



© 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



**PENINGKATAN KINERJA *BOILER* KAPASITAS 25 LITER  
PADA SISTEM PENGERING IKAN BERBASIS UAP  
*SUPERHEAT* SKALA LABORATORIUM**

**SKRIPSI**

Disusun Oleh:

**Patrick Geovani Sitorus**

**NIM. 2202421053**

**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN  
TEKNOLOGI REKAYASA PEMBANGKIT ENERGI  
JURUSAN TEKNIK MESIN  
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA**

**JULI, 2026**



© 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



**PENINGKATAN KINERJA *BOILER* KAPASITAS 25 LITER  
PADA SISTEM PENGERING IKAN BERBASIS UAP  
*SUPERHEAT* SKALA LABORATORIUM**

**SKRIPSI**

Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan Sarjana Terapan Program Studi Teknologi Rekayasa Pembangkit Energi, Jurusan Teknik Mesin

Disusun Oleh:

**Patrick Geovani Sitorus**

**NIM. 2202421053**

**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN  
TEKNOLOGI REKAYASA PEMBANGKIT ENERGI  
JURUSAN TEKNIK MESIN  
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA**

**JULI, 2026**



## © 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



*“Skripsi ini kupersembahkan untuk bapak, mama, bangsa dan almamater”*

*”Never give up That’s the words I’ve always wanted, just light it up life is full of  
mystery and misery, Depends on how you choose the way. I won’t give up, from  
those memories, Just fight your enemies, life still goes on  
Comeback Again, and bring back the memories  
Just fight your enemies, life still goes on”  
Bring Back the Memories by White Swan*



**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

### HALAMAN PERSETUJUAN SKRIPSI

#### PENINGKATAN KINERJA *BOILER* KAPASITAS 25 LITER PADA SISTEM PENGERING IKAN BERBASIS UAP *SUPERHEAT* SKALA LABORATORIUM

Oleh:

Patrick Geovani Sitorus

NIM. 2202421053

Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Pembangkit Energi

Skripsi telah disetujui oleh pembimbing

Pembimbing 1

Dr. Candra Damis Widiawaty, S.T.P., M.T.

NIP. 198201052014042001

Pembimbing 2

Fitri Wijayanti, S.Si., M.Eng

NIP. 198509042014042001

Kepala Program Studi

Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Pembangkit Energi

Cecep Slamet Abadi, S.T., M.T.

NIP. 196605191990031002



**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 PENGESAHAN SKRIPSI

### HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI

#### PENINGKATAN KINERJA *BOILER* KAPASITAS 25 LITER PADA SISTEM PENGERING IKAN BERBASIS UAP *SUPERHEAT* SKALA LABORATORIUM

Oleh:

Patrick Geovani Sitorus  
NIM. 2202421053

Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Pembangkit Energi

Telah berhasil dipertahankan dalam sidang sarjana terapan di hadapan Dewan  
Pengujian pada tanggal.....dan diterima sebagai persyaratan untuk memperoleh gelar  
Sarjana Terapan pada Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa  
Pembangkit Energi Jurusan Teknik Mesin

#### DEWAN PENGUJI

| No. | Nama                                                                | Posisi<br>Penguji | Tanda<br>Tangan | Tanggal      |
|-----|---------------------------------------------------------------------|-------------------|-----------------|--------------|
| 1.  | Dr. Candra Damis Widiawaty, S.T.P., M.T.<br>NIP. 198201052014042001 | Ketua<br>Sidang   |                 | 15 Juli 2026 |
| 2.  | Prof., Dr. Tatun Hayatun Nufus, M.Si.<br>NIP. 196604161995122001    | Penguji 1         |                 | 10 Juli 2026 |
| 3.  | Ir., Haolia Rahman, S.T., M.T., Ph.D.<br>NIP. 198406122012121001    | Penguji 2         |                 | 10 Juli 2026 |
| 4.  | Akhmad Junaidi, S.E., M.E<br>NIP. 196006231986031001                | Penguji 3         |                 | 13 Juli 2026 |

Depok, 17 Juli 2026

Disahkan oleh:

Ketua Jurusan Teknik Mesin

Dr. Fuad Zainuri, S.T., M.Si.  
NIP. 197602252000121002



**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

## LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS

### LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Patrick Geovani Sitorus

NIM : 2202421053

Program Studi : Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Pembangkit Energi

Menyatakan bahwa yang dituliskan di dalam 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 skripsi telah saya kutip dan saya rujuk sesuai dengan etika ilmiah.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.



pok, 17 Juli 2026

Patrick Geovani Sitorus  
NIM. 2202421053



**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

## **PENINGKATAN KINERJA *BOILER* KAPASITAS 25 LITER PADA SISTEM PENGERING IKAN BERBASIS UAP *SUPERHEAT* SKALA LABORATORIUM**

**Patrick Geovani Sitorus<sup>1)</sup>, Candra Damis Widiawaty<sup>1)</sup>, Fitri Wijayanti<sup>1)</sup>**

<sup>1)</sup>Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Pembangkit Energi, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Kampus UI Depok, 16424

Email: patrick.geovani.sitorus.tm22@mhs.wpnj.ac.id

### **ABSTRAK**

Proses pengeringan ikan tradisional memakan waktu lama dan sangat bergantung pada cuaca, sehingga teknologi pengeringan uap superheat merupakan alternatif yang lebih efisien. Namun, *boiler* sebagai komponen yang menghasilkan uap berpotensi kehilangan panas ke lingkungan jika tidak diisolasi, yang dapat mengurangi efisiensi termal dan meningkatkan konsumsi bahan bakar. Studi ini bertujuan untuk menentukan karakteristik operasional *boiler* pipa api 25 liter sebelum dan sesudah diisolasi. Metode yang digunakan adalah metode kuantitatif dengan pendekatan eksperimental pada tekanan operasi 1 atm dengan bahan bakar LPG. Kinerja *boiler* dianalisis menggunakan metode langsung dengan membandingkan kondisi tanpa isolator dengan variasi isolator *ceramic fiber* dengan ketebalan 25 mm dan 50 mm serta *rockwool* dengan ketebalan 25 mm. Hasil menunjukkan bahwa *boiler* tanpa isolator memiliki kinerja terendah, dengan kehilangan panas 526,20 W, efisiensi termal 61%, dan *Specific Fuel Consumption* (SFC) 0,09055 kg bahan bakar/kg uap. Pemasangan isolator dapat secara signifikan meningkatkan kinerja *boiler*. Isolator *ceramic fiber* 50 mm memberikan hasil terbaik, mengurangi heat loss hingga 98,51 W, meningkatkan efisiensi hingga 85%, dan mengurangi SFC hingga 0,06461 kg bahan bakar/kg uap. Kinerja ini disebabkan oleh ketebalan 50 mm yang paling mendekati ketebalan optimum teoritis material yaitu 60,2 mm.

Kata Kunci: *Boiler*, *Ceramic Fiber*, Efisiensi, *Heat Loss*, *Rockwool*, *Specific Fuel Consumption*



**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

## **IMPROVING THE PERFORMANCE OF A 25 LITER CAPACITY BOILER IN A LABORATORY-SCALE SUPERHEAT STEAM-BASED FISH DRYING SYSTEM**

**Patrick Geovani Sitorus<sup>1)</sup>, Candra Damis Widiawaty<sup>1)</sup>, Fitri Wijayanti<sup>1)</sup>**

*<sup>1)</sup>Study Program of Bachelor of Applied Energy Generation Engineering Technology, Department of Mechanical Engineering, Politeknik Negeri Jakarta, Kampus UI Depok 16425, Indonesia*

*Email Address: patrick.geovani.sitorus.tm22@mhsw.pnj.ac.id*

### **ABSTRACT**

*The traditional fish drying process is time-consuming and highly dependent on the weather, making superheated steam drying technology a more efficient alternative. However, the boiler, as a component that produces steam, has the potential to lose heat to the environment if not insulated, which can reduce thermal efficiency and increase fuel consumption. This study aims to determine the operational characteristics of a 25-liter fire tube boiler before and after insulation. The method used is a quantitative method with an experimental approach at an operating pressure of 1 atm with LPG fuel. Boiler performance was analyzed using a direct method by comparing conditions without an insulator with variations in ceramic fiber insulators with a thickness of 25 mm and 50 mm and rockwool with a thickness of 25 mm. The results showed that the boiler without an insulator had the lowest performance, with a heat loss of 526.20 W, a thermal efficiency of 61%, and a Specific Fuel Consumption (SFC) of 0.09055 kg fuel/kg steam. The installation of an insulator can significantly improve boiler performance. The 50 mm ceramic fiber insulator provided the best results, reducing heat loss to 98.51 W, increasing efficiency to 85%, and reducing SFC to 0.06461 kg fuel/kg vapor. This performance is due to the 50 mm thickness being closest to the material's theoretical optimum thickness of 60.2 mm.*

*Keywords: Boiler, Ceramic Fiber, Efficiency, Heat Loss, Rockwool, Specific Fuel Consumption*



**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

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “PENINGKATAN KINERJA *BOILER* KAPASITAS 25 LITER PADA SISTEM PENDINGIN IKAN BERBASIS UAP *SUPERHEAT* SKALA LABORATORIUM”. Penyusunan skripsi ini dilakukan sebagai salah satu persyaratan untuk menyelesaikan pendidikan Sarjana Terapan pada Program Studi Teknologi Rekayasa Pembangkit Energi, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta. Dalam proses penyusunan skripsi ini, penulis menyadari bahwa keberhasilan tersebut tidak terlepas dari dukungan dan bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan apresiasi dan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah berkontribusi dan membantu dalam penyusunan skripsi ini, di antaranya:

1. Tuhan Yesus yang telah memberikan kesempatan serta rahmat dan karunia-Nya kepada penulis.
2. Terima kasih kepada Politeknik Negeri Jakarta yang telah memberikan hibah kegiatan Skema Penelitian Project Based Learning (PBL) dengan nomor surat keterangan 184/DST/PL3.14/B/PT.00.03/2026.
3. Terima kasih kepada laboratorium konversi energi Politeknik Negeri Jakarta yang telah memberikan fasilitas penelitian.
4. Bapak Dr. Fuad Zainuri, S.T., M.Si, selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta.
5. Bapak Cecep Slamet Abadi, S.T., M.T, selaku Kepala Program Studi Teknologi Rekayasa Pembangkit Energi.
6. Ibu Dr. Candra Damis Widiawaty, S.T.P., M.T. dan Ibu Fitri Wijayanti, S.Si., M.Eng, selaku dosen pembimbing yang telah membimbing penulis hingga penelitian ini selesai.
7. Bapa Herianto Sitorus dan Mama Yuniar Pakpahan, selaku orang tua penulis yang telah memberikan doa, semangat, dukungan moral yang tak henti – hentinya.



## © 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. Kepada Jatmiko Sudarmadji, Syalif Fadhilah Rohman, dan Zaenal Muttaqien Ugi Jaelani, selaku partner proyek yang selalu semangat dalam mengerjakan proyek, selalu bersama dalam suka maupun duka.
9. Kepada teman – teman gereja yang selalu menemani penulis dikala suka maupun duka.
10. Kepada teman – teman seperjuangan di Program Studi Teknologi Rekayasa Pembangkit Energi dan Teknologi Rekayasa Konversi Energi yang selalu memberikan dukungan dan kebersamaan selama masa studi.
11. Kepada seseorang yang penulis sayangi dan cintai di masa depan nanti, terima kasih untuk selalu mendoakan saya, sehingga saya dapat berada di titik ini.
12. Kepada grup PKB yang telah menjadi teman serta penyemangat penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan perkuliahan dengan senang dan berkesan.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna, baik dari segi isi maupun penyajian. Oleh karena itu, penulis terbuka terhadap segala bentuk kritik dan saran yang membangun demi perbaikan di masa yang akan datang. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan dan menjadi referensi bagi penelitian selanjutnya.

Depok, 17 Juli 2026

Patrick Geovani Sitorus

NIM. 2202421053



**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 ISI

|                                                                  |      |
|------------------------------------------------------------------|------|
| HALAMAN PERSETUJUAN .....                                        | ii   |
| HALAMAN PENGESAHAN .....                                         | iii  |
| LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS .....                             | iv   |
| ABSTRAK .....                                                    | v    |
| ABSTRACT .....                                                   | vi   |
| KATA PENGANTAR.....                                              | vii  |
| DAFTAR ISI.....                                                  | viii |
| DAFTAR GAMBAR .....                                              | x    |
| DAFTAR TABEL .....                                               | xi   |
| DAFTAR LAMPIRAN .....                                            | xii  |
| BAB I PENDAHULUAN.....                                           | 1    |
| 1.1 Latar Belakang Penelitian .....                              | 1    |
| 1.2 Rumusan Masalah Penelitian .....                             | 2    |
| 1.3 Batasan Masalah.....                                         | 3    |
| 1.4 Tujuan Penelitian.....                                       | 3    |
| 1.5 Manfaat Penelitian .....                                     | 3    |
| 1.6 Sistematika Penulisan Skripsi .....                          | 3    |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....                                     | 5    |
| 2.1 Superheated Steam Drying.....                                | 5    |
| 2.1.1 Pengertian <i>Superheated Steam Drying</i> .....           | 5    |
| 2.1.2 Prinsip Kerja <i>Superheated Steam Drying</i> .....        | 5    |
| 2.1.3 Komponen Pada Sistem <i>Superheated Steam Drying</i> ..... | 6    |
| 2.2 Boiler.....                                                  | 8    |
| 2.2.1 Pengertian <i>Boiler</i> .....                             | 8    |
| 2.2.2 Jenis <i>Boiler</i> .....                                  | 8    |
| 2.2.3 Sistem <i>Boiler</i> .....                                 | 10   |
| 2.2.4 Prinsip kerja <i>boiler</i> .....                          | 11   |
| 2.2.5 Prinsip Dasar Termodinamika Pada <i>Boiler</i> .....       | 11   |
| 2.2.6 <i>Steam</i> .....                                         | 13   |



**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

|                                                                                 |           |
|---------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 2.2.7 Proses Pembakaran.....                                                    | 14        |
| 2.2.8 Perpindahan Panas .....                                                   | 16        |
| 2.2.9 Bahan bakar LPG ( <i>Liquified Petroleum Gas</i> ).....                   | 23        |
| 2.2.10 <i>Specific Fuel Consumption</i> (SFC).....                              | 25        |
| 2.2.11 Efisiensi <i>Boiler</i> .....                                            | 26        |
| 2.3 Kajian Literatur .....                                                      | 28        |
| 2.4 Kerangka Pemikiran.....                                                     | 36        |
| <b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>                                      | <b>37</b> |
| 3.1 Jenis Penelitian.....                                                       | 37        |
| 3.1.1 Diagram Alir.....                                                         | 37        |
| 3.2 Objek Penelitian .....                                                      | 39        |
| 3.2.1 Komponen <i>boiler</i> .....                                              | 40        |
| 3.3 Prosedur Pengujian .....                                                    | 41        |
| 3.3.1 Variasi Variabel Penelitian .....                                         | 41        |
| 3.3.2 Prosedur Set-up Alat dan Pengujian <i>Boiler</i> .....                    | 41        |
| 3.3.3 Skema Penelitian.....                                                     | 46        |
| 3.3.4 Titik Pengukuran .....                                                    | 47        |
| 3.4 Jenis dan Sumber Data Penelitian .....                                      | 48        |
| 3.5 Alat dan Bahan .....                                                        | 48        |
| 3.6 Metode Pengumpulan Data .....                                               | 52        |
| 3.7 Metode Analisis Data .....                                                  | 53        |
| <b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>                                         | <b>56</b> |
| 4.1 Analisa Data Awal .....                                                     | 56        |
| 4.2 Analisis Pengaruh Ketebalan Isolator terhadap Laju Alir Massa Uap .....     | 58        |
| 4.3 Analisis Pengaruh Ketebalan Isolator terhadap Konsumsi Bahan Bakar ...      | 60        |
| 4.4 Analisis Pengaruh Ketebalan Isolator terhadap Laju Kenaikan Suhu Air ..     | 62        |
| 4.5 Analisis Pengaruh Ketebalan Isolator terhadap <i>Heat Loss</i> .....        | 63        |
| 4.6 Analisis Pengaruh Ketebalan Isolator terhadap Efisiensi <i>Boiler</i> ..... | 71        |
| 4.7 Analisis Pengaruh Ketebalan Isolator terhadap SFC .....                     | 73        |
| 4.8 Estimasi Ketebalan Optimum Isolator .....                                   | 75        |
| 4.9 Evaluasi Kinerja <i>Boiler</i> terhadap Pengaruh Variabel Isolator.....     | 76        |



**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

|                              |           |
|------------------------------|-----------|
| <b>BAB V KESIMPULAN.....</b> | <b>78</b> |
| 5.1 Kesimpulan .....         | 78        |
| 5.2 Saran.....               | 78        |
| <b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>   | <b>80</b> |
| <b>LAMPIRAN.....</b>         | <b>85</b> |



**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 GAMBAR**

|                                                                                    |    |
|------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <i>Gambar 2. 1 Blok diagram superheated steam drying .....</i>                     | 5  |
| <i>Gambar 2. 2 Boiler .....</i>                                                    | 6  |
| <i>Gambar 2. 3 Superheated steam .....</i>                                         | 7  |
| <i>Gambar 2. 4 Pengering.....</i>                                                  | 7  |
| <i>Gambar 2. 5 Fire tube boiler .....</i>                                          | 9  |
| <i>Gambar 2. 6 Water tube boiler.....</i>                                          | 9  |
| <i>Gambar 2. 7 Diagram Fase Uap .....</i>                                          | 14 |
| <i>Gambar 2. 8 Segitiga Pembakaran.....</i>                                        | 15 |
| <i>Gambar 2. 9 Perpindahan panas secara konduksi .....</i>                         | 16 |
| <i>Gambar 2. 10 Perpindahan panas secara konveksi .....</i>                        | 19 |
| <i>Gambar 2. 11 Perpindahan panas radiasi.....</i>                                 | 22 |
| <i>Gambar 2. 12 Direct Method Efficiency .....</i>                                 | 27 |
| <i>Gambar 3. 1 Diagram alir .....</i>                                              | 37 |
| <i>Gambar 3. 2 Boiler .....</i>                                                    | 39 |
| <i>Gambar 3. 3 Komponen boiler .....</i>                                           | 40 |
| <i>Gambar 3. 4 Setting timbangan ke Nol.....</i>                                   | 42 |
| <i>Gambar 3. 5 Mengisi air ke dalam boiler.....</i>                                | 42 |
| <i>Gambar 3. 6 Menimbang massa awal tabung LPG.....</i>                            | 42 |
| <i>Gambar 3. 7 Mempersiapkan alat ukur .....</i>                                   | 43 |
| <i>Gambar 3. 8 Menyalakan api kompor .....</i>                                     | 43 |
| <i>Gambar 3. 9 Pengukuran waktu menggunakan stopwatch.....</i>                     | 44 |
| <i>Gambar 3. 10 Menimbang bahan bakar setelah pengujian.....</i>                   | 44 |
| <i>Gambar 3. 11 Skema pengujian .....</i>                                          | 46 |
| <i>Gambar 3. 12 Titik pengukuran thermocouple .....</i>                            | 47 |
| <i>Gambar 3. 13 Thermocouple Type K .....</i>                                      | 49 |
| <i>Gambar 3. 14 Rangkaian thermocouple menggunakan arduino dan max 6675 ..</i>     | 50 |
| <i>Gambar 3. 15 Ceramic fiber .....</i>                                            | 51 |
| <i>Gambar 3. 16 rockwool.....</i>                                                  | 52 |
| <i>Gambar 4. 1 Pengaruh Ketebalan Isolator terhadap Laju Aliran Massa Uap ....</i> | 59 |



## © 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

|                                                                                   |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----|
| <i>Gambar 4. 2 Pengaruh Ketebalan Isolator terhadap Konsumsi Bahan Bakar.....</i> | 61 |
| <i>Gambar 4. 3 Grafik Kenaikan Suhu Air.....</i>                                  | 62 |
| <i>Gambar 4. 4 Pengaruh Ketebalan Isolator terhadap Heat Loss .....</i>           | 70 |
| <i>Gambar 4. 5 Pengaruh Ketebalan Isolator terhadap Efisiensi Boiler .....</i>    | 72 |
| <i>Gambar 4. 6 Pengaruh Ketebalan Isolator terhadap Specific Fuel Consumption</i> | 74 |





**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 TABEL**

|                                                                                                          |           |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <i>Tabel 2. 1 Keuntungan dan kerugian boiler berdasarkan tipe pipa .....</i>                             | <i>10</i> |
| <i>Tabel 2. 2 Nilai konduktifitas (k) dan difusifitas (<math>\alpha</math>) dari beberapa bahan.....</i> | <i>18</i> |
| <i>Tabel 2. 3 Emisivitas beberapa material.....</i>                                                      | <i>23</i> |
| <i>Tabel 2. 4 Spesifikasi Bahan Bakar LPG .....</i>                                                      | <i>24</i> |
| <i>Tabel 2. 5 HHV dan LHV LPG .....</i>                                                                  | <i>25</i> |
| <i>Tabel 2. 6 Kajian Literatur.....</i>                                                                  | <i>28</i> |
| <i>Tabel 3. 1 Spesifikasi Boiler .....</i>                                                               | <i>39</i> |
| <i>Tabel 3. 2 Spesifikasi Timbangan Badan Digital .....</i>                                              | <i>48</i> |
| <i>Tabel 3. 3 Spesifikasi Thermocouple Type K.....</i>                                                   | <i>49</i> |
| <i>Tabel 3. 4 Spesifikasi Ceramic Fiber .....</i>                                                        | <i>51</i> |
| <i>Tabel 3. 5 Spesifikasi Rockwool .....</i>                                                             | <i>52</i> |
| <i>Tabel 4. 1 Perhitungan standar deviasi dan koefisien variasi .....</i>                                | <i>56</i> |
| <i>Tabel 4. 2 Laju aliran massa uap .....</i>                                                            | <i>59</i> |
| <i>Tabel 4. 3 Konsumsi bahan bakar .....</i>                                                             | <i>60</i> |
| <i>Tabel 4. 4 Skema hambatan termal .....</i>                                                            | <i>64</i> |
| <i>Tabel 4. 5 Keterangan hambatan termal.....</i>                                                        | <i>65</i> |
| <i>Tabel 4. 6 Heat loss .....</i>                                                                        | <i>70</i> |
| <i>Tabel 4. 7 Efisiensi boiler.....</i>                                                                  | <i>72</i> |
| <i>Tabel 4. 8 Specific Fuel Consumption .....</i>                                                        | <i>74</i> |
| <i>Tabel 4. 9 Ketebalan optimum isolator .....</i>                                                       | <i>76</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 mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

**DAFTAR LAMPIRAN**

|                                                                    |    |
|--------------------------------------------------------------------|----|
| Lampiran 1 Daftar Riwayat Hidup.....                               | 85 |
| Lampiran 2 Perhitungan Laju Aliran Massa Uap secara lengkap .....  | 85 |
| Lampiran 3 Perhitungan laju aliran bahan bakar secara lengkap..... | 86 |
| Lampiran 4 Tabel Pengukuran Massa Air.....                         | 87 |
| Lampiran 5 Tabel Pengukuran Konsumsi Bahan Bakar .....             | 88 |
| Lampiran 6 Temperatur Operasional <i>Boiler</i> .....              | 89 |
| Lampiran 7 Tabel Constanta C dan m.....                            | 90 |
| Lampiran 8 Tabel Udara.....                                        | 91 |





**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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

## BAB I PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang Penelitian

Dalam penanganan pascapanen, pengeringan merupakan proses penting untuk menurunkan kadar air dan memperpanjang umur simpan ikan yang mudah mengalami kerusakan. Metode pengeringan tradisional dengan penjemuran matahari masih banyak digunakan, namun memiliki beberapa keterbatasan, seperti ketergantungan terhadap cuaca, waktu pengeringan yang lama, serta risiko kontaminasi debu, serangga, dan mikroorganisme [1]. Selain itu, proses pengeringan menggunakan energi dari matahari dapat memerlukan waktu hingga 27,6 jam [2]. Oleh karena itu, diperlukan alternatif teknologi pengeringan yang lebih efektif dan terkontrol.

Salah satu teknologi yang dapat digunakan adalah pengeringan menggunakan *superheated steam*, yaitu uap air yang dipanaskan hingga melebihi titik jenuh pada tekanan tertentu. Metode ini diketahui dapat meningkatkan kualitas produk serta menghasilkan proses pengeringan yang lebih merata dibandingkan metode konvensional [3]. Dalam sistem pengering berbasis *superheated steam*, *boiler* merupakan komponen utama yang berfungsi menghasilkan uap panas untuk proses pengeringan.

Kinerja *boiler* sangat berpengaruh terhadap keberhasilan proses pengeringan, terutama dalam menghasilkan uap dengan energi panas yang cukup. Namun, dalam proses operasinya, *boiler* dapat mengalami kehilangan panas ke lingkungan, terutama jika tidak menggunakan isolasi termal. Kehilangan panas ini dapat menyebabkan efisiensi *boiler* menurun serta meningkatkan penggunaan bahan bakar.

Berbagai penelitian telah dilakukan untuk menganalisis efisiensi *boiler* dengan mempertimbangkan jenis bahan bakar dan kondisi operasional. Hasil penelitian menunjukkan bahwa efisiensi *boiler* dipengaruhi oleh karakteristik pembakaran serta kehilangan panas yang terjadi selama proses operasi [4][5][6]. Salah satu penelitian menunjukkan bahwa efisiensi *boiler* dapat mencapai 65,58% pada kondisi operasi tertentu, seperti penggunaan bahan bakar dan tekanan kerja yang

telah ditentukan [6], serta dapat meningkat hingga 72,14% dengan pengaturan rasio udara dan bahan bakar yang optimal [5]. Namun, penelitian-penelitian tersebut umumnya hanya berfokus pada aspek pembakaran dan performa *boiler*, sehingga belum mempertimbangkan secara langsung pengaruh kehilangan panas ke lingkungan akibat tidak adanya isolasi termal, dan analisis perhitungan kinerja dari *boiler* dilakukan pada UMKM laundry, sedangkan penelitian ini melakukan analisis perhitungan efisiensi dari *boiler* pada sistem pengering makanan berbasis uap *superheat*. Di sisi lain, penelitian mengenai penggunaan isolator menunjukkan bahwa isolasi termal dapat mengurangi kehilangan panas dan meningkatkan efisiensi energi pada sistem pemanasan. Penggunaan material isolasi seperti NBR (*Nitrile Butadiene Rubber*) terbukti mampu mempercepat proses pemanasan dan meningkatkan kinerja sistem [7], penelitian tersebut dilakukan pada objek panci vakum pada proses pembuatan gula aren. Selain itu, penggunaan isolasi pada sistem perpipaan uap juga terbukti mampu menekan *heat loss* secara signifikan [8], penelitian tersebut dilakukan pada insulasi pipa pada *fire tube boiler* pada industri kilang minyak dan gas dengan ketebalan insulasi 7,5 cm dengan material *rockwool*.

Namun demikian, sebagian besar penelitian tersebut masih dilakukan secara terpisah. Penelitian efisiensi *boiler* umumnya berfokus pada proses pembakaran, sedangkan penelitian mengenai isolator lebih banyak diterapkan pada komponen lain seperti pipa. Penelitian yang mengkaji secara langsung pengaruh variasi ketebalan isolator terhadap kehilangan panas dan efisiensi *boiler* masih belum banyak dibahas, khususnya pada sistem pengering ikan berbasis *superheated steam*. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk menganalisis pengaruh ketebalan isolator terhadap karakteristik *boiler* pada sistem pengering ikan berbasis *superheated steam*.

## 1.2 Rumusan Masalah Penelitian

Berdasarkan latar belakang yang penulis sampaikan, dalam penelitian ini peneliti memiliki beberapa rumusan masalah yaitu:

1. Bagaimana pengaruh penggunaan isolator pada *boiler* terhadap *heat loss*.
2. Bagaimana pengaruh penggunaan isolator pada *boiler* terhadap efisiensi *boiler*?

### 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

3. Bagaimana pengaruh penggunaan isolator pada *boiler* terhadap *specific fuel consumption* dan banyaknya produksi uap?

### 1.3 Batasan Masalah

Agar pembahasan pada penelitian ini tetap terfokus dan sistematis, maka ditetapkan batasan masalah pada penelitian ini sebagai berikut:

1. Objek penelitian pada *boiler* berkapasitas 25 liter.
2. Metode perhitungan efisiensi menggunakan *direct method*.
3. Bahan bakar yang digunakan LPG.
4. Isolator yang digunakan *ceramic fiber* dan *rockwool*

### 1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan pada penelitian ini sebagai berikut:

1. Menganalisis pengaruh isolator terhadap *heat loss* pada *boiler*.
2. Menganalisis pengaruh isolator terhadap efisiensi *boiler*.
3. Menganalisis pengaruh isolator terhadap *specific fuel consumption* dan banyaknya produksi uap.

### 1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat pada penelitian ini sebagai berikut:

1. Penelitian ini dapat menjadi alternatif pengembangan teknologi pengeringan berbasis uap *superheat* menggunakan *boiler* skala kecil. Selain itu, hasil dari penelitian ini dapat digunakan sebagai acuan dalam meningkatkan efisiensi termal *boiler* dari penggunaan isolator sehingga konsumsi bahan bakar dan *heat loss* dapat dikurangi.
2. Penelitian ini dapat memberikan pemahaman dari penggunaan isolator terhadap kinerja dari *boiler*, meliputi efisiensi dari *boiler*, *heat loss*, dan *specific fuel consumption*.

### 1.6 Sistematika Penulisan Skripsi

#### A. BAB I PENDAHULUAN

Bab ini merupakan bagian awal penelitian yang menguraikan latar belakang permasalahan, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, serta sistematika penulisan secara keseluruhan.



**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

**B. BAB II TINJAUAN PUSATAKA**

Bab ini merupakan bab tinjauan pustaka yang berguna untuk memaparkan dasar teori yang digunakan dalam penelitian skripsi ini. Landasan teori serta kajian literatur yang digunakan didapatkan dari jurnal, buku, manual book, serta informasi kredibel dari internet.

**C. BAB III METODE PENELITIAN**

Bab ini merupakan bagian dimana penulis akan memaparkan sumber data penelitian, cara pengumpulan data, serta metode apa yang digunakan dalam analisis data.

**D. BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN**

Bab ini merupakan bagian yang membahas pengolahan data yang telah diperoleh dari berbagai sumber. Melalui proses pengolahan data tersebut, hasil penelitian diharapkan dapat tersaji secara sistematis dan komprehensif.

**E. BAB V PENUTUP**

Bab ini merupakan bagian yang berisi kesimpulan yang didapatkan dari penelitian dan saran yang didapatkan dari hasil penelitian.

**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

## BAB V

### KESIMPULAN

#### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis karakteristik pada *boiler* berkapasitas 25 liter dalam sistem pengering ikan berbasis uap *superheat* skala laboratorium, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Penggunaan isolator berhasil mengurangi *heat loss* secara drastis dari 526,21 W (tanpa isolator) menjadi 155,85 W (*Rockwool* 25 mm), 145,29 W (*Ceramic Fiber* 25 mm), hingga 98,51 W (*Ceramic Fiber* 50 mm).
2. Efisiensi *boiler* meningkat seiring dengan peningkatan kualitas dan ketebalan isolator, yaitu dari 61% (tanpa isolator), menjadi 65% (*Rockwool* 25 mm), 76% (*Ceramic Fiber* 25 mm), dan tertinggi 85% (*Ceramic Fiber* 50 mm).
3. Penggunaan isolator mampu menghemat penggunaan bahan bakar yang nilainya dapat dilihat dari nilai *specific fuel consumption* dari variasi isolator, yaitu nilai 0,09055 kg bahan bakar/kg uap (tanpa isolator), 0,08395 kg bahan bakar/kg uap (*Rockwool* 25 mm), 0,07250 kg bahan bakar/kg uap (*Ceramic Fiber* 25 mm), dan 0,06461 kg/kg uap (*Ceramic Fiber* 50 mm).

#### 5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, terdapat beberapa saran yang didapat dilakukan oleh penelitian selanjutnya, yaitu sebagai berikut:

1. Pengujian ketebalan optimum isolator masih bersifat teoritis, maka dari itu peneliti selanjutnya diharapkan untuk menggunakan isolator dengan ketebalan optimum yang telah ditentukan guna memvalidasi data perhitungan teoritis terhadap hasil eksperimen.
2. Disarankan untuk peneliti selanjutnya, untuk mendapatkan efisiensi dari *boiler* yang lebih optimal, *boiler* dapat dimodifikasi dengan memperluas bidang permukaan dari *boiler* seperti penambahan pipa – pipa api didalam *boiler*.

**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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

3. Berdasarkan hasil analisis teknis dan efisiensi *boiler*, sistem pengering ikan berbasis uap *superheated* ini sangat direkomendasikan untuk proses pengeringan ikan. Penggunaan *boiler* skala kecil dengan kapasitas 25 liter terbukti mampu menghasilkan uap yang dapat digunakan untuk proses pengeringan ikan, yang dimana metode pengeringan menggunakan uap *superheated* tidak bergantung kepada matahari dan tidak rentan terkena mikroorganisme dan bakteri.
4. Penggunaan isolator pada *boiler* kapasitas 25 liter mampu menghemat waktu pemanasan air hingga menjadi uap (27 menit 30 detik), sehingga dapat menekan nilai penggunaan bahan bakar. Penggunaan isolator tidak hanya memberikan efisiensi *boiler* yang baik dalam menekan *heat loss*, tetapi juga sangat ekonomis dan mudah diperoleh dipasar.

**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] A. Al-Ismaili, "A review on Solar Drying of Fish," *Journal of Agricultural and Marine Sciences*, vol. 26, no. 2, pp. 1–9, Mar. 2021, doi: 10.53541/jams.vol26iss2pp1-9.
- [2] B. Sidebang and E. Silvia, "'TEKO BERSAYAP' MODEL SOLAR DRYER FOR FISH DRYING," 2016.
- [3] J. Li, Q. C. Liang, and L. Bennamoun, "Superheated steam drying: Design aspects, energetic performances, and mathematical modeling," Jul. 01, 2016, *Elsevier Ltd.* doi: 10.1016/j.rser.2016.03.033.
- [4] N. Pratama Mukti, Danial, and M. Taufiqurrahman, "ANALISA EFISIENSI WATER TUBE BOILER DENGAN MENGGUNAKAN METODE LANGSUNG," 2021.
- [5] N. F. Caya, R. Daniar, and T. Tahdid, "Efisiensi Termal Water Tube Boiler Ditinjau Dari Rasio Udara Bahan Bakar Solar Dan Water Level Control Pada Produksi Superheated Steam," *Jurnal Penelitian Sains*, vol. 26, no. 3, p. 290, Dec. 2024, doi: 10.56064/jps.v26i3.1066.
- [6] D. A. Damanik *et al.*, "PURWARUPA MINIATUR WATER TUBE BOILER MENGGUNAKAN BAHAN BAKAR GAS KAPASITAS UAP 20 KG/JAM," 2022. [Online]. Available: <http://ojs.polmed.ac.id/index.php/Sinergi/index>
- [7] R. Aziz, "PENGARUH PENGGUNAAN ISOLATOR TERHADAP EFISIENSI ENERGI DAN PERFORMA PEMANASAN DALAM PROSES PRODUKSI GULA AREN," Jun. 2025.
- [8] D. Natalia Siahaya, A. N. Hatuwe, and J. Malakauseya, "Evaluasi Kinerja Insulasi Pipa Uap Panas Fire Tube Boiler Pada Industri Kilang Minyak Dan Gas," *Journal Mechanical Engineering*, Aug. 2024.
- [9] A. S. Mujumbar, "Handbook of Industrial Drying, Second Edition, Revised and Expanded." Accessed: Apr. 17, 2026. [Online]. Available: [https://books.google.co.id/books?hl=en&lr=&id=HyxmLC11HK8C&oi=fnd&pg=PA1071&dq=superheated+steam+drying+adalah&ots=hTPcli9U8o&sig=z6cCk0WDN1vHOk6czDTgcPCW8NA&redir\\_esc=y#v=onepage&q&f=false](https://books.google.co.id/books?hl=en&lr=&id=HyxmLC11HK8C&oi=fnd&pg=PA1071&dq=superheated+steam+drying+adalah&ots=hTPcli9U8o&sig=z6cCk0WDN1vHOk6czDTgcPCW8NA&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false)
- [10] H. C. Van Deventer and R. M. H. Heijmans, "Drying with superheated steam," *Drying Technology*, vol. 19, no. 8, pp. 2033–2045, 2007, doi: 10.1081/DRT-100107287.
- [11] heri, "Pengetahuan Umum Boiler," Apr. 2017.



**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

- [12] A. H. Aliyah, "Megah Anugerah Energi." Accessed: Jun. 29, 2026. [Online]. Available: <https://solarindustri.com/blog/fire-tube-boiler/>
- [13] R. Subagyo, "B A H A N A J A R SISTEM PEMBANGKIT DAN TURBIN UAP HMKB760 PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT 2018," 2018.
- [14] "SUPERHEATER BAND HEATER." Accessed: Jun. 29, 2026. [Online]. Available: <https://haikanko.net/tips-for-supporting-using-level-band-in-rolling-piping>
- [15] E. Achdi *et al.*, "Pengujian Kondisi Pengeringan Produk Pangan pada Pengering Kabinet," Badan Kerjasama Teknik Mesin - Indonesia, Feb. 2025, pp. 45–52. doi: 10.71452/590888.
- [16] A. Rahmansyah, "Jenis Jenis Boiler," [https://www.academia.edu/43053942/Jenis\\_Jenis\\_Boiler](https://www.academia.edu/43053942/Jenis_Jenis_Boiler). Accessed: Feb. 26, 2026. [Online]. Available: [https://www.academia.edu/43053942/Jenis\\_Jenis\\_Boiler](https://www.academia.edu/43053942/Jenis_Jenis_Boiler)
- [17] "Water Tube Boilers: Types, Functions and Uses." Accessed: Apr. 16, 2026. [Online]. Available: <https://www.iqsdirectory.com/articles/boiler/water-tube-boilers.html>
- [18] A. Sugiharto, "Tinjauan Teknis Pengoperasian Dan Pemeliharaan Boiler," 2016, Accessed: Feb. 26, 2026. [Online]. Available: [https://www.academia.edu/90789145/Tinjauan\\_Teknis\\_Pengoperasian\\_Dan\\_Pemeliharaan\\_Boiler](https://www.academia.edu/90789145/Tinjauan_Teknis_Pengoperasian_Dan_Pemeliharaan_Boiler)
- [19] V. Situmorang Tara, "ANALISA EFISIENSI TERMAL DAN FLAME TEMPERATURE WATER TUBE BOILER BERDASARKAN PENGARUH RASIO UDARA BAHAN BAKAR GAS LPG UNTUK MEMPRODUKSI SUPERHEATED STEAM," 2021.
- [20] Rusman, "TERMODINAMIKA DASAR," 2025.
- [21] A. Samlawi Kusairi, "TEKNIK PEMBAKARAN (HMKB646)," 2017.
- [22] J. J. Jamilah, F. R. Oktavia, and S. W. Nafita, "Pengaruh Material yang Berbeda Terhadap Laju Perpindahan Panas," *Jurnal Penelitian Fisika dan Terapannya (JUPITER)*, vol. 3, no. 1, p. 1, Dec. 2021, doi: 10.31851/jupiter.v3i1.5979.
- [23] F. Dewadi Mubina *et al.*, "PERPINDAHAN PANAS," 2022.
- [24] A. Mursadin and R. Subagyo, "BAHAN AJAR PERPINDAHAN PANAS I HMKK 453," Banjarbaru, Apr. 2016.
- [25] M. C. I. D. Santosa, "PERPINDAHAN PANAS," Nov. 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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

- [26] H. J. Davidson, “SIMULASI PERPINDAHAN PANAS PADA DINDING RUANG BAKAR BOILER DENGAN SOFTWARE ANSYS,” 2023.
- [27] Holman.J.P, “Heat Transfer - 10th edition,” [https://drive.google.com/file/d/0B3-JUL2hu2RCdW1TUWpjRGthWVk/edit?resourcekey=0-QWV2VTiaHLwSm\\_TpEZzcJQ](https://drive.google.com/file/d/0B3-JUL2hu2RCdW1TUWpjRGthWVk/edit?resourcekey=0-QWV2VTiaHLwSm_TpEZzcJQ). Accessed: Dec. 31, 2025. [Online]. Available: [https://drive.google.com/file/d/0B3-JUL2hu2RCdW1TUWpjRGthWVk/edit?resourcekey=0-QWV2VTiaHLwSm\\_TpEZzcJQ](https://drive.google.com/file/d/0B3-JUL2hu2RCdW1TUWpjRGthWVk/edit?resourcekey=0-QWV2VTiaHLwSm_TpEZzcJQ)
- [28] A. Fahrudin, Mulyadi, and R. Firdaus, *Buku Ajar Perpindahan Panas heat sink dan permukaan bersirip*. 2024.
- [29] M. Setiyo and Suyitno, “TEKNOLOGI KENDARAAN BERBAHAN BAKAR LPG,” May 2019.
- [30] “Kepdirjen Standar & Mutu Spesifikasi Bahan Bakar Gas Jenis Liquefied Petroleum Gas Nomor 116.K/10/DJM/2020.” Accessed: Feb. 28, 2026. [Online]. Available: <https://id.scribd.com/document/732273408/Kepdirjen-Standar-Mutu-Spesifikasi-Jenis-Liquefied-Petroleum-Gas-yg-Dipasarkan-didalam-Negeri>
- [31] N. Gluemantik, “HHV dan LHV.” Accessed: Mar. 01, 2026. [Online]. Available: [https://www.academia.edu/36320049/HHV\\_dan\\_LHV](https://www.academia.edu/36320049/HHV_dan_LHV)
- [32] T. H. A. Santosa, M. Nadjib, H. F. Ikhsan, T. K. Waskitho, and F. E. Ramadhany, “Penentuan Nilai Kalor Eksperimental LPG dengan Variasi Udara Berlebih dan Variasi Debit LPG 0,4; 0,5; dan 0,6 LPM,” *JMPM (Jurnal Material dan Proses Manufaktur)*, vol. 6, no. 1, Aug. 2022, doi: 10.18196/jmpm.v6i1.15728.
- [33] F. Sihombing and B. Winardi, “ANALISIS KONSUMSI BAHAN BAKAR PADA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA UAP STUDI KASUS PT. PLN PEMBANGKITAN TANJUNG JATI.”
- [34] A. Sugiharto, “PERHITUNGAN EFISIENSI BOILER DENGAN METODE SECARA LANGSUNG PADA BOILER PIPA API,” 2020.
- [35] M. R. Febrianto, C. D. Widiawaty, and F. Wijayanti, “Analisis Pengaruh Perubahan Beban Terhadap Nilai Turbin Heat Rate dan Efisiensi Termal Turbin pada PLTU Cilacap,” *Jurnal Mekanik Terapan*, vol. 6, no. 3, pp. 117–124, Dec. 2025, doi: 10.32722/jmt.v6i3.7610.
- [36] “Boiler Efficiency Calculation by Direct Method with Example.” Accessed: Apr. 16, 2026. [Online]. Available:



**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

[https://www.sugarprocesstech.com/boiler-efficiency-calculation-direct-method/#google\\_vignette](https://www.sugarprocesstech.com/boiler-efficiency-calculation-direct-method/#google_vignette)

- [37] T. I. Hartini, *TERMODINAMIKA*, vol. 1. Jakarta: UHAMKA PRESS, 2015. Accessed: Mar. 05, 2026. [Online]. Available: <http://repository.uhamka.ac.id/id/eprint/34020/1/Buku%20Termodinamika.pdf>
- [38] Z. Fadilla, M. Ketut Ngurah Ardiawan, M. Eka Sari Karimuddin Abdullah, M. Jannah Ummul Aiman, and S. Hasda, *METODOLOGI PENELITIAN KUANTITATIF*. 2021. [Online]. Available: <http://penerbitzaini.com>
- [39] M. Waruwu, S. N. Pu`at, P. R. Utami, E. Yanti, and M. Rusydiana, “Metode Penelitian Kuantitatif: Konsep, Jenis, Tahapan dan Kelebihan,” *Jurnal Ilmiah Profesi Pendidikan*, vol. 10, no. 1, pp. 917–932, Feb. 2025, doi: 10.29303/jipp.v10i1.3057.
- [40] “Manual Boiler 25”.
- [41] M. A. Fauzi, M. Ali, R. Kohar, and A. Prasetyo, “PENGARUH PENGGUNAAN TUNGKU TAMBAHAN PADA KOMPOR GAS LPG TERHADAP PENGGUNAAN BAHAN BAKAR,” Jan. 2025, Accessed: Apr. 15, 2026. [Online]. Available: [https://ejournal.univ-tridinati.ac.id/index.php/Desiminasi/article/view/957?utm\\_source=chatgpt.com](https://ejournal.univ-tridinati.ac.id/index.php/Desiminasi/article/view/957?utm_source=chatgpt.com)
- [42] A. Malikul Izzat, “PERANCANGAN DAN ANALISIS KINERJA TURBIN UAP AKSIAL MELALUI SIMULASI DAN PENGUJIAN EKSPERIMENTAL PADA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA UAP SKALA RENDAH,” Jan. 2026.
- [43] N. Nurhaswinda, J. A. Fitriyah, and S. Khairunnisa3, “Penyajian Data, Ukuran Tendensi Sentral dan Letak,” *LANCAH: Jurnal Inovasi dan Tren*, vol. 3, no. 1, Jan. 2025, doi: 10.35870/ljit.v3i1.3676.
- [44] S. Febriani, “Analisis Deskriptif Standar Deviasi,” 2022.
- [45] P. : Pandriadi *et al.*, *STATISTIKA DASAR*. 2023. [Online]. Available: [www.freepik.com](http://www.freepik.com)
- [46] L. Chin Haw and C. Seong Aun, “THE IMPACT OF AIR GAPS ON THE PERFORMANCE OF REFLECTIVE INSULATIONS,” *Energising Green Building*, 2019.
- [47] J. Chen *et al.*, “Thermal insulation design for efficient and scalable solar water interfacial evaporation and purification,” *J. Mater. Sci. Technol.*, vol. 66, pp. 157–162, Mar. 2021, doi: 10.1016/j.jmst.2020.05.075.

**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

- [48] J. Okino, A. J. Komakech, J. Wanyama, H. Ssegane, E. Olomo, and T. Omara, "Performance Characteristics of a Cooking Stove Improved with Sawdust as an Insulation Material," *Journal of Renewable Energy*, vol. 2021, pp. 1–12, May 2021, doi: 10.1155/2021/9969806.
- [49] L. An *et al.*, "An all-ceramic, anisotropic, and flexible aerogel insulation material."
- [50] "konduktivitas termal alumunium foil buble".
- [51] M. W. Muhieldeen, L. Chong Lye, M. Kassim, T. Wah Yen, and K. Teng, "Effect of Rockwool Insulation on Room Temperature Distribution," *Journal of Advanced Research in Experimental Fluid Mechanics and Heat Transfer*, vol. 3, pp. 9–15, 2021, [Online]. Available: <http://www.akademiabaru.com/submit/index.php/arefmht>
- [52] K. Modiba, D. Vandi, and V. Kallon, "Current Advances in Heat Loss Modelling of Industrial Boilers," Nov. 2023.
- [53] I. Hardiatama, M. Trifiananto, J. Kalimantan No, K. Bumi Tegal Boto Jember, and K. Pos, "EFEK PEMASANGAN ISOLATOR TERHADAP KONSUMSI BAHAN BAKAR LPG MESIN SANGRAI BIJI KOPI INDUSTRI KECIL," vol. 12, no. 2, Jan. 2018, [Online]. Available: <http://jurnal.umj.ac.id/index.php/sintek>
- [54] T. M. I. Mahlia, B. N. Taufiq, Ismail, and H. H. Masjuki, "Correlation between thermal conductivity and the thickness of selected insulation materials for building wall," *Energy Build.*, vol. 39, no. 2, pp. 182–187, Feb. 2007, doi: 10.1016/j.enbuild.2006.06.002.

**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**

**Lampiran 1 Daftar Riwayat Hidup**

- |    |                       |   |                                                                                        |
|----|-----------------------|---|----------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | Nama Lengkap          | : | Patrick Geovani Sitorus                                                                |
| 2  | NIM                   | : | 2202421053                                                                             |
| 3  | Tempat, Tanggal Lahir | : | Bogor, 9 Januari 2004                                                                  |
| 4  | Jenis Kelamin         | : | Laki – Laki                                                                            |
| 5  | Alamat                | : | Jl. Pabrik Kulit, Nanggewer Mekar RT<br>06/04 No.20, Kab. Bogor, Jawab Barat,<br>16912 |
| 6  | Email                 | : | <a href="mailto:patrick.geovani07@gmail.com">patrick.geovani07@gmail.com</a>           |
| 7  | Pendidikan            | : |                                                                                        |
|    | a. SD (2010-2016)     | : | SD Swasta Cerdas Bangsa                                                                |
|    | b. SMP (2016-2019)    | : | SMP Negeri 1 Cibinong                                                                  |
|    | c. SMA (2019-2022)    | : | SMA Negeri 4 Cibinong                                                                  |
| 8  | Program Studi         | : | Teknologi Rekayasa Pembangkit Energi                                                   |
| 9  | Bidang Peminatan      | : | -                                                                                      |
| 10 | Tempat OJT            | : | PT. PLN Indonesia Power UBP Priok                                                      |



**Lampiran 2 Perhitungan Laju Aliran Massa Uap secara lengkap**

1. Perhitungan laju aliran massa uap dengan ketebalan isolator *ceramic fiber* 25mm

Diketahui:  $m_{\text{awal air}} = 25 \text{ kg}$

$m_{\text{akhir air}} = 16,58 \text{ kg}$

$\Delta m_{\text{air}} = 8,42 \text{ kg}$

Laju aliran massa uap:

$$\dot{m}_{\text{uap}} = \frac{\Delta m}{t}$$

$$\Delta m_{\text{air}} = 8,42 \text{ kg}$$

$$t = 3600 \text{ s}$$

$$\dot{m}_{\text{uap}} = \frac{8,42 \text{ kg}}{3600 \text{ s}}$$

$$\dot{m}_{\text{uap}} = 0,00234 \text{ kg/s}$$

2. Perhitungan laju aliran massa uap dengan ketebalan isolator *ceramic fiber* 50mm

Diketahui:  $m_{\text{awal air}} = 25 \text{ kg}$

**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

$$m_{\text{akhir air}} = 16,15 \text{ kg}$$

$$\Delta m_{\text{air}} = 8,85 \text{ kg}$$

Laju aliran massa uap:

$$\dot{m}_{\text{uap}} = \frac{\Delta m}{t}$$

$$\Delta m_{\text{air}} = 8,85 \text{ kg}$$

$$t = 3600 \text{ s}$$

$$\dot{m}_{\text{uap}} = \frac{8,85 \text{ kg}}{3600 \text{ s}}$$

$$\dot{m}_{\text{uap}} = 0,00246 \text{ kg/s}$$

3. Perhitungan laju aliran massa uap dengan ketebalan isolator *rockwool* 25mm

Diketahui:  $m_{\text{awal air}} = 25 \text{ kg}$

$$m_{\text{akhir air}} = 17,68 \text{ kg}$$

$$\Delta m_{\text{air}} = 7,32 \text{ kg}$$

Laju aliran massa uap:

$$\dot{m}_{\text{uap}} = \frac{\Delta m}{t}$$

$$\Delta m_{\text{air}} = 7,32 \text{ kg}$$

$$t = 3600 \text{ s}$$

$$\dot{m}_{\text{uap}} = \frac{7,32 \text{ kg}}{3600 \text{ s}}$$

$$\dot{m}_{\text{uap}} = 0,00203 \text{ kg/s}$$

Lampiran 3 Perhitungan laju aliran bahan bakar secara lengkap

1. Perhitungan laju aliran bahan bakar dengan ketebalan isolator *ceramic fiber* 25mm

Diketahui:  $m_{\text{awal LPG}} = 7,10 \text{ kg}$

$$m_{\text{akhir LPG}} = 6,20 \text{ kg}$$

$$\Delta m_{\text{LPG}} = 0,9 \text{ kg}$$

Laju aliran bahan bakar:

$$\dot{m}_{\text{bb}} = \frac{\Delta m_{\text{LPG}}}{t}$$

**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

$$t = 5310 \text{ s}$$

$$\dot{m}_{bb} = \frac{0,9 \text{ kg}}{5310 \text{ s}}$$

$$\dot{m}_{bb} = 0,000169 \text{ kg/s}$$

2. Perhitungan laju aliran bahan bakar dengan ketebalan isolator *ceramic fiber* 50mm

Diketahui:  $m_{awal \text{ LPG}} = 6,92 \text{ kg}$

$$m_{akhir \text{ LPG}} = 6,08 \text{ kg}$$

$$\Delta m_{LPG} = 0,83 \text{ kg}$$

Laju aliran bahan bakar:

$$\dot{m}_{bb} = \frac{\Delta m_{LPG}}{t}$$

$$t = 5247 \text{ s}$$

$$\dot{m}_{bb} = \frac{0,83 \text{ kg}}{5247 \text{ s}}$$

$$\dot{m}_{bb} = 0,000159 \text{ kg/s}$$

3. Perhitungan laju aliran bahan bakar dengan ketebalan isolator *rockwool* 25mm.

Diketahui:  $m_{awal \text{ LPG}} = 7,4 \text{ kg}$

$$m_{akhir \text{ LPG}} = 6,48 \text{ kg}$$

$$\Delta m_{LPG} = 0,92 \text{ kg}$$

Laju aliran bahan bakar:

$$\dot{m}_{bb} = \frac{\Delta m_{LPG}}{t}$$

$$t = 5360 \text{ s}$$

$$\dot{m}_{bb} = \frac{0,92 \text{ kg}}{5360 \text{ s}}$$

$$\dot{m}_{bb} = 0,000171 \text{ kg/s}$$

Lampiran 4 Tabel Pengukuran Massa Air

| Pengujian | Percobaan | Tekanan<br>(psi) | Massa | Massa | Massa<br>Air/Uap | Waktu<br>(sekon) |
|-----------|-----------|------------------|-------|-------|------------------|------------------|
|-----------|-----------|------------------|-------|-------|------------------|------------------|

**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

|                                                   |   |          | Air<br>Awal<br>(kg) | Akhir<br>Air<br>(kg) | Keluar<br>(kg) |             |
|---------------------------------------------------|---|----------|---------------------|----------------------|----------------|-------------|
| Tanpa<br>Isolator                                 | 1 | 0        | 25                  | 18,15                | 6,85           | 3600        |
|                                                   | 2 | 0        | 25                  | 18,20                | 6,8            | 3600        |
|                                                   | 3 | 0        | 25                  | 18,15                | 6,85           | 3600        |
| <b>Rata – Rata</b>                                |   | <b>0</b> | <b>25</b>           | <b>18,17</b>         | <b>6,83</b>    | <b>3600</b> |
| Isolator<br>Ceramic<br>Fiber<br>Ketebalan<br>25mm | 1 | 0        | 25                  | 16,6                 | 8,4            | 3600        |
|                                                   | 2 | 0        | 25                  | 16,55                | 8,45           | 3600        |
|                                                   | 3 | 0        | 25                  | 16,6                 | 8,4            | 3600        |
| <b>Rata – Rata</b>                                |   | <b>0</b> | <b>25</b>           | <b>16,58</b>         | <b>8,42</b>    | <b>3600</b> |
| Isolator<br>Ceramic<br>Fiber<br>Ketebalan<br>50mm | 1 | 0        | 25                  | 16,2                 | 8,8            | 3600        |
|                                                   | 2 | 0        | 25                  | 16,1                 | 8,9            | 3600        |
|                                                   | 3 | 0        | 25                  | 16,15                | 8,85           | 3600        |
| <b>Rata – Rata</b>                                |   | <b>0</b> | <b>25</b>           | <b>16,15</b>         | <b>8,85</b>    | <b>3600</b> |
| Rockwool<br>Ketebalan<br>25mm                     | 1 | 0        | 25                  | 17,75                | 7,25           | 3600        |
|                                                   | 2 | 0        | 25                  | 17,70                | 7,3            | 3600        |
|                                                   | 3 | 0        | 25                  | 17,60                | 7,4            | 3600        |
| <b>Rata – Rata</b>                                |   | <b>0</b> | <b>25</b>           | <b>17,68</b>         | <b>7,32</b>    | <b>3600</b> |

Lampiran 5 Tabel Pengukuran Konsumsi Bahan Bakar

| Pengujian | Percobaan | Tekanan<br>(psi) | Massa<br>Awal<br>LPG<br>(kg) | Massa<br>Akhir<br>LPG<br>(kg) | Massa<br>LPG<br>Terpakai<br>(kg) | Waktu<br>(sekon) |
|-----------|-----------|------------------|------------------------------|-------------------------------|----------------------------------|------------------|
|           | 1         | 0                | 8,05                         | 7,1                           | 0,95                             | 5430             |

**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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

|                               |   |          |             |             |             |             |
|-------------------------------|---|----------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Tanpa Isolator                | 2 | 0        | 7,1         | 6,2         | 0,9         | 5425        |
|                               | 3 | 0        | 6,2         | 5,25        | 0,95        | 5435        |
| <b>Rata – Rata</b>            |   | <b>0</b> | <b>7,12</b> | <b>6,18</b> | <b>0,93</b> | <b>5430</b> |
| Ceramic Fiber Ketebalan 25 mm | 1 | 0        | 7,55        | 6,65        | 0,9         | 5310        |
|                               | 2 | 0        | 6,65        | 5,75        | 0,9         | 5305        |
|                               | 3 | 0        | 7,1         | 6,2         | 0,9         | 5315        |
| <b>Rata – Rata</b>            |   | <b>0</b> | <b>7,10</b> | <b>6,20</b> | <b>0,9</b>  | <b>5310</b> |
| Ceramic Fiber Ketebalan 50 mm | 1 | 0        | 7,75        | 6,9         | 0,85        | 5250        |
|                               | 2 | 0        | 6,9         | 6,1         | 0,8         | 5240        |
|                               | 3 | 0        | 6,1         | 5,25        | 0,85        | 5250        |
| <b>Rata – Rata</b>            |   | <b>0</b> | <b>6,92</b> | <b>6,08</b> | <b>0,83</b> | <b>5247</b> |
| Rockwool Ketebalan 25 mm      | 1 | 0        | 8,3         | 7,4         | 0,9         | 5360        |
|                               | 2 | 0        | 7,4         | 6,5         | 0,9         | 5350        |
|                               | 3 | 0        | 6,5         | 5,55        | 0,95        | 5370        |
| <b>Rata – Rata</b>            |   | <b>0</b> | <b>7,4</b>  | <b>6,48</b> | <b>0,92</b> | <b>5360</b> |

Lampiran 6 Temperatur Operasional *Boiler*

| Pengujian                     | Temperatur Dinding Boiler | Temperatur Cover Boiler | Temperatur Isolator | Temperatur Alumunium | Temperatur Lingkungan |
|-------------------------------|---------------------------|-------------------------|---------------------|----------------------|-----------------------|
| Tanpa Isolator                | 227,75 °C                 | 174,08 °C               | -                   | -                    | 48,84                 |
| Isolator Ceramic Fiber (25mm) | 282,05 °C                 | 219,69 °C               | 127,50 °C           | 110,43 °C            | 38,94 °C              |
| Isolator Ceramic              | 305,12 °C                 | 243,01 °C               | 107,58 °C           | 72,15 °C             | 35,69 °C              |

**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

|                     |           |           |           |           |          |
|---------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|
| Fiber<br>(50mm)     |           |           |           |           |          |
| Rockwool<br>(25 mm) | 267,73 °C | 227,89 °C | 179,40 °C | 134,12 °C | 43,06 °C |

Lampiran 7 Tabel Constanta C dan m

**Table 7-1** | Constants for use with Equation (7-25) for isothermal surfaces.

| Geometry                                                                    | $Gr_f Pr_f$                   | $C$          | $m$           | Reference(s)        |
|-----------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|--------------|---------------|---------------------|
| Vertical planes and cylinders                                               | $10^{-1}-10^4$                | Use Fig. 7-5 | Use Fig. 7-5  | 4                   |
|                                                                             | $10^4-10^9$                   | 0.59         | $\frac{1}{4}$ | 4                   |
|                                                                             | $10^9-10^{13}$                | 0.021        | $\frac{2}{5}$ | 30                  |
|                                                                             | $10^9-10^{13}$                | 0.10         | $\frac{1}{3}$ | 22, 16 <sup>†</sup> |
| Horizontal cylinders                                                        | $0-10^{-5}$                   | 0.4          | 0             | 4                   |
|                                                                             | $10^{-5}-10^4$                | Use Fig. 7-6 | Use Fig. 7-6  | 4                   |
|                                                                             | $10^4-10^9$                   | 0.53         | $\frac{1}{4}$ | 4                   |
|                                                                             | $10^9-10^{12}$                | 0.13         | $\frac{1}{3}$ | 4                   |
|                                                                             | $10^{-10}-10^{-2}$            | 0.675        | 0.058         | 76 <sup>†</sup>     |
|                                                                             | $10^{-2}-10^2$                | 1.02         | 0.148         | 76 <sup>†</sup>     |
|                                                                             | $10^2-10^4$                   | 0.850        | 0.188         | 76                  |
|                                                                             | $10^4-10^7$                   | 0.480        | $\frac{1}{4}$ | 76                  |
| Upper surface of heated plates<br>or lower surface of cooled plates         | $10^7-10^{12}$                | 0.125        | $\frac{1}{3}$ | 76                  |
|                                                                             | $2 \times 10^4-8 \times 10^6$ | 0.54         | $\frac{1}{4}$ | 44, 52              |
|                                                                             | $8 \times 10^6-10^{11}$       | 0.15         | $\frac{1}{3}$ | 44, 52              |
| Lower surface of heated plates<br>or upper surface of cooled plates         | $10^5-10^{11}$                | 0.27         | $\frac{1}{4}$ | 44, 37, 75          |
|                                                                             | $10^4-10^6$                   | 0.775        | 0.21          | 77                  |
| Vertical cylinder,<br>height = diameter<br>characteristic length = diameter | $10^4-10^9$                   | 0.52         | $\frac{1}{4}$ | 78                  |

<sup>†</sup> Preferred.

## Lampiran 8 Tabel Udara

| Temperatur | Density                  | Specific heat | Coefficient of viscosity    | Kinematic viscosity                    | Thermal conductivity | Thermal diffusivity                       | Prandtl number |
|------------|--------------------------|---------------|-----------------------------|----------------------------------------|----------------------|-------------------------------------------|----------------|
| T (K)      | $\rho$ kg/m <sup>3</sup> | cp kJ/kg. °C  | $\mu \times 10^{-5}$ kg/m.s | $\nu \times 10^{-6}$ m <sup>2</sup> /s | k W/m.°C             | $\alpha \times 10^{-4}$ m <sup>2</sup> /s | Pr             |
| 100        | 3,601                    | 1,0266        | 0,6924                      | 1,923                                  | 0,009246             | 0,02501                                   | 0,77           |
| 150        | 2,3675                   | 1,0099        | 1,0283                      | 4,343                                  | 0,013735             | 0,05745                                   | 0,753          |
| 200        | 1,7684                   | 1,0061        | 1,3289                      | 7,49                                   | 0,01809              | 0,10165                                   | 0,739          |
| 250        | 1,4128                   | 1,0053        | 1,599                       | 11,31                                  | 0,02227              | 0,15675                                   | 0,722          |
| 300        | 1,1774                   | 1,0057        | 1,8462                      | 15,69                                  | 0,02624              | 0,2216                                    | 0,708          |
| 350        | 0,998                    | 1,009         | 2,075                       | 20,76                                  | 0,03003              | 0,2983                                    | 0,697          |
| 400        | 0,8826                   | 1,014         | 2,286                       | 25,9                                   | 0,03365              | 0,376                                     | 0,689          |
| 450        | 0,7833                   | 1,0207        | 2,484                       | 31,71                                  | 0,03707              | 0,4222                                    | 0,683          |
| 500        | 0,7048                   | 1,0295        | 2,671                       | 37,9                                   | 0,04038              | 0,5564                                    | 0,68           |
| 550        | 0,6423                   | 1,0392        | 2,848                       | 44,34                                  | 0,0436               | 0,6532                                    | 0,68           |
| 600        | 0,5879                   | 1,0551        | 3,018                       | 51,34                                  | 0,04659              | 0,7512                                    | 0,68           |
| 650        | 0,543                    | 1,0635        | 3,177                       | 58,51                                  | 0,04953              | 0,8578                                    | 0,682          |
| 700        | 0,503                    | 1,0752        | 3,332                       | 66,25                                  | 0,0523               | 0,9672                                    | 0,684          |
| 750        | 0,4709                   | 1,0856        | 3,481                       | 73,91                                  | 0,05509              | 1,0774                                    | 0,686          |
| 800        | 0,4405                   | 1,0978        | 3,625                       | 82,29                                  | 0,05779              | 1,1951                                    | 0,689          |
| 850        | 0,4149                   | 1,1095        | 3,765                       | 90,75                                  | 0,06028              | 1,3097                                    | 0,692          |
| 900        | 0,3925                   | 1,1212        | 3,899                       | 99,3                                   | 0,06279              | 1,4271                                    | 0,696          |
| 950        | 0,3716                   | 1,1321        | 4,023                       | 108,2                                  | 0,06525              | 1,551                                     | 0,699          |
| 1000       | 0,3524                   | 1,1417        | 4,152                       | 117,8                                  | 0,06752              | 1,6779                                    | 0,702          |
| 1100       | 0,3204                   | 1,16          | 4,44                        | 138,6                                  | 0,0732               | 1,969                                     | 0,704          |
| 1200       | 0,2947                   | 1,179         | 4,69                        | 159,1                                  | 0,0782               | 2,251                                     | 0,707          |
| 1300       | 0,2707                   | 1,197         | 4,93                        | 182,1                                  | 0,0837               | 2,583                                     | 0,705          |
| 1400       | 0,2515                   | 1,214         | 5,17                        | 205,5                                  | 0,0891               | 2,92                                      | 0,705          |
| 1500       | 0,2355                   | 1,23          | 5,4                         | 229,1                                  | 0,0946               | 3,262                                     | 0,705          |
| 1600       | 0,2211                   | 1,248         | 5,63                        | 254,5                                  | 0,1                  | 3,609                                     | 0,705          |
| 1700       | 0,2082                   | 1,267         | 5,85                        | 280,5                                  | 0,105                | 3,977                                     | 0,705          |
| 1800       | 0,197                    | 1,287         | 6,07                        | 308,1                                  | 0,111                | 4,379                                     | 0,704          |
| 1900       | 0,1858                   | 1,309         | 6,29                        | 338,5                                  | 0,117                | 4,811                                     | 0,704          |
| 2000       | 0,1762                   | 1,338         | 6,5                         | 369                                    | 0,124                | 5,26                                      | 0,702          |
| 2100       | 0,1682                   | 1,372         | 6,72                        | 399,6                                  | 0,131                | 5,715                                     | 0,7            |
| 2200       | 0,1602                   | 1,419         | 6,93                        | 432,6                                  | 0,139                | 6,12                                      | 0,707          |
| 2300       | 0,1538                   | 1,482         | 7,14                        | 464                                    | 0,149                | 6,54                                      | 0,71           |
| 2400       | 0,1458                   | 1,574         | 7,35                        | 504                                    | 0,161                | 7,02                                      | 0,718          |
| 2500       | 0,1394                   | 1,688         | 7,57                        | 543,5                                  | 0,175                | 7,441                                     | 0,73           |

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