MACHINERY JURNAL TEKNOLOGI TERAPAN
VOL.6 NO.1, FEBRUARI 2025

ISSN : 2723-3359 (Print)
ISSN : 2776-673X (Online)

ANALISIS MODIFIKASI PIPA PENUKAR PANAS PADA ALAT DISTILASI BIODIESEL

Ravi Pratama Safputra[1)], Firdaus[2)*], Azharuddin[2)]
[1)]Teknik Mesin Produksi dan Perawatan, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Sriwijaya
Jl. Srijaya Negara, Bukit Besar Palembang 30139, Indonesia
[2)] Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Sriwijaya
Jl. Srijaya Negara, Bukit Besar Palembang 30139, Indonesia
[*]email korespondensi: ffirdaus04@yahoo.com

INFORMASI ARTIKEL

Received:
25/10/24

Received in revised:
24/12/24

Accepted:
05/02/25

Online-Published:
17/04/25

©2025 The Authors. Published by Machinery: Jurnal Teknologi Terapan (Indexed in SINTA)

doi: http://doi.org/10.5281/zenodo.15234502

ABSTRAK

Biodiesel adalah bahan bakar yang memiliki kelebihan lebih rendah emisi gas rumah kaca dibandingkan bahan bakar diesel dari bahan baku fosil. Dalam produksinya, biodiesel dapat dimurnikan dengan metode distilasi. Dalam metode ini, kondensor berperan penting karena memiliki fungsi untuk mengembalikan biodiesel kembali ke fase cair. Desain pipa kondensasi dimodifikasi dengan variasi bentuk tube kondensor spiral dan lurus. Untuk mendapatkan perbedaan antar kondensor, penelitian ini menganalisis pengaruh variasi desain kondensor terhadap efisiensi, efektivitas dan hasil produk di laboratorium kimia. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kondensor spiral lebih efektif dalam meningkatkan efisiensi dan kualitas biodiesel dibandingkan kondensor lurus, di mana ketika menggunakan kondensor spiral, proses distilasi mempunyai efektivitas rata-rata sebesar 97,23% sedangkan kondensor lurus sebesar 96,34% dan efisiensi produksi berturut-turut sebesar 83,36% dan 81,36%. Pada uji lab. kimia didapat kesimpulan bahwa nilai setana, titik nyala dan titik bakar yang lebih tinggi. Namun, kadar air tidak menunjukkan perbedaan signifikan antara kedua desain kondensor. Kesimpulannya, kondensor spiral lebih unggul dalam mendukung proses distilasi biodiesel, meskipun kadar air tetap serupa pada kedua tipe kondensor.

***Kata Kunci** : Alat Distilasi, Heat Exchanger, Biodiesel*

ABSTRACT

Biodiesel is a fuel that has the advantage of producing lower greenhouse gas emissions compared to diesel fuel derived from fossil sources. In its production, biodiesel can be purified using the distillation method. In this process, the condenser plays a crucial role as it functions to convert biodiesel back into the liquid phase. The design of the condensation pipe is modified with variations in the condenser tube shapes, specifically spiral and straight designs. To identify the differences between these condensers, this study analyzes the effect of condenser design variations on efficiency, effectiveness, and product yield in a chemistry laboratory. The results indicate that the spiral condenser is more effective in improving the efficiency and quality of biodiesel compared to the straight condenser. Using the spiral condenser, the distillation process achieved an average effectiveness of 97.23%, whereas the straight condenser achieved 96.34%. The production efficiency was 83.36% and 81.36%, respectively. Laboratory tests concluded that the spiral condenser also resulted in higher cetane values, flash points, and combustion points. However, the water content showed no significant difference between the two condenser designs. In conclusion, the spiral condenser is superior in supporting the biodiesel distillation process, even though the water content remains similar for both condenser types.

***Keywords** : Distillation Equipment, Heat Exchanger, Biodiesel*

ISSN : 2723-3359 (Print)
ISSN : 2776-673X (Online)

1. PENDAHULUAN

Biodiesel adalah bahan bakar yang berasal dari minyak nabati dan memiliki keunggulan berupa rendahnya emisi gas rumah kaca, terutama CO_2, dibandingkan dengan bahan bakar fosil. Saat ini, banyak negara, termasuk Indonesia, yang aktif mengembangkan dan menggunakan biodiesel sebagai alternatif bahan bakar yang lebih ramah lingkungan. Dalam proses produksi biodiesel, terdapat proses pemurnian yang dapat dicapai beberapa metode salah satunya dengan metode distilasi, di mana biodiesel dipisahkan berdasarkan titik didihnya. Dalam proses ini, biodiesel dipanaskan hingga menguap, kemudian dikondensasikan kembali menjadi cair menggunakan kondensor seperti yang dilakukan oleh Agustian (2015) [1] yang melakukan distilasi biodiesel dari bahan baku kemiri sunan.

Kondensor berperan vital dalam mengubah kembali fase gas biodiesel menjadi cair, sehingga menghasilkan biodiesel murni. Desain kondensor sangat penting dalam proses distilasi biodiesel, karena kecepatan kondensasi mempengaruhi efisiensi produksi dan kandungan air dalam produk akhir. Jika kondensasi terlalu cepat, kandungan air mungkin meningkat; jika terlalu lambat, banyak produk yang terbuang dalam bentuk gas. Pada penelitian sebelumnya menunjukkan hasil yang kurang optimal, mungkin karena faktor bahan baku atau desain kondensor. Oleh karena itu, penelitian ini akan menggunakan minyak kelapa baru dan membandingkan pengaruh berbagai bentuk kondensor untuk mencapai hasil yang lebih konkret.

Kondensor merupakan bagian utama dari proses distilasi karena kondensor mempunyai fungsi mendinginkan uap jenuh yang telah dihasilkan pada *boiler* distilasi untuk mengembalikan fasenya menjadi cair ketika uap berinteraksi dengan permukaan yang memiliki suhu lebih rendah [2]. Kondensor yang kurang baik dapat mengakibatkan kehilangan uap yang seharusnya terkondensasi kembali menjadi cair sehingga mengurangi rendemen (perbandingan antara banyak fluida di awal distilasi dan jumlah fluida yang terkondensasi) dan berkemungkinan meningkatkan kadar air dalam produk [3].

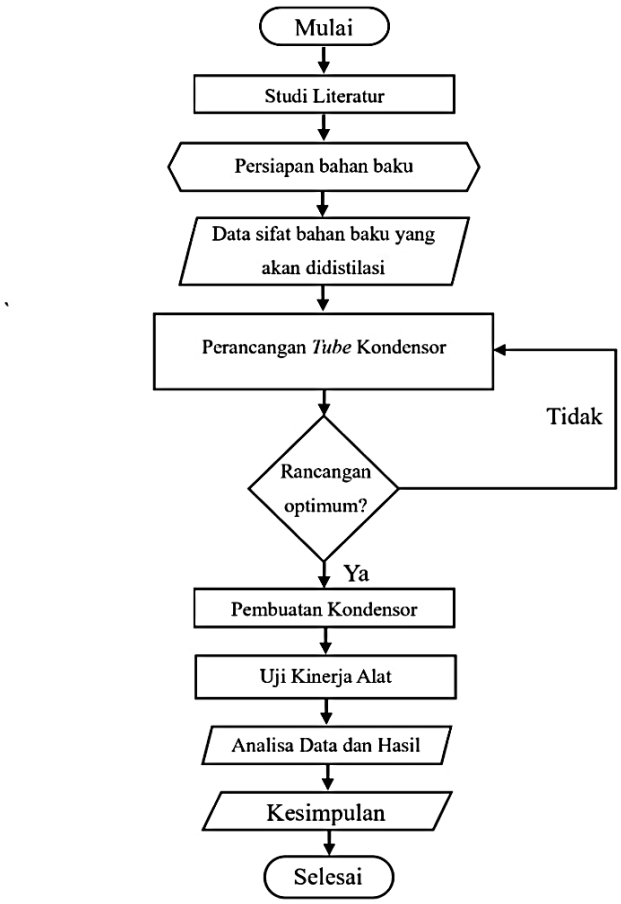
Banyak faktor yang mempengaruhi kinerja kondensor, di antaranya desain kondensor, nilai konduktivitas bahan, kerapatan isolasi, suhu lingkungan operasional, faktor pengotoran, jenis fluida pendingin, debit aliran pendingin dan arah dari aliran fluida [3]. Dalam penelitian ini, hal yang menjadi pokok pembahasan adalah perbandingan desain kondensor yang menjadi variabel bebas dan faktor lainnya dibuat mendekati sehingga diharapkan didapat hasil dari pengaruh perbedaan desain terhadap proses kondensasi. Kondensor pada dasarnya adalah alat penukar kalor yang berfokus untuk mengembalikan fase fluida yang dalam bentuk gas menjadi cair. Terdapat 2 jenis kondensor yang sering digunakan yaitu *shell and coil heat exchanger* dan *shell and straight tube heat exchanger*. Perbedaan kedua kondensor itu terdapat pada bentuk pipa yang menjadi media perpindahan panas dari fluida yang akan dikondensasi.

Dari uraian tersebut, penelitian ini bertujuan membandingkan bentuk pipa kondensor mana yang lebih baik dalam melakukan proses distilasi khususnya biodiesel dengan bahan baku minyak kelapa baik dari efektivitas kondensor, efisiensi produksi, dan parameter-parameter biodiesel hasil distilasi seperti angka setana, kadar air dan titik nyala seperti pada penelitian sebelumnya oleh Azharuddin et. al. (2020) [4].

2. BAHAN DAN METODA

Gambar 1. berikut merupakan diagram alir penelitian yang dilakukan dimulai dengan studi literatur untuk mencari data-data pendukung menyangkut penelitian ini diikuti dengan mempersiapkan bahan baku penelitian yaitu minyak kelapa yang dilakukan proses *transesterifikasi* yaitu proses mengubah minyak nabati menjadi alkil ester menggunakan alkohol dan menghasilkan produk samping berupa gliserol [5]. Hasil dari proses *transesterifikasi* adalah berupa *methyl ester* yaitu senyawa ester alkil yang memiliki sifat fisika mendekati bahan bakar diesel [6]. Proses *transesterifikasi* dilakukan seperti pada artikel oleh Darmanto dan Atmanto sebagai acuan pembuatan bahan baku [7]. Dari bahan baku yang telah didapat, akan dicari sifat fisiknya untuk merancang *tube* kondensor yang akan dilakukan penelitian. Dilanjutkan dengan pembuatan alat penelitian serta melakukan pengujian secara langsung menggunakan bahan baku yang telah dibuat. Produk hasil distilasi akan dilakukan uji sifat fisik di laboratorium kimia untuk mengetahui kualitas biodiesel yang dihasilkan. Data yang didapat dianalisis apakah terdapat perbedaan yang signifikan antara penggunaan alat distilasi dan metode secara konvensional untuk memurnikan biodiesel menggunakan metode uji T dengan *software* SPSS sehingga dapat ditarik kesimpulan dengan dasar yaitu untuk terdapat perbedaan, nilai signifikansi uji T harus berada di bawah 0,05.

ISSN : 2723-3359 (Print)
ISSN : 2776-673X (Online)



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

2.1. Alat

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

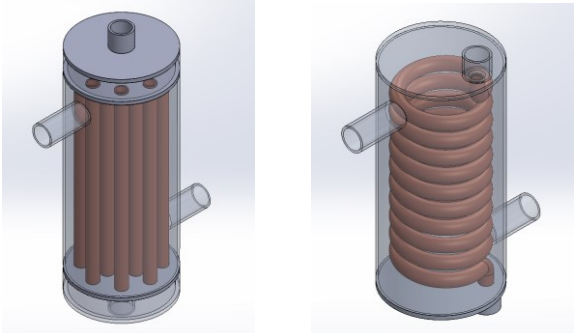
1. Alat Distilasi
2. Kompor
3. *Digital Thermometer*
4. Pompa Air

2.2. Bahan

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah CCO (*Crude Coconut Oil*) yang sudah dilakukan proses *transesterifikasi* menggunakan campuran metanol dan soda api.

2.3. Konsep Desain Kondensor

Penelitian ini menggunakan 2 konsep desain kondensor yaitu bentuk *tube spiral* dan bentuk *tube straight*, adapun gambarannya adalah sebagai berikut :



Gambar 2. *Shell and Tube* dan *Coil and Tube Heat Exchanger*

ISSN : 2723-3359 (Print)
ISSN : 2776-673X (Online)

2.4. Luas Penampang Kondensor

Untuk menghitung luas penampang kondensor, peneliti merujuk pada penelitian yang dilakukan oleh Novarini et. al (2020) dan Rubianto et. al (2018) yang juga melakukan penelitian serupa mengenai distilasi [8] [9]. Tabel 1. berikut adalah beberapa parameter hasil perhitungan untuk kondensor yang diteliti.

Tabel 1. Hasil Perhitungan Kondensor

Variabel	Hasil
Kalor (Q)	942,66 Joule
Perbedaan Temperatur Logaritmik (ΔT_{LMTD})	19,36 deg C
Overall Heat Transfer Coefficient (U)	147,87 W/m^2 deg C
Luas Penampang (A)	0,33 m^2
Panjang Tube (L)	8,25 m
Diameter Tube (d)	6,35 mm

2.5. Metode Analisis Data

Data yang telah didapatkan akan dibandingkan dengan metode kuantitatif dengan membandingkan faktor-faktor yang berkemungkinan mempengaruhi hasil kondensasi dan ditambah dengan pengujian hasil produk di laboratorium serta banyak produk yang dihasilkan lalu diuji menggunakan SPSS dengan metode uji T-*test*. Uji t digunakan untuk menentukan apakah dua sampel berasal dari populasi yang sama dengan rata-rata yang serupa yang dapat digunakan untuk menguji satu atau dua populasi, di mana uji t untuk satu sampel membandingkan dua rata-rata (*mean*) untuk menilai apakah perbedaan tersebut merupakan fakta atau hanya kebetulan [10]. Uji T-*test* ini membantu dalam mengambil keputusan hipotesis antara pengaruh variasi *tube* kondensor pada parameter hasil pengujian, pengambilan keputusannya adalah sebagai berikut :

a. Jika nilai signifikansi (*Two-sided P*) < 0,05, maka bisa disimpulkan variabel X1 dan X2 berpengaruh secara simultan terhadap variabel Y.
b. Jika nilai signifikansi (*Two-sided P*) > 0,05, maka bisa disimpulkan variabel X1 dan X2 tidak berpengaruh secara simultan terhadap variabel Y.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Efektivitas Kondensor

Efektivitas kondensor adalah parameter kondensor yang menyatakan seberapa maksimal kondensor dalam memindahkan panas dari fluida panas menuju fluida dingin sehingga dapat didefinisikan bahwa efektivitas kondensor adalah perbandingan perpindahan panas aktual dan perpindahan panas maksimum yang dapat terjadi dalam kondensor [11]. Pada penelitian ini didapat hasil efektivitas kondensor seperti pada tabel.

Tabel 2. Efektivitas Kondensor

Sampel	*Effectiveness* (%)
Spiral 1	97,39
Spiral 2	97,37
Spiral 3	97,12
Lurus 1	96,86
Lurus 2	95,91
Lurus 3	96,25

3.2. Efisiensi Produksi

Efisiensi alat distilasi perlu diketahui untuk mengoptimalkan kinerjanya, sehingga alat dapat beroperasi dengan hasil *output* maksimal tanpa menghabiskan energi berlebihan memungkinkan adanya penghematan energi [12]. Untuk mendapat data efisiensi produksi ini dilakukan pengukuran berat minyak hasil distilasi (*actual yield*) yang didapat lalu dibagi dengan massa jenis (*density*) minyak hasil distilasi dari laboratorium kimia sehingga didapat volume hasil produksi sehingga nilai efisiensi produksi akan didapat dari perbandingan volume awal ketika dimasukkan ke alat distilasi dan volume rendemen. Tabel memuat data efisiensi produksi dari penelitian yang dilakukan.

ISSN : 2723-3359 (Print)
ISSN : 2776-673X (Online)

Tabel 3. Data Efisiensi Produksi

Sampel	Berat Minyak (gram)	Massa Jenis Minyak (gram/ml)	Volume Minyak (ml)	Efisiensi (%)
Tanpa Perlakuan	881	0,8824	998,413	-
Spiral 1	745	0,8857	780,1739	78,141
Spiral 2	761	0,8827	862,1276	86,350
Spiral 3	753	0,8811	854,6136	85,597
Lurus 1	709	0,8818	804,0372	80,532
Lurus 2	717	0,8806	814,2176	81,551
Lurus 3	720	0,8794	818,7401	82,004

3.3. Pengujian Hasil Produksi di Laboratorium

3.3.1. Angka setana

Berikut merupakan tabel hasil pengujian parameter angka setana di laboratorium kimia Politeknik Negeri Sriwijaya.

Tabel 4. Data Angka Setana terhadap Variasi Tube Kondensor

Sampel	Angka Setana
Spiral 1	51,3
Spiral 2	50,9
Spiral 3	51,0
Lurus 1	46,1
Lurus 2	46,2
Lurus 3	46,2

3.3.2. Titik nyala dan titik bakar

Berikut merupakan tabel hasil pengujian parameter titik nyala dan titik bakar di laboratorium kimia Politeknik Negeri Sriwijaya.

Tabel 5. Data Titik Nyala dan Titik Bakar terhadap Variasi *Tube* Kondensor

Sampel	Titik Nyala dan Titik Bakar (°C)
Spiral 1	123/129
Spiral 2	123/131
Spiral 3	124/132
Lurus 1	133/138
Lurus 2	134/141
Lurus 3	134/143

3.3.3. Kadar air

Berikut merupakan tabel hasil pengujian parameter kadar air di laboratorium kimia Politeknik Negeri Sriwijaya.

Tabel 6. Data Kadar Air terhadap Variasi Bentuk *Tube* Kondensor

Sampel	Kadar air (%)
Spiral 1	2,39
Spiral 2	2,45
Spiral 3	2,25
Lurus 1	4,53
Lurus 2	2,49
Lurus 3	2,48

3.4. Analisis SPSS

Tabel 6. berikut merupakan hasil dari uji T menggunakan program SPSS pada data parameter yang telah didapatkan

ISSN : 2723-3359 (Print)
ISSN : 2776-673X (Online)

Tabel 7. Data Kadar Air terhadap Variasi Bentuk *Tube* Kondensor

Model		t	df	*t-test for Equality of Means*				95% *Confidence Interval of Difference*	
				Significance		*Mean Difference*	*Std. Error Difference*		
				One-Sided P	*Two-Sided P*			*Lower*	*Upper*
Efektivitas	*Equal variance assumed*	3,274	4,000	0,015	0,031	0,953	0,291	0,145	1,762
	Equal variance not assumed	3,247	2,387	0,032	0,064	0,953	0,291	-0,124	2,030
Efisiensi	*Equal variance assumed*	5,062	4,000	0,004	0,007	3,993	0,789	1,803	6,184
	Equal variance not assumed	5,062	3,466	0,005	0,010	3,993	0,789	1,663	6,325
Angka Setana	*Equal variance assumed*	39,287	4,000	<0,001	<0,001	4,900	0,125	4,554	5,246
	Equal variance not assumed	39,287	2,306	<0,001	<0,001	4,900	0,125	4,426	5,374
Titik Nyala	*Equal variance assumed*	-21,920	4,000	<0,001	<0,001	-10,333	0,471	-11,642	-9,025
	Equal variance not assumed	-21,920	4,000	<0,001	<0,001	-10,333	0,471	-11,642	-9,025
Titik Bakar	*Equal variance assumed*	-5,883	4,000	0,002	0,004	-10,000	1,700	-14,719	-5,281
	Equal variance not assumed	-5,883	3,298	0,004	0,007	-10,000	1,700	-15,143	-4,857
Kadar Air	*Equal variance assumed*	-1,174	4,000	0,153	0,306	-0,803	0,684	-2,703	1,096
	Equal variance not assumed	-1,174	2,030	0,180	0,360	-0,803	0,684	-3,706	2,099

Dari tabel di atas, didapat bahwa nilai *two-sided* P yang di bawah 0,05 adalah efektivitas, efisiensi, titik nyala, dan titik bakar. Sehingga parameter penelitian tersebut disimpulkan memiliki pengaruh atas perbedaan bentuk pipa kondensor yang menurut peneliti dapat terjadi diakibatkan proses distilasi dengan pipa kondensor dengan bentuk spiral mengakibatkan fluida panas (biodiesel) memiliki kontak dengan dinding kondensor yang lebih lama sehingga mengakibatkan lebih banyak komponen penting penyusun biodiesel yang terkondensasi. Mungkin ini juga menjadi alasan dari banyaknya penelitian tentang distilasi menggunakan kondensor dengan bentuk pipa spiral seperti penelitian yang dilakukan oleh Titahelu et. al (2023) [13], Batutah [14] dan Dika dan Diyar (2020) [15].

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil uji T-test menggunakan SPSS, efektivitas; efisiensi produksi; angka setana; titik nyala dan titik bakar terbukti berpengaruh signifikan terhadap variasi desain tube kondensor dengan nilai signifikansi di bawah 0,05 sedangkan kadar air tidak berpengaruh dengan nilai signifikansi 0,306. Nilai setana menunjukkan perbandingan yang signifikan antara dua tipe kondensor di mana kondensor spiral memiliki waktu kontak lebih lama antara fluida panas dan dinding dingin sehingga zat penting untuk bahan bakar diesel terkondensasi lebih baik. Kondensor spiral juga menghasilkan rendemen yang lebih tinggi karena kontak antara fluida panas dan dingin berlangsung lebih lama terutama pada aliran bertekanan rendah. Efektivitas kondensor spiral lebih baik dibandingkan kondensor pipa lurus namun kadar air pada kedua kondensor tidak menunjukkan perbedaan signifikan dalam hasilnya meskipun keduanya berperan dalam mengurangi kadar air produk distilasi.

DAFTAR PUSTAKA

[1] F. S. Emmaputri, S. Nurjanah, E. Mardawati, M. A. M. Kramadibrata, M. Muhaemin, W. Daradjat, Handarto, T. Herwanto dan S. Rosalinda, “Kajian Proses Destilasi Fraksinasi Biodiesel Kemiri Sunan (Reutealis Trisperma),” *Jurnal Teknotan,* pp. 29-42, 2018. https://doi.org/10.24198/jt.vol12n2.5

[2] S. F. Karo, Darianto dan M. Idris, “Analisis Efektivitas Perpindahan Panas Kondensor pada Proses Destilasi Daun Serai Wangi,” Jurnal Ilmiah Teknik Mesin dan Industri (JITMI), pp. 31-40, 2023. https://doi.org/10.31289/jitmi.v2i1.1951

[3] E. Agustian dan A. Sulaswatty, “Produksi Minyak Nilam untuk "Fixative Aromatherapy" : Studi Kasus Desain Kondensor Distilasi Uap,” Biopropal Industri, pp. 19-27, 2015. https://core.ac.uk/outputs/230022785/

[4] Azharuddin, A. A. Sani dan M. A. Ariasya, “Proses Pengolahan Limbah B3 (Oli Bekas) Menjadi Bahan Bakar Cair dengan Perlakuan Panas yang Konstan,” Jurnal Austenit Vol. 12 No. 2, pp. 48-53, 2020. https://jurnal.polsri.ac.id/index.php/austenit/article/view/2777

ISSN : 2723-3359 (Print)
ISSN : 2776-673X (Online)

[5] R. Y. W. B. Barigan, S. Gugule, J. M. Tuerah dan C. P. Maanari, “Pengaruh Katalis Terhadap Rendemen Reaksi Transesterifikasi,” Fullerene Journ.Of Chem Vol. 8 No. 2, pp. 65-72, 2023. https://indochembull.com/index.php/fulerene/article/view/494

[6] S. Arita, M. B. Dara dan J. Irawan, “Pembuatan Metil Ester Asam Lemak dari CPO Off Grade dengan Metode Esterifikasi-Transesterifikas,” Jurnal Teknik Kimia, No. 2 Vol. 15, pp. 34-43, 2008. http://repository.unsri.ac.id/id/eprint/29004

[7] S. Darmanto dan I. S. Atmanto, “Analisa Biodiesel Minyak Kelapa Sebagai Bahan bakar Alternatif Mintak Diesel,” Traksi, pp. 64-72, 2006. https://jurnal.unimus.ac.id/index.php/jtm/article/view/592

[8] Novarini, S. Kurniawan, Rusdianasari, Y. Bow dan A. I. Rifa'i, “Condenser Design on Plastic Oil Distillation Equipment,” International Summit on Science Technology and Humanity (ISETH), pp. 169-175, 2020. https://proceedings.ums.ac.id/index.php/iseth/article/view/1285

[9] B. Rubianto, R. Winarso dan R. Wibowo, “Rancang Bangun Kondensor pada Destilator Bioetanol Kapasitas 5 liter/jam dengan Skala UMKM,” Jurnal Crankshaft Vol. 1 No. 1, pp. 29-36, 2018. https://doi.org/10.24176/crankshaft.v1i1.2587

[10] E. Waluyo, A. Septian, E. Jerilian, I. N. Hidayat, M. A. Prahadi, T. Prasetyo dan A. I. Sabilah, “Analisis Data Sampel menggunakan Uji Hipotesis Penelitian Perbandingan menggunakan Uji Anova dan Uji T,” JEBI: Jurnal Ekonomi dan Bisnis, vol. 2, no. 6, pp. 775-785, 2024. https://j-economics.my.id/index.php/home/article/view/186

[11] F. P. Incropera, D. P. Dewitt, T. L. Bergman dan A. S. Lavine, Fundamentals of Heat and Mass Transfer, United Sates of America: John Wiley & Sons, 2006. pp. 686-687.

[12] S. I. Adani dan Y. A. Pujiastuti, “Pengaruh Suhu dan Waktu Operasi pada Proses Destilasi untuk Pengolahan Aquades di Fakultas Teknik Universitas Mulawarman,” Jurnal Chemurgy, vol. 01, no. 1, pp. 31-35, 2017. http://dx.doi.org/10.30872/cmg.v1i1.1137

[13] N. Titahelu, D. S. Pelupessy, C. S. E. Tupamahu dan A. F. Rumagutawan, “Meningkatkan Efektivitas Kondensor Vertikal Pipa Helikal Koil untuk Distilasi Minyak Atsiri Sereh,” Jurnal Rekayasa Mesin Vol. 14 No. 1, pp. 235-249, 2023. https://doi.org/10.21776/jrm.v14i1.1219

[14] A. M. Batutah, D. Arifin, Poniman dan Solikin, “Perancangan Spiral Kondensor untuk Pengolahan Sampah Plastik,” Reka Buana, pp. 174-183, 2021. https://doi.org/10.33366/rekabuana.v6i2.2686

[15] D. R. Dika, “Pernacangan Alat Penyulingan Minyak Nilam Kondensor dan Separator,” Jurnal Teknik Mesin Vol. 9 No. 1, pp. 15-23, 2020. https://dx.doi.org/10.22441/jtm.v9i1.6815