

PANAS GAS BUANG MESIN DIESEL UNTUK TAPIOKA

Khoirul Anam ¹

Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Dan Ilmu Komputer Universitas Muhammadiyah
Pekajangan Pekalongan
Jl. Pahlawan No. 10 Gejlig – Kec. Kajen Kab. Pekalongan

ABSTRAK

Teknik pengeringan memegang peran yang sangat penting untuk menentukan kualitas dan kontinuitas dalam proses pembuatan tepung tapioka. Secara tradisional proses pengeringan dilakukan oleh para petani dengan memanfaatkan panas matahari, namun kendala terjadi ketika musim penghujan datang sedangkan produksi harus tetap berjalan untuk memenuhi kebutuhan. Secara umum yang terjadi saat ini kendala produksi tapioka adalah pada proses pengeringannya, dimana saat ini hanya dilakukan dengan cara tradisional yang sangat membutuhkan lahan yang luas dan sangat bergantung pada cuaca dengan panas matahari yang banyak. Berdasarkan analisa hasil pengolahan data dengan menggunakan metode eksperimen *taguci* untuk menentukan desain dimensi utama alat yang optimum dari *economizer* di pabrik laundry diperoleh kesimpulan sebagai berikut Pengaruh diameter *tube*, *lay out*, *pitch ratio* dan *excess area* pada *economizer* Diameter *tube* (d_o) berpengaruh signifikan terhadap jumlah *tube* dan diameter *shell* (D_s). *Pitch ratio* (PR) berpengaruh signifikan terhadap diameter *shell* (D_s) akan tetapi tidak berpengaruh signifikan terhadap jumlah *tube*. *Excess area* berpengaruh signifikan terhadap jumlah *tube* akan tetapi tidak berpengaruh signifikan terhadap diameter *shell* (D_s). *Lay out* mempunyai pengaruh yang sama pada diameter *shell* dan jumlah *tube*. Kondisi optimum *economizer* Jumlah *tube* Optimum (N_t) diperoleh pada kombinasi diameter *tube* (d_o) 0,0254 m, *Excess area* (PR) 1,2, *lay Out* 30° dan *pitch ratio* 1,2. Diameter *shell* optimum diperoleh pada kombinasi diameter *tube* (d_o) 0,0381 m, *pitch ratio* (PR) 1,2, *Excess area* 1,2 dan *lay Out* 30°.

Kata kunci : Pengering, Diameter *Shell*, Diameter *Tube*

Drying technique plays a very important role in determining the quality and continuity of the tapioca flour manufacturing process. Traditionally the drying process is carried out by farmers by utilizing the sun's heat, but problems occur when the rainy season comes while production must continue to meet needs. which requires a large area of land and is very dependent on the weather with a lot of hot sun. Based on the analysis of the results of data processing using the Taguci experimental method to determine the optimum design of the main dimensions of the economizer in the laundry factory, the following conclusions are obtained. Effect of tube diameter, lay out, pitch ratio and excess area on the economizer Tube diameter (d_o) has a significant effect on the amount tube and shell diameter (D_s). Pitch ratio (PR) has a significant effect on shell diameter (D_s) but has no significant effect on the number of tubes. Excess area has a significant effect on the number of tubes but has no significant effect on shell diameter (D_s). Lay out has the same effect on shell diameter and tube number. Optimum economizer conditions. Optimum tube number (N_t) is obtained from a combination of tube diameter (d_o) 0.0254 m, excess area (PR) 1.2, lay out 30° and pitch ratio 1,2. The optimum shell diameter is obtained from a combination of tube diameter (d_o) 0.0381 m, pitch ratio (PR) 1.2, excess area 1.2 and lay out 30°.

Keywords: *Dryer, Shell Diameter, Tube Diameter*

Latar Belakang

Riset di Pabrik Tapioka berusaha untuk mengurangi dampak yang terjadi pada lingkungan sekitar, mengurangi ongkos produksi dalam energi untuk mengeringkan Tapioka, karena itu gas buang yang dihasilkan akan dimanfaatkan untuk tujuan tersebut. Secara teoritik efisiensi termal mesin Diesel optimalnya bisa dimanfaatkan sekitar 25- 30%, sedangkan sisanya terbuang dalam berbagai bentuk seperti 30-35% terbuang sebagai gas buang. Tentunya persentase gas buang tersebut memiliki potensi panas yang sangat besar untuk keperluan lain yang menggunakan energi panas. Energi panas dapat ditransfer dengan menggunakan alat yang disebut heat exchanger.

Industri tepung adalah salah satu bidang industri yang usianya tua dan merupakan cabang dari industri hilir ubi kayu yang memproses ubi kayu segar menjadi tepung . industri tepung ini merupakan komoditi dagang langsung dan juga merupakan sumber bahan baku dari industri hilir. Begitu pentingnya industri tepung , sehingga dalam satu abad terakhir ini, perkembangan industri hilir tepung sangat pesat, seiring dengan perkembangan bahan baku modern yang mendatangkan era industri hilir tepung. Produksi tepung dunia (termasuk tepung yang dibuat dari jagung, gandum, kentang, ubi merah dan ubi kayu), pada tahun 1976 hanya mencapai 7,7 juta ton/tahun pada tahun terakhir ini telah mencapai 30 juta ton/tahun, tepung jagung mendominasi 70% dan tepung ubi kayu hanya 8-9%.[2] Proses pembuatan pati dari ubi kayu dengan menggunakan ubi kayu sebanyak 2.007 g ubi

menghasilkan pati ubi kayu sebanyak 376,2 g (dengan K_a 14%). Rendemen ubi kayu yang dihasilkan sebesar 18,744 %.

Kualitas tepung tapioka yang baik dan sesuai standar SNI memiliki kadar air maksimal 15%, sehingga dalam tahap produksi memerlukan proses pengeringan. suhu pengeringan yang memberikan kadar air akhir terendah adalah suhu 60 °C. Semakin tinggi suhu udara pengering mengakibatkan transfer panas yang diberikan udara kepada bahan lebih besar sehingga mempercepat proses penguapan air dari bahan. Pada industri skala kecil, pembuatan tepung tapioka menjadi usaha musiman karena pengeringannya bergantung pada sinar matahari dan dilakukan pada ruang terbuka selama 6 jam. Masalah yang muncul adalah proses pengeringan secara konvensional dengan sinar matahari banyak terdapat kekurangan seperti ketergantungan terhadap cuaca, membutuhkan waktu penjemuran yang relatif lebih lama, kadar air produk yang dihasilkan tidak seragam, dan kemungkinan tercampur dengan kotoran atau benda asing lebih besar. Tarto Raharjo telah melakukan penelitian Pemanfaatan Gas Buang Motor Diesel Untuk Pengering Tepung Tapioka Menggunakan Shell and Tube Exchanger dengan metode *Full Factorial* dengan memperhitungkan parameter dari dimensi utama alat penukar kalor, yaitu luas penampang (A), panjang pipa (L), diameter luar pipa (do) dan Jumlah pipa (Nt) Rizky Adi N Telah melakukan penelitian Penggunaan Teknologi Pengering Unggun Terfluidasi untuk meningkatkan efisiensi pengeringan tepung

tapioka Dari penelitian diperoleh hasil bahwa suhu optimum pengeringan adalah 50 C pada laju alir optimum 2,5 m/s. Hasil uji proksimat tepung tapioka berupa kadar air, derajat putih, dan kadar abu dengan pengering unggul terfluidisasi lebih baik dibandingkan pengeringan tenaga surya. Samsudi Rahardjo Telah melakukan penelitian tentang peluang pemanfaatan panas gas buang mesin diesel mobil untuk dimanfaatkan khususnya untuk memanasi air. Metode penelitian dilakukan dengan memanfaatkan panas gas buang mesin diesel gerlset 16 Pk yang digunakan untuk menguapkan air dalam penukar dan uap yang dihasilkan digunakan untuk memanasi air yang diletakkan di dalam kondensor. Hasil akhir r-nenuniukkan, air di kondensor dapat menjadi panas hingga mencapai 60-700C,[5]

Muardi dkk telah melakukan penelitian pengaruh prestasi mesin Diesel terhadap efektifitas heat exchanger aliran silang dengan memanfaatkan panas gas buang mesin Diesel dan efisiensi pengeringan ikan. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen . Heat Exchanger didesain sebagai alat pengering dengan memanfaatkan panas gas buang mesin Diesel.

Pada penelitian ini akan dikembangkan teknologi pengering buatan, khusus membahas alat penukar kalor yang memanfaatkan energi panas gas buang diesel stasioner dengan udara sebagai fluida pemindah panas. Pengeringan dilakukan pada ruang tertutup sehingga terjamin kebersihan dan kontinuitas produksi karena tidak bergantung pada cuaca dan musim. Untuk mendapatkan efisiensi optimum pengeringan, akan dikaji dengan

memperhitungkan parameter dari dimensi utama alat penukar kalor, yaitu luas penampang (A), Excees Area (Af/Ac), diameter luar pipa (do) dan Jumlah pipa (Nt).Dikky ardian nugraha telah melakukan penelitian studi eksperien Flash Dryer dengan variasi ketinggian cyclone separator dan temperature udara pengeringan terhadap kualitas hasil pengeringan tepung tapioka dengan massa 2 kg'

Landasan Teori

Ubi kayu merupakan komoditas tanaman pangan ketiga Indonesia setelah padi dan jagung sekaligus sumber kalori pangan termurah dan cukup ketersediaannya. Ubi kayu Indonesia terutama digunakan untuk bahan pangan (58%), bahan baku industri (28%), ekspor dalam bentuk gablek (8%) dan pakan (2%). Pengolahan ubi kayu menjadi beberapa produk olahan merupakan upaya untuk mendukung program ketahanan pangan & diversifikasi pangan serta menjadi salah satu solusi masalah ketergantungan dan kelangkaan satu bahan pangan pokok. Pengolahan ubi kayu menjadi tepung tapioka merupakan salah satu langkah strategis & ekonomis bagi pengembangan ubi kayu menjadi produk olahan. Tapioka merupakan pati singkong yang diekstraksi dari parutan singkong menggunakan air. Cairan hasil ekstraksi kemudian diendapkan beberapa jam hingga terbentuk endapan pati. Bagian cairan diatas endapan kemudian dibuang. Endapan pati ini mengandung kadar air sekitar 40% (basis basah). Kondisi pati basah ini tidak bisa disimpan dalam waktu lama karena keberadaan air

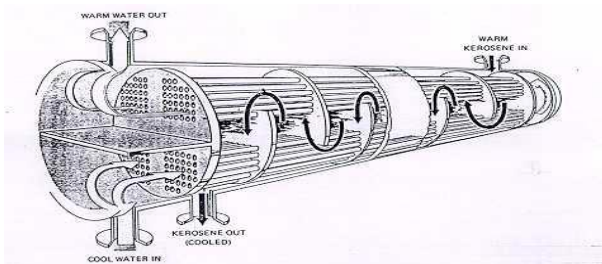
mengakibatkan aktivitas mikroba tinggi. Menurut standar mutu SNI 01-3729-1995, kadar air maksimal dalam tapioka adalah 13%. Oleh sebab itu perlu adanya proses pengeringan

Proses pengeringan adalah proses yang dilakukan setelah tepung tapioka telah mengalami proses pengandaan dengan maksud untuk mengeringkan tepung tapioka. Proses pengeringan dapat dilakukan melalui penjemuran dengan sinar matahari maupun mesin pengering berupa oven yang berkapasitas 10- 20 kg tepung tapioka. Proses ini memerlukan waktu sekitar 2 sampai 3 jam.

Economizer di Industri Tepung Tapioka.

Economiser adalah alat penukar panas yang memanfaatkan gas asap panas hasil dari pembakaran pada mesin Diesel untuk memanaskan Udara umpan sebelum masuk ke dalam Mesin Pnfering dan gas asap panas sebelum dibuang ke udara bebas. Suatu fluida mengalir didalam tabung, sedangkan fluida yang satunya lagi dialirkan melalui selongsong melintasi luar tabung. Untuk menjamin fluida disebelah selongsong mengalir melintasi tabung dan dengan demikian menyebabkan perpindahan panas yang lebih tinggi, maka di dalam selongsong itu dipasang sekat sekat (Baffle).

Konsep Dasar Perencanaan Economizer/Alat Penukar Kalor



Gambar .1 Alat Penukar Kalor

Bahan bakar Mesin Diesel dan Reaksi Pembakaran

Kalor yang dibutuhkan untuk menghasilkan uap pada ketel uap bersal dari proses pembakaran bahan bakar, adapun bahan bakar yang digunakan untuk pengoperasian Mesin Diesel adalah Solar ($C_{16}H_{34}$) dengan komposisi sebagai berikut

Tabel 1 Komposisi Bahan Bakar

Unsur	Berat (%)
Karbon (C)	81,0
Hidrogen (H)	14,5
Oksigen (O)	0

Beban termal atau Laju Pertukaran Energi Panas di Dalam Alat Penukar Kalor.

Beban termal atau laju perpindahan energi panas di dalam alat penukar kalor, apabila APK dianggap adiabatik, besarnya sama dengan laju energi panas yang dilepaskan oleh aliran fluida panas, Q_h atau sama dengan laju energi panas yang diterima oleh aliran fluida pendingin, Q_c yang mana :

Besarnya panas yang diserap fluida dingin[8]

$$Q_c = \dot{m}_{air} \times C_{p_{air}} \times \Delta T_c$$

$$Q_c = \dot{m}_{air} \times C_{p_{air}} \times (T_{c,o} - T_{c,i})$$

dimana :

Q_c = kalor yang diserap fluida dingin (kW)

\dot{m} = laju aliran massa udara segar (kg/s)

$$m_{udara} = \frac{2.000}{360}$$

laju aliran massa Udara(kg/s)

$c_{p_{Udara}}$ = kalor jenis udara(kJ/kg.K)

$T_{c,o}$ = temperatur udara keluar (K)

$T_{c,i}$ = temperatur udara masuk (K)

Sifat sifat fluida dingin dievaluasi pada temperatur rata rata, yaitu

$$T_c = \frac{T_{c,i} - T_{c,o}}{2}$$

Besarnya panas yang dilepas fluida panas

$$Q_h = \dot{m}_{gas} \times C_{p_{gas}} \times \Delta T_h$$

$$Q_c = \dot{m}_{gas} \times C_{p_{gas}} \times (T_{h,i} - T_{h,o})$$

dimana :

Q_c = kalor yang diserap fluida dingin (kW)

\dot{m}_s = laju aliran massa Asap (kg/s)

$C_{p_{gas}}$ = kalor jenis gas (kJ/kg.K)

$T_{h,o}$ = temperatur air keluar (K)

$T_{h,i}$ = temperatur air masuk (K)

Sifat sifat fluida dingin dievaluasi pada temperatur rata rata, yaitu

$$T_c = \frac{T_{h,i} - T_{h,o}}{2}$$

Efektifitas Alat Penukar Kalor

Untuk menentukan efektifitas alat penukar kalor harus ditentukan fluida minimum, dimana kapasitas kalor yang minimum dipilih dari :

- Untuk fluida dingin : $C_c =$

$$\dot{m}_{udara} \times C_{p_{Udara}}$$

- Untuk fluida panas ; $C_h =$

$$\dot{m}_{gas\ buang} \times C_{p_{gas\ buang}}$$

dimana :

C_c = kapasitas kalor udara (kW/K)

C_h = kapasitas kalor gas buang (kW/K)

Jika fluida dingin sebagai fluida minimum, maka efektifitas alat penukar kalor dapat diperoleh dari persamaan :

$$\left. \begin{aligned} \varepsilon &= \frac{Q}{Q_{max}} \\ \varepsilon &= \frac{(T_{c,o} - T_{c,i})}{(T_{h,i} - T_{c,i})} \end{aligned} \right\}$$

Jika fluida panas sebagai fluida minimum, maka efektifitas alat penukar kalor dapat diperoleh dari persamaan :

$$\left. \begin{aligned} \varepsilon &= \frac{Q}{Q_{max}} \\ \varepsilon &= \frac{(T_{h,i} - T_{h,o})}{(T_{h,i} - T_{c,i})} \end{aligned} \right\}$$

dimana :

ε = efektifitas alat penukar kalor (%)

Q = perpindahan panas nyata (kW)

Q_{max} = perindahan kalor maksimum yang mungkin (kW)

Metode Penelitian

Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di pabrik Artomoro Laundry (Celana Jeans) Jl.Gg H.Ali No 2 Kelurahan Tirto Kec Pekalongan Barat Kota Pekalongan. Waktu penelitian dimulai sejak proposal Pra tesis disetujui akhir tahun 2012, yaitu Optimasi Desain *economizer* ketel uap pada industri Garment/loundry di Kota Pekalongan

Bahan Dan Alat.

Ketel Uap dan pendukungnya

Ketel uap adalah pesawat konversi energi yang mengkonversikan energi kimia (potensial) dari bahan bakar menjadi energi panas. Ketel uap yang dipakai dimanfaatkan untuk proses pewarnaan celana jeans. Ketel uap menghasilkan uap saturasi sampai dengan 2 ton/ jam. Dengan tekanan kerja rata-rata antara 5 – 8 kg/cm² (temperature uap 151^oC – 169^o C), dengan spesifikasi sebagai berikut :

- a. Jenis.....pipa api
- b. Tekanan kerja maksimal10 kg/cm²
- c. Tekanan kerja perencanaan13 kg/cm²
- d. Uji tekan hidrostatis15 kg/cm²
- e. Kapasitas penguapan..... 2000 kg/jam
- f. Bahan bakar Batu bara
- g. Konsumsi bahan bakarkg/jam

Setiap ketel uap mempunyai tekanan kerja sesuai tertera dalam sertifikat pembuatannya. Ketel uap ini mempunyai tekanan kerja maksimal yang diijinkan sampai dengan 10 kg/cm² , sehingga dalam penggunaannya tidak boleh melebihi 10 kg/cm². Sedangkan secara desain ketel uap ini mampu sampai 13 kg/cm². Konsumsi bahan bakar bila ketel uap berjalan dengan kapasitas penuh mencapai 250 kg batu bara perjam. Melalui pintu dapur ketel uap batu bara dimasukan bilamana tekanan ketel uap mencapai titik setting terendah dengan bekerjanya Fan. Fan berfungsi untuk membawa gas asap yang ditimbulkan dari pembakaran. Sedangkan FD Fan berfungsi untuk berfungsi menyuplai udara khususnya oksigen yang diperlukan untuk pembakaran, apabila suplai oksigen mencukupi akan terjadi pembakaran yang

sempurna, pembakaran yang baik ditandai dengan warna asap yang putih kecoklatan, asap yang berwarna putih menandai terlalu banyak suplai oksigen, bila berwarna hitam tanda kekurangan oksigen.

Steam yang dihasilkan dari boiler adalah saturated steam (uap jenuh) yang temperaturnya tergantung kepada besarnya tekanan pada ketel uap ,Semakin tinggi tekanan semakin tinggi pula temperature yang dihasilkan. Steam keluar ketel uap menuju mesin pewarna jeans.

Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam optimasi desain economizer ini adalah dengan memperhatikan dan menggunakan data karakteristik Ketel Uap/ Boiler untuk pabrik garment / Laundry , dan juga faktor pengotoran dari economizer selanjutnya dilakukan perhitungan untuk menentukan kondisi optimum dengan menggunakan metode eksperimen Taguchi .

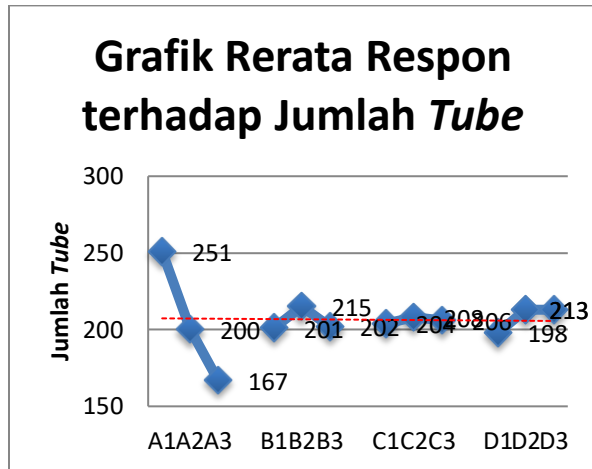
Pembahasan

Identifikasi Lever Faktor Optimum

Identifikasi lever faktor optimum diperlukan untuk mengetahui level faktor yang memberikan pengaruh terbesar terhadap hasil perhitungan desain. Kombinasi dari level faktor dominan ini diharapkan memberikan parameter yang optimum.

Level Faktor Optimum Jumlah Tube

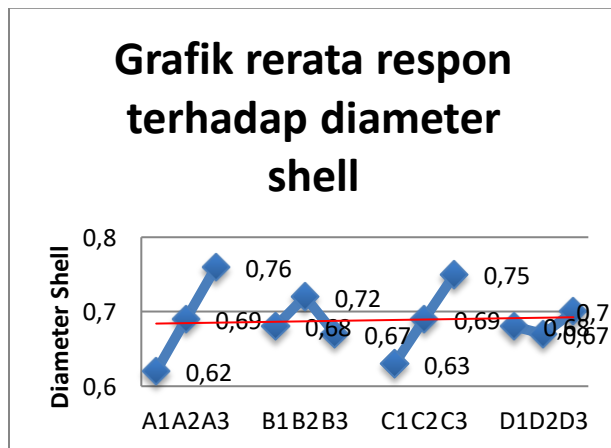
Pengaruh tiap tiap level dan faktor terhadap jumlah *tube* dapat diketahui bahwa kombinasi level faktor untuk mendapatkan jumlah *tube* (N_t) terkecil diperoleh pada A3;D1;B1 dan C1; yaitu pada diameter *tube* 0,0254m, *Excess area* 1,2 , *lay Out* 30^o dan *pitch ratio* 1,2. .



Gambar 2 Pengaruh rata-rata respon masing-masing level terhadap jumlah tube.

Level Faktor Optimum Diameter Shell

Pengaruh tiap tiap level dan faktor terhadap diameter shell dapat dilihat pada kombinasi level faktor untuk mendapatkan diameter shell (D_s) terkecil diperoleh pada A1;C1;B3 dan D1; yaitu pada diameter tube 0,0381 m, pitch ratio 1,2 , Excess area 1,2 , lay Out 30° dan Excess area 1,2. Gambar 4.2 menunjukkan respons level faktor terhadap jumlah tube.



Gambar.3 Pengaruh rata-rata respon masing-masing level terhadap Diameter Shell

Prediksi Hasil penelitian

Pada penelitian ini terdapat dua jenis optimasi, yaitu optimasi jumlah tube (minimal) dan optimasi Diameter Shell (minimasi).

Optimasi untuk Jumlah Tube

Dari jumlah tube terkecil diperoleh dari kombinasi A3;D1;B1 dan C1. Hasil perhitungan prediksi jumlah tube optimum adalah sebagai berikut,

$$\begin{aligned}
 N_t &= N_{rata\ rata} + (A_{min} - T) + (B_{min} - T) \\
 &+ (C_{min} - T) + (D_{min} - T) \\
 &= 206 + (167 - 206) + (201 - 206) + (194 - 206) + (198 - 206) \\
 &= 142\ Tube
 \end{aligned}$$

Sehingga;

$$\begin{aligned}
 D_s &= 0,637 \sqrt{\frac{0,87}{0,93} \left(\frac{(16,14 \times 1,2)(1,25)^2 0,0381}{1} \right)^{0,5}} \\
 D_s &= 0,66\ m
 \end{aligned}$$

Optimasi untuk Diameter Shell

Diameter shell terkecil diperoleh dari kombinasi A1;C1;B3 dan D1. Hasil perhitungan prediksi jumlah tube optimum adalah sebagai berikut,

$$\begin{aligned}
 D_s &= D_{rata\ rata} + (A_{min} - T) + (B_{min} - T) + (C_{min} - T) + (D_{min} - T) \\
 &= 0,69 + (0,67 - 0,69) + (0,67 - 0,69) + (0,63 - 0,69) + (0,67 - 0,69) \\
 &= 0,53\ m
 \end{aligned}$$

Sehingga ,

$$\begin{aligned}
 N_t &= 0,785 \left(\frac{0,93}{0,87} \right)^{0,5} \left(\frac{0,53}{(1,25)(0,0254)} \right)^2 \\
 N_t &= 226\ tube
 \end{aligned}$$

Kesimpulan

Berdasarkan analisa hasil pengolahan data dengan menggunakan metode eksperimen *taguci* untuk menentukan desain dimensi utama alat yang optimum dari *economizer* di pabrik laundry diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Pengaruh diameter *tube*, *lay out*, *pitch ratio* dan *excess area* pada *economizer* :
 - a. Diameter *tube* (d_o) berpengaruh signifikan terhadap jumlah *tube* dan diameter *shell* (D_s).
 - b. *pitch ratio* (PR) berpengaruh signifikan terhadap diameter *shell* (D_s) akan tetapi tidak berpengaruh signifikan terhadap jumlah *tube*.
 - c. *Excess area* berpengaruh signifikan terhadap jumlah *tube* akan tetapi tidak berpengaruh signifikan terhadap diameter *shell* (D_s).
 - d. *Lay out* mempunyai pengaruh yang sama pada diameter *shell* dan jumlah *tube*.
2. Kondisi *optimum economizer* :
 - a. Jumlah *tube* *Optimum* (N_t) diperoleh pada kombinasi diameter *tube* (d_o) 0,0254 m, *Excess area* (PR) 1,2, *lay Out* 30° dan *pitch ratio* 1,2.
 - b. Diameter *shell* *optimum* diperoleh pada kombinasi diameter *tube* (d_o) 0,0381 m, *pitch ratio* (PR) 1,2, *Excess area* 1,2 dan *lay Out* 30°.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] J. Sumarjo, R. D. Anjani, dan A. Santosa, “Perencanaan alat penukar kalor untuk pengering kain dengan memanfaatkan energi panas dari gas buang mesin diesel 1,” vol. 3, no. 1, hal. 105–112, 2018.
- [2] Mustafa A, “Analisis Proses Pembuatan Pati Ubi Kayu (Tapioka) Berbasis Neraca Massa,” *Agrointek*, vol. 9, no. 2, hal. 127–133, 2015.
- [3] R. Adi, N. Amalia, Suherman, dan Ratnawati, “Penggunaan Teknologi Pengering Unggun Terfluidisasi Untuk Meningkatkan Efisiensi Pengeringan Tapioka,” *J. Teknol. Kim. dan Ind.*, vol. 2, no. 3, hal. 37–42, 2013.
- [4] Tarto Raharjo, “Pemanfaatan Gas Buang Motor Diesel Untuk Pengering Tepung Tapioka Menggunakan Shell and Tube Exchanger,” *Teknobiz J. Ilm. Progr. Stud. Magister Tek. Mesin*, vol. 9, no. 2, hal. 40–45, 2019.
- [5] J. Samsudi Raharjo, “PELUANIG PEMANFAATAN PANAS GAS BUANG MESIN DIBSEL UNTUK MEMANASI AIR.”
- [6] D. Hasan dan W. H. Piarah, “MEMANFAATKAN PANAS GAS BUANG MESIN DIESEL HEAT EXCHANGERS AS EQUIPMENT DRYER WITH HEAT UTILIZING Alamat Korespondensi : Muardi Central Workshop Universitas Hasanuddin Jl . Perintis Kemerdekaan km . 10.”
- [7] V. No, M. Tahun, dan R. Trisnaningtyas, “Terakreditasi : SK No .: 66b / DIKTI /

Kep / 2011 Website :
<http://ejournal.undip.ac.id/index.php/reaktor/> Analisis Energi dan Eksergi pada Pengerinan Tepung Tapioka Menggunakan Pengering Kontinu Unggun Fluidisasi Getar ENERGY AND EXERGY ANALYSIS OF CASS,” vol. 16, no. 1, hal. 24–31, 2016.

- [8] B. M. A. CengelYunus A, *Thermodynamic An Engineering Approach Sixth*