

SKRIPSI

ANALISIS EFEKTIVITAS *AIR COOLED* DENGAN MENGUNAKAN PROGRAM *HEAT TRANSFER RESEARCH INC* (HTRI) DI PT. PERTA SAMTAN GAS PRABUMULIH



ACHMAD RAFLI

03051381924117

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

JURUSAN TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2024

SKRIPSI

**ANALISIS EFEKTIVITAS AIR COOLED DENGAN
MENGUNAKAN PROGRAM *HEAT TRANSFER
RESEARCH INC* (HTRI) DI PT. PERTA SAMTAN GAS
PRABUMULIH**

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana
Teknik Mesin Pada Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya**



**OLEH:
ACHMAD RAFLI
03051381924117**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2024**

BALAMAN PENGESAHAN

**ANALISIS EFEKTIVITAS AIR COOLED DENGAN
MENGUNAKAN PROGRAM HEAT TRANSFER
RESEARCH INC (HTR) DI PT. PERTA SAMTAN GAS
PRABUMULIH**

SKRIPSI

**Dijukan Untuk Melengkapi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar sarjana Teknik Mesin
Pada Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya**

Oleh:

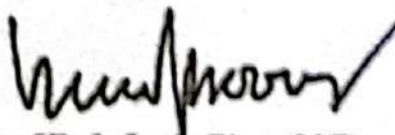
**ACHMAD RAFLI
03051381924117**

Palembang, 20 Maret 2024

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Mesin

Irsyad Yani, S.T., M.Eng., Ph.D., IFM
NIP. 197112251997021001

Pembimbing Skripsi


Prof. Dr. Ir. Irwan Rizy, M.T
NIP. 196005281989031002

JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA

Agenda No.
Diterima Tanggal
Paraf

: 007/TM/AK/2024
: 17 Maret 2024



SKRIPSI

NAMA : ACHMAD RAFLI
NIM : 03051381924117
JURUSAN : TEKNIK MESIN
JUDUL SKRIPSI : ANALISIS EFEKTIVITAS AIR COOLED
DENGAN MENGGUNAKAN PROGRAM HEAT
TRANSFER RESEARCH INC (HTRI) DI PT.
PERTA SAMTAN GAS PRABUMULIH

DIBUAT TANGGAL : 20 SEPTEMBER 2022

SELESAI TANGGAL : 24 JANUARI 2024



Irsyadi Yani, S.T., M.Eng., Ph.D., IPM
NIP. 197112251997021001

Palembang, 20 Maret 2024

Diperiksa dan disetujui

Pembimbing Skripsi



Prof. Dr. Ir. Irvin Bizzy, M.T
NIP. 196005281989031002

HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa Skripsi ini dengan judul "Analisis Efektivitas Air Cooled Dengan Menggunakan Program *Heat Transfer Research Inc (HTRJ)* Di PT. Perta Samtan Gas Prabumulih" telah dipertahankan dihadapan Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah Fakultas Teknik Program Studi Teknik Mesin Universitas Sriwijaya pada tanggal 29 Februari 2024.

Palembang, Maret 2024

Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah berupa Skripsi

Ketua Penguji :

1. Dr. H. Ismail Thamrin, S.T, M.T
NIP. 19720902 199702 001

Sekretaris Penguji :

2. Aneka Firdaus, S.T, M.T.
NIP. 19750226 199903 001

Penguji :

3. Barlin, S.T, M.Eng., Ph.D
NIP. 19810630 200604 1 001


(.....)


(.....)


(.....)

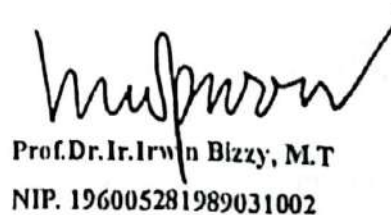
Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Mesin



Syady Yant, S.T., M.Eng, Ph.D
NIP. 19711225 199702 1 001

Palembang, Maret 2024

Diperiksa dan disetujui oleh,
Pembimbing Skripsi


Prof. Dr. Ir. Irwan Bizzy, M.T
NIP. 196005281989031002

KATA PENGANTAR


Puji syukur ke hadirat Allah SWT. atas berkat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan penelitian dalam rangka Tugas Akhir yang dibuat untuk memenuhi syarat mendapatkan gelar sarjana teknik pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya dengan judul “ Analisis Efektivitas *Air cooled* Dengan Menggunakan Program HEAT TRANSFER RESEARCH INC (HTRI) di PT. Perta Samtan Gas Prabumulih”.

Dalam penyusunan skripsi ini tentunya penulis tidak bekerja sendirian, namun penulis mendapat bantuan dan dukungan dari banyak orang baik secara langsung ataupun tidak langsung. Melalui kesempatan ini, dengan rasa hormat dan setulus hati penulis menyampaikan banyak terima kasih kepada:

1. Kedua orang tua, Bapak A.Syauqi,B.A dan Ibu Masayu Maznah Syafariah,B.A yang telah senantiasa mendidik, memberikan motivasi, serta doa yang telah diberikan kepada penulis dari awal hingga selesainya skripsi ini.
2. Bapak Irsyadi Yani, S.T., M.Eng., Ph.D., selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.
3. Bapak Amir Arifin, S.T.,M.Eng.,Ph.D. IPP Selaku Sekretaris Jurusan
4. Bapak Prof.Dr. Ir. Irwin Bizzy, M. T. selaku dosen pembimbing skripsi.
5. Bapak Prof.Dipl-Ing. Ir. Amrifan Saladin Mohruni, Ph.D Selaku Pembimbing akademik
6. Semua dosen Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya yang telah mengajarkan banyak ilmu pengetahuan kepada penulis.
7. Keluarga, kerabat dan saudara penulis yang selalu memberikan motivasi dan doa kepada penulis.
8. Rekan seperjuangan yang telah membantu dalam menyelesaikan skripsi ini.

Penulis mengharapkan masukan, kritik dan saran yang membangun agar penelitian ini menjadi lebih baik. Penulis juga berharap penelitian ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca dan semua pihak yang berkepentingan.

Palembang, Maret 2024



ACHMAD RAFLI

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Achmad Rafli

NIM : 03051381924117

Judul : Analisis Efektivitas *Air Cooled* Dengan Menggunakan Program *Heat Transfer Research Inc* (HTRI) di PT. Perta Samtan Gas Prabumulih

Memberikan izin kepada Pembimbing dan Universitas Sriwijaya untuk mempublikasikan hasil penelitian saya untuk kepentingan akademik apabila dalam waktu 1 (satu) tahun tidak mempublikasikan karya penelitian saya. Dalam kasus ini saya setuju untuk menempatkan Pembimbing sebagai penulis korespondensi (*corresponding author*).

Demikian pernyataan saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari pihak manapun.

Palembang, 20 Maret 2024



Achmad Rafli
NIM. 03051381924117

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Achmad Rafli

NIM : 03051381924117

Judul : Analisis Efektivitas *Air Cooled* Dengan Menggunakan Program *Heat Transfer Research Inc* (HTRI) di PT. Perta Samtan Gas Prabumulih

Menyatakan bahwa skripsi saya merupakan hasil karya saya sendiri didampingi tim pembimbing dan bukan hasil penjiplakan/plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai dengan aturan yang berlaku.

Demikian pernyataan saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari pihak manapun.



Palembang , Maret 2024



Achmad Rafli

NIM. 03051381924117

RINGKASAN

ANALISIS EFEKTIVITAS *AIR COOLED* DENGAN MENGGUNAKAN PROGRAM *HEAT TRANSFER RESEARCH INC* (HTRI) DI PT. PERTASAMTAN GAS PRABUMULIH

Karya tulis ilmiah berupa skripsi, Januari 2024

Achmad Rafli, Dibimbing oleh Prof.Dr.Ir.Irwin Bizzy, M.T

xxiv+ halaman, 8 Tabel, 10 Gambar, 3 Lampiran

RINGKASAN

Teknologi penukar panas (*heat exchanger*) adalah elemen kunci dalam berbagai aplikasi industri, pengangkutan, dan manajemen energi. Penukar panas digunakan untuk transfer panas antara dua fluida yang berbeda dengan tujuan mengatur temperatur, meningkatkan efisiensi proses, atau menghasilkan produk akhir. Salah satu variasi dari *heat exchanger* adalah *air cooled*. Keuntungan utama *air cooled* adalah kemampuannya untuk menghemat energi secara signifikan dibandingkan dengan sistem pendingin konvensional. Dalam penukar kalor berpendingin udara, udara sebagai fluida dingin dihembuskan atau dihisap oleh suatu kipas melewati *tube-tube* yang berisi fluida panas. Sepanjang *tube-tube* terdapat *fin-fin* untuk menambah laju perpindahan panas. Pengaruh dari faktor-faktor seperti jenis fluida, desain alat dan tingkat pencemaran udara dapat signifikan dalam menentukan efektivitasnya. Oleh karena itu. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis efektivitas *air cooled* dalam berbagai konteks industri dan faktor-faktor yang memengaruhi efektivitasnya dengan menggunakan program Heat Transfer Research Inc (HTRI). HTRI merupakan perangkat lunak yang digunakan untuk analisis, desain dan simulasi berbagai peralatan perpindahan panas, termasuk pendingin udara. Melalui program ini mampu mengetahui kualitas dari alat penukar kalor tersebut berdasarkan penurunan tekanan serta koefisien perpindahan kalor menyeluruh, sehingga mampu memberikan desain alat penukar kalor yang lebih baik. Dari hasil penelitian didapatkan bahwa jika kondisi operasi lapangan udara masuk yang ada mampu mempertahankan temperatur 21°C-25°C agar temperatur

keluar metana yang diinginkan sebesar $31,17^{\circ}\text{C}$ dapat tercapai, akan tetapi ketika suhu temperatur masuk udara mencapai 30°C maka tidak tercapai temperatur maksimal yang diinginkan sebesar $31,17^{\circ}\text{C}$. Serta perhitungan pada program didapat nilai pada baris tube pertama sampai ke empat mengalami penurunan tekanan dan temperatur sebesar 3935,7 kPa dan $68,5^{\circ}\text{C}$, 38435,6 kPa dan $50,26^{\circ}\text{C}$, 3754,4 kPa dan $38,62^{\circ}\text{C}$, 3666,5 kPa dan $31,17^{\circ}\text{C}$. Sehingga perhitungan manual dan program HTRI didapatkan nilai efektivitas pada masing-masing perhitungan sebesar 86,75% dan 92,36%. Perbedaan nilai tersebut di sebabkan karena perbedaan laju perpindahan kalor pada masing-masing perhitungan.

Kata kunci : *air cooled*, pendingin udara, *heat transfer research inc*, HTRI, efektivitas *air cooled*,

SUMMARY

ANALYSIS OF COOLED AIR EFFECTIVENESS USING THE HEAT TRANSFER RESEARCH INC (HTRI) PROGRAM AT PT. PERTA SAMTAN GAS PRABUMULIH

Scientific paper in the form of a thesis, Januari 2024

Achmad Rafli, supervised by Prof.Dr.Ir.Irwin Bizzy, M.T

xxiv+ Pages, 8 Tables, 10 Figures, 3 Appendix

SUMMARY

Heat exchanger technology (heat exchanger) is a key element in a variety of industrial, transport and energy management applications. Heat exchangers are used to transfer heat between two different fluids with the aim of regulating temperature, increasing process efficiency, or producing final products. One variation of heat exchanger is air cooled, which is designed to control fluid temperature. This system utilizes the temperature difference between the air and the cooling fluid to transfer heat, a major advantage air cooled is its ability to save energy significantly compared to conventional cooling systems. In an air-cooled heat exchanger, air as a cold fluid is blown or sucked in by a passing fan tubes containing hot fluid. Through out tubes there is fin-fin to increase the rate of heat transfer, However, effectiveness air cooled not always consistent across industrial applications. The influence of factors such as fluid type, device design and air pollution levels can be significant in determining its effectiveness. Hence, research on effectiveness air cooled becomes increasingly important in optimizing the use of this technology in various industrial applications. This research aims to analyze effectiveness air cooled in various industrial contexts and factors influencing their effectiveness using the Heat Transfer Research Inc (HTRI) program. HTRI is software used for analysis, design and simulation of various heat transfer equipment, including air conditioners. Through this program, we can determine the quality of the heat exchanger based on the pressure drop and overall heat transfer coefficient, so that we can provide a better heat exchanger design. From the research results it was

found that if the operating conditions of the existing air inlet field were able to maintain a temperature of 21°C-25°C so that the desired methane exit temperature of 31.17°C could be achieved, however, when the inlet air temperature reached 30°C then the desired maximum temperature of 31.17°C was not reached. As well as calculations in the program, it was found that the values in the first to fourth tube rows experienced a decrease in pressure and temperature of 3935.7 kPa and 68.5°C, 38435.6 kPa and 50.26°C, 3754.4 kPa and 38.62° C, 3666.5 kPa and 31.17°C. So that manual calculations and the HTRI program obtained an effectiveness value for each calculation of 86.75% and 92.36%. The difference in value is caused by differences in heat transfer rates in each calculation.

Keywords: air cooled, air conditioning, heat transfer research inc, HTRI, effectiveness air cooled.

DAFTAR ISI

SKRIPSI.....	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	v
HALAMAN PERSETUJUAN.....	ix
KATA PENGANTAR	xi
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	xiii
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS.....	ii
RINGKASAN	xvii
SUMMARY	xix
DAFTAR ISI.....	xxi
DAFTAR GAMBAR	xxiii
DAFTAR TABEL.....	xxv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xxvii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian	2
1.5 Manfaat Penelitian	2
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 <i>Air cooled</i>	3
2.2 Pendingin udara	6
2.3 Efektivitas.....	6
2.4 Program <i>Heat transfer research inc</i> (HTRI).....	6
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN.....	11
3.1 Diagram Alir Penelitian	11
3.2 Tahapan Penelitian	12
3.3 Data Yang Diambil.....	12
3.4 Prosedur Pengolahan Data	14
BAB 4 ANALISIS DAN PEMBAHASAN	15
4.1 Spesifikasi Air cooled	15
4.2 Fluida.....	16
4.3 Perhitungan manual	16

4.4	Perhitungan Perubahan Temperatur	19
4.5	Perhitungan Program HTRI.....	19
4.6	Hasil analisis penelitian	21
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN		23
5.1	Kesimpulan	23
5.2	Saran.....	23
DAFTAR PUSTAKA.....		25
LAMPIRAN		27

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Skema <i>Air cooled tipe Forced Draft</i>	4
Gambar 2.2 Skema <i>Air cooled tipe Induce draft</i>	4
Gambar 2.3 Tampilan kerja program HTRI.....	7
Gambar 2.4 Tipe <i>Heat Xchanger</i> pada HTRI <i>Xchanger suite v7.3.2</i>	8
Gambar 2.5 Tampilan <i>input</i> data program HTRI.....	9
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	11
Gambar 4.1 Skema <i>Regeneration Gas Cooled</i> 01-E-2201	15
Gambar 4.2 Data hasil perhitungan dengan HTRI.....	20
Gambar 4.3 Nilai Penurunan Temperatur Dan Tekanan Pada Setiap Baris Pipa Pada <i>Air cooled</i>	21
Gambar 4.4 Perbandingan Nilai Efektivitas.....	22

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 <i>Process Condition</i>	12
Tabel 3.2 <i>Unit Geometry</i>	13
Tabel 3.3 <i>Tube and Bundle Geometry</i>	13
Tabel 3.4 <i>Fan geometry</i>	13
Tabel 3.5 <i>Bay description</i>	13
Tabel 3.6 <i>Tube side nozzle Data</i>	14
Tabel 3.7 <i>Air cooled and Economize Tube</i>	14
Tabel 3.8 <i>Tube Length</i>	14

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 : Tampilan Pemasukan Data Program HTRI.....	27
Lampiran 2 : Pengambilan Data Lapangan <i>Air cooled</i>	28
Lampiran 3 : Tampilan <i>Air cooled</i> pada program HTRI.....	29

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Teknologi penukar panas (*heat exchanger*) adalah elemen kunci dalam berbagai aplikasi industri, pengangkutan, dan manajemen energi. Penukar panas digunakan untuk transfer panas antara dua fluida yang berbeda dengan tujuan mengatur temperatur, meningkatkan efisiensi proses, atau menghasilkan produk akhir. Salah satu variasi dari *heat exchanger* adalah *air cooled*, yang dirancang untuk mengendalikan temperatur fluida (Yunianto, 2018).

Heat exchanger ini menggabungkan prinsip pendinginan dengan fungsi penukar panas untuk mengendalikan temperatur fluida yang mengalir melaluinya (Stoecker and Jones, 1989). Sistem ini memanfaatkan perbedaan temperatur antara udara dan fluida pendingin untuk mentransfer panas. Keuntungan utama *air cooled* adalah kemampuannya untuk menghemat energi secara signifikan dibandingkan dengan sistem pendingin konvensional (John dan Watt, 1986).

Namun, efektivitas *air cooled* tidak selalu konsisten dalam berbagai aplikasi industri. Pengaruh dari faktor-faktor seperti jenis fluida, desain alat dan tingkat pencemaran udara dapat signifikan dalam menentukan efektivitasnya. Oleh karena itu, penelitian tentang efektivitas *air cooled* menjadi semakin penting dalam mengoptimalkan penggunaan teknologi ini dalam berbagai aplikasi industri.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis efektivitas *air cooled* dalam berbagai konteks industri dan faktor-faktor yang memengaruhi efektivitasnya. Dengan pemahaman yang lebih baik tentang cara kerja dan aplikasi teknologi ini, diharapkan industri dapat memanfaatkan *air cooled* dengan lebih efisien, mengurangi konsumsi energi, dan mencapai tujuan berkelanjutan dalam manajemen energi dan lingkungan.

Salah satu contoh industri yang menggunakan *air cooled* adalah PT. Perta Samtan Gas Prabumulih. PT Perta-Samtan Gas adalah hasil dari kemitraan

antara PT Pertamina Gas dari Indonesia dan Samtan Co. Ltd dari Korea. Perusahaan tersebut dibentuk dengan tujuan untuk memproduksi LPG baik di dalam maupun di luar negeri. PT. Perta-Samtan Gas yang beralamat di JL. Nigata, Anak Petai, Kec. Prabumulih Utara, Kota Prabumulih, Sumatera Selatan. Adapun tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui efisiensi dari air cooled

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah adalah bagaimana memanfaatkan *air cooled* agar efisien, dapat mengurangi pemakaian energi.

1.3 Batasan Masalah

Dalam melakukan penelitian ini, penulis membatasi permasalahan sebagai berikut:

1. Alat yang dianalisis adalah alat penukar kalor jenis pendingin udara (*Regeneration gas cooled* 01-E-2201).
2. Perhitungan dilakukan dengan cara manual dan komputerisasi menggunakan program *Heat Transfer Research Inc* (HTRI).
3. Analisis Efektivitas pendingin udara terhadap penukar kalor.

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini adalah:

1. Mengetahui dampak perubahan temperatur udara masuk terhadap pendinginan *air cooled* dengan fluida metana.
2. Mengetahui nilai penurunan tekanan dan temperatur pada tiap baris tube.
3. Menganalisis nilai efektivitas dari pendingin udara,

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari Penelitian ini adalah:

1. Sebagai bahan acuan untuk referensi bagi yang mendesain pendingin udara.
2. Sebagai panduan menggunakan program *Heat Transfer Research Inc* (HTRI) dalam melakukan perhitungan pendinginan udara terhadap penukar kalor.

DAFTAR PUSTAKA

- Aziz, A., Fauzi, A. dan Irfan, A. (2014) 'Penerapan Pendingin Udara Evaporatif Untuk Kenyamanan Termal', Seminar Nasional Teknik Industri (SNTI), 2(April), pp. 1–6. Available at: <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.2658.7289/1>.
- Bizzy, I. dan Setiadi, R. (2013) 'Penukar Kalor Tipe Shell dan Tube Dengan Program Heat Transfer Research Inc . ('), Jurnal Rekayasa Mesin, 13, pp. 67–77.
- Bizzy, I. et al. (2021) 'Analisis Aliran Udara Alat Penghemat Energi Vertikal Generasi Kedua untuk Masyarakat Tebing Gerinting Kecamatan Indralaya Selatan Kabupaten Ogan Ilir', Jurnal Rekayasa Mesin, 21(2), pp. 75–78. Available at: <https://doi.org/10.36706/jrm.v21i2.156>.
- Gas Processors Suppliers Association (2004) 'Engineering Data Book', Engineering, I, pp. 1–32.
- Green, D.W. dan Perry, R.H. (2008) Perry's Chemical Engineers' Handbook, Eighth Edition. 8th ed. /. New York: McGraw-Hill Education. Available at: <https://www.accessengineeringlibrary.com/content/book/9780071422949>.
- Incropera, F. p. (2011) Fundamental of Heat and Mass Transfer Seven Edition, Frank p. incropera.
- Irwin Bizzy dan Charles Sjahrudin (2020) 'Pengaruh Peningkatan Efisiensi Pemasangan Heatsink pada Panel Photovoltaic Tipe Polycrystalline', Jurnal Rekayasa Mesin, 20(2), pp. 1–4. Available at: <https://doi.org/10.36706/jrm.v20i2.62>.
- J.P.Holman (2010) 'Heat Transfer Tenth Edition', Principles of Metal Manufacturing Processes, pp. 310–311. Available at: <https://doi.org/10.1016/b978-034073162-8/50017-5>.
- John, R. dan Watt (1986) Evaporative Air Conditioning Handbook, 2nd edition. New-York.
- Maarif, S. (1996) 'Penukar kalor berpendingin udara'.

- Nusa, M.I. (2015) 'Evaporative Cooling Technology To Prolong Shelf Life Storage of Fresh', *Agrium*, 19(3), pp. 281–288.
- Puspita, L.E. dan Widjajati, E.P. (2021) 'Pengukuran Efektivitas Mesin Latexing Pada Produksi Karpet Permadani Dengan Menggunakan Metode Overall Equipment Effectiveness (Oee) Dan Overall Resource Effectiveness (Ore) Di Pt. Xyz', *Juminten*, 2(4), pp. 1–12. Available at: <https://doi.org/10.33005/juminten.v2i4.295>.
- Rachman, P. dan Yuniarto, B. (2014) 'Pengaruh Jenis Water Sprayer Terhadap Efektivitas', 3(2), pp. 143–148.
- Sitopu, F.L.M. dan Yuniarto, B. (2015) 'Pengujian Direct Evaporative Cooling Posisi Vertikal Dengan Aliran Searah', *Jurnal Teknik Mesin Undip*, 3(3), pp. 345–351.
- Stoecker, W.F. dan Jones, J.W. (1989) *Refrigerasi dan Pengkondisian Udara*, 2nd Edition, Erlangga. Jakarta.
- Sunarwo (2011) 'Pembuatan Dan Pengujian Evaporative Cooling', *Jurnal teknik energi*, 7(1), p. 2011.
- Wang, S.K. (1994) *Handbook of air conditioning and refrigeration*, Choice Reviews Online. Available at: <https://doi.org/10.5860/choice.32-0959>.
- Yuniarto, B. (2018) 'Pemanfaatan Evaporative Cooling untuk Meningkatkan Kenyamanan Ruang', *Rotasi*, 20(1), p. 29. Available at: <https://doi.org/10.14710/rotasi.20.1.29-32>.