

TUGAS AKHIR

**PENGUJIAN SISTEM PENYULINGAN ARAK BALI
BERBASIS REFRIGERASI DENGAN PENGARUH
JENIS KONDENSOR PADA PENGUJIAN
TEMPERATUR OTOMATIS**



Oleh

PUTU EKA WIDIADA
NIM. 2215223005

**PROGRAM STUDI D3 TEKNIK PENDINGIN DAN TATA
UDARA**

**JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI BALI
2025**

ABSTRAK

Sistem penyulingan arak Bali berbasis refrigerasi dengan pengaruh jenis kondensor pada temperatur otomatis guna meningkatkan efisiensi dan konsistensi mutu produk. Latar belakangnya adalah kelemahan metode tradisional yang kerap mengalami fluktuasi suhu dan rendahnya efisiensi energi, sehingga mempengaruhi kualitas arak. Permasalahan yang dikaji meliputi kestabilan suhu selama proses destilasi dan pengaruh kontrol otomatis terhadap hasil produksi. Dasar teorinya mencakup proses penyulingan arak Bali, prinsip kerja sistem refrigerasi kompresi uap, serta teknologi pengaturan suhu berbasis sensor untuk menjaga proses tetap optimal.

Metode penelitian yang digunakan adalah eksperimen dengan pengujian langsung pada mesin destilasi berbasis refrigerasi. Tahapannya meliputi persiapan peralatan, pemasangan instrumen, pengoperasian sistem, pengumpulan data, dan analisis hasil. Peralatan seperti thermocouple, thermostat, manifold gauge, gelas ukur, tang ampere, dan stopwatch digunakan untuk memantau proses. Uji coba dilakukan dengan bahan baku tuak fermentasi tiga hari pada variasi suhu boiler 86°C, 96°C, dan 97°C, sedangkan suhu destilator dipertahankan di 5°C untuk memastikan kondensasi uap alkohol berlangsung maksimal.

Hasil penelitian menunjukkan sistem mampu mempertahankan suhu boiler sesuai setpoint. Setelah perbaikan kondensor, volume produksi meningkat dari 360 ml menjadi 475 ml pada suhu 86°C, dan mencapai 950 ml pada suhu 96°C–97°C dengan mutu produk yang stabil. Kesimpulan menegaskan bahwa kontrol temperatur otomatis berkontribusi signifikan terhadap peningkatan produktivitas dan kualitas arak. Disarankan untuk melakukan kalibrasi sensor suhu secara berkala dan menata kabel instrumen dengan rapi agar kinerja sistem dan akurasi data tetap terjaga.

Kata kunci: penyulingan arak Bali, refrigerasi, kontrol temperatur otomatis, hasil banyaknya produk

TESTING OF BALI ARAK DISTILLATION SYSTEM BASED ON REFRIGERATION WITH THE INFLUENCE OF CONDENSER TYPES ON AUTOMATIC TEMPERATURE CONTROL

ABSTRACT

A Bali arak distillation system based on refrigeration with automatic temperature control was developed to improve efficiency and ensure consistent product quality. The background of this study lies in the weaknesses of traditional methods, which often experience temperature fluctuations and low energy efficiency, thereby affecting the quality of the arak. The issues examined include temperature stability during the distillation process and the effect of automatic control on production results. The theoretical foundation covers the process of Bali arak distillation, the working principle of the vapor-compression refrigeration system, and sensor-based temperature control technology to keep the process optimal.

The research method used was experimental testing directly on a refrigeration-based distillation machine. The stages included equipment preparation, instrument installation, system operation, data collection, and results analysis. Equipment such as thermocouples, thermostats, manifold gauges, measuring glasses, clamp meters, and stopwatches were used to monitor the process. The trials were conducted using fermented palm sap (tuak) fermented for three days, with boiler temperature variations of 86°C, 96°C, and 97°C, while the distiller temperature was maintained at 5°C to ensure maximum condensation of alcohol vapor.

The results showed that the system was able to maintain the boiler temperature according to the setpoint. After condenser improvements, production volume increased from 360 ml to 475 ml at 86°C, and reached 950 ml at 96°C–97°C with stable product quality. The conclusion emphasizes that automatic temperature control significantly contributes to improving both productivity and the quality of arak. It is recommended to periodically calibrate the temperature sensors and organize instrument wiring neatly to maintain system performance and data accuracy.

Keywords: *Balinese arak distillation, refrigeration, automatic temperature control, product yield*

DAFTAR ISI

TUGAS AKHIR.....	i
TUGAS AKHIR.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
LEMBAR PERSETUJUAN.....	iv
SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT.....	v
UCAPAN TERIMA KASIH.....	vi
ABSTRAK	viii
<i>ABSTRACT</i>	ix
KATA PENGANTAR	x
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian	2
1.4.1 Tujuan Umum	2
1.4.2 Tujuan Khusus	2
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.5.1 Bagi Penulis	3
1.5.2 Bagi Politeknik Negeri Bali	3
1.5.3 Bagi Masyarakat.....	3
BAB II LANDASAN TEORI	4
2.1 Pengertian Penyulingan Arak Bali.....	4
2.1.1 Alat Penyulingan.....	5
2.2 Sistem Refrigerasi Dalam Penyulingan	6
2.2.1 Kinerja Sistem Refrigerasi	6
2.2.2 Fungsi Sistem Refrigerasi	6

2.2.3	Keuntungan Penggunaan Refrigerasi	7
2.3	Pengendalian Temperatur Otomatis	7
2.4	Prinsip Dasar Refrigerasi	7
2.5	Komponen Sistem Refrigerasi Kompresi Uap	8
2.5.1	Komponen Utama	8
2.5.2	Komponen Tambahan	10
2.6	Siklus Refrigerasi Kompresi Uap	11
2.6.1	Cara kerja siklus kompresi uap	12
2.6.1	Efek Refrigerasi (ER)	13
2.6.2	Kerja Kompresi	13
2.6.3	COP (<i>Coefficient Of Performance</i>)	14
BAB III METODE PENELITIAN		15
3.1	Jenis Penelitian	15
3.2	Alur Penelitian	16
3.3	Lokasi Dan Waktu Penelitian	17
3.4	Penentuan Sumber Data	17
3.5	Sumber Daya Penelitian	17
3.6	Instrumen Penelitian	18
3.7	Prosedur Penelitian	21
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		23
4.1	Proses dan Kendali Mesin Destilasi	23
4.2	Hasil Pengujian Mesin Destilasi Berbasis Teknologi Refrigerasi	24
4.2.1	Hasil Pengujian Produksi Pada Seting Temperatur <i>boiler</i> 86°C sebelum ganti kondensor	25
4.2.2	Hasil pengujian produksi pada seting temperatur <i>boiler</i> 86°C sesudah diganti kondensor	26
4.2.3	Hasil pengujian pada temperatur evaporator temperatur 86°C	28
4.2.4	Hasil pengujian produksi pada seting temperatur <i>boiler</i> 96°C dan 97°C	29
4.2.5	Hasil pengujian pada temperatur evaporator temperature 96°C dan 97°C	31

4.2.6	Produk Hasil Pengujian.....	32
4.2.7	Perhitungan COP (<i>Coefficient of Performance</i>)	35
4.2.8	Langkah-langkah menggunakan <i>CoolPack</i> untuk mencari data COP (<i>Coefficient of Performance</i>) yang didapatkan	36
BAB V PENUTUP		41
5.1	Kesimpulan	41
5.2	Saran	41
DAFTAR PUSTAKA		42
LAMPIRAN.....		46

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Waktu Pelaksanaan Proposal Tugas Akhir	17
Tabel 3. 2 Data Hasil Pengujian.....	22
Tabel 3. 3 Data Hasil Pengujian.....	22
Tabel 4. 1 Data hasil pengujian 86°C sebelum ganti kondensor.....	26
Tabel 4. 2 Data perbandingan pengujian 86°C sesudah diganti kondensor	27
Tabel 4. 3 Data percobaan temperatur 96°C dan 97°C	30
Tabel 4. 4 Data hasil pengujian destilasi.....	34
Tabel 4. 5 Data hasil pengujian destilasi.....	35
Tabel 4. 6 Data hasil pengujian sistem refrigerasi 86°C setelah di ganti kondensor	36

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 <i>Boiler</i>	5
Gambar 2. 2 Kompor Gas	5
Gambar 2. 3 Tabung Penampung Bahan Baku	6
Gambar 2. 4 Kompresor	8
Gambar 2. 5 Kondensor	9
Gambar 2. 6 Alat Ekspansi	9
Gambar 2. 7 Evaporator	10
Gambar 2. 8 <i>Strainer</i>	10
Gambar 2. 9 <i>Solenoid Valve</i>	11
Gambar 2. 10 Siklus Refrigerasi Kompresi Uap.....	12
Gambar 3. 1 Simulasi Mesin Penyulingan Arak.....	15
Gambar 3. 2 Bagan Tahap Pelaksanaan Penelitian.....	16
Gambar 3. 3 <i>Thermocouple</i>	18
Gambar 3. 4 <i>Thermostat</i>	18
Gambar 3. 5 <i>Manifold Pressure Gauge</i>	19
Gambar 3. 6 Tuak.....	19
Gambar 3. 7 Gelas Ukur.....	20
Gambar 3. 8 Tang Ampere.....	20
Gambar 3. 9 <i>Stop Wacth</i>	21
Gambar 3. 10 Botol Plastik	21
Gambar 4. 1 Mesin destilasi arak Bali berbasis refrigerasi hasil redisain	24
Gambar 4. 2 Grafik hasil pengujian temperatur 86 °C sebelum diganti kondensor	26
Gambar 4. 3 Data perbandingan pengujian 86°C sesudah diganti kondensor	28
Gambar 4. 4 Temperatur evaporator	29
Gambar 4. 5 Grafik hasil pengujian temperatur 96°C dan 97°C.....	30
Gambar 4. 6 Temperatur evaporator	31
Gambar 4. 7 Hasil pengujian sebelum 86°C	32

Gambar 4. 8 Hasil pengujian destilasi	33
Gambar 4. 9 Hasil pengujian destilasi	34
Gambar 4. 10 Memilih <i>Refrigerant Utilities</i>	36
Gambar 4. 11 log(p)-h diagram.....	36
Gambar 4. 12 tombol <i>cycle</i> pada menu <i>CoolPack</i>	37
Gambar 4. 13 Aplikasi <i>Ref Tools</i>	37
Gambar 4. 14 Aplikasi <i>Ref Tools</i>	38
Gambar 4. 15 <i>Cycle input</i>	38
Gambar 4. 16 <i>Draw cycle</i>	39
Gambar 4. 17 p-h diagram	39
Gambar 4. 18 Tombol <i>show</i>	39
Gambar 4. 19 Hasil pengolahan data tadi seperti Er, Wk, dan COP	39
Gambar 4. 28 <i>Cycle input</i>	40
Gambar 4. 29 p-h diagram	40
Gambar 4. 30 Hasil pengolahan data tadi seperti Er, Wk, dan COP	40

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Menurut Peraturan Gubernur Bali No. 1 Tahun 2020, Sejarah panjang minuman beralkohol, khususnya arak dan tuak di Bali, menunjukkan kedalaman hubungan antara minuman ini dan tradisi masyarakat lokal. Arak Bali ini merupakan salah satu minuman fermentasi tradisional yang telah menjadi bagian penting dari masyarakat Bali. Minuman ini sangat cocok untuk diproduksi dengan skala besar dan sangat dibutuhkan pada khususnya bar atau restoran yang berada di hotel karena untuk memenuhi kebutuhan tamu. Arak Bali ini juga bisa sebagai produk untuk dikenalkan lebih luas baik ditingkat nasional atau internasional. Bisa juga untuk menjadi salah satu pendapatan hotel tersebut, tidak hanya digunakan untuk keperluan konsumsi selain itu bisa juga digunakan untuk upacara adat atau ritual keagamaan. Proses pembuatan arak Bali ini melibatkan fermentasi dan penyulingan bahan-bahan alami seperti nira kelapa ataupun tuak. (Aisy dan Wardana 2024)

Proses arak Bali ini walau dilakukan bertahun-tahun, tetapi sistem penyulingan arak Bali tradisional seringkali mendapati masalah seperti pengendalian suhu yang tidak optimal, dan efisiensi energi yang rendah. Fluktuasi suhu yang kurang terkontrol dalam proses penyulingan arak Bali dapat menyebabkan kurangnya kualitas arak Bali yang dihasilkan seperti kadar alkohol, aroma, dan juga rasa.

Untuk mengatasi permasalahan tersebut, sistem penyulingan berbasis refrigerasi dengan pengendalian temperatur otomatis dikembangkan. Sistem ini memanfaatkan prinsip siklus kompresi uap, di mana komponen utama seperti kompresor, kondensor, katup ekspansi, dan evaporator berperan dalam mengatur sirkulasi refrigeran. Pengendalian suhu otomatis diintegrasikan guna menjaga kestabilan temperatur pada proses destilasi sehingga energi dapat digunakan lebih efisien dan kualitas arak lebih terjaga.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang akan dibahas pada proposal tugas akhir ini diantaranya yaitu:

1. Bagaimana variasi temperatur yang terjadi selama proses penyulingan arak Bali yang berbasis refrigerasi dengan pengendalian temperatur otomatis?
2. Bagaimana proses produksi pada penerapan pengendalian temperatur otomatis dalam proses penyulingan arak Bali?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah yang menguraikan ruang lingkup masalah yang dipecahkan dengan metode yang akan digunakan yaitu pengujian sistem penyulingan arak Bali berbasis refrigerasi dengan pengendalian temperatur otomatis.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini dibagi menjadi dua, yaitu tujuan umum dan tujuan khusus sebagai berikut :

1.4.1 Tujuan Umum

Sebagai persyaratan untuk menyelesaikan Program Pendidikan D3 pada Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Bali

1.4.2 Tujuan Khusus

1. Dapat mengetahui variasi suhu yang terjadi selama proses penyulingan arak Bali berbasis refrigerasi dengan pengendalian temperatur otomatis.
2. Dapat mengetahui proses produksi pada penerapan pengendalian temperatur otomatis dalam proses penyulingan arak Bali.

1.5 Manfaat Penelitian

Penulis berharap hasil pengujian ini dapat memberikan pengaruh sebagai berikut :

1.5.1 Bagi Penulis

1. Penelitian ini penulis berharap dapat membantu untuk menambah pengetahuan dan juga wawasan mahasiswa mengenai kinerja sistem penyulingan arak Bali berbasis refrigerasi dengan pengendalian temperatur otomatis.
2. Pengujian ini bermanfaat untuk sebagai sarana menerapkan ilmu pengetahuan yang dapat diperoleh selama mengikuti perkuliahan di kampus Politeknik Negeri Bali khususnya pada program studi Teknik Pendingin dan Tata Udara, dan juga dapat mengaplikasikan teori-teori serta mengembangkan ide-ide dan menuangkan langsung berdasarkan permasalahan yang berada di sekitar kita.

1.5.2 Bagi Politeknik Negeri Bali

1. Adanya pengembangan pada alat-alat praktik di Laboratorium Program Studi Teknik Pendingin dan Tata Udara Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Bali.
2. Bisa menambah koleksi bahan yang akan dibaca dan juga bisa dipergunakan sebagai acuan untuk mahasiswa di kampus Politeknik Negeri Bali, khususnya pada program studi Teknik Pendingin dan Tata Udara.

1.5.3 Bagi Masyarakat

1. Hasil pengujian ini dapat memberikan ilmu atau pengetahuan baru bagi masyarakat.
2. Agar masyarakat dapat lebih memahami atau lebih mengetahui karakteristik bagaimana cara kinerja dari alat sistem penyulingan arak Bali berbasis refrigerasi dengan pengendalian temperatur otomatis.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian pada alat penyulingan arak bali berbasis refrigerasi dengan pengendalian temperatur otomatis ini dapat disimpulkan sebagai berikut:

- a. Kestabilan temperatur *boiler* sesuai pengaturan 86°C, 96°C, dan 97°C dengan tingkat kestabilan yang baik. Peran *thermostat* dan *solenoid valve* sangat penting dalam mengatur pasokan gas ke kompor, sehingga nyala api dapat menyesuaikan secara otomatis. Pada destilator, suhu tetap terjaga di kisaran 5°C, yang membuat proses kondensasi uap alkohol menjadi cairan arak berlangsung optimal dan konsisten.
- b. Dapat mengetahui pengendalian temperatur otomatis yang berdampak pada peningkatan hasil produksi. Pada pengaturan suhu *boiler* 86°C sebelum perbaikan kondensor, volume arak yang dihasilkan adalah 360 ml dalam 2,5 jam. Setelah kondensor diganti, jumlah produksi meningkat menjadi 475 ml. Selanjutnya, pada suhu 96°C dan 97°C, volume arak yang dihasilkan mencapai 950 ml pada durasi waktu yang sama, dengan mutu produk yang relatif stabil.

5.2 Saran

Dari penyusunan Tugas Akhir ini terdapat saran yang perlu diperhatikan untuk penelitian selanjutnya yaitu:

- a. Lakukan kalibrasi sensor suhu secara rutin agar suhu tetap akurat.
- b. Saat melakukan pengujian atau pengambilan data disarankan agar kabel harus lebih teliti agar sensor dapat bekerja dengan maksimal.

DAFTAR PUSTAKA

- Aisy, N. E., & Wardana, D. J. (2024). Aspek Hukum Penerapan Pergub Bali Nomer 1 Tahun 2020 Terhadap Legalisasi Arak Bali Bagi Masyarakat. *UNES Law Review*, 7(2), 732-740.
- Aisy, N. E., & Wardana, D. J. (2024). Aspek Hukum Penerapan Pergub Bali Nomer 1 Tahun 2020 Terhadap Legalisasi Arak Bali Bagi Masyarakat. *UNES Law Review*, 7(2), 732-740.
- Alexander Grahn¹, Eckhard Krepper², Frank-Peter Weiß³ (August 2010) in the paper titled “Implementation of a Pressure Drop Model for the CFD Simulation of Clogged Containment Sump Strainers” reported in the *Journal of Engineering for Gas Turbines and Power* by ASME, Vol. 132 / 082902-1
- Anthony, M. B. (2021). Analisis Risiko Keselamatan Dan Kesehatan Kerja (K3) Pada Pengoperasian Reciprocating Compressor Menggunakan Metode Swift (Structured What If Technique) Di Pt. Abc. *Industri Inovatif: Jurnal Teknik Industri*, 11(1), 49-58.
- Aprianto, R. (2016). Pengaruh brand image dan word of mouth communication terhadap keputusan pembelian kompor gas Rinnai pada konsumen Kelurahan Cereme Taba Kota Lubuk Linggau. *Orasi Bisnis: Jurnal Ilmiah Administrasi Niaga*, 16(2).
- Arora, C. P. (2010). *Refrigeration and Air Conditioning*. Tata McGraw-Hill Education.
- Åström, K. J., & Bell, R. D. (1998). *Drum-Boiler Dynamics*. (Technical Reports TFRT-7577). Department of Automatic Control, Lund Institute of Technology (LTH).
- Aziz, A., & Hanif, H. (2012). Penggunaan Hidrokarbon sebagai Refrigeran pada Mesin Refrigerasi Siklus Kompresi Uap Hibrida dengan Memanfaatkan Panas Buang Perangkat Pengkondisian Udara. *Jurnal Teknik Mesin*, 5(1), 1-5.

- Burns, G.W., et al., *Temperature-Electromotive Force Reference Functions and Tables for the Letter-Designated Thermocouple Types Based on the ITS-90*, NIST Monograph 175, National Institute of Standards and Technology, 1993.
- Dewi, N. K. A. P. (2024). Rancang Bangun Alat Distilasi Berbasis Internet Of Things Untuk Meningkatkan Produksi Minuman Arak Bali (Doctoral dissertation, Politeknik Negeri Bali).
- Dika, D. R. (2020). Perancangan Alat Penyulingan Minyak Nilam Kondensor dan Separator. *Jurnal Teknik Mesin*, 9(1), 15.
- Fitri, P., 2010. Optimasi Preventive Maintenance dan Penjadwalan Penggantian Komponen Mesin Kompresor dengan Menggunakan Mixed Integer Non Linier Programming dari Kamran. Jakarta: Universitas Indonesia.
- Hidayati, B. H., Mardiana, M. M., & Saputra, L. S. (2019). Rancang Bangun Dehumidifier dengan Pemanfaatan Kalor Kondensor. *PETRA: Jurnal Teknologi Pendingin dan Tata Udara*, 6(2), 1-8.
- Hughes (2020) menyatakan bahwa "Tang ampere merupakan alat pengukur arus listrik yang bekerja berdasarkan prinsip elektromagnetik, memungkinkan pengukuran tanpa perlu memutus rangkaian listrik."
- Ika. "Mahasiswa UGM Kembangkan Kompor Gas Otomatis" Internet: www.ugm.ac.id/id/berita/10159-mahasiswa.ugm.kembangkan.kompor.gas.automatis, 30 Juni 2015
- Jeong H-S, Kim H-E. Experimental based analysis of the pressure control characteristics of an oil hydraulic three-way on/off solenoid valve controlled by PWM signal. *Jf Dyn Syst, Meas Control, Trans ASME* 2002;124:196–205.
- Mainil, R. I., Deswita, N., Mainil, A. K., & Aziz, A. (2020). Kondisi Kerja Mesin Refrigerasi Kompresi Uap pada Variasi Massa Refrigeran Hidrokarbon. *Jurnal Sains dan Teknologi*, 19(2), 63-68.

- Patamah Siti, *Analisis Pengaruh Elevasi Aliran Air Pendingin Kondensor Terhadap Laju Perpindahan Kalor Dan Efisiensi Kerja Mesin*, Universitas Islam Negri Malang.2008
- Pranoto, A., Al Kindi, H., & Pramono, G. E. (2023). Analisis pengaruh cleaning tubing kondensor terhadap performa sistem refrigerasi mesin water-cooled chiller kapasitas 650TR. *Pranoto et al. Rekayasa Mesin*,351–362.
- R. M. Graham, “Calibration Techniques for Stopwatches and Timers,” Proc. 2003 National Conference of Standards Laboratories (NCSLI), 6 p., August 2003.
- R. Muliawan, M. Ghanim, and T. Sutandi, “Komparasi Penerapan Kinerja Inverter pada Sistem Refrigerasi dengan Alat Ekspansi Jenis TXV dan Pipa Kapiler,” *Jurnal Energi*, vol. 10, no. 1, pp. 7–13, 2020.
- Rivan, I. A. (2020). Analisis Kerja Evaporator Refrigerator Menurun Di Mv. Princess (Doctoral Dissertation, Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang)
- Sanjaya, C. A., Kusuma, G. E., & Hakam, M. (2020). Penerapan Metode RCM II untuk Meningkatkan Performa pada Strainer. In Proceedings Conference on Design Manufacture Engineering and its Application (Vol. 4, No. 1, pp. 224-228).
- Setiadi, I., & Kustianto, I. (2021). Otomatisasi Kontrol Pompa Ultrafiltrasi Dan Pompa Tekanan Tinggi Reverse Osmosis Pada Unit Air Siap Minum Menggunakan Schneide Zelio Smart Relay. *Jurnal Rekayasa Lingkungan*, 14(1).
- Shah R, Alleyne AG, Bullard CW. Dynamic modeling and control of multi-evaporator air-conditioning systems. *ASHRAE Trans* 2004;110:109–19
- Sianipar, C., & Ambarita, R. (2022). Analisis dan eksperimental performasi kompresi uap 2 tingkat dengan variasi 4 siklus. *Sains dan Ilmu Terapan*,1–5.
- Suamir, I. N., Arsana, M. E., & Elistyawati, I. A. (2022). Inovasi Distilator Refrigerasi Tenaga Surya Tipe Coil-in-Tube Meningkatkan Produktivitas dan Konsistensi Kualitas Produksi Mesin Penyulingan Produk Pertanian.

- Suarta, I. M., & Darmawa, I. P. (2016). Pengujian arak Bali sebagai aditif bahan bakar. *Industri Inovatif*, 11–16.
- Sugiharto, A. (2016). Tinjauan Teknis Pengoperasian Dan Pemeliharaan Boiler. *Swara Patra: Majalah Ilmiah PPSDM Migas*, 6(2).
- Wijaya, P. Y., Suasih, N. R., & Wibawa, I. P. S. (2022). Eksistensi Arak Bali (hlm. 1-65). Mitra Cendekia Media
- Williams, K. (2021). Principles of Scientific Measurement. Pearson Education.
"Ketelitian pengukuran dalam gelas ukur bergantung pada desain skala ukur dan posisi mata pengguna saat membaca volume cairan."
- Wiratno, W., Prabowo, B., & Darmawan, P. D. (2023). Latih John Lie Politeknik Pelayaran Sulawesi Utara. *Kalao's Maritime Journal*, 4(1), 38-57.