdiri dari 1 (satu) set alat pengering, beberapa mesin pembangkit gas buang, ducting gas buang dan alat ukur. Satu set alat pengering terdiri dari ruang pengering, rak, ruang penampung gas buang, ducting penukar kalor dan cerobong gas buang seperti ditunjukkan pada Gambar 1. Selanjutnya mesin pembangkit gas buang terdiri dari beberapa tipe mesin diesel meliputi 4 HP, 6 HP, dan 8 HP. Rak terletak di ruang pengering dan difungsikan untuk memudahkan pengaturan bahan yang dikeringkan. Ruang penampung gas buang merupakan ruang pengumpul awal kalor yang diletakkan di bawah ruang pengering bahan. Ducting gas buang pada prinsipnya terdiri dari 2 (dua) unit. Unit 1 (satu) adalah komponen ducting yang menghubungkan cerobong mesin diesel ke ruang penampung gas buang di mesin pengering. Selanjutnya unit ducting ke-2 diletakkan di peralatan pengering antara ruang penampung kalor dan cerobong asap. Ada beberapa alat ukur meliputi temperatur, tekanan, massa, volume, higrometer. Alat ukur temperatur menggunakan 1 (satu) set alat ukur temperatur yang mempunyai 4 sensor dan diletakkan di ruang penampung kalor, ruang pengering bahan, ducting 2 dan cerobong.

### 2.3. Prosedur Percobaan

Pengambilan data awal sebelum mesin pengering dioperasikan dilakukan dengan mengukur dan mencatat massa awal bahan yang dikeringkan, volume awal bahan bakar, temperatur awal ruang pengering, temperatur awal lingkungan dan kelembaban awal ruang pengering. Selanjutnya pengambilan data pada saat peralatan pengering hidup dan keadaan tanpa atau dengan beban bahan yang

dikeringkan meliputi temperatur di beberapa lokasi berbeda, kelembaban, massa bahan yang dikeringkan dan kecepatan fan. Pengambilan dan pengukuran temperatur di beberapa lokasi meliputi di ruang penampung gas buang, temperatur di ruang pengering, temperatur asap di pintu masuk cerobong asap dan temperatur udara lingkungan.

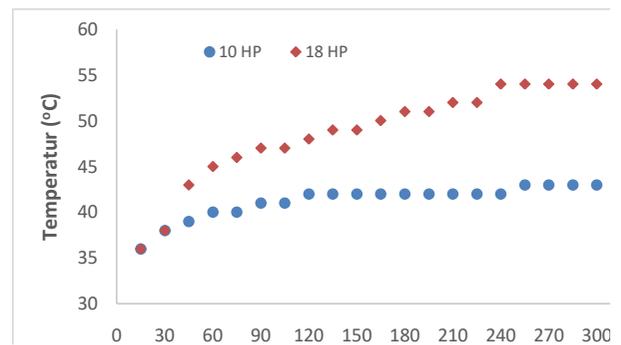


Gambar 1. Diagram alirannya asap gas buang dan peralatan pengeringan

### 3. Hasil dan Pembahasan

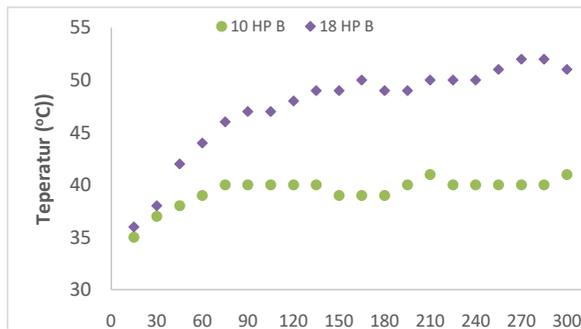
Uji unjuk kerja mesin pengering dengan mengaplikasikan kalor gas buang dari mesin diesel 4 HP, 6 HP dan 8 HP menghasilkan capaian temperatur kerja di ruang pengering kurang maksimal. Pengukuran temperatur di ruang pengering mencapai hanya temperatur rendah yakni di bawah 40°C. Seperti ditunjukkan pada Gambar 2, aplikasi gas buang dari mesin diesel dengan luaran daya 10 HP mampu menghasilkan capaian temperatur kerja di ruang pengering di atas 40°C. Demikian pula

uji unjuk kerja mesin pengering dengan mengaplikasikan kalor gas buang dari mesin diesel 18 HP dapat menghasilkan capaian kerja cukup baik di mana pengukuran temperatur di ruang pengering dapat mencapai temperatur di atas 50°C. Pencapaian ini menyamai pencapaian temperatur kerja saat aplikasi plat penyerap kalor matahari untuk pengeringan (Darmanto dkk., 2013) dan aplikasi gas buang untuk pemanas air (Tirtoatmodjo, 1999).



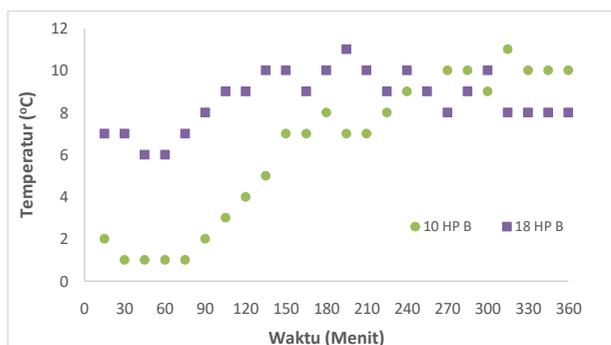
Gambar 2. Capaian temperatur kerja di ruang pengering

Pengujian unjuk kerja mesin pengering dengan beban pengeringan jahe 10 kg menunjukkan hasil yang positif. Seperti ditunjukkan pada Gambar 3, aplikasi gas buang dari mesin diesel dengan output daya 10 HP mampu mempertahankan capaian temperatur kerja di ruang pengering di  $\pm 40^\circ\text{C}$ . Demikian pula uji unjuk kerja mesin pengering dengan mengaplikasikan kalor gas buang dari mesin diesel 18 HP juga mampu mempertahankan temperatur di ruang pengering di  $\pm 50^\circ\text{C}$ . Ini menunjukkan bahwa beban pengeringan jahe dapat di tingkatkan dengan massa di atas 10 kg. Beban pengeringan jahe dengan massa 10 kg masih di bawah beban optimal pengeringan. Laju penurunan kadar air jahe untuk pengeringan selama 360 menit (6 jam) masih rendah yakni  $\pm 7\%$ . Peningkatan laju pengeringan dapat diperbaiki dengan mengupas, membelah dan merajang jahe.



Gambar 3. Capaian temperatur kerja di ruang pengering saat pembebanan pengeringan jahe.

Ada indikasi bahwa transfer kalor dari gas buang ke ruang pengering menunjukkan hasil yang relatif stabil pada aplikasi mesin diesel 18 HP. Analisis data capaian temperatur kerja untuk aplikasi kalor gas buang dari mesin diesel 18 HP menunjukkan bahwa meskipun beda temperatur antara ruang pengumpul kalor dengan ruang pengeringan sudah relatif tinggi di awal, namun pola itu cenderung relatif tetap yakni antara 6°C – 11°C. Ini berbeda dengan aplikasi kalor gas buang untuk mesin diesel 10 HP, di mana beda temperatur antara ruang pengumpul kalor dengan ruang pengeringan relatif rendah di awal yakni 2°C, selanjutnya pola itu cenderung naik 8°C di menit ke-180 dan tertinggi di menit ke-315 yakni 11°C.



Gambar 4. Beda temperatur saat pembebanan pengeringan jahe.

#### 4. Kesimpulan

Uji unjuk kerja mesin pengering dengan mengaplikasikan kalor gas buang dari mesin diesel 6 HP dan 8 HP menghasilkan capaian temperatur kerja di ruang pengering relatif rendah yakni di bawah 40°C. Selanjutnya aplikasi kalor gas buang dari mesin diesel dengan output daya 10 HP mampu

menghasilkan pencapaian temperatur kerja di atas 40°C. Uji unjuk kerja mesin pengering dengan mengaplikasikan kalor gas buang dari mesin diesel 18 HP dapat menghasilkan capaian temperatur kerja di ruang pengering mencapai ±50°C.

#### Ucapan Terima Kasih

Kami dari hati yang paling dalam mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah terlibat dalam penelitian ini terutama mahasiswa, teknisi dan PSD III Teknik Mesin FT Undip. Terima kasih kepada DP2M DIKTI melalui Skim Hibah Bersaing yang telah mendanai kegiatan penelitian melalui Direktorat Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (Ditlitabmas) Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi (Ditjen Dikti) Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Tahun Anggaran 2014, melalui DIPA UNDIP Nomor DIPA-023.04.02.189185/2014 tanggal 05 Desember 2013.

#### Daftar Pustaka

- Belyamin, 2002, "Cogeneration in Boiler and Economizer", Mechanical department, Study and analyze external combustion.
- Darmanto, S., Indartono, Windu Sediono, Sriyana dan Sarwoko, 2013, "Analisis Dimensi dan Profil Pengumpul Kalor Matahari untuk Proses Pengeringan", Seminar Nasional ke 8, Rekayasa Teknologi Industri dan Informasi, Universitas Wahid Hasyim Semarang
- Handaka, 2003, "Prospek Penggunaan dan Penelitian Teknologi Energi untuk pertanian di Indonesia", Semnas Ekpose Mekanisasi Pertanian, Badan Litbang Nasional, Agustus.
- Klara, S dan Sutrisno, 2016, "Pemanfaatan Panas Gas Buang Mesin Diesel Sebagai Energi Listrik", Jurnal Riset dan Teknologi Kelautan (JRTK) Volume 14, No. 1, Januari – Juni.
- NN/United nation Environment Program (UNEP), 2006, "Pemanfaatan Kembali Limbah Panas", Pedoman Efisiensi

- Energi untuk Industri di Asia,  
[www.energyefficiencyasia.org](http://www.energyefficiencyasia.org).
- Suharto, 1991, "*Teknologi Pengawetan Pangan*", Cetakan Pertama, Rineka Cipta, Jakarta
  - Tirtoatmodjo, R., 1999, "*Pemanfaatan Energi Gas Buang Motor Diesel Stasioner untuk Pemanas Air*", Jurnal Teknik Mesin Vol. 1 No. 1 hal 24 – 29, Universitas Kristen Petra.