



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Badak LNG

PNJ – PT BADAQ NGL

ANALISIS *STEAM BALANCE* DAN MITIGASI *EXCESS STEAM* MELALUI PENAMBAHAN *CONDENSER* UNTUK MENGURANGI *LOW PRESSURE STEAM LOSSES* DI PT BADAQ NGL

SKRIPSI

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Oleh:

**Achmad Abdurrohman
NIM. 2002322006**

**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI REKAYASA KONVERSI ENERGI
JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA**

2024



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Badak LNG

PNJ – PT BADAQ NGL

ANALISIS *STEAM BALANCE* DAN MITIGASI *EXCESS STEAM* MELALUI PENAMBAHAN *CONDENSER* UNTUK MENGURANGI *LOW PRESSURE STEAM LOSSES* DI PT BADAQ NGL

SKRIPSI

Laporan ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan Diploma IV Program Studi Teknologi Rekayasa Konversi Energi, Jurusan Teknik Mesin

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Oleh:

Achmad Abdurrohman

NIM. 2002322006

**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI REKAYASA KONVERSI ENERGI
JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA**

2024

HALAMAN PESEMBAHAN



Untuk diri sendiri yang telah tabah berproses.

Untuk orangtua, juga setiap jiwa yang menemaniku berproses hingga titik ini.

Terima kasih tak terhingga.

Semoga keberkahan dan keselamatan selalu dalam naungan kita.

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta





Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

HALAMAN PERSETUJUAN
SKRIPSI

**ANALISIS *STEAM BALANCE* DAN MITIGASI *EXCESS STEAM* MELALUI PENAMBAHAN *CONDENSER* UNTUK
MENGURANGI *LOW PRESSURE STEAM LOSSES*
DI PT BADAK NGL**

Oleh: Achmad Abdurrohman
NIM. 2002322006
Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Konversi Energi

Skripsi ini telah disetujui oleh pembimbing

Pembimbing
Politeknik Negeri Jakarta

Muhammad Prasha Risfi Silitonga, M.T.
NIP. 199403192022031006

Pembimbing
PT Badak NGL

Ir. M. Teguh Pratama., S.T., M.Si., I.P.M.
No. Badge 133229

Kepala Program Studi
Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Konversi Energi

Yuli Mafendro Dedet Eka Saputra, S.Pd., M.T.
NIP. 199403092013031013



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

HALAMAN PENGESAHAN

SKRIPSI

**ANALISIS STEAM BALANCE DAN MITIGASI EXCESS STEAM
MELALUI PENAMBAHAN CONDENSER UNTUK MENGURANGI
LOW PRESSURE STEAM LOSSES DI PT BADAK NGL**

Oleh: Achmad Abdurrohman

NIM. 2002322006

Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Konversi Energi

Telah berhasil dipertahankan dalam sidang skripsi di hadapan Dewan Penguji pada tanggal 21 Agustus 2024 dan diterima sebagai persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan pada Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Konversi Energi Jurusan Teknik Mesin

DEWAN PENGUJI

No.	Nama	Posisi Penguji	Tanda Tangan	Tanggal
1	Ir. M. Teguh Pratama., S.T., M.Si., I.P.M. No. Badge 133229	Penguji 1		21/08/2024
2	Dr. Eng. Muslimin, S.T., M.T., I.W.E. NIP. 197707142008121005	Penguji 2		21/08/2024
3	Noor Hidayati, S.T., M.Sc. NIP. 199008042019032019	Penguji 3		21/08/2024

Bontang, 21 Agustus 2024

Disahkan oleh:

Ketua Jurusan Teknik Mesin

Dr. Eng. Muslimin, S.T., M.T., I.W.E.
NIP. 197707142008121005





Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Achmad Abdurrohman

NIM : 202322006

Program Studi : Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Konversi Energi

menyatakan bahwa yang dituliskan di dalam laporan skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri bukan jiplakan (plagiasi) karya orang lain baik sebagian atau seluruhnya. Pendapat, gagasan, atau temuan orang lain yang terdapat di dalam laporan skripsi telah saya kutip dan saya rujuk sesuai dengan etika ilmiah. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Bontang, 21 Agustus 2024



Achmad Abdurrohman

NIM. 202322006



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

ANALISIS *STEAM BALANCE* DAN MITIGASI *EXCESS STEAM* MELALUI PENAMBAHAN *CONDENSER* UNTUK MENGURANGI *LOW PRESSURE STEAM LOSSES* DI PT BADAK NGL

Achmad Abdurrohman¹⁾, Muhammad Prasha R.S.¹⁾, M. Teguh Pratama²⁾,

¹⁾Program Studi Diploma IV Teknologi Rekayasa Konversi Energi, Jurusan Teknik Mesin,
Politeknik Negeri Jakarta, Kampus UI Depok, 16424

²⁾PT Badak Natural Gas Liquefaction, Bontang, Kalimantan Timur, 75324

Email: abdrrohman40@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perbandingan kondisi neraca uap pada berbagai mode operasi train dan memberikan mitigasi terhadap potensi uap berlebih melalui penambahan *condenser* sehingga dapat mengurangi *low pressure steam losses*. Metode pemecahan masalah penentuan akar penyebab *steam losses* menggunakan metode *fishbone diagram & failure mode and effect analysis* (FMEA) yang kemudian dianalisis lebih lanjut menggunakan penilaian matriks risiko. Perhitungan neraca uap dilakukan melalui pendekatan data desain dan historikal, sedangkan perancangan *condenser* dilakukan melalui metode *Log Mean Temperature Difference*. Hasil penelitian menunjukkan perubahan mode operasi train memiliki pengaruh yang signifikan terhadap selisih antara produksi dan konsumsi LP *steam* dan secara langsung memengaruhi efektifitas *steam balance* ditinjau dari jumlah induksi pada *condensing steam turbine*. Beban induksi tertinggi terdapat pada mode operasi dua train (Train EH) dengan total induksi sebesar 114,73 ton/hr dan beban induksi terendah terdapat pada mode operasi tiga train (Train FGH) dengan total induksi sebesar 25,45 ton/hr. Perancangan *condenser* dengan kapasitas 30,97 ton/hr dapat menghasilkan potensi penghematan *steam* sebanyak 5.270,65 ton per tahun atau senilai sekitar Rp3.467.764.438. Hasil evaluasi kelayakan ekonomi menunjukkan penambahan *condenser* dinilai layak untuk dilakukan dengan nilai *Net Present Value* (NPV) sebesar Rp23.591.502.814,65, *Internal Rate of Return* (IRR) sebesar 43,6%, dan *payback period* selama 2,29 tahun.

Kata Kunci: neraca uap, uap berlebih, kondensor, uap bertekanan rendah



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritis atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

STEAM BALANCE ANALYSIS AND MITIGATION OF EXCESS STEAM THROUGH THE ADDITION OF CONDENSER TO REDUCE LOW PRESSURE STEAM LOSSES AT PT BADAK NGL

Achmad Abdurrohman¹⁾, Muhammad Prasha R.S.¹⁾, M. Teguh Pratama.²⁾,

¹Program Studi Diploma IV Teknologi Rekayasa Konversi Energi, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Kampus UI Depok, 16424

²PT Badak Natural Gas Liquefaction, Bontang, Kalimantan Timur, 75324

Email: abdrrohman40@gmail.com

ABSTRACT

This study aims to analyse the comparison of steam balance conditions in various train operating modes and provide mitigation of potential excess steam through the addition of condensers to reduce low pressure steam losses. The problem solving method of determining the root cause of steam losses uses fishbone diagram & failure mode and effect analysis (FMEA), and risk matrix assessment. The calculation of the steam balance based on design and historical data, while the condenser design is based on Log Mean Temperature Difference method. The results show that the change in train operating mode has a significant influence on the difference between LP steam production and consumption and directly affects the effectiveness of the steam balance in terms of the amount of induction in the condensing steam turbine. The highest induction load is two-train operating mode (Train EH) with a total induction of 114.73 tonnes/hr and lowest induction load is three-train operating mode (Train FGH) with a total induction of 25.45 tonnes/hr. Based on calculation design condenser with capacity 30.97 tonnes/hr can result in potential steam savings of 5,270.65 tonnes per year or approximately Rp3,467,764,438. The results of the economic feasibility evaluation show that the addition of condenser is feasible with a Net Present Value (NPV) value of Rp23,591,502,814.65, an Internal Rate of Return (IRR) of 43.6%, and a payback period of 2.29 years.

Keywords: *steam balance, excess steam, condenser, low pressure steam*



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat, hidayah serta karunia-Nya, sehingga penulis dapat menjalani proses perkuliahan selama empat tahun ke belakang dan dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “**Analisis Steam Balance dan Mitigasi Excess Steam Melalui Penambahan Condenser untuk Mengurangi Low Pressure Steam Losses di PT Badak NGL**”. Laporan skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat dalam menyelesaikan studi Diploma IV Program Studi Teknologi Rekayasa Konversi Energi, Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta.

Dalam penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bimbingan, dukungan, dan bantuan dari banyak pihak. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini penulis menyampaikan terima kasih kepada berbagai pihak yang ikut berpartisipasi di antaranya:

1. Bapak Dr. Eng. Muslimin, S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta.
2. Bapak Ir. Anas Malik Abdillah, S.T., M.B.A., I.P.M. selaku Direktur LNG Academy.
3. Bapak Yuli Mafendro Dedet Eka Saputra, S.Pd., M.T. selaku Kepala Program Studi Teknologi Rekayasa Konversi Energi Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta.
4. Bapak Zaky Arief selaku Ketua Jurusan Konsentrasi Pengolahan Gas LNG Academy.
5. Bapak Muhammad Prasha Risfi Silitonga., S.Si., M.T. selaku pembimbing akademik penulis selama pelaksanaan penulisan skripsi.
6. Bapak Ir. M. Teguh Pratama., S.T., M.Si., I.P.M. selaku dosen pembimbing industri dari Badak LNG.
7. Bapak Mohammad Arief Setiawan, Bapak Akbar Surya Laksamana, dan Bapak Dwiky Nugraha yang telah menjadi teman diskusi selama proses pengerjaan skripsi.



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

8. Teman-teman LNG Academy Angkatan 10 selaku teman seperjuangan yang telah menemani perjuangan penulis selama berkuliah di LNG Academy.
9. Seluruh pihak lainnya yang tidak bisa disebutkan satu per satu yang telah membantu selama penyusunan skripsi.

Penulis menyadari bahwa penyusunan laporan skripsi ini masih terdapat banyak kekurangan baik dari sisi pembahasann dan sisi teknis penulisannya. Oleh karena itu, penulis menerima segala saran dan kritik dari pembaca agar dapat memperbaiki laporan ini. Semoga laporan skripsi ini dapat memberikan manfaat kepada pembaca.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb

Bontang, 23 Agustus 2024

Achmad Abdurrohman

NIM. 2002322006

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PESEMBAHAN	ii
HALAMAN PERSETUJUAN.....	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT.....	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR GAMBAR.....	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
DAFTAR NOTASI.....	xviii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 LATAR BELAKANG.....	1
1.2 RUMUSAN MASALAH.....	4
1.3 TUJUAN PENELITIAN.....	4
1.4 MANFAAT PENELITIAN.....	5
1.5 BATASAN MASALAH	5
1.6 SISTEMATIKA PENULISAN.....	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 LANDASAN TEORI.....	7
2.1.1 STEAM BALANCE	7
2.1.2 STEAM DISTRIBUTION SYSTEM PT BADAK NGL	10
2.1.3 ROOT CAUSE ANALYSIS.....	15
2.1.4 FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS	16



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

2.1.5	<i>RISK ASSESMENT</i>	19
2.1.6	PERPINDAHAN PANAS.....	22
2.1.7	<i>CONDENSER</i>	23
2.1.8	DESAIN <i>HEAT EXCHANGER</i>	25
2.1.9	EVALUASI KELAYAKAN EKONOMI.....	47
2.2	KAJIAN LITERATUR	50
2.3	KERANGKA PEMIKIRAN	57
BAB III METODE PENELITIAN		59
3.1	JENIS PENELITIAN	59
3.2	OBJEK PENELITIAN	59
3.3	JENIS DAN SUMBER DATA PENELITIAN	59
3.3.1	JENIS DATA	59
3.3.2	SUMBER DATA	59
3.4	METODE PENGUMPULAN DATA PENELITIAN	61
3.5	METODE ANALISIS DATA	63
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN		76
4.1	<i>STEAM LOSSES ROOT CAUSE ANALYSIS</i>	76
4.1.1	<i>FISHBONE DIAGRAM</i>	76
4.1.2	<i>FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS</i>	80
4.1.3	<i>RISK MATRIX</i>	84
4.2	ANALISIS <i>STEAM BALANCE</i>	86
4.2.1	<i>POWER CONSUMPTION</i>	86
4.2.2	<i>STEAM CONSUMPTION</i>	87
4.2.3	<i>POWER AND STEAM BALANCE</i>	93
4.2.4	PENGARUH MODE OPERASI TERHADAP <i>STEAM BALANCE</i> ..	95



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

4.3 PERANCANGAN DESAIN CONDENSER	101
4.3.1 SPESIFIKASI AWAL.....	101
4.3.2 PERENCANAAN CONDENSER.....	103
4.3.3 KALOR SISTEM.....	104
4.3.4 LMTD (<i>LOG MEAN TEMPERATURE DIFFERENCE</i>).....	105
4.3.5 <i>HEAT-TRANSFER AREA</i> DENGAN UD ASUMSI.....	106
4.3.6 PERHITUNGAN BAGIAN <i>TUBE</i>	106
4.3.7 PERHITUNGAN BAGIAN <i>SHELL</i>	108
4.3.8 KOEFISIEN PERPINDAHAN PANAS.....	110
4.3.9 <i>OVERALL HEAT TRANSFER COEFFICIENT</i>	112
4.3.10 <i>PRESSURE DROP</i>	113
4.3.11 FAKTOR PENGOTORAN.....	117
4.3.12 DESAIN CONDENSER.....	117
4.4 EVALUASI KELAYAKAN EKONOMI	122
4.4.1 PENDAPATAN.....	122
4.4.2 <i>CAPITAL EXPENDITURE (CAPEX)</i>	123
4.4.3 <i>OPERATIONAL EXPENDITURE (OPEX)</i>	126
4.4.4 <i>CASHFLOW</i>	128
4.4.5 <i>NET PRESENT VALUE (NPV)</i>	130
4.4.6 <i>INTERNAL RATE OF RETURN (IRR)</i>	131
4.4.7 <i>PAYBACK PERIOD (PP)</i>	131
BAB V PENUTUP	133
5.1 KESIMPULAN.....	133
5.2 SARAN.....	134
DAFTAR PUSTAKA	135



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta





Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Peralatan Pada Diagram Uap	7
Tabel 2. 2 Dasar Perhitungan Neraca Massa pada <i>Steam Balance</i>	9
Tabel 2. 3 <i>Letdown Station</i> PT Badak NGL	13
Tabel 2. 4 Panduan Penentuan <i>Rating Severity</i>	17
Tabel 2. 5 Panduan Penentuan <i>Rating Occurence</i>	17
Tabel 2. 6 Panduan Penentuan <i>Rating Detection</i>	19
Tabel 2. 7 Panduan <i>Rating Likelihood</i>	20
Tabel 2. 8 Panduan <i>Rating Severity of Consequences</i>	20
Tabel 2. 9 <i>Risk Level</i>	21
Tabel 2. 10 Interpretasi Nilai Risiko	21
Tabel 2. 11 Panduan Penempatan Fluida	26
Tabel 2. 12 Panduan <i>Sizing Nozzle</i>	29
Tabel 2. 13 Perbandingan dengan Penelitian Sebelumnya (<i>State of the Art</i>).....	50
Tabel 3. 1 Nilai <i>Typical Factor</i> untuk Estimasi <i>Fixed Capital Cost</i>	48
Tabel 3. 2 Skenario Mode Operasi Train	65
Tabel 3. 3 Kapasitas Train	65
Tabel 3. 4 Konfigurasi Boiler.....	66
Tabel 3. 5 Konfigurasi Pompa BFW.....	66
Tabel 3. 6 Konfigurasi <i>Steam Turbine</i>	67
Tabel 3. 7 <i>Train Power Consumption</i>	67
Tabel 3. 8 <i>Utilities & Storage Loading Section Running Equipment</i>	68
Tabel 3. 9 Persamaan Perhitungan <i>Steam Balance</i>	70
Tabel 3. 10 Notasi Peralatan <i>Steam Consumption</i>	70
Tabel 3. 11 Parameter <i>Input</i> Simulasi HYSYS	72
Tabel 3. 12 Syarat Kelayakan Ekonomi.....	74
Tabel 4. 1 <i>Potential Cause Steam Losses</i>	80
Tabel 4. 2 <i>FMEA Worksheet</i>	81
Tabel 4. 3 Hasil Analisis <i>Risk Matrix</i>	84
Tabel 4. 4 Hasil Penilaian Risiko	84



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Tabel 4. 5 <i>Major Risk</i>	85
Tabel 4. 6 <i>Kebutuhan Power</i>	86
Tabel 4. 7 <i>Perhitungan Steam Consumption Mode Operasi Dua Train</i>	87
Tabel 4. 8 <i>Perhitungan Steam Consumption Mode Operasi Tiga Train</i>	89
Tabel 4. 9 <i>Perhitungan Steam Consumption Mode Operasi Empat Train</i>	91
Tabel 4. 10 <i>Power Balance Summary</i>	93
Tabel 4. 11 <i>Steam Balance Summary</i>	94
Tabel 4. 12 <i>Beban Induksi Condensing Steam Turbine</i>	95
Tabel 4. 13 <i>Perubahan Konfigurasi BFW pada Case 3 - Train EH</i>	98
Tabel 4. 14 <i>Perubahan Power Balance pada Case 3 - Train EH</i>	98
Tabel 4. 15 <i>Perubahan Steam Balance pada Case 3 - Train EH</i>	99
Tabel 4. 16 <i>Parameter Awal Condenser</i>	103
Tabel 4. 17 <i>Perhitungan LMTD</i>	105
Tabel 4. 18 <i>Dimensi Tube</i>	107
Tabel 4. 19 <i>Hasil Perhitungan</i>	117
Tabel 4. 20 <i>Hasil Perancangan Condenser</i>	118
Tabel 4. 21 <i>Data Steam Venting</i>	122
Tabel 4. 22 <i>PCE Condenser</i>	124
Tabel 4. 23 <i>Perhitungan Purchase Cost of Equipment</i>	124
Tabel 4. 24 <i>Physical Plant Cost</i>	125
Tabel 4. 25 <i>Fixed Capital Cost</i>	125
Tabel 4. 26 <i>Total Capital Expenditure</i>	125
Tabel 4. 27 <i>Harga Produk Utilities</i>	126
Tabel 4. 28 <i>Total Operational Expenditure</i>	127
Tabel 4. 29 <i>Proyeksi Cash Flow</i>	128
Tabel 4. 30 <i>Perhitungan Nilai NPV</i>	130
Tabel 4. 31 <i>Perhitungan NPV dengan Variasi Tingkat Diskonto</i>	131



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Data <i>Steam Venting</i> PT Badak NGL Januari – Juli 2024.....	2
Gambar 1. 2 Simplified PFD <i>Steam Distribution System</i>	3
Gambar 2. 1 Diagram Alir Uap.....	9
Gambar 2. 2 <i>Letdown Station</i>	12
Gambar 2. 3 <i>Skema Induction/Extraction Valve</i>	14
Gambar 2. 4 <i>LP Vent Valve</i>	14
Gambar 2. 5 <i>Surface Condenser</i>	24
Gambar 2. 6 <i>Direct Contact Condenser</i>	25
Gambar 2. 7 Rekomendasi <i>Baffle Cut</i>	28
Gambar 2. 8 <i>Correction Factor Charts</i>	31
Gambar 2. 9 Grafik Diameter <i>Shell-to-bundle Clearance</i>	32
Gambar 2. 10 Daerah <i>Shell Side Cross Flow</i>	34
Gambar 2. 11 <i>Correlation for Shell-side Heat-transfer Coefficient</i>	35
Gambar 2. 12 Nilai <i>Fouling Factor</i> Fluida	46
Gambar 2. 13 Kerangka Pemikiran Penelitian.....	58
Gambar 3. 1 Diagram Alir Pengerjaan Skripsi	63
Gambar 4. 1 <i>Diagram Fishbone Steam Losses</i>	76
Gambar 4. 2 Beban Induksi <i>Condensing Steam Turbine</i>	96
Gambar 4. 3 <i>MP Steam Consumption</i>	97
Gambar 4. 4 Hasil Simulasi <i>Temperature Outlet Steam</i>	103
Gambar 4. 5 Ilustrasi LMTD.....	105
Gambar 4. 6 Desain 2D <i>Condenser</i>	119
Gambar 4. 7 <i>Exchanger Setting Plan</i>	120
Gambar 4. 8 Desain 3D <i>Condenser</i>	121

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritis atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 – Hasil <i>Focus Group Discussion</i>	140
Lampiran 2 – <i>Performance Curve Steam Turbine</i>	145
Lampiran 3 – <i>Power Requirement Equipment</i>	146
Lampiran 4 – <i>Steam Requirement Equipment</i>	150
Lampiran 5 – T.E.M.A.....	152
Lampiran 6 – Spesifikasi <i>Tube BWG</i>	153
Lampiran 7 – <i>Properties of Steam at Atmospheric Pressure</i>	154
Lampiran 8 – <i>Specific Heats of Liquids</i>	155
Lampiran 9 – <i>Thermal Conductivities of Liquids</i>	156
Lampiran 10 – <i>Viscosities of Liquids at Atmospheric Pressure</i>	157
Lampiran 11 – <i>Properties of Liquid Water at Atmospheric Pressure</i>	158
Lampiran 12 – <i>Correction Factor LMTD</i>	159
Lampiran 13 – <i>Diameter Shell dan Jumlah Tube</i>	160
Lampiran 14 – <i>Correlation for Shell-Side Heat Transfer Coefficient</i>	161
Lampiran 15 – Perhitungan Perancangan <i>Condenser</i> pada Microsoft Excel	162
Lampiran 16 – Perhitungan Harga Produk <i>Utilities</i>	175
Lampiran 17 – Tabel <i>Purchase Cost Equipment Condenser</i>	180
Lampiran 18 – Tabel <i>Purchase Cost Equipment Ejector</i>	181
Lampiran 19 – Uji Normalitas Data <i>Steam Venting</i>	182
Lampiran 20 – LP <i>Vent Condenser 31E-62</i>	184
Lampiran 21 – <i>Datasheet LP Vent Valve</i>	185
Lampiran 22 – <i>Steam Requirement</i>	186
Lampiran 23 – Dokumentasi	187
Lampiran 24 – Daftar Riwayat Hidup.....	188

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR NOTASI

A	Luas perpindahan panas
A_f	<i>Flow Area</i>
a_s	Daerah <i>shell side cross flow</i>
BDC	<i>Bundle diameter clearance</i>
B	Jarak <i>baffle</i>
B_c	<i>Baffle cut</i>
$C_{P,L}$	Kalor jenis zat <i>condensate</i>
$C_{P,V}$	Kalor jenis zat <i>vapor</i>
$\bar{C}_{P,V}$	Rata-rata kalor jenis zat <i>vapor</i>
C'	<i>Tube clearance</i>
D	Diameter
D_e	Diameter <i>equivalent</i>
D_i	Diameter dalam <i>tube</i>
D_o	Diameter luar <i>tube</i>
d_s	Diameter dalam <i>shell</i>
F	Faktor koreksi LMTD
f	<i>Darcy friction factor</i>
G	<i>Mass flux</i>
G_L	<i>Mass flux condensate</i>
G_n	<i>Mass flux pada nozzle</i>
$G_{n,in}, G_{n,out}$	<i>Mass flux pada inlet dan outlet nozzle</i>
G_V	<i>Mass flux vapor</i>
g	Percepatan gravitasi
h	Koefisien perpindahan panas
h_i	Koefisien perpindahan panas pada <i>tube</i>
h_o	Koefisien perpindahan panas pada <i>shell</i>
h_L	Koefisien perpindahan panas pada <i>fase liquid</i>
h_V	Koefisien perpindahan panas pada <i>fase vapor</i>
jH	<i>Modified Colburn factor</i>
k	Konduktivitas <i>thermal</i>
k_L	Konduktivitas <i>thermal condensate</i>



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

k_{tube}	Konduktivitas <i>thermal</i> dinding <i>tube</i>
\bar{k}_V	Rata-rata konduktivitas termal <i>vapor</i>
L	Panjang <i>tube</i>
\dot{m}	Laju aliran massa
\dot{m}_L	<i>Mass flow rate</i> fasa <i>liquid</i>
\dot{m}_V	<i>Mass flow rate</i> fasa <i>vapor</i>
$\dot{m}_{V,in}$	<i>Mass flow rate vapor</i> masuk <i>condenser</i>
$\dot{m}_{V,out}$	<i>Mass flow rate vapor</i> keluar <i>condenser</i>
N_u	Bilangan Nusselt
n_b	Jumlah <i>baffle</i>
n_p	Jumlah <i>tube passes</i>
n_t	Jumlah <i>tube</i> pada <i>bundle</i>
$(n_t)_{req}$	Jumlah <i>tube</i> yang dibutuhkan
Pr	Bilangan Prundtl
Pr_L	Bilangan Prundtl <i>condensate</i>
Pr_V	Bilangan Prundtl <i>vapor</i>
P_T	<i>Tube pitch</i>
q	Laju perpindahan kalor
q_{sen}	<i>Rate</i> perpindahan panas <i>sensible</i>
q_{tot}	Total duty <i>condenser</i>
R_{Di}, R_{Do}	<i>Fouling factor</i> pada <i>tube-side</i> dan <i>shell-side</i>
Re	Bilangan Reynolds
Re_L	Bilangan Reynolds pada fasa <i>liquid</i>
Re_V	Bilangan Reynolds pada fasa <i>vapor</i>
s	<i>Specific gravity</i>
T	<i>Temperature</i>
T_{ave}	<i>Temperature</i> rata-rata pada fluida <i>shell-side</i>
T_L	<i>Condensate Temperature</i>
T_V	<i>Vapor Temperature</i>
$T_{V,in}, T_{V,out}$	<i>Temperature vapor inlet</i> dan <i>outlet condenser</i>
T_w	<i>Wall Temperature</i>



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

t_{ave}	Temperature rata-rata fluida pada <i>tube-side</i>
T_1	Temperature masuk fluida panas
T_2	Temperature keluar fluida panas
t_1	Temperature masuk fluida dingin
t_2	Temperature keluar fluida dingin
U	Overall heat transfer coefficient
U_c	Clean overall heat transfer coefficient
U_D	Design overall heat transfer coefficient
U'_D	Modified Design overall heat transfer coefficient
U_{req}	Required overall heat transfer coefficient
W	Laju kondensasi
Γ^*	Modified condensate loading
ΔP_f	Frictional pressure drop di straight sections pada <i>shell-side</i> dan <i>tube-side</i>
$(\Delta P_f)_{VO}$	Frictional pressure drop untuk total flow vapor
ΔP_i	Total pressure drop pada <i>tube-side</i>
ΔP_n	Pressure drop pada nozzle
$\Delta P_{n,in}, \Delta P_{n,out}$	Pressure drop pada inlet dan outlet nozzle
ΔP_0	Total <i>shell-side</i> pressure drop
ΔP_r	<i>Tube-side</i> pressure drop due to entrance, exit and return losses
ΔT	Perbedaan Temperature
ΔT_m	Mean Temperature difference
$(\Delta T_{ln})_{cf}$	Log mean Temperature difference
μ_L	Viskositas condensate
μ_V	Viskositas vapor
$\bar{\mu}_V$	Rata-rata viskositas vapor
μ_w	Viskositas fluida pada rata-rata wall Temperature
ρ_L	Densitas condensate
ρ_V	Densitas vapor
ϕ	Faktor koreksi viskositas



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB I PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG

Penemuan cadangan gas dari sumur eksplorasi di North Ganai, Kalimantan Timur sebesar 5 TCF kembali membuka napas baru bagi kelangsungan PT Badak NGL. Adanya temuan gas tersebut membuat PT Badak NGL selaku *Subholding Upstream* Pertamina bersiap untuk melakukan reaktivasi kilang LNG sehingga diproyeksikan akan beroperasi dengan mode operasi empat train pada tahun 2027 mendatang [1]. Adanya reaktivasi ini tentu nantinya akan secara langsung berdampak terhadap pengoperasian kilang LNG secara keseluruhan, tak terkecuali Seksi *Utilities* sebagai penyedia sumber energi untuk kebutuhan kilang PT Badak NGL. Dalam *Manual Book Steam Distribution System* disebutkan bahwa 80% peralatan yang berada di PT Badak NGL menggunakan sumber energi berupa *steam*, menunjukkan *steam* memiliki peran yang sangat vital dalam proses pengoperasian kilang. Selain karena sifatnya yang ramah lingkungan, *steam* memiliki banyak keunggulan dibandingkan sumber energi lainnya, mulai dari kemampuan untuk menghasilkan panas yang tinggi pada suhu konstan, biaya produksi yang relatif murah, hingga kemampuannya untuk dapat digunakan kembali [2]

Secara umum *steam* didistribusikan ke seluruh plant di PT Badak NGL menjadi 3 (tiga) tingkat tekanan menggunakan sistem distribusi *cascade* yang terdiri dari *high pressure (HP) steam*, *medium pressure (MP) steam*, dan *low pressure (LP) steam*. Pada *steam distribution system* di PT Badak NGL terdapat juga fasilitas *LP steam vent valve* yang digunakan untuk merilis *LP steam* ke atmosfer. Hal ini sangat dihindari karena berarti menyebabkan adanya *steam* yang hilang ke lingkungan. Idealnya sistem distribusi dari *steam* berlangsung secara *close loop circuit*, sehingga *steam* yang digunakan pada media pemanas akan dikondensasikan kembali dan digunakan kembali untuk umpan *boiler*. *LP steam vent valve* akan terbuka secara otomatis ketika *pressure* dari *LP steam header* mengalami *overpressure*. Kondisi *overpressure* terjadi karena tidak seimbangnnya

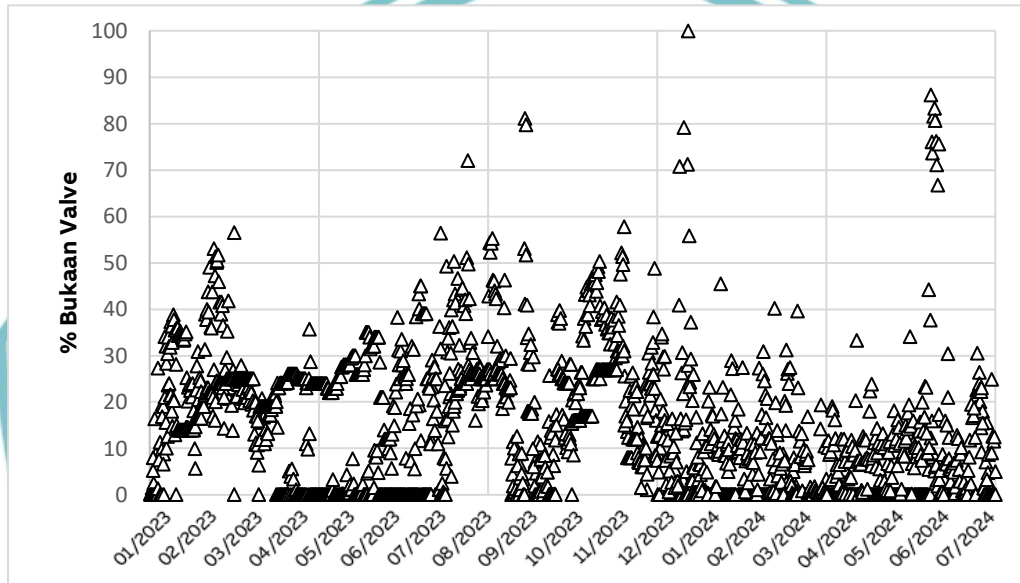


© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritis atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

antara jumlah produksi dan jumlah penggunaan *steam* sehingga menyebabkan kondisi *steam* yang berlebih (*excess steam*). Seringnya kondisi LP *steam venting* yang terjadi mengindikasikan tidak efisiennya penggunaan *steam* yang ada. Gambar 1.1 di bawah ini menunjukkan frekuensi *steam venting* yang terjadi pada rentang waktu Januari 2023 – Juli 2024.



Gambar 1. 1 Data *Steam Venting* PT Badak NGL Januari – Juli 2024
(Sumber: Data diolah)

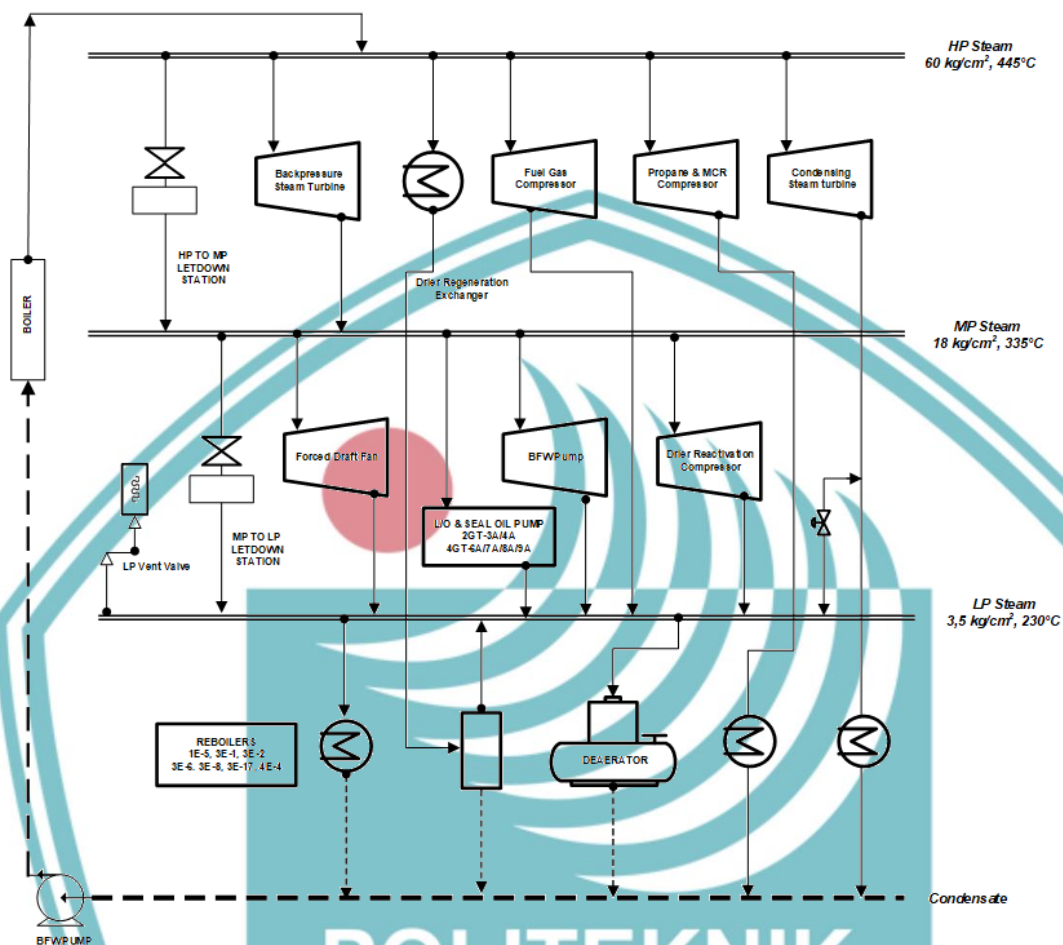
Ketidakterediaan fasilitas *steam condensate recovery* di *Utilities* Modul II PT Badak NGL menyebabkan *steam* tidak dapat dimanfaatkan kembali dan terbuang dengan sia-sia ke atmosfer. Berdasarkan *process flow diagram* pada Gambar 1.2 di bawah diketahui LP *vent valve* merupakan *downstream* atau akhir dari *steam distribution system*. LP *steam* tidak dapat dialirkan ke peralatan lain karena saat terjadi *overpressure* mengindikasikan bahwa konsumsi LP *steam* pada tiap *plant* atau peralatan sudah terpenuhi sehingga opsi terakhir yang dilakukan yaitu merilis LP *steam* ke atmosfer untuk dapat mengembalikan tekanan dari LP *steam header* yang *overpressure* tersebut.



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Gambar 1. 2 Simplified PFD Steam Distribution System
(Sumber: Data diolah)

Steam balance yang sangat berkaitan dengan efisiensi *steam* menjadi aspek yang sangat penting untuk diperhatikan oleh PT Badak NGL untuk menyongsong proyek reaktivasi train sehingga dapat diketahui proyeksi kebutuhan *steam* pada berbagai kasus kebutuhan operasional dan menentukan konfigurasi distribusi *steam* yang efektif. Ada banyak faktor yang saling berkaitan dan harus diperhatikan untuk menyusun *steam balance* mulai dari penggunaan *steam* pada masing-masing peralatan, pengaturan pada *letdown station*, fasilitas induksi/ekstraksi pada *condensing steam* turbin, hingga situasi-situasi lain yang diluar kendali yang dapat mengubah *steam balance* sehingga dapat mengakibatkan *steam excess*.



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Penambahan fasilitas *steam condensate recovery* melalui penambahan *condenser* menjadi salah satu opsi untuk dapat memanfaatkan *excess steam* tersebut sehingga ketika terjadi *venting LP steam* dapat dimanfaatkan kembali melalui proses kondensasi menjadi air kondensat. Berdasarkan pemaparan latar belakang di atas, penulis mengajukan skripsi dengan judul “**Analisis Steam Balance dan Mitigasi Excess Steam Melalui Penambahan Condenser untuk Mengurangi Low Pressure Steam Losses di PT Badak NGL**”.

1.2 RUMUSAN MASALAH

Permasalahan yang timbul dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Belum diketahui secara pasti faktor-faktor yang dapat menyebabkan terjadinya *steam losses*.
2. Tidak diketahui berapa jumlah *LP steam* yang terbuang melalui *LP vent valve* dan potensi kerugian yang diakibatkan.
3. Belum adanya studi mengenai pengaruh mode operasi train terhadap kondisi *steam balance* dengan mengacu pada kondisi operasional *utilities* saat ini.
4. Tidak terdapat fasilitas *steam condensate recovery* dari *steam* yang dirilis melalui *LP vent valve*.
5. Belum adanya kajian keekonomisan mengenai penambahan fasilitas *steam condensate recovery*.

1.3 TUJUAN PENELITIAN

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui akar penyebab utama (*root cause*) *steam losses* yang terjadi di PT Badak NGL.
2. Mengetahui pengaruh mode operasi train terhadap kondisi *steam balance* dengan mengacu pada kondisi operasional *utilities* saat ini.
3. Menghitung jumlah *LP steam* yang terbuang melalui *LP vent valve* dan menghitung potensi kerugian yang diakibatkan.
4. Merancang fasilitas *steam condensate recovery* berupa *condenser* yang berasal dari *LP vent valve*.



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

5. Menganalisis aspek keekonomian penambahan *condenser* sehingga dapat diketahui kelayakan penambahan fasilitas tersebut.

1.4 MANFAAT PENELITIAN

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Memberikan informasi mengenai penyebab *steam losses* dan tingkat risiko dari dampak *steam losses* sehingga dapat dijadikan pertimbangan untuk melakukan tindakan segera.
2. Memberikan gambaran mengenai konfigurasi distribusi *steam* yang efektif dan nilai estimasi kebutuhan *steam* pada berbagai mode operasi dalam mendukung proyek reaktivasi *train*.
3. Mengetahui total LP *steam losses* yang diakibatkan oleh *venting* dan mengetahui potensi kerugian yang diakibatkan.
4. Memberikan solusi konkret untuk mengurangi LP *steam losses* melalui penambahan *condenser* sehingga dapat meningkatkan efisiensi penggunaan *steam*.
5. Mengetahui hasil kajian keekonomian sehingga mampu memberikan pertimbangan bagi PT Badak NGL sebagai upaya dalam meningkatkan efisiensi operasional dan mengurangi kerugian energi melalui penambahan fasilitas *steam condensate recovery*.

1.5 BATASAN MASALAH

Batasan masalah penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Analisis *steam balance* yang dilakukan berfokus pada neraca massa (*mass balance*) dan tidak mempertimbangkan neraca energi (*energy balance*).
2. Data total LP *steam losses* yang dihitung adalah data *steam losses* yang diakibatkan oleh *venting* pada LP *steam vent valve* selama periode Januari 2023 – Juli 2024 di PT Badak NGL.
3. Fasilitas *steam condensate recovery* yang digunakan yaitu *surface condenser* jenis *shell and tube* dengan media pendingin yang digunakan adalah *cooling water*.



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

4. Perhitungan perpindahan kalor ditinjau secara konduksi dan konveksi dengan mengabaikan perpindahan kalor secara radiasi.
5. *Software* yang digunakan untuk membantu perhitungan perancangan *surface condenser* adalah Microsoft Excel, ASPEN Hysys, dan HTRI *Exchanger Suite*.
6. Perhitungan kelayakan keekonomian menggunakan *net present value* (NPV), *internal rate of return* (IRR) dan *payback period*

1.6 SISTEMATIKA PENULISAN

Sistematika penulisan penelitian ini adalah sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisi tentang latar belakang penelitian, rumusan masalah penelitian, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah dan sistematika penulisan skripsi.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisikan teori-teori dasar pengetahuan yang digunakan dalam menyelesaikan permasalahan di penelitian ini. Pada bab ini juga dapat ditambahkan bahan penelitian lain yang dijadikan acuan landasan dalam pelaksanaan penulisan penelitian. Selain itu terdapat pula kerangka pemikiran mengenai penelitian yang dilakukan.

BAB III METODE PENELITIAN

Bab ini diuraikan mengenai jenis penelitian, objek penelitian, jenis dan sumber data penelitian, metode pengumpulan data penelitian, serta metode analisis data.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisikan tentang hasil, pembahasan dan jawaban dari permasalahan yang muncul didalam penelitian.

BAB V SIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisikan tentang kesimpulan dan saran dari hasil penelitian yang telah dilakukan.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB V PENUTUP

5.1 KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan maka didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Penyebab utama *steam losses* di PT Badak NGL antara lain sebagai berikut: ketidakseimbangan antara LP *steam consumption* dan LP *steam production*; adanya *feed gas curtailment* secara tiba-tiba; *trip* atau kerusakan pada *steam consumer* terutama konsumen HP *steam*; dan ketidaktersedian fasilitas *steam condensate recovery*.
2. Perbedaan mode operasi train yang didasarkan pada jumlah train dan konfigurasi train yang beroperasi memiliki pengaruh yang signifikan terhadap efektifitas *steam balance* ditinjau dari jumlah induksi pada *condensing steam turbine* yang memiliki hubungan yang berbanding lurus dengan selisih antara produksi dan konsumsi *low pressure steam*. Beban induksi tertinggi terdapat pada mode operasi dua train (Train EH) dengan total induksi sebesar 114,73 ton/hr dan beban induksi terendah terdapat pada mode operasi tiga train (Train FGH) dengan total induksi sebesar 25,45 ton/hr.
3. Total *low pressure steam losses* yang diakibatkan oleh *steam venting* melalui LP *vent valve* selama Januari 2023 - Juli 2024 sebanyak 30.996,12 ton dengan potensi kerugian mencapai Rp20.393.523.588.
4. Perancangan *condenser* sebagai fasilitas *steam condensate recovery* dengan kapasitas 30,97 ton/jam dapat menghasilkan potensi penghematan steam sebesar Rp3.467.764.438 per tahunnya dengan waktu operasi selama 348 jam dan *steam venting* yang di *recovery* sebanyak 5.270,65 ton
5. Berdasarkan hasil evaluasi kelayakan keekonomian yang telah dilakukan diketahui bahwa penambahan *condenser* sebagai fasilitas *steam condensate recovery* layak untuk dilakukan dengan nilai NPV sebesar Rp23.591.502.814, IRR sebesar 43,6%, dan *payback period* selama 2,29 tahun.



5.2 SARAN

Saran untuk penelitian selanjutnya yaitu sebagai berikut:

1. Melakukan pengumpulan data *steam venting* dengan data yang lebih banyak sehingga evaluasi kelayakan keekonomian yang dilakukan khususnya untuk perhitungan pendapatan atau potensi penghematan menjadi lebih representatif.
2. Melakukan perhitungan *steam balance* secara lebih komprehensif antara lain turut mempertimbangkan *steam leak* pada seluruh area *steam distribution system* dan juga *blowdown* pada boiler.
3. Melakukan kajian lebih lanjut mengenai opsi mitigasi *excess steam* lainnya sehingga LP *steam* yang terbuang melalui LP *vent valve* tidak hanya diselamatkan dari sisi *mass balance* saja, tetapi juga dapat
4. dimanfaatkan dari sisi *energy balance* dalam hal ini yaitu energi panas.
5. Melakukan optimasi pengaturan *backpressure* dan *condensing steam turbine* untuk mendapatkan efisiensi tertinggi dalam perhitungan *steam balance*.

POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. Harahap, "Sambut Temuan Gas North Ganal, Badak LNG Bersiap Reaktivasi Kilang Idle di Bontang."
- [2] Badak LNG, "Utilities Manual Book - BFW & Steam Distribution System," 2014.
- [3] A. Alijoyo, Q. B. Wijaya, and I. Jacob, "Root Cause Analysis," 2020. [Online]. Available: www.lspmks.co.id
- [4] G. Vorley and M. Mcqi, "Mini Guide to Root Cause Analysis," 2008. [Online]. Available: www.qmt.co.uk
- [5] M. Azizah and W. Yustanti, "Pemilihan Metode Risk Assessment Pada UPT-TIK di Perguruan Tinggi Menggunakan Metode AHP (Analytical Hierarchy Process)," *Jurnal Manajemen Informatika*, pp. 10–18, 2019.
- [6] D.Q Kern, *Process Heat Transfer*. Tokyo: International Student Edition Mc.Graw Hill Book Company, 1965.
- [7] E. Maulana, M. Tua, H. Pardede, and D. Mahardika, "Perancangan Proses Pembuatan Kondensor Untuk Pendingin Reaktor Pirolisis Kapasitas 75 Kg/Jam," 2020. [Online]. Available: <http://jurnal.umj.ac.id/index.php/semnaslit>
- [8] T. Zakaria and T. Suryaman, "Analisa Kerusakan Kondensor Unit 1-4 PLTU-XYZ Banten (An Engineering Report Case Study)," 2020. [Online]. Available: <https://imambudiraharjo.wordpress.com/2009/03/06/teknologi-pembakaran-pada-pltu->
- [9] R. W. Serth, *Process Heat Transfer Principles and Applications*. Texas: Department of Chemical and Natural Gas Engineering.
- [10] O. Guðmundsson, "Detection of Fouling in Heat Exchanger," 2008.
- [11] Y. L. S. Henny Wirianata, Viriany, "Corporate Governance, Capital Expenditure Dan Cash Holdings," *Jurnal Ekonomi*, vol. 24, no. 1, p. 1, Apr. 2019, doi: 10.24912/je.v24i1.452.
- [12] Coulson and Richardson, "Chemical Engineering Design," 2005.
- [13] W. Mulya, "Capital Expenditure Dan Operational Expenditure Dalam Perancangan Instalasi Pengolahan Air di Kota Balikpapan," 2022.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

- [14] H. Nur Fauzi Margono, “Kajian Kelayakan Pemilihan Teknologi Reliquefaction Plant Atau Mso Compressor Sebagai Alternatif Pemanfaatan Boil Off Gas (BOG) pada FSRU 170.000 M3,” Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, 2020.
- [15] G. Maria Abuk dan Yusuf Rumbino, “Analisis Kelayakan Ekonomi Menggunakan Metode Net Present Value (NPV), Metode Internal Rate Of Return (IRR) Payback Period (PP) pada Unit Stone Crusher di CV. X Kab. Kupang Prov. NTT,” *Jurnal Ilmiah Teknologi FST Undana*, vol. 14, no. 2, 2020.
- [16] R. Nurlailia and E. Pujiyanto, “Root Cause Analysis Ketidackapaian Target Produksi dengan Mempertimbangkan Line Performance Channel 7 PT. SKF Indonesia,” 2020, [Online]. Available: <https://www.bps.go.id/linkTableDinamis/view/id/1133>,
- [17] D. Desmira, “Identifikasi Penyebab Losses Energi Listrik Pada Jaringan Distribusi Menggunakan Metode Fault Tree Analysis dan Failure Mode and Effect Analysis,” *ENERGI & KELISTRIKAN*, vol. 12, no. 2, pp. 80–89, Dec. 2020, doi: 10.33322/energi.v12i2.1079.
- [18] M. E. Albar, L. Parinduri, and S. R. Sibuea, “Analisis Potensi Kecelakaan Menggunakan Metode Hazard Identification and Risk Assessment (HIRA),” Online, 2022.
- [19] H. Susanto, “Neraca Uap Sebagai Salah Satu Piranti Upaya Penghematan Energi Di Pabrik Kimia,” 2008. [Online]. Available: <http://www.bbpk.go.id>
- [20] A. Yani, “Analisis Kehilangan Steam dan Penurunan Temperatur pada Jaringan Distribusi Steam dari PT. KDM ke PT. KNI,” 2017.
- [21] A. Subeno, Y. Sirodz Gaos, P. Kratu Nusantara, and J. Barat, “Optimasi Desain Alat Penukar Kalor Tipe Shell And Tube Pada Proses Produksi Chili Sauce,” 2018.
- [22] Gunarto, Riyanto, and D. Irawan, “Studi Kasus Variasi Perubahan Tekanan Vakum Terhadap Performance Kondensor Pada PLTU di PT. Ica Tayan Kalimantan Barat,” 2019.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

- [23] A. Nurani, “Studi Kelayakan Pembangunan LPG Plant Lapangan Gas Pangkalan Susu Sumatera Utara,” 2008.
- [24] S. S. Harahap, *Tips Menulis Skripsi dan Menghadapi Ujian Komprehensif*. Jakarta: Pustaka Quantum, 2001.
- [25] F. Hikmawati and P. Tinggi, *Metodologi Penelitian*. 2017.
- [26] Badak LNG, “Updated Feed Gas Processing Capacity,” 2022.
- [27] Badak LNG, “The 12th Plant Coordination Meeting,” 2024. [Online]. Available: www.badaklng.com
- [28] Badak LNG, “Utilities Manual Book - Boiler & Power Steam Generation,” 2014.
- [29] B. Sukarno and Sutikno, “Operational Conceptual Strategy of Steam and Power Balance PT Badak NGL,” 2007.
- [30] Utilities Section Badak LNG, “Morning Report Utilities 23 April 2024,” Bontang, 2024.
- [31] HUFFCO, *KFP Export Gas Project Six Train Facility Utilities Study*. Texas, 1990.
- [32] J. E. Hesselgreaves, R. Law, and D. A. Reay, “Thermal Design,” in *Compact Heat Exchangers (Second Edition)*, J. E. Hesselgreaves, R. Law, and D. A. Reay, Eds., Butterworth-Heinemann, 2017, pp. 275–360. doi: <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100305-3.00007-0>.
- [33] MENTERI NEGARA LINGKUNGAN HIDUP, “Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 19 Tahun 2010 Tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Usaha dan/atau Kegiatan Minyak dan Gas Serta Panas Bumi,” 2010. Accessed: Jul. 28, 2024. [Online]. Available: <https://jdih.maritim.go.id/cfind/source/files/tema-peraturan/panas-bumi/permen-no.19-thn-2010-bmal-migas.pdf>
- [34] Finance & Accounting Badak LNG, “Rencana Kerja dan Anggaran Perusahaan (RKAP) 2025,” 2024, *Bontang*.
- [35] M. A. Rahman, “Enhancing Reliability in Shell and Tube Heat Exchangers: Establishing Plugging Criteria for Tube Wall Loss and Estimating



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Remaining Useful Life,” *Journal of Failure Analysis and Prevention*, vol. 24, no. 3, pp. 1083–1095, 2024, doi: 10.1007/s11668-024-01934-6.

- [36] Icarus Corporation, “Heat Transfer,” 1998.
- [37] T. Ariwibowo, D. Permatasari, N. Ardhiyangga, and S. Triyono, “Experimental Study of Shell-And-Tube Heat Exchanger on Various Type And Space of Baffle,” *Journal of Physical Science*, vol. 8, Sep. 2016.
- [38] Pertamina, *Bontang LNG Expansion Project Train-H Utility Plant*, vol. V. 1997.
- [39] R. Kasim *et al.*, “Analysis Of The Effect Of Inflation, Unemployment And Government Expenditure On Poverty In Manado City,” vol. 9, pp. 953–963, 2021.
- [40] M. Wahyuni, *Statistik Deskriptif untuk Penelitian Olah Data Manual dan SPSS Versi 25*. Yogyakarta: CV. Bintang Surya Madani, 2020.
- [41] Alioth Finance, “Inflation Rate Calculator.” Accessed: Jul. 29, 2024. [Online]. Available: <https://www.officialdata.org/us/inflation/2004?amount=1>.
- [42] H. G. Blecker, T. W. Cadman, and T. M. Nichols, *Capital and Operating Costs of Pollution Control Equipment Modules*. U.S. Government Printing Office, 1973.




© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Lampiran 1 – Hasil *Focus Group Discussion*

	FOCUS GROUP DISCUSSION	
	MINUTES OF MEETING (MOM)	
JUDUL : FOCUS GROUP DISCUSSION (FGD) ROOT CAUSE ANALYSIS STEAM LOSSES		
TANGGAL	WAKTU	TEMPAT
21-07-2023	17.30-20.00	MAIN CONTROL ROOM MODUL II PT BADAQ NGL
URAIAN		
Pewawancara	<p>Assalamualaikum Warhamtullahi Wabarakatuh.</p> <p>Perkenalkan Bapak-Bapak sekalian perkenalkan saya Achmad Abdurrohman, mahasiswa LNG Academy 10 dari peminatan Pengolahan Gas. Terima kasih sebelumnya Bapak telah meluangkan waktu di tengah jam kerja untuk mengikuti <i>focus group discussion</i> ini. Jadi FGD yang akan kita lakukan ini terkait dengan judul skripsi yang saya ambil yaitu "STUDI ANALISIS STEAM BALANCE DAN MITIGASI EXCESS STEAM MELALUI PENAMBAHAN CONDENSER UNTUK MENGURANGI LOW PRESSURE STEAM LOSSES DI PT BADAQ NGL". Nah fokus utama dalam FGD ini yaitu untuk mengetahui <i>root cause</i> dari adanya <i>steam losses</i> di PT Badak NGL khususnya yang terjadi selama tahun 2023 terakhir karena data yang saya ambil di rentang waktu tersebut. Baik selanjutnya metode pemecahan masalah yang saya gunakan disini ada 3 tahapan Bapak, yaitu <i>fishbone diagram</i> menggunakan 5 faktor utama (4M + 1E) yaitu faktor <i>man</i> (faktor manusia atau pekerja), <i>machine</i> (peralatan), <i>method</i> (metode), <i>material</i> (bahan baku), dan <i>environment</i> (lingkungan).</p> <p>Mungkin untuk yang pertama bisa kita mulai dari faktor <i>method</i> terlebih dahulu Pak. Silahkan bisa dipaparkan mengenai faktor yang mungkin menyebabkan <i>steam losses</i> di sisi <i>method</i>.</p>	
Penjawab	<p>Baik. Mas. Terima kasih. Baik, jadi untuk faktor metode ini kan bisa mencakup dari segi proses, prosedur, dan cara kita melakukan pekerjaan sehari-hari. <i>Kalo</i> menurut saya yang paling utama itu ya</p>	

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta





© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

	FOCUS GROUP DISCUSSION
	MINUTES OF MEETING (MOM)

		karena konsumsi antara MPS dan LPS tidak seimbang. Ketidakseimbangan inilah yang bisa menaikkan induksi <i>steam turbine</i> dan <i>kalo</i> induksinya sudah maksimal maka satu-satunya yang bisa dilakukan ya melakukan <i>steam venting</i> dan akhirnya terjadi <i>steam losses</i> .
Pewawancara	:	Oh, baik. Pak. Tapi itu berarti di sisi utilitiesnya ya, Pak, <i>kalo</i> di sisi <i>process train</i> apakah ada yang bisa menyebabkan <i>steam losses</i> juga Pak?
Penjawab	:	<i>Kalo</i> dari proses train mungkin bisa disebabkan karena adanya <i>feed gas curtailment</i> atau pemotongan <i>feed gas</i> secara tiba-tiba yang masuk ke sistem. Ketika ini terjadi, ada perubahan dalam konsumsi <i>steam</i> pada tiap peralatan, yang pada gilirannya mempengaruhi keseimbangan <i>steam</i> meskipun beban boiler telah disesuaikan. Jika perubahan ini terlalu ekstrem, maka <i>steam excess</i> tetap bisa terjadi, yang kemudian menyebabkan <i>steam losses</i> . Tapi untuk kasus ini cukup jarang sih Mas, tidak terlalu sering. Tapi karena ini bicara kemungkinan ya jadi saya sebutkan juga.
Pewawancara	:	Oh baik-baik pak <i>kalo</i> faktor lain apakah masih ada?
Penjawab	:	Dari sisi maintenance juga bisa berpengaruh mas, jadi untuk utilities kan cukup unik ya karena bisa dikatakan harus beroperasi sepanjang tahun. Berbeda dengan train yang bisa dilakukan shutdown. Jadi <i>kalo</i> di utilities susah untuk dilakukan <i>maintenance</i> apalagi <i>kalo</i> misal perbaikan di <i>major equipment</i> seperti <i>steam turbine</i> sedangkan <i>availibilty</i> dari <i>equipment</i> kita minim. Ini juga kan yang jadi <i>background</i> kenapa terjadi <i>venting</i> besar-besar di bulan februarimaret ya. Mungkin ini agak nyambung sama untuk faktor <i>machine</i> nanti ya.
Pewawancara	:	Oh baik-baik pak dapat dipahami. Mungkin bisa dilanjutkan pak untuk yang sisi <i>machine</i> ada apa lagi?



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

	FOCUS GROUP DISCUSSION
	MINUTES OF MEETING (MOM)

Penjawab	:	<i>Kalo</i> dari faktor mesin yang paling kelihatan ya itu adanya <i>steam</i> leak di saluran distribusi. Khususnya di train yang sudah tidak digunakan itu kan banyak yang bocor-bocor. Bisa karena korosi atau sambungan antar <i>flange</i> yang longgar. Kami terus melakukan inspeksi dan perbaikan rutin, tapi tidak bisa dipungkiri bahwa ini masih menjadi masalah besar.
Pewawancara	:	<i>Kalo</i> dari <i>steam</i> trap bagaimana Pak? Apakah juga berpengaruh?
Penjawab	:	Oh, iya betul. Itu juga bisa menjadi faktor penyebab. Kerusakan <i>steam</i> menyebabkan <i>steam</i> terbuang bersama dengan kondensat. Ini tentu merugikan. Kerusakan <i>steam</i> trap bisa terjadi karena pemeliharaan yang kurang baik atau karena usia komponen yang sudah tua.
Pewawancara	:	Apakah ada program pemeliharaan khusus untuk <i>steam</i> trap?
Penjawab	:	Kami sudah memiliki program pemeliharaan, tapi kami juga terus berusaha meningkatkan efektivitasnya.
Pewawancara	:	Oh, baik, Pak. Mungkin sedikit kembali ke awal tadi terkait <i>steam venting</i> . Di PT Badak NGL memang dari dulu tidak ada fasilitas <i>steam condensate recovery</i> ya Pak? Jadi apakah <i>venting</i> memang satu satunya opsi ketika terjadi <i>steam excess</i> ?
Penjawab	:	Terkait itu dulu ada Mas di Modul I tapi sudah lama sekali tidak digunakan. Sekitar 20 tahun mungkin sudah tidak digunakan. Jadi dulu <i>kalo</i> ada <i>venting</i> memang dialirkan kesitu, namun karena rusak jadi kita opsinya ya antara induksi baru <i>kalo</i> sudah tidak mampu ya <i>venting</i> itu. Tanpa fasilitas ini, kondensat yang keluar bersama <i>steam venting</i> akan langsung dibuang ke atmosfer. Ini jelas menyebabkan pemborosan energi dan meningkatkan konsumsi air.
Pewawancara	:	Lalu apakah sekiranya adanya <i>steam condensate</i> ini penting ya Pak?
Penjawab	:	<i>Kalo</i> ditanya penting atau tidaknya ya sebenarnya sangat penting, tapi harus dikaji dulu apakah memang dari segi ekonomi layak atau tidak. Karena <i>venting</i> ini tidak menentu ada ya jadi hanya di situasi tertentu saja jadi harus dihitung terutama untuk kebutuhan operasionalnya.



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

	FOCUS GROUP DISCUSSION
	MINUTES OF MEETING (MOM)

Pewawancara	:	Wah. Baik, terima kasih informasinya Pak. Mungkin bisa kita lanjutkan ke faktor selanjutnya yaitu faktor <i>man</i> atau manusianya.
Penjawab	:	Wah, <i>kalo</i> ini sebetulnya agak jarang ya dan kecil kemungkinannya, cuman <i>kalo</i> dari segi kemungkinan bisa saja karena misal beban kerja yang berlebihan karena kita bisa dibilang sekarang kekurangan manpower jadi <i>kalo</i> ada yang dinas atau cuti kita harus siap-siap gotong royong lembur. Bisa saja kan karena kelelahan itu terus melakukan kesalahan teknis yang mengakibatkan <i>steam losses</i> .
Pewawancara	:	<i>Kalo</i> dari segi kemampuan atau kompetensi berarti tidak ada isu ya Pak?
Penjawab	:	Ya tetap ada kemungkinannya Mas, meskipun kita sudah ada bimbingan teknis dan OJT waktu awal masuk untuk pekerja. Kemungkinan itu tetap ada, jadi tetap tidak bisa dihilangkan. Kayaknya <i>kalo</i> dari faktor manusia itu saja mas.
Pewawancara	:	Baik pak kita lanjut untuk faktor berikutnya mungkin yaitu faktor materials. Mungkin <i>kalo steam</i> disini berarti kan bahan bakunya <i>boiler feed water</i> ya dari Plant 36. Sekiranya apakah ada kemungkinan yang berdampak ya pak?
Penjawab	:	<i>Kalo</i> dari material kita ada kontrol ketat Mas di Plant 36 kan diambil shift setiap 8 jam sekali, di polisher juga kita kontrol <i>impurities</i> nya jadi kontrolnya ada. Cuman ya itu belum ada yang <i>real time</i> . Jadi masih tetap ada resiko penumpukan <i>impurities</i> yang pada akhirnya dapat menyebabkan berbagai masalah seperti korosi, <i>scaling</i> , dan <i>fouling</i> .
Pewawancara	:	<i>Kalo</i> korosi dan kegagalan material misal karena suhu operasional yang ekstrim apa mungkin terjadi ya Pak?
Penjawab	:	Mungkin saja Mas ini nyambung sama <i>steam leak</i> tadi ya, bisa karena korosi, atau karena memang dari pipanya yang faktor usia dan karena berada di rentang operasi yang cukup tinggi baik untuk suhu maupun tekanannya jadi menyebabkan deformasi itu tadi.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

	FOCUS GROUP DISCUSSION
	MINUTES OF MEETING (MOM)

Pewawancara	:	Terakhir, pak untuk faktor lingkungan kiranya bagaimana? Apa ada pengaruhnya terhadap <i>steam</i> distribution system khususnya <i>steam losses</i> ?
Penjawab	:	<i>Kalo</i> dari faktor lingkungan mungkin bisa diakibatkan karena kita dekat laut jadi untuk udaranya cenderung korosif jadi pastinya mempercepat korosi. Getaran dari mesin industri atau aktivitas lain di sekitar sistem distribusi <i>steam</i> juga bisa menyebabkan kelelahan material dan sambungan antar pipa menjadi longgar, yang berujung pada kebocoran.
Pewawancara	:	Wah terima kasih banyak informasinya bapak-bapak sekalian. Untuk selanjutnya mungkin nanti saya coba minta tolong untuk diskusi lebih lanjut mengenai <i>FMEA worksheet</i> berikut dengan <i>risk matrix</i> untuk penilaian dari faktor-faktor yang sudah kita bahas tadi.
Penjawab	:	Oh okay Mas baik terima kasih kembali. Semoga penjelasan kami dapat memberikan pencerahan dan informasi yang dibutuhkan.

DWN	ASR	SHN

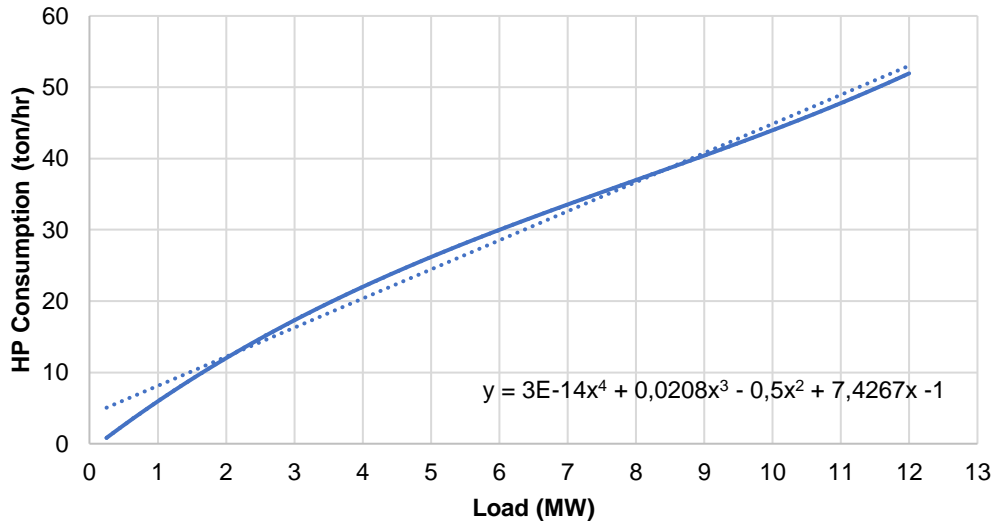


Hak Cipta :

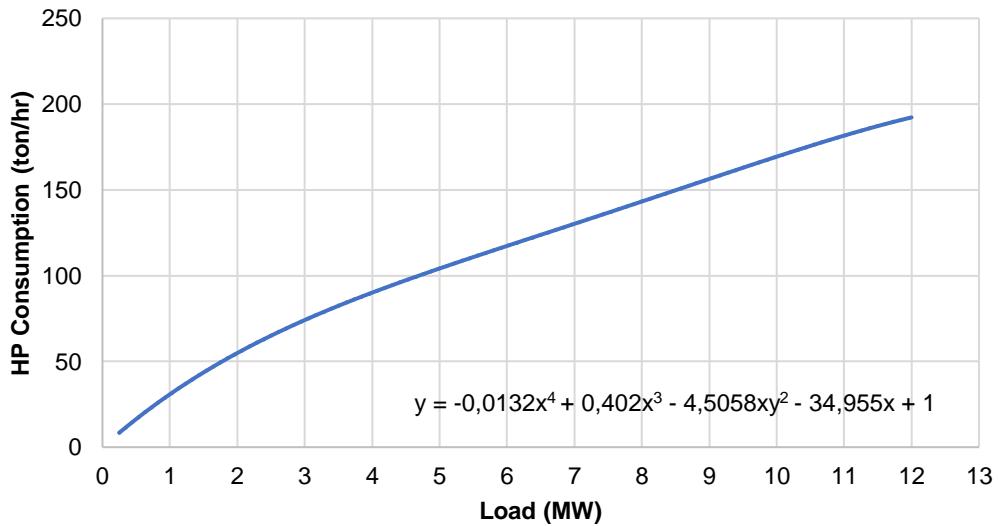
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Lampiran 2 – Performance Curve Steam Turbine

Performance Curve Condensing Steam Turbine



Performance Curve Backpressure Steam Turbine





Lampiran 3 – Power Requirement Equipment

POWER REQUIREMENT TRAIN E

Tag Name	Service Name	Quantity	Power (KW)	Total (MW)
E1G-2	<i>Amine Sump Pump</i>	1	7,5	0,0075
E1G-3A/B	<i>Amine Regeneration Reflux Pump</i>	1	8,52	0,00852
E1G-101A/B	<i>Condensate Recovery Pump</i>	1	45	0,045
E3G-1A/B	<i>Scrub Column Reflux Pump</i>	1	11	0,011
E3G-2A/B	<i>Deethanizer Column Reflux Pump</i>	1	35	0,035
E3G-5A/B	<i>Butane Return Pump</i>	1	75	0,075
E3G-6A/B/C	<i>Depropanizer Column Refluxpump</i>	2	80	0,16
E3G-7A/B	<i>Debutanizer Column Reflux Pump</i>	1	35	0,035
E3G-11A/B	<i>Debutanizer Bottom Pump</i>	1	4,5	0,0045
E4G-2	<i>Propane Transfer Pump</i>	1	98,4	0,0984
E4G-3A/B	<i>Surface Condensor Condensate Pump for 4E-15</i>	1	48	0,048
E4G-4A/B	<i>Surface Condensor Condensate Pump for 4E-20</i>	1	43	0,043
E4G-5A/B	<i>Surface Condensor Condensate Pump for 4E-25</i>	1	43	0,043
E5G-1A/B	<i>LNG Product Pump</i>	1	80	0,08
TOTAL			693,92	0,69392

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

POWER REQUIREMENT TRAIN F

<i>Tag Name</i>	<i>Service Name</i>	<i>Quantity</i>	<i>Power (KW)</i>	<i>Total (MW)</i>
F1G-1A/B/C	<i>Lean Amine Pump</i>	2	1050	2,1
F1G-2	<i>Amine Sump Pump</i>	1	7,5	0,0075
F1G-3A/B	<i>Amine Regeneration Reflux Pump</i>	1	8,5	0,0085
F1G-4A/B	<i>Lean MEA Booster</i>	1	260	0,26
F1G-101A/B	<i>Condensate Recovery Pump</i>	1	45	0,045
F3G-1A/B	<i>Scrub Column Reflux Pump</i>	1	11	0,011
F3G-2A/B	<i>Deethanizer Column Reflux Pump</i>	1	35	0,035
F3G-5A/B	<i>Butane Return Pump</i>	1	75	0,075
F3G-6A/B/C	<i>Depropanizer Column Reflux Pump</i>	2	80	0,16
F3G-7A/B	<i>Debutanizer Column Reflux Pump</i>	1	35	0,035
F3G-11A/B	<i>Debutanizer Bottom Pump</i>	1	4,5	0,0045
F4G-2	<i>Propane Transfer Pump</i>	1	98,4	0,0984
F4G-3A/B	<i>Surface Condensor Condensate Pump for 4E-15</i>	1	48	0,048
F4G-4A/B	<i>Surface Condensor Condensate Pump for 4E-20</i>	1	43	0,043
F4G-5A/B	<i>Surface Condensor Condensate Pump for 4E-25</i>	1	43	0,043
F5G-1A/B	<i>LNG Product Pump</i>	1	80	0,08
TOTAL			3053,9	3,0539



POWER REQUIREMENT TRAIN G

Tag Name	Service Name	Quantity	Power (KW)	Total (MW)
G1G-1A/B/C	Lean Amine Pump	2	1050	2,1
G1G-2	Amine Sump Pump	1	7,5	0,0075
G1G-3A/B	Amine Regeneration Reflux Pump	1	8,5	0,0085
G1G-4A/B	Lean MEA Booster	1	260	0,26
G1G-101A/B	Condensate Recovery Pump	1	45	0,045
G3G-1A/B	Scrub Column Reflux Pump	1	11	0,011
G3G-2A/B	Deethanizer Column Reflux Pump	1	35	0,035
G3G-5A/B	Butane Return Pump	1	75	0,075
G3G-6A/B/C	Depropanizer Column Reflux Pump	2	80	0,16
G3G-7A/B	Debutanizer Column Reflux Pump	1	35	0,035
G3G-11A/B	Debutanizer Bottom Pump	1	4,5	0,0045
G4G-2	Propane Transfer Pump	1	98,4	0,0984
G4G-3A/B	Surface Condensor Condensate Pump for 4E-15	1	48	0,048
G4G-4A/B	Surface Condensor Condensate Pump for 4E-20	1	43	0,043
G4G-5A/B	Surface Condensor Condensate Pump for 4E-25	1	43	0,043
G5G-1A/B	LNG Product Pump	1	80	0,08
TOTAL			3053,9	3,0539

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



POWER REQUIREMENT TRAIN H

Tag Name	Service Name	Quantity	Power (KW)	Total (MW)
H1G-1A/B/C	Lean Amine Pump	2	1050	2,1
H1G-2	Amine Sump Pump	1	7,5	0,0075
H1G-3A/B	Amine Regeneration Reflux Pump	1	8,5	0,0085
H1G-4A/B	Lean MEA Booster	1	260	0,26
H1G-101A/B	Condensate Recovery Pump	1	45	0,045
H3G-1A/B	Scrub Column Reflux Pump	1	11	0,011
H3G-2A/B	Deethanizer Column Reflux Pump	1	35	0,035
H3G-5A/B	Butane Return Pump	1	75	0,075
H3G-6A/B/C	Depropanizer Column Reflux Pump	2	80	0,16
H3G-7A/B	Debutanizer Column Reflux Pump	1	35	0,035
H3G-11A/B	Debutanizer Bottom Pump	1	4,5	0,0045
H4G-2	Propane Transfer Pump	1	98,4	0,0984
H4G-3A/B	Surface Condensor Condensate Pump for 4E-15	1	48	0,048
H4G-4A/B	Surface Condensor Condensate Pump for 4E-20	1	43	0,043
H4G-5A/B	Surface Condensor Condensate Pump for 4E-25	1	43	0,043
H5G-1A/B	LNG Product Pump	1	80	0,08
TOTAL			3053,9	3,0539

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Lampiran 4 – Steam Requirement Equipment

STEAM REQUIREMENT PROCESS TRAIN

Tag Name	Equipment Name	Train E (ton/hr)	Train F (ton/hr)	Train G (ton/hr)	Train H (ton/hr)
2KT-1	Fuel Gas Compressor	24,86	23,33	23,33	21,50
2E -7	Drier Regeneration Exchanger	8,65	8,65	8,65	12,52
2KT-2	Drier Reactivation Compressor	9,69	9,69	9,69	9,69
1GT-1	Lean Solution Pump	23,47	0,00	0,00	0,00
1GT-4	Lean Solution Booster	12,28	0,00	0,00	0,00
2GT - 3	Lube & Seal Oil 2K-1	0,86	0,86	0,86	0,86
2GT - 4	Lube & Seal Oil 2K-2	1,77	1,77	1,77	1,77
4GT - 6	Lube & Seal Oil 4K-1	5,04	5,04	5,04	5,04
4GT - 7	Lube & Seal Oil 4K-2	5,22	5,22	5,22	5,22
4GT - 8	Lube & Seal Oil 4K-3	5,22	5,22	5,22	5,22
4GT - 9	Lube & Seal Oil 4K-3	0,95	0,95	0,95	0,95
1E - 5	Amine Regenerator Reboiler	94,72	94,72	94,72	94,72
1E - 105	Condensate Preheater	0,45	0,54	0,45	0,54
3E - 1	Scrub Column Reboiler	3,45	3,45	3,45	3,45
3E - 4	De-C2 Column Reboiler	4,94	4,94	4,94	4,94
3E - 6	De-C3 Column Reboiler	5,63	5,63	5,63	5,63
3E - 8	De-C4 Column Reboiler	11,11	11,11	11,11	11,11
3E - 17	De-C2 Overhead Reboiler	0,08	0,08	0,08	0,08
4H - 1,2,4,5,7,8	First Stage & Second Stage Steam Ejector For 4E-15,20,25	1,32	1,32	1,32	1,32
4H - 3,6,9	Gland Seal Steam Condensor Ejector	0,73	0,73	0,73	0,73

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



STEAM REQUIREMENT UTILITIES

<i>Tag Name</i>	<i>Equipment Name</i>	<i>Steam Flowrate (ton/hr)</i>
31H-37,36	<i>Gland Seal Steam Condensor Ejector</i>	0,635
31H - 40,41,43,44	<i>First Stage & Second Stage Steam Ejector For 3E-95,96</i>	0,530
31KT-41/42/46/47/48/61/62	<i>Forced draft fan</i>	24,412
31GT-112/142/143/144	<i>BFW Pump</i>	26,506
31GT-62/114A/139/147/148/152/153A	<i>Turbo Lube Oil Pump</i>	0,765
31C-20/25/30/35	<i>Dearator</i>	34

STEAM REQUIREMENT STORAGE & LOADING

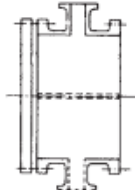
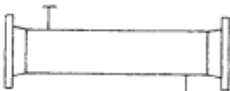
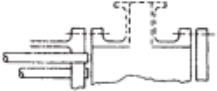
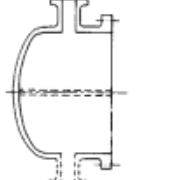
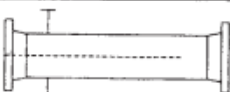
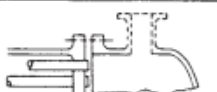
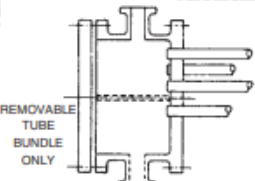
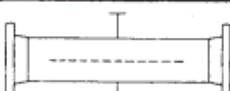

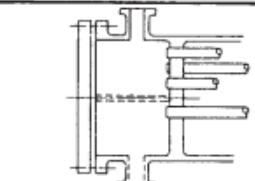
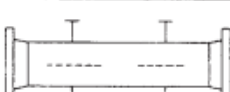
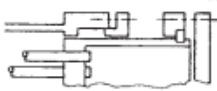
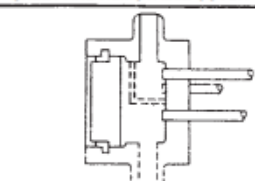
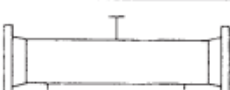
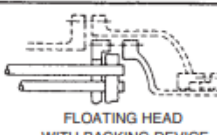

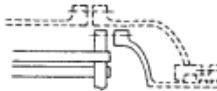
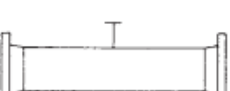
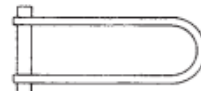

<i>Tag Name</i>	<i>Equipment Name</i>	<i>Steam Flowrate (ton/hr)</i>
<i>16E-4</i>	<i>LP Stabilizer Reboiler</i>	3,45

POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Lampiran 5 – T.E.M.A

	FRONT END STATIONARY HEAD TYPES	SHELL TYPES	REAR END HEAD TYPES
A	 CHANNEL AND REMOVABLE COVER	E  ONE PASS SHELL	L  FIXED TUBESHEET LIKE "A" STATIONARY HEAD
B	 BONNET (INTEGRAL COVER)	F  TWO PASS SHELL WITH LONGITUDINAL BAFFLE	M  FIXED TUBESHEET LIKE "B" STATIONARY HEAD
C	 REMOVABLE TUBE BUNDLE ONLY CHANNEL INTEGRAL WITH TUBE-SHEET AND REMOVABLE COVER	G  SPLIT FLOW	N  FIXED TUBESHEET LIKE "N" STATIONARY HEAD
N	 CHANNEL INTEGRAL WITH TUBE-SHEET AND REMOVABLE COVER	H  DOUBLE SPLIT FLOW	P  OUTSIDE PACKED FLOATING HEAD
D	 SPECIAL HIGH PRESSURE CLOSURE	J  DIVIDED FLOW	S  FLOATING HEAD WITH BACKING DEVICE
		K  KETTLE TYPE REBOILER	T  PULL THROUGH FLOATING HEAD
		X  CROSS FLOW	U  U-TUBE BUNDLE
			W  EXTERNALLY SEALED FLOATING TUBE SHEET

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Lampiran 6 – Spesifikasi Tube BWG

Table B.1 (Continued)

Tube OD (in.)	BWG	Tube ID ^a (in.)	Internal area ^b (in. ²)	External surface per foot length ^c (ft ² /ft)	OD ID
1.25	7	0.890	0.6221	0.3272	1.404
	8	0.920	0.6648	0.3272	1.359
	10	0.982	0.7574	0.3272	1.273
	11	1.010	0.8012	0.3272	1.238
	12	1.032	0.8365	0.3272	1.211
	13	1.060	0.8825	0.3272	1.179
	14	1.084	0.9229	0.3272	1.153
	16	1.120	0.9852	0.3272	1.116
	18	1.152	1.0423	0.3272	1.085
	20	1.180	1.0936	0.3272	1.059
1.5	10	1.232	1.1921	0.3927	1.218
	12	1.282	1.2908	0.3927	1.170
	14	1.334	1.3977	0.3927	1.124
	16	1.370	1.4741	0.3927	1.095
2.0	11	1.760	2.4328	0.5236	1.136
	12	1.782	2.4941	0.5236	1.122
	13	1.810	2.5730	0.5236	1.105
	14	1.834	2.6417	0.5236	1.091

^aID = OD - 2 × wall thickness from part (a) of table

^bInternal area = $(\pi/4) (ID)^2$

^cExternal surface per foot length = $\pi (OD/12)$

Table B.1 Dimensions of Heat Exchanger and Condenser Tubing
(a) The Birmingham Wire Gage Scale

BWG	Thickness (in.)
7	0.180
8	0.165
10	0.134
11	0.120
12	0.109
13	0.095
14	0.083
15	0.072
16	0.065
17	0.058
18	0.049
20	0.035
22	0.028
24	0.022
26	0.018



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Lampiran 7 – Properties of Steam at Atmospheric Pressure

Table A.6 Properties of Steam at Atmospheric Pressure

T		ρ	$\beta \times 10^3$	C_P	k	$\alpha \times 10^4$	$\mu \times 10^6$	$\nu \times 10^6$	Pr	$g\beta/\nu^2 \times 10^{-6}$
(K)	(°C)	(kg/m ³)	(1/K)	(J/kg · K)	(W/m · K)	(m ² /s)	(N · s/m ²)	(m ² /s)		(1/K · m ³)
373	100	0.5977		2034	0.0249	0.204	12.10	20.2	0.987	
380	107	0.5863		2060	0.0246	0.204	12.71	21.6	1.060	
400	127	0.5542	2.50	2014	0.0261	0.234	13.44	24.2	1.040	41.86
450	177	0.4902	2.22	1980	0.0299	0.307	15.25	31.1	1.010	22.51
500	227	0.4405	2.00	1985	0.0339	0.387	17.04	38.6	0.996	13.16
550	277	0.4005	1.82	1997	0.0379	0.475	18.84	47.0	0.991	8.08
600	327	0.3652	1.67	2026	0.0422	0.573	20.67	56.6	0.986	5.11
650	377	0.3380	1.54	2056	0.0464	0.666	22.47	66.4	0.995	3.43
700	427	0.3140	1.43	2085	0.0505	0.772	24.26	77.2	1.000	2.35
750	477	0.2931	1.33	2119	0.0549	0.883	26.04	88.8	1.005	1.65
800	527	0.2739	1.25	2152	0.0592	1.001	27.86	102.0	1.010	1.18
850	577	0.2579	1.18	2186	0.0637	1.130	29.69	115.2	1.019	0.872

Source: Refs. [1] and [2].



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Lampiran 8 – Specific Heats of Liquids

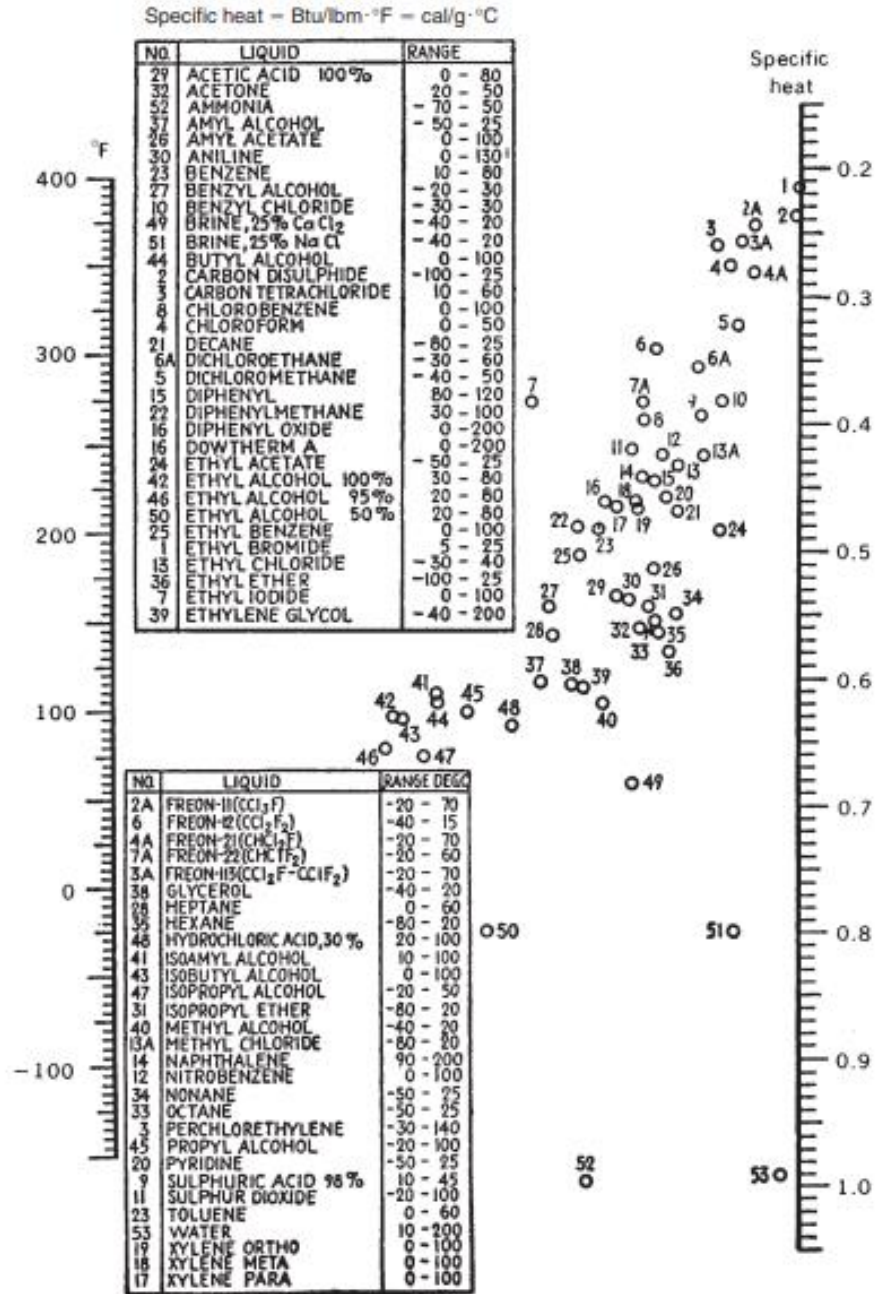


Figure A.3 Specific heats of liquids (Source: Ref. [12]).



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Lampiran 9 – Thermal Conductivities of Liquids

Table A.15 (Continued)

Liquid	T (°F)	k (Btu/h · ft · °F)	Liquid	T (°F)	k (Btu/h · ft · °F)
Oils	86	0.079	Sulfuric acid 90%	86	0.21
Oils, castor	68	0.104	Sulfuric acid 60%	86	0.25
	212	0.100	Sulfuric acid 30%	86	0.30
Oils, Olive	68	0.097	Sulfur dioxide	5	0.128
	212	0.095		86	0.111
Paraldehyde	86	0.084	Toluene	86	0.086
	212	0.078		167	0.084
Pentane (n-)	86	0.078	β-Trichloroethane	122	0.077
	167	0.074	Trichloroethylene	122	0.080
Perchloroethylene	122	0.092	Turpentine	59	0.074
Petroleum ether	86	0.075	Vaseline	59	0.106
	167	0.073	Water	32	0.343
Propyl alcohol (n-)	86	0.099		100	0.363
	167	0.095		200	0.393
Propyl alcohol (iso-)	86	0.091		300	0.395
	140	0.090		420	0.376
Sodium	212	49		620	0.275
	410	46	Xylene (ortho-)	68	0.090
Sodium chloride			Xylene (meta-)	68	0.090
brine 25.0%	86	0.33			
12.5%	86	0.34			

Source: Ref. [11].

POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Lampiran 10 – Viscosities of Liquids at Atmospheric Pressure

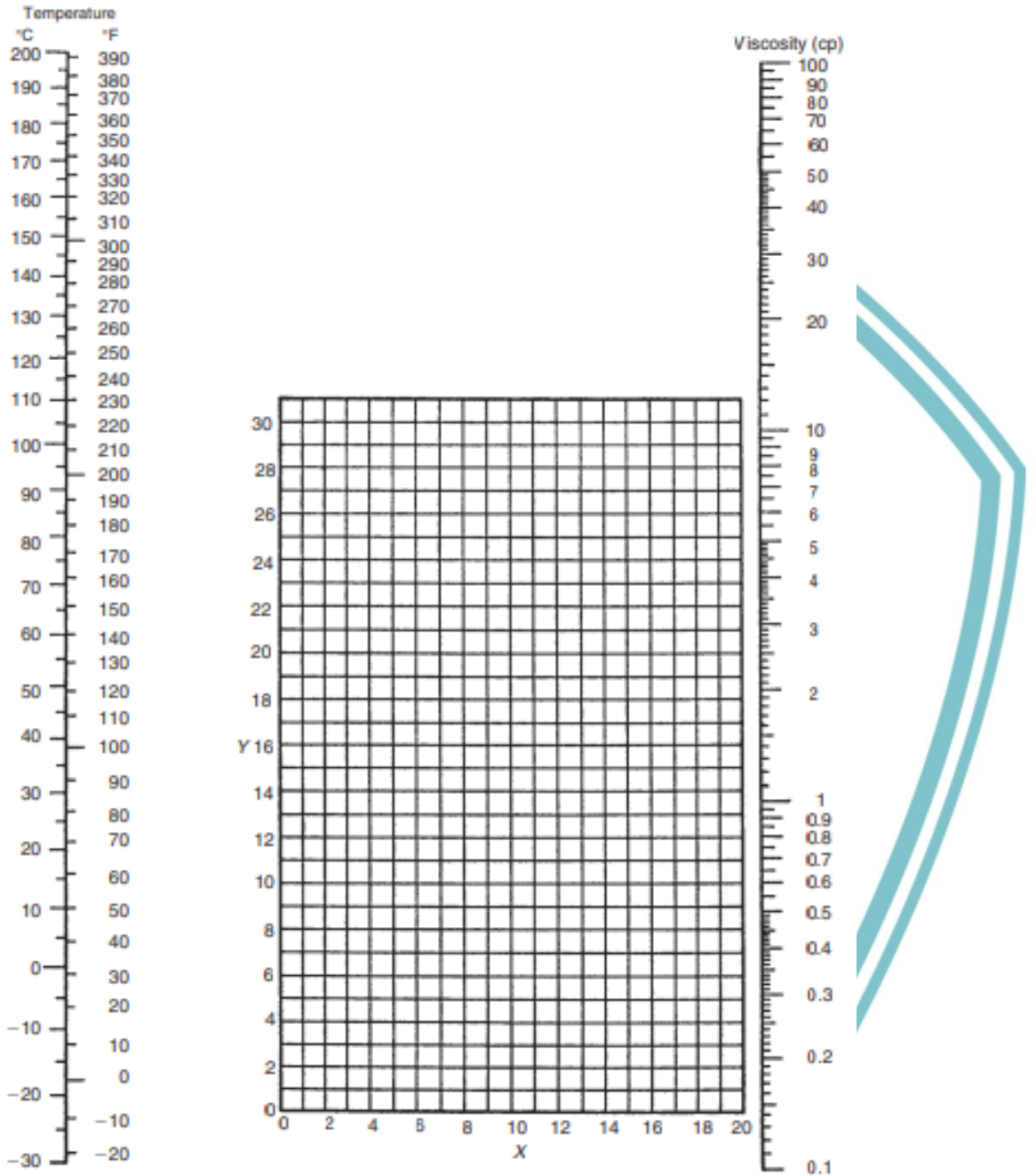


Figure A.1 Viscosities of liquids at atmospheric pressure (Source: Ref. [11]).



Lampiran 11 – Properties of Liquid Water at Atmospheric Pressure

Table A.7 Properties of Liquid Water at Saturation Pressure: SI Units

T		ρ	$\beta \times 10^4$	C_p	k	$\alpha \times 10^6$	$\mu \times 10^6$	$\nu \times 10^6$	Pr	$g\beta/\nu^2 \times 10^{-9}$
(K)	(°C)	(kg/m ³)	(1/K)	(J/kg · K)	(W/m · K)	(m ² /s)	(N · s/m ²)	(m ² /s)		(1/K · m ³)
273	0	999.9	-0.7	4226	0.558	0.131	1794	1.789	13.7	-
278	5	1000	-	4206	0.568	0.135	1535	1.535	11.4	-
283	10	999.7	0.95	4195	0.577	0.137	1296	1.300	9.5	0.551
288	15	999.1	-	4187	0.585	0.141	1136	1.146	8.1	-
293	20	998.2	2.1	4182	0.597	0.143	993	1.006	7.0	2.035
298	25	997.1	-	4178	0.606	0.146	880.6	0.884	6.1	-
303	30	995.7	3.0	4176	0.615	0.149	792.4	0.805	5.4	4.540
308	35	994.1	-	4175	0.624	0.150	719.8	0.725	4.8	-
313	40	992.2	3.9	4175	0.633	0.151	658.0	0.658	4.3	8.833
318	45	990.2	-	4176	0.640	0.155	605.1	0.611	3.9	-
323	50	988.1	4.6	4178	0.647	0.157	555.1	0.556	3.55	14.59
348	75	974.9	-	4190	0.671	0.164	376.6	0.366	2.23	-
373	100	958.4	7.5	4211	0.682	0.169	277.5	0.294	1.75	85.09
393	120	943.5	8.5	4232	0.685	0.171	235.4	0.244	1.43	140.0
413	140	926.3	9.7	4257	0.684	0.172	201.0	0.212	1.23	211.7
433	160	907.6	10.8	4285	0.680	0.173	171.6	0.191	1.10	290.3
453	180	886.6	12.1	4396	0.673	0.172	152.0	0.173	1.01	396.5
473	200	862.8	13.5	4501	0.665	0.170	139.3	0.160	0.95	517.2
493	220	837.0	15.2	4605	0.652	0.167	124.5	0.149	0.90	671.4
513	240	809.0	17.2	4731	0.634	0.162	113.8	0.141	0.86	848.5
533	260	779.0	20.0	4982	0.613	0.156	104.9	0.135	0.86	1076
553	280	750.0	23.8	5234	0.588	0.147	98.07	0.131	0.89	1360
573	300	712.5	29.5	5694	0.564	0.132	92.18	0.128	0.98	1766

Source: Refs. [1] and [3].

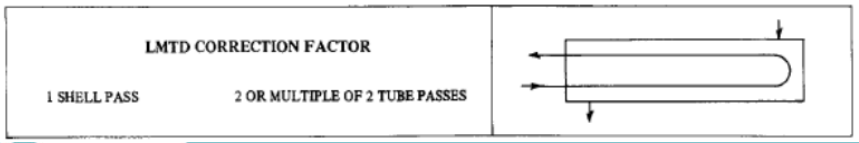
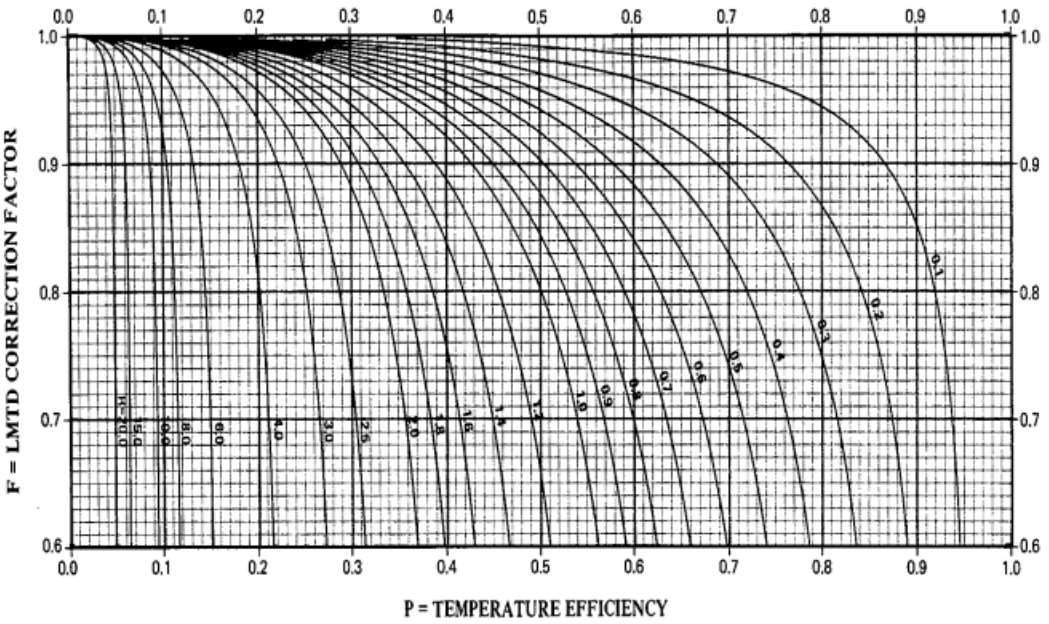
POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Lampiran 12 – Correction Factor LMTD



**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Lampiran 13 – Diameter Shell dan Jumlah Tube

Table C.2 Tube Counts for 3/4-in. OD Tubes on 15/16-in. Triangular Pitch

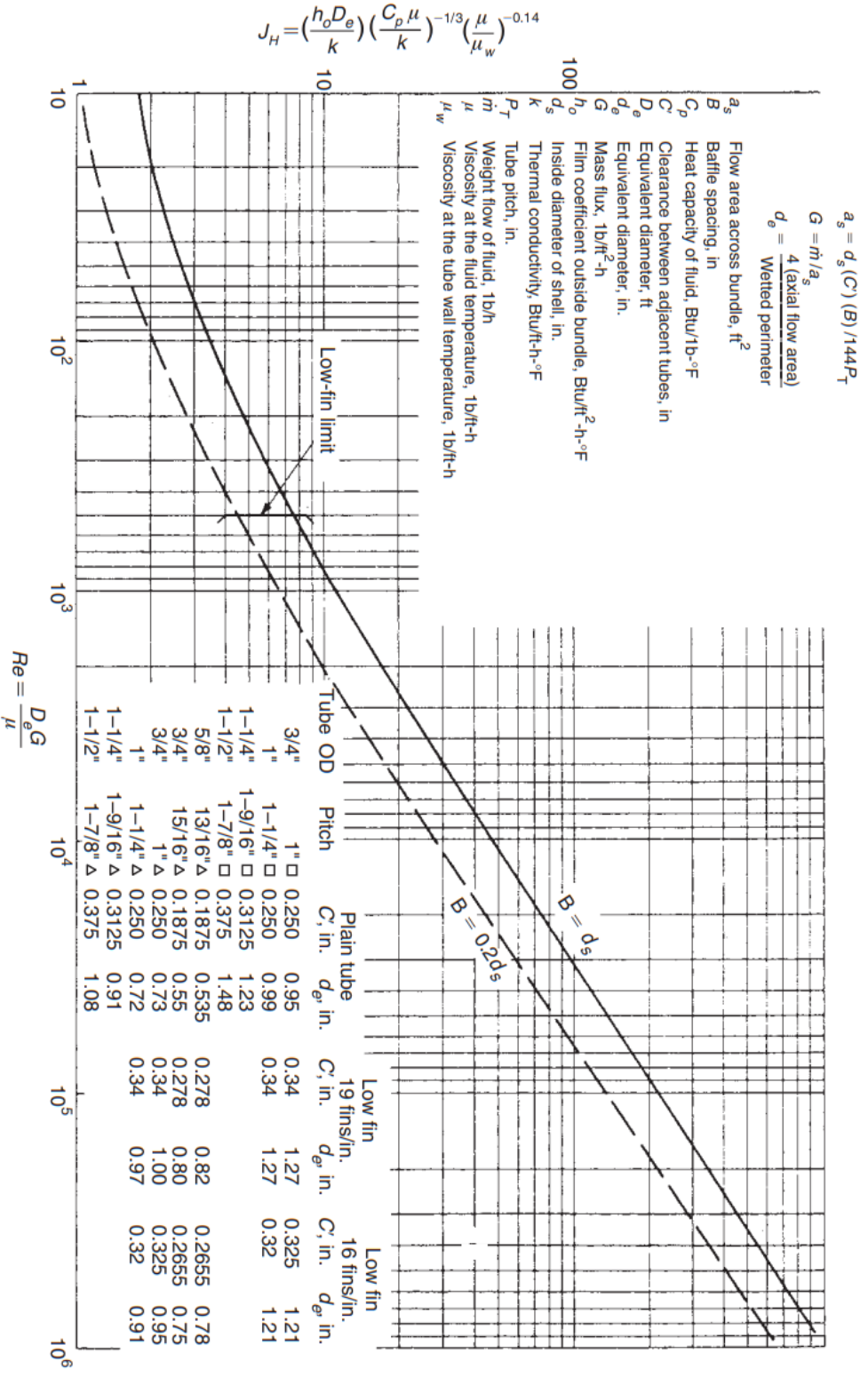
Shell ID (in.)	TEMA L or M				TEMA P or S				TEMA U		
	Number of passes				Number of passes				Number of passes		
	1	2	4	6	1	2	4	6	2	4	6
8	64	48	34	24	34	32	16	18	32	24	24
10	85	72	52	50	60	62	52	44	64	52	52
12	122	114	94	96	109	98	78	68	98	88	78
13.25	151	142	124	112	126	120	106	100	126	116	108
15.25	204	192	166	168	183	168	146	136	180	160	148
17.25	264	254	228	220	237	228	202	192	238	224	204
19.25	332	326	290	280	297	286	258	248	298	280	262
21.25	417	396	364	348	372	356	324	316	370	352	334
23.25	495	478	430	420	450	430	392	376	456	428	408
25	579	554	512	488	518	498	456	444	534	500	474
27	676	648	602	584	618	602	548	532	628	600	570
29	785	762	704	688	729	708	650	624	736	696	668
31	909	878	814	792	843	812	744	732	846	812	780
33	1035	1002	944	920	962	934	868	840	978	928	904
35	1164	1132	1062	1036	1090	1064	990	972	1100	1060	1008
37	1304	1270	1200	1168	1233	1196	1132	1100	1238	1200	1152
39	1460	1422	1338	1320	1365	1346	1266	1244	1390	1336	1290
42	1703	1664	1578	1552	1611	1580	1498	1464	1632	1568	1524
45	1960	1918	1830	1800	1875	1834	1736	1708	1882	1820	1770
48	2242	2196	2106	2060	2132	2100	1998	1964	2152	2092	2044
54	2861	2804	2682	2660	2730	2684	2574	2536	2748	2680	2628
60	3527	3476	3360	3300	3395	3346	3228	3196	3420	3340	3286
66	4292	4228	4088	4044							
72	5116	5044	4902	4868							
78	6034	5964	5786	5740							
84	7005	6934	6766	6680							
90	8093	7998	7832	7708							
96	9203	9114	8896	8844							
108	11696	11618	11336	11268							
120	14459	14378	14080	13984							

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Lampiran 14 – Correlation for Shell-Side Heat Transfer Coefficient



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta





Lampiran 15 – Perhitungan Perancangan *Condenser* pada Micosoft Excel

INITIAL DATA				
BWG 16				
Tube outside diameter	ODt	0,75	inch	Based on design guideline, Process heat transfer (Serth, 2007)
Thickness	Pt	0,065	inch	Lampiran 6
Tube inside diameter	IDt	0,620	inch	Lampiran 6
Tube length	Lt	10,000	ft	Based on design guideline, Process heat transfer (Serth, 2007)
SHELL SIDE (STEAM)				
Flowrate steam	m steam	68277,081	lb/hr	Rata-rata bukaan LP steam vent valve Januari 2023 - Juli 2024
Suhu inlet steam	Tin	446,000	F	Data aktual
Suhu outlet steam	Tout	125,384	F	Simulation by HYSYS
TUBE SIDE (CW)				
Suhu inlet CW	Tin	84,920	F	Data design from typical heat exchanger
Suhu outlet CW	Tout	111,830	F	Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 19 Tahun 2010

POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritikan
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritis
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

CALCULATION

T AVERAGE STEAM

T AVERAGE				Tavg digunakan untuk menentukan physical properties fluida
Suhu inlet steam	T1	446,000	F	
Suhu outlet steam	T2	125,384	F	
Suhu rata-rata steam	Tavg	285,692	F	

T AVERAGE COOLING WATER

T AVERAGE				Tavg digunakan untuk menentukan physical properties fluida
Suhu inlet CW	t1	84,920	F	
Suhu outlet CW	t2	111,830	F	
Suhu rata-rata CW	Tavg	98,375	F	

PHYSICAL PROPERTIES

STEAM				
Specific heat capacity	Cp	0,478	Btu/lbm · °F	Lampiran 7 - Properties of Steam at Atmospheric Pressure
Konduktivitas termal	k	0,016	Btu/h · ft · °F	
Viscosity	μ	0,034	lbm/ft · h	
Massa jenis	ρ	0,033	lbm/ft ³	
CW				
Specific heat capacity	Cp	1,000	Btu/lbm · °F	Lampiran 8 - Specific heats of liquids
Konduktivitas termal	k	0,344	Btu/h · ft · °F	Lampiran 9 - Thermal Conductivities of
Viscosity	μ	1,814	lbm/ft · h	Lampiran 10 - Viscosities of liquids at atmospheric pressure
Massa jenis	ρ	59,900	lbm/ft ³	Lampiran 11 - Properties of Liquid Water at atmospheric Pressure

**NEGERI
JAKARTA**



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritis
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

FLUIDA PANAS YANG MELALUI SHELL SIDE (STEAM)			
Q STEAM			
Suhu rata-rata steam	Tavg	285,692	F
Delta T	ΔT hot	320,616	F
Massa jenis steam pada suhu rata-rata	Cp steam	0,478	Btu/lb \cdot F
Flow steam	m steam	68277,081	lb/hr
Laju perpindahan kalor	Q	10467294,528	Btu/hr

FLUIDA DINGIN YANG MELALUI TUBE SIDE (COOLING WATER)			
Q CW			
Suhu rata-rata CW	Tavg	98,375	F
Delta T	ΔT cold	26,910	F
Massa jenis CW pada suhu rata-rata	Cp CW	1,000	Btu/lb \cdot F
Laju perpindahan kalor	Q	10467294,528	Btu/hr
Flow CW	m CW	388974,156	lb/hr

LOG MEAN TEMPERATURE DIFFERENCE			
Suhu inlet steam	T1	446,000	F
Suhu outlet steam	T2	125,384	F
Suhu inlet CW	t1	84,920	F
Suhu outlet CW	t2	111,830	F
Δt_2	Δt_2	334,170	F
Δt_1	Δt_1	40,464	F
Log Mean Temperature Difference	LMTD	139,116	F
R	R	11,914	-
S	S	0,075	-
Ft	Ft	0,940	-
LMTD Koreksi	LMD terkoreksi	130,769	F

Lampiran 12 - Correction factor

NEGERI
JAKARTA



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritis
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

TUBE SECTION

NUMBER OF TUBE

Heat-transfer area	A	592,921	ft ²	
Outside diameter tube	ODt	0,062	ft	
Tube length	L	10	ft	
Number of tubes	nt	301,851	buah	

REYNOLD NUMBER - TUBE

Flowrate CW	m CW	388974,156	buah	
Number of tubes	nt	396	buah	Pembacaan tabel pada Lampiran 13 nilai yang paling dekat dari 301 buah yaitu 396
Number of tube passes	np	2		
Viscosity CW	μ	1,814	lbm/ft · h	
Inside diameter tube	IDt	0,052	ft	
Re (np = 2)	Re	26673,703	-	

PRUNDTL NUMBER - TUBE

Kalor jenis CW	Cp cw	1,000	Btu/lbm · °F	
Konduktivitas thermal CW	k cw	0,344	Btu/h · ft · °F	
Viscosity CW	μ cw	1,814	lbm/ft · h	
Prundtl number	Pr	5,267	-	

CALCULATE hi

Reynold number	Re	26673,703		Assumsi $\phi_i = 1$
Konduktivitas thermal CW	k	0,344	Btu/h · ft · °F	
Prundtl number	Pr	5,267	-	
Inside diameter tube	IDt	0,052	ft	
Koefisien perpindahan panas pada tube	hi	926,873	Btu/h · ft² · °F	





Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritisi
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

SHELL SECTION

CALCULATE CONDENSATE LOADING

Number of tube	nt	396,000	buah
Tube length	L	10,000	ft
Flow steam	m steam	68277,081	lb/hr
Condensate loading	F*	126,613	lbm/h . Ft

CALCULATE AVERAGE FILM TEMPERATURE [1]

Average vapor temperature	Tv	285,692	F
Wall temperature	Tw	150,000	F
Average film temperature	Tf	183,923	F

Tw assumsi = 150 F

CALCULATE ho [1]

Condensate loading	F*	126,613	lbm/h . ft
Density condensate	ρL	61,172	lbm/ft ³
Massa steam	ρv	0,040	lbm/ft ³
Konduktivitas thermal condensate	k L	0,344	Btu/h . ft . °F
Viscosity condensate	μL	0,340	lbm/ft . h
Gravity	g	417000000,000	ft/h ²
Koefesien perpindahan panas pada shell	ho	1091,267	Btu/h . ft² . °F

Lampiran 10 - Viscosities of liquids at atmospheric pressure

Tf = 183 F

CALCULATE AVERAGE FILM TEMPERATURE [2]

Koefesien perpindahan panas pada tube	hi	926,873	Btu/h . ft ² . °F
Koefesien perpindahan panas pada shell	ho	1091,267	Btu/h . ft ² . °F
Temperature rata-rata fluida pada tube	tave	98,375	F
Temperature rata-rata fluida pada shell	Tave	285,692	F
Outside diameter tube	Odt	0,062	ft
Inside diameter tube	ldt	0,052	ft
Wall temperature	Tw	208,423	F
Temperature film rata-rata	Tf	227,741	F



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritisi
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

RECALCULATE ho [2]					
Condensate loading	F*	126,613	lbm/h · ft	Lampiran 10 - Viscosities of liquids at atmospheric pressure	Tf = 227 F
Density condensate	ρ L	61,172	lbm/ft ³		
Massa steam	ρ v	0,040	lbm/ft ³		
Konduktivitas thermal condensate	k L	0,344	Btu/h · ft · °F		
Viscosity condensate	μ L	0,295	lbm/ft · h		
Gravity	g	417000000,000	ft/h ²		
	ho	1144,151	Btu/h · ft² · °F		

CALCULATE AVERAGE FILM TEMPERATURE [3]					
Koefesien perpindahan panas pada tube	hi	926,873	Btu/h · ft ² · °F		
Koefesien perpindahan panas pada shell	ho	1144,151	Btu/h · ft ² · °F		
Temperature rata-rata fluida pada tube	tave	98,375	F		
Temperature rata-rata fluida pada shell	Tave	285,692	F		
Outside diameter tube	Odt	0,062	ft		
Inside diameter tube	Idt	0,052	ft		
	Tw	210,562	F		
	Tf	229,345	F		

RECALCULATE ho [3]					
Condensate loading	F*	126,613	lbm/h · ft	Lampiran 10 - Viscosities of liquids at atmospheric pressure	Tf = 229 F
Density condensate	ρ L	61,172	lbm/ft ³		
Massa steam	ρ v	0,040	lbm/ft ³		
Konduktivitas thermal condensate	k L	0,344	Btu/h · ft · °F		
Viscosity condensate	μ L	0,290	lbm/ft · h		
Gravity	g	417000000,000	ft/h ²		
	ho	1150,689	Btu/h · ft² · °F		

NEGERI
JAKARTA



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritisi
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAFFLE SPACING & SHELL DIAMETER			
Diameter shell	ds	21,250	inch
Baffle spacing	B	8,500	inch

FLOW AREA ACROSSTUBE BUNDLE			
Pitch tube	Pt	0,938	inch
Outside diameter tube	Odt	0,750	inch
Tube clearance (Pitch - Odt)	C'	0,188	inch
Flow area across tube bundle	as	0,251	ft ²

SHELL EQUIVALENT DIAMETER			
Shell equivalent diameter	De	0,046	ft

Lampiran 14 - Correlation for shell-side heat transfer coefficient

MASS VELOCITY SHELL SIDE			
Flow steam	m steam	34138,541	lb/hr
Flow area across tube bundle	as	0,251	ft ²
Mass velocity shell side	Gs	136081,657	lbm/h . Ft ²

Rata-rata flowrate steam digunakan untuk menghitung nilai hv

REYNOLD NUMBER - SHELL SIDE			
Shell equivalent diameter	De	0,046	ft
Mass velocity shell side	Gs	136081,657	lbm/h . Ft ²
Viscosity steam	μv	0,036	lbm/ft . h
Reynold Number pada shell side	Re s	172555,065	-

PRUNDTL NUMBER - SHELL SIDE			
Kalor jenis steam	Cp v	0,478	ft
Konduktivitas thermal steam	k v	0,016	ft
Viscosity steam	μv	0,034	F
Prundtl number	Pr	1,027	-



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritisi
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

MODIFIED COLBURN FACTOR FOR SHELL-SIDE HEAT TRANSFER			
Baffle spacing	B	8,500	inch
Outside diameter shell	ds	21,250	inch
Reynold Number shell	Re	172555,065	
Modified colburn factor for shell-side heat transfer	jH	215,003	-

HEAT-TRANSFER COEFFICIENT FOR VAPOR PHASE			
Modified colburn factor for shell-side heat transfer	jH	215,003	
Konduktivitas thermal steam	k	0,022	Btu/h · ft · °F
Shell equivalent diameter	De	0,046	ft
Prundtl Number	Pr	1,020	
Viskositas fluida pas shell	μ	1,000	
Viskositas fluida pas dinding	μ w		
Heat-transfer coefficient for vapor phase	hv	104,292	Btu/h · ft² · °F

CALCULATE OVERALL HEAT TRANSFER COEFFICIENT (UD-1) dan (UC-1)				
Outside diameter tube	Od	0,750		0,75
Inside diameter tube	Idt	0,620		0,62000002
Koefesien perpindahan panas pada shell	ho	1150,689		1150,689
Koefesien perpindahan panas pada tube	hi	926,873		926,873
Fouling factor untuk tube side	R Idt	0,0010		0
Fouling factor untuk shell side	R Odt	0,0005		0
Konduktivitas termal wall tube	k tube	11,880		11,88
Overall heat Transfer Coefficient	UD-1	228,073	UC-1	373,8484061

NEGERI
JAKARTA



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritis
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

CORRECTION FOR SENSIBLE HEAT TRANSFER			
Cp v at inlet condition, T = 446 F	cp v	0,474	Btu/lb·F
Flow steam inlet	m v in	68277,081	lb/hr
Suhu steam inlet	T v in	446,000	F
Suhu steam outlet	T v out	125,384	F
Laju perpindahan kalor sensible	q sen	5185868,469	Btu/hr
Laju perpindahan kalor total	q tot	10467294,528	Btu/hr
	qsen/qtot	0,495	

Nilai qsen/qtot diasumsikan sama antara Uc dan Ud

DESIGN OVERALL HEAT-TRANSFER COEFFICIENT MODIFIED TO ACCOUNT FOR THERMAL RESISTANCE DUE TO VAPOR COOLING				
UD sebelum penyesuaian	UD-1	228,073	UC-1	373,8484061
Perbandingan q sensible dan q total	qsen/qtot	0,495	qsen/qtot	0,495435421
Heat-transfer coefficient for vapor phase	hv	104,292	hv	104,2923526
Overall heat transfer coefficient calculation	U'D	109,469	Uc	134,6741632

CALCULATE OVERALL HEAT TRANSFER REQUIRED			
Q	Q	10467294,528	Btu/hr
Outside diameter tube	ODt	0,062	ft
LMTD Koreksi	LMTD Koreksi	130,769	F
Number of tube	nt	396,000	buah
Tube length	L	10,000	ft
Urequired	Ureq	102,904	Btu/h · ft2 · °F

THERMAL ANALYSIS			
Overall heat transfer coefficient required	UD req	102,904	Btu/h · ft2 · °F
Overall heat transfer coefficient clean	UD clean	134,674	Btu/h · ft2 · °F
Overall heat transfer coefficient calculation	UD' cal	109,469	Btu/h · ft2 · °F
UC' > UD' cal > U req			

VALID





Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritisi
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

PRESSURE DROP IN TUBE SIDE			
FRICITION FACTOR			
Reynold Number	Re tube	26673,703	
Friction factor	f	0,030	
MASS FLUX			
Flowrate CW	m	388974,156	lb/hr
Number of tube passes	np	2,000	
Number of tube	nt	396,000	buah
Mass flux	Gt	936634,159	
ΔP_f			
Flow area	Af	0,0021	ft ²
Inside diameter tube	IDt	0,052	ft
Specific gravity	s	0,990	
Viscosity correction factor;	ϕ	1,000	
Panjang Tube	L	10,000	ft
Frictional pressure drop	ΔP_f	1,358	psi
ΔP_r			
Number of tube passes	np	2,000	
Minor losses on tube side	ar	1,700	
Pressure drop due to entrance, exit, and return losses	ΔP_r	0,201	psi
ΔP_n			
Flow cooling water	m	388974,156	lb/hr
phi (22/7)	phi	3,143	
Inside diameter tube	ldt	10,000	inch
Viscosity cooling water	μ	1,814	lbm/ft · h
Reynold number pada nozzle	Ren	327446,394	-
Mass flux in nozzle	Gn	712883,543	(lbm/h · ft ²)
Specific gravity cooling water	s	1,000	
Pressure drop in nozzle	ΔP_n	0,103	psi



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritisi
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

ΔP tube			
Total tube pressure drop	ΔP tube	1,661	psi

PRESSURE DROP IN SHELL SIDE

CALCULATE Gs			
Flow area across tube bundle	as	0,251	ft ²
Flow steam	mv	68277,081	lb/hr
Mass flux shell side	Gs	272163,314	(lbm/h · ft²)

CALCULATE REYNOLD NUMBER			
Viscosity steam	μv	0,034	lbm/ft · h
Shell equivalent diameter	De	0,046	ft
Mass flux shell side	G	272163,314	(lbm/h · ft ²)
Reynold Number shell	Re	365601,381	-

CALCULATE FRICITION FACTOR			
Baffle spacing	B	8,500	inch
Outside shell diameter	ds	21,250	inch
friction factor f1	f1	0,0022	ft ² /in ²
friction factor f2	f2	0,0004	ft ² /in ²
Friction factor	f	0,123	ft²/in²

(ΔPf)vo			
Friction factor	f	0,123	ft ² /in ²
Mass flux shell side	Gs	272163,314	lbm/h · ft ²
Outside shell diameter	ds	21,250	inch
Panjang tube	L	10,000	ft
Baffle spacing	B	8,500	inch
Number of baffle	nb	14,118	buah
Shell equivalent diameter	De	0,046	ft
	(ΔPf)vo	75,654	psi
Correction factor	ϕ_{vo}^2	0,330	
	(ΔPf)vo	24,966	psi

Total condenser correction factor - Process Heat Transfer (Serth, 2007)



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritis
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

HYDRAULIC ANALYSIS				
Pressure drop in tube side < 14 psi	ΔP tube	1,661	psi	TRUE
Pressure drop in shell side < 14 psi	ΔP shell	24,966	psi	FALSE

CHANGE TYPE HE FROM AEL TO AJL DUE TO HIGH PRESSURE DROP, RECALCULATE G_s				
BAFFLE SPACING				
Outside diameter shell	ds	21,250	inch	14 total baffle, 7 per side
Baffle spacing	B	8,500	inch	
Number of baffle	nb	14,118	buah	

PRESSURE DROP IN SHELL SIDE				
CALCULATE G_s				
Flow area across tube bundle	as	0,251	ft ²	Nilai m steam dibagi 2 karena perubahan aliran
Flow steam	mv	34138,541	lb/hr	
Mass flux shell side	G_s	136081,657	lbm/h · ft ²	

CALCULATE REYNOLD NUMBER				
Shell equivalent diameter	De	0,046	ft	
Mass flux shell side	G_s	136081,657	(lbm/h · ft ²)	
Viscosity steam	μ_v	0,034	lbm/ft · h	
Reynold Number shell	Re	182800,690		

CALCULATE FRICITION FACTOR				
Baffle spacing	B	8,500	inch	
Outside diameter shell	ds	21,250	inch	
friction factor f1	f1	0,002	ft ² /in ²	
friction factor f2	f2	0,000	ft ² /in ²	
	f	0,136		

NEGERI
JAKARTA



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritis
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

(ΔPf)vo			
Friction factor	f	0,136	ft ² /in ²
Mass flux shell side	Gs	136081,657	lbm/h · ft ²
Outside shell diameter	ds	21,250	inch
Panjang tube	L	10,000	ft
Baffle spacing	B	8,500	inch
Number of baffle	nb	7,000	buah
Specific gravity	s	0,009	ft
Shell equivalent diameter	De	0,046	psi
	(ΔPf)vo	10,306	psi
Correction factor	ϕ_{vo}^2	0,330	
Total condenser correction factor - Process Heat Transfer (Serth, 2007)			
	(ΔPf)vo	3,401	psi

ΔPn, in			
Diameter inlet nozzle	D nozzle	10,020	inch
Flow steam	mv	34138,541	lb/hr
Mass flux in nozzle in	Gn, in	62317,117	lbm/h · ft ²
Specific gravity vapor	sv	0,344	Btu/h · ft ² · °F
	ΔPn	0,00150	psi

ΔPn, out			
Diameter outlet nozzle	D nozzle	4,000	inch
Flow steam	mv	68277,081	lb/hr
Mass flux in nozzle out	Gn, out	782082,932	lbm/h · ft ²
Specific gravity condensate	sL	0,570	Btu/h · ft ² · °F
	ΔPn	0,072	psi

ΔP			
	ΔP shell	3,47	psi

HYDRAULIC ANALYSIS				
Pressure drop in tube side < 14 psi	ΔP tube	1,661	psi	TRUE
Pressure drop in shell side < 14 psi	ΔP shell	3,474	psi	TRUE



Lampiran 16 – Perhitungan Harga Produk *Utilities*

Di bawah ini merupakan perhitungan untuk masing-masing produk *utilities* yaitu berupa *steam*, *power*, dan *cooling water*.

1. Perhitungan Harga *Steam*

Perhitungan ini berfungsi untuk menentukan harga pembuatan *steam* di PT Badak NGL yang dihasilkan oleh boiler. Dalam melakukan perhitungan harga *steam* didasarkan pada beberapa poin sebagai berikut:

No	Dasar Perhitungan	Sumber Data								
1	Harga fuel gas diasumsikan sama dengan harga LNG sebesar 13,02 US\$/MMBTU dengan <i>highest heating value</i> sebesar 1064,90 Btu/SCF.	Production Planning Badak LNG								
2	Konversi 1 SCF to NM ³ yaitu 0,02679.									
3	Biaya pengolahan pada <i>demineralizer water</i> yaitu sebesar 1,79 US\$ / m ³	Utilities Product Value Cost 2023								
4	Biaya listrik untuk BFW dan produksi steam yaitu sebesar 0,57 US\$/ton									
5	Biaya bahan kimia untuk pengolahan air <i>condensate</i> dan boiler sebesar 0,0004282 US\$/ton									
6	Biaya pemeliharaan boiler untuk boiler sebesar 150\$/tahun dengan diasumsikan setiap tahun jumlah boiler yang dilakukan pemeliharaan sebanyak 5 unit.	Multiprocess Wet Cleaning Cost and Performance Comparison of Conventional Dry Cleaning and an Alternative Process)								
7	Data total <i>flow</i> fuel gas, make up boiler feed water, dan <i>steam production</i> menggunakan data aktual pada bulan April 2024 sebagai berikut:	Monthly Report Utilities April 2024								
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Parameter</th> <th>Nilai</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><i>Fuel gas</i></td> <td>60.515.280,0 Nm³</td> </tr> <tr> <td><i>Make up boiler feed water</i></td> <td>116.592,0 m³</td> </tr> <tr> <td><i>Steam production</i></td> <td>762.775,2 ton</td> </tr> </tbody> </table>		Parameter	Nilai	<i>Fuel gas</i>	60.515.280,0 Nm ³	<i>Make up boiler feed water</i>	116.592,0 m ³	<i>Steam production</i>	762.775,2 ton
Parameter	Nilai									
<i>Fuel gas</i>	60.515.280,0 Nm ³									
<i>Make up boiler feed water</i>	116.592,0 m ³									
<i>Steam production</i>	762.775,2 ton									

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Perhitungan harga *steam* menggunakan persamaan berikut:

$$C_S = \frac{C_F + C_{BFW} + C_M + C_C + C_E}{\sum S_{prod}}$$

dimana:

C_S = Biaya *steam generation*

C_F = Biaya *fuel boiler*

C_{BFW} = Biaya *make up boiler feed water treatment*

C_C = Biaya *chemical*

C_M = Biaya *maintenance*

C_E = Biaya *electric*

$\sum S_{prod}$ = Total *steam production*

Adapun perhitungan masing-masing komponen adalah sebagai berikut:

a. Biaya *fuel boiler*

$C_F = \text{Total fuel steam consumption} \times \text{Fuel gas price}$

$$C_F = 60.515.280,0 \text{ NM}^3 \times \frac{\text{SCF}}{0,02679 \text{ NM}^3} \times 1.064,9 \frac{\text{BTU}}{\text{SCF}} \times \frac{13,02 \text{ US\$}}{\text{MMBTU}} \times \frac{\text{MMBTU}}{1000000 \text{ BTU}}$$

$$C_F = 31.318.997 \text{ US\$}$$

b. Biaya *make up boiler feed water treatment*

$C_{BFW} = \text{Total flow make up water consumption} \times \text{Demin price}$

$$C_{BFW} = 116.592,0 \text{ M}^3 \times 1,79 \text{ US\$/M}^3$$

$$C_{BFW} = 208.699,68 \text{ US\$}$$

c. Biaya *chemical*

$C_C = \text{Total steam production} \times \text{Chemical cost}$

$$C_C = 762.775,2 \text{ ton} \times 0,0004282 \text{ US\$/ton}$$



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

$$C_C = 326,7 \text{ US\$}$$

d. Biaya *maintenance*

$$C_M = \frac{\text{Annual cost} \times \text{Number of boilers being maintained}}{12}$$

$$C_M = \frac{150 \text{ US\$} \times 5}{12}$$

$$C_M = 62,5 \text{ US\$}$$

e. Biaya *electric*

$$C_E = \text{Total steam production} \times \text{Electric cost}$$

$$C_E = 762.775,2 \text{ ton} \times 0,57 \text{ US\$/ton}$$

$$C_E = 437.435,202 \text{ US\$}$$

Sehingga *steam generation cost* dapat ditentukan sebagai berikut:

$$C_S = \frac{31.318.997 \text{ US\$} + 3.208.699 \text{ US\$} + 326,7 \text{ US\$} + 62,5 \text{ US\$} + 437.435 \text{ US\$}}{762.775,2 \text{ ton}}$$

$$C_S = \frac{31.965.521 \text{ US\$}}{762.775,2 \text{ ton}}$$

$$C_S = 41,91 \text{ US\$/ton}$$

Dengan *exchange rate* yang digunakan yaitu Rp15.700 per US\$ berdasarkan Budget Guidelines - Rencana Kerja dan Anggaran Perusahaan (RKAP) 2025 maka didapatkan biaya pembuatan *steam* adalah sebesar **Rp657.937,85**



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

2. Perhitungan Harga Power

Perhitungan ini berfungsi untuk menentukan biaya *power generation* oleh *power generator* yang ada di PT Badak NGL dengan penggerak berupa *steam turbine*. Dengan asumsi komponen biaya yang digunakan hanya *steam* dan data yang digunakan berdasarkan data aktual bulan April 2024 sebagai berikut:

<i>Steam Turbine</i>	<i>HP Steam Consumption (ton)</i>	<i>Power Generated (MW)</i>
PG 5	460,03	175
PG 9	3005,69	76,71
PG10	3077,65	168,10
PG11	370,84	196,54
PG12	97,66	56,02
PG13	1875,12	51,48
PG14	454,77	198,12
Total	9.341,8	922,04

Perhitungan harga *power* menggunakan persamaan berikut:

$$C_p = \frac{\sum S_{con} \times C_s}{\sum W_{gen}}$$

dimana:

C_p = Biaya *power generation* (Rupiah/MW)

C_s = Biaya *steam generation* (Rupiah/ton)

$\sum S_{con}$ = Total *high pressure steam consumption* (ton/hr)

$\sum W_{gen}$ = Total *power* yang diproduksi

Sehingga biaya *power generation* adalah sebagai berikut

$$C_p = \frac{9.341,8 \text{ ton} \times Rp657.937,85}{922,04 \text{ MW}}$$

$$C_p = Rp6.665.980/\text{MW}$$



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

3. Perhitungan Harga *Cooling Water*

Perhitungan ini berfungsi untuk menentukan biaya *cooling water* yang menggunakan equipment utama berupa pompa *cooling water* dengan load tiap pompa adalah sebesar 3400 KWh. Data yang digunakan berdasarkan data aktual rata-rata pada bulan April 2024 sebagai berikut:

<i>Cooling Water Pump</i>	<i>CW Production (m³/hr)</i>
CWP 12	371276
CWP 15	363907
CWP 18	434175
CWP 60	382326
CWP 62	346094
Total	1.897.778,00

Perhitungan harga *cooling water* menggunakan persamaan berikut:

$$C_{CW} = \frac{\text{Power consumption} \times C_E}{\text{CW Production}}$$

dimana:

C_{CW} = Biaya *cooling water* (Rupiah/m³)

C_E = Biaya *power generation* (Rupiah/MW)

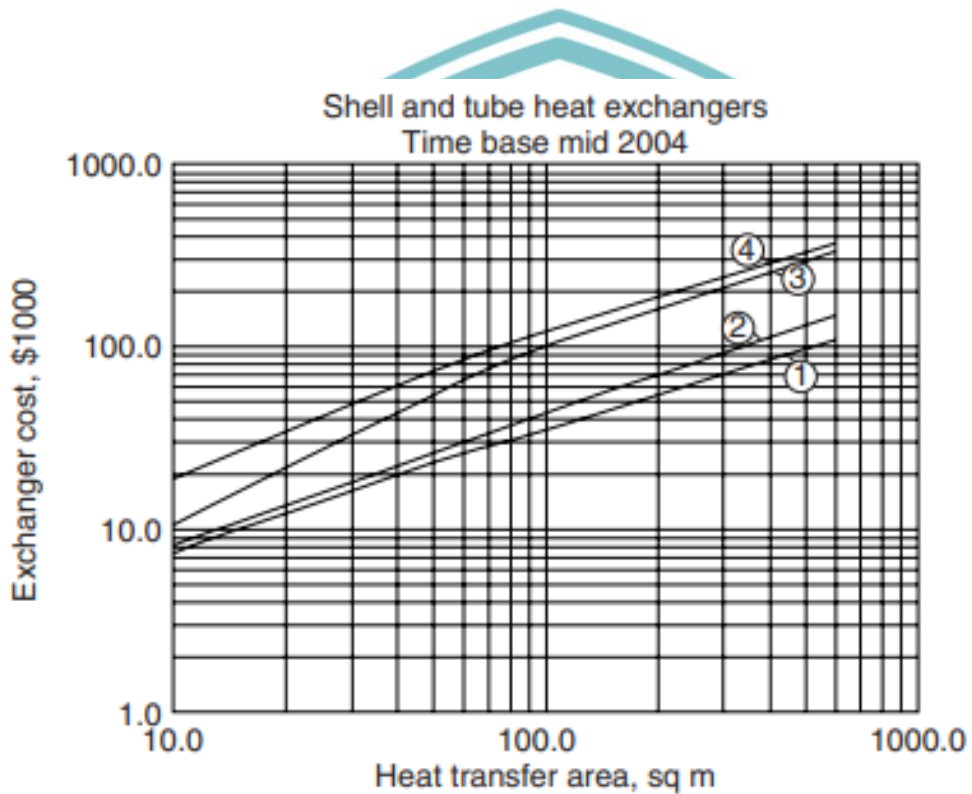
Sehingga biaya *power generation* adalah sebagai berikut

$$C_{CW} = \frac{17 \text{ MWh} \times \text{Rp}6.665.980/\text{MWh}}{1.897.778,00 \text{ M}^3}$$

$$C_{CW} = \text{Rp}1.791/\text{M}^3$$



Lampiran 17 – Purchase Cost Equipment Condenser

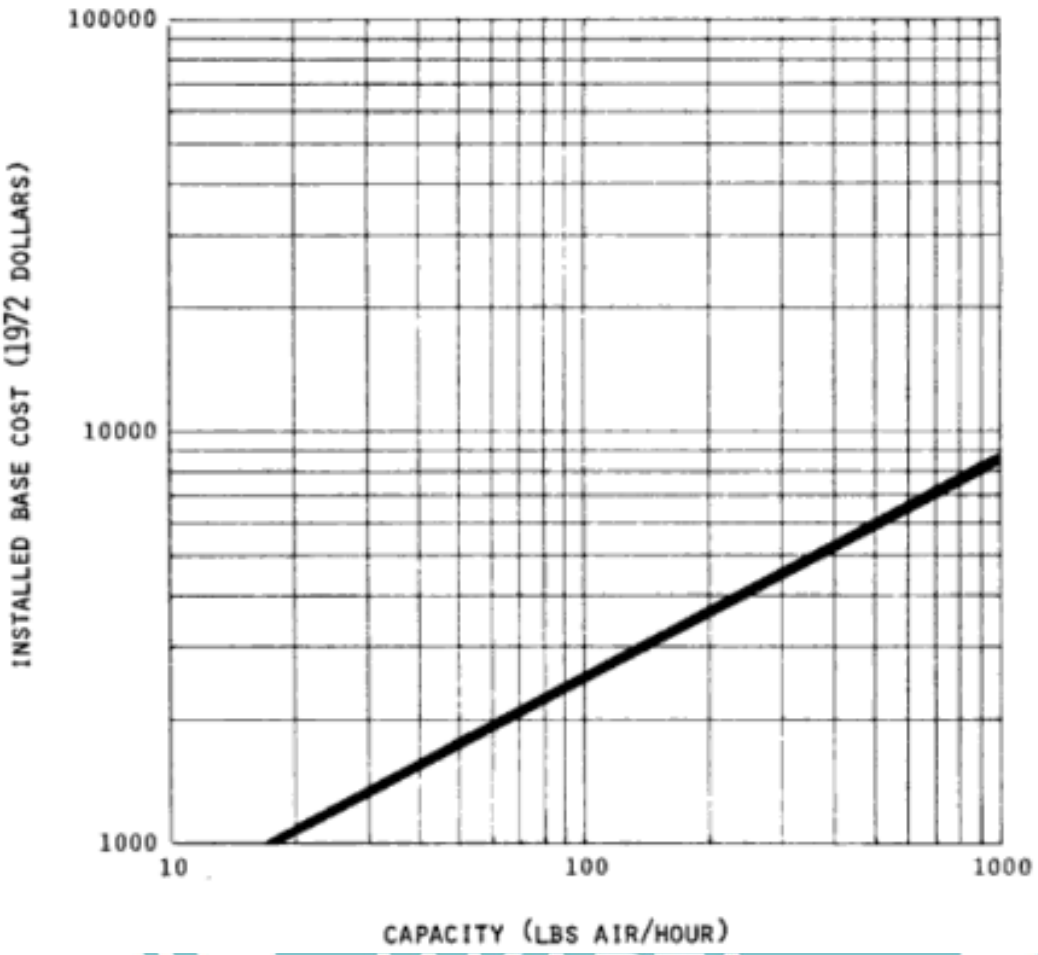


Materials		Pressure factors	Type factors	
Shell	Tubes			
① Carbon steel	Carbon steel	1–10 bar × 1.0	Floating head	× 1.0
② C.S.	Brass	10–20 × 1.1	Fixed tube sheet	× 0.8
③ C.S.	Stainless steel	20–30 × 1.25	U tube	× 0.85
④ S.S.	S.S.	30–50 × 1.3	Kettle	× 1.3
		50–70 × 1.5		

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Lampiran 18 – Purchase Cost Equipment Ejctor



JAKARTA

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Lampiran 19 - Uji Normalitas Data *Steam Venting*

Berikut merupakan data *steam venting* pada rentang waktu Januari 2023 – Juli 2024.

Bulan	Jumlah (ton)	Frekuensi (kali)
Jan-23	44,05	8
Feb-23	11849,58	338
Mar-23	5588,21	132
Apr-23	6398,47	144
May-23	959,16	36
Jun-23	337,91	26
Jul-23	694,57	54
Aug-23	361,10	22
Sep-23	210,69	29
Oct-23	48,23	10
Nov-23	669,22	75
Dec-23	565,78	53
Jan-24	993,95	21
Feb-24	221,07	30
Mar-24	439,22	23
Apr-24	382,35	41
May-24	1102,16	27
Jun-24	16,07	4
Jul-24	114,33	4
Total	30996,12 ton	1077 kali

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Berdasarkan uji normalitas yang dilakukan menggunakan *software* IBM SPSS Statistics didapatkan data sebagai berikut:

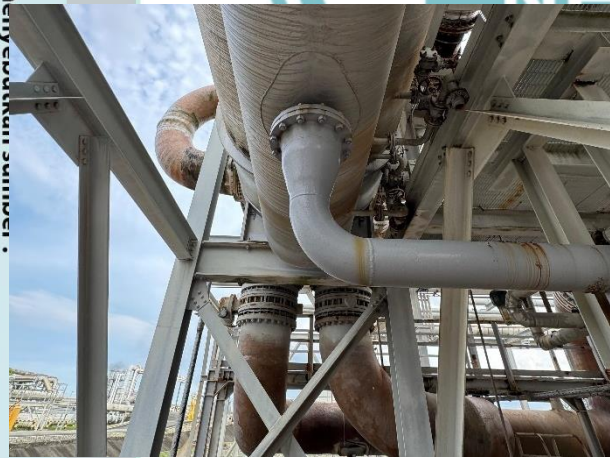
Jumlah			Frekuensi		
One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test			One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test		
Jumlah			Durasi		
N		19	N		19
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	56.6842	Normal Parameters ^{a,b}	Mean	161427.0000
	Std. Deviation	78.34330		Std. Deviation	305512.4045
Most Extreme Differences	Absolute	.303	Most Extreme Differences		Absolute
	Positive	.303		Positive	.409
	Negative	-.251		Negative	-.300
Test Statistic		.303	Test Statistic		.409
Asymp. Sig. (2-tailed)		.000 ^c	Asymp. Sig. (2-tailed)		.000 ^c

Diketahui bahwa nilai signifikansi pada masing-masing variabel kurang dari 0,05 atau 5% sehingga data *steam venting* tersebut diklasifikasikan tidak berdistribusi normal. Sehingga untuk mendapatkan nilai yang representatif dari data di atas, perhitungan ditentukan menggunakan nilai mediannya sehingga didapatkan data sebagai berikut:

Median	Jumlah (ton)	Durasi (jam)
Per bulan	439,22	29
Per tahun	5270,657	534

Lampiran 20 – LP Vent Condenser 31E-62

1. Dilakukan pengujian sebagai berikut:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta





Lampiran 21 – Datasheet LP Vent Valve

SERVICE CONDITION			FLUID	STEAM			
TAG NO	31-PV-867			MIN	NOR	MAX	
	LP STEAM TO ATM		FLOW RATE		91000.00	102000.0	
P&ID	31E-A-314		INLET PRESS		4.48	4.48	
LINE SIZE/SCHLD	12"IN/STD		OUTLET PRESS		ATM	ATM	
MAX INLET PRESS	5.3	kg/cm ² g	DIFF PRESS		3.45	3.45	
MAX INLET TEMP	299	deg.C	INLET TEMP		218.00	218.00	
DESIGN TEMP	299	deg.C	CALC'D Cv		1780.43	1995.65	
DESIGN PRESS	5.3	kg/cm ² g	SPL dBA		<90	<90	
	LIQ	= m ³ /hour	IN/OUT PRESS		= kg/cm ² A		
	GAS	= Nm ³ /hour	DIFF PRESS		= kg/cm ²		
	STM	= kg/hour	TEMP		= deg. C		
2	Feb 27, '98	ISSUE FOR AS BUILT	MR			LINEAR CONTROL VALVES	JOB NO:9314/31048
1	Feb 13, '96	ISSUED FOR RECORD	MR	PS	AND	PERTAMINA BONTANG LNG EXPANSION TRAIN G	DATASHEET NO DS-31-J-030
0	July 21, '95	ISSUE FOR APPROVAL AN INQUIRY	AKY	PS	AND		
NO	DATE	REVISION	BY	CHK	APP		SHEET NO: 9/9

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Lampiran 22 – Steam Requirement

Train		Train E	Train F	Train G	Train H
HP STEAM (KG/HR)					
2KT-1	FUEL GAS COMPRESSOR	24862,46	23332	23332,2	21499,3
2E -7	DRIER REGENERATION EXCHANGER	8647,00	8647,00	8647,00	12524,00
MP STEAM(KG/HR)					
2KT-2	DRIER REACTIVATION COMPRESSOR	9687,00	9687,00	9687,00	9687,00
1GT-1	LEAN SOLUTION PUMP	23465,00	0	0	
1GT-4	LEAN SOLUTION BOOSTER	12284,00	0	0	
2GT - 3	LUBE & SEAL OIL 2K-1	862	862	862	862
2GT - 4	LUBE & SEAL OIL 2K-2	1769	1769	1769	1769
4GT - 6	LUBE & SEAL OIL 4K-1	5035	5035	5035	5035
4GT - 7	LUBE & SEAL OIL 4K-2	5216	5216	5216	5216
4GT - 8	LUBE & SEAL OIL 4K-3	5216	5216	5216	5216
4GT - 9	LUBE & SEAL OIL 4K-3	953	953	953	953
31H-37,36	GLAND SEAL STEAM CONDENSOR EJECTOR	604	604	604	604
LP STEAM (KG/HR)					
1E - 5	AMINE REGENERATOR REBOILER	94720	94720	94720	94720
1E - 105	CONDENSATE PREHEATER	454	544	454	544
3E - 1	SCRUB COLUMN REBOILER	3454	3454	3454	3454
3E - 4	DE-C2 COLUMN REBOILER	4943	4943	4943	4943
3E - 6	DE-C3 COLUMN REBOILER	5634	5634	5634	5634
3E - 8	DE-C4 COLUMN REBOILER	11112	11112	11112	11112
3E - 17	DE-C2 OVERHEAD REBOILER	80	80	80	80
4H - 1,2,4,5,7,8	1 st STAGE & 2 nd STAGE STEAM EJECTOR FOR 4E-15,20,25	1315	1315	1315	1315
4H - 3,6,9	GLAND SEAL STEAM CONDENSOR EJECTOR	726	726	726	726
31H - 40,41,43,44	1 st STAGE & 2 nd STAGE STEAM EJECTOR FOR 31E-95,96	504	504	504	504

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Lampiran 23 – Dokumentasi



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta





Lampiran 24 – Daftar Riwayat Hidup



1. Nama Lengkap : Achmad Abdurrohman
2. NIM : 2002322006
3. Tempat, Tanggal Lahir : Cilacap, 15 Januari 2002
4. Jenis Kelamin : Laki-laki
5. Alamat : Jl. Ulin PC PC No. 05A Kompleks PT Badak NGL, Satimpo, Bontang Selatan, Kota Bontang, Kalimantan Timur
6. E-mail : abdrrohman40@gmail.com
7. Pendidikan
 - SD (2008-2014) : SD N Rawajaya 04
 - SMP (2014-2017) : SMP N 2 Bantarsari
 - SMA (2017-2020) : SMA N 1 Cilacap
8. Program Studi : Teknologi Rekayasa Konversi Energi
9. Bidang Peminatan : Teknik Pengolahan Gas
10. Tempat Penelitian : PT Badak NGL
11. Judul Penelitian : Analisis *Steam Balance* dan Mitigasi *Excess Steam* Melalui Penambahan *Condenser* untuk Mengurangi *Low Pressure Steam Losses* di PT Badak NGL

POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta