

**PROYEK AKHIR**

**ANALISIS PERALIHAN BAHAN BAKAR SOLAR KE  
LNG TERHADAP EMISI GAS BUANG PADA MESIN  
*BOILER* DI CONRAD BALI HOTEL**



**POLITEKNIK NEGERI BALI**

Oleh

**RAHMAWATI RANDIANA DEWI**

**PROGRAM STUDI D3 TEKNIK MESIN**

**JURUSAN TEKNIK MESIN  
POLITEKNIK NEGERI BALI**

**2023**

**PROYEK AKHIR**

**ANALISIS PERALIHAN BAHAN BAKAR SOLAR KE  
LNG TERHADAP EMISI GAS BUANG PADA MESIN  
*BOILER* DI CONRAD BALI HOTEL**



**POLITEKNIK NEGERI BALI**

Oleh

**RAHMAWATI RANDIANA DEWI**

NIM. 2015213051

**PROGRAM STUDI D3 TEKNIK MESIN**

**JURUSAN TEKNIK MESIN  
POLITEKNIK NEGERI BALI  
2023**

## LEMBAR PENGESAHAN

### ANALISIS PERALIHAN BAHAN BAKAR SOLAR KE LNG TERHADAP EMISI GAS BUANG PADA MESIN *BOILER* DI CONRAD BALI HOTEL

Oleh

**RAHMAWATI RANDIANA DEWI**  
NIM. 2015213051

Diajukan sebagai persyaratan untuk menyelesaikan pendidikan  
Program D3 pada Jurusan Teknik Mesin  
Politeknik Negeri Bali

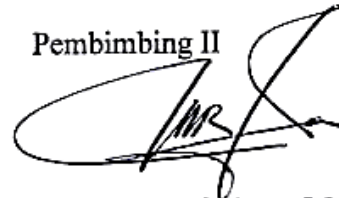
Disetujui oleh:

Pembimbing I



**I Kadek Ervan Hadi Wiryanta, S.T., M.T.**  
NIP. 198207102014041001

Pembimbing II



**Ir. I Wayan Suirya, M.T.**  
NIP. 196608201993031001

Disahkan oleh:

Ketua Jurusan Teknik Mesin



**Dr. Ir. I Gede Santosa, M.Erg.**  
NIP. 196609241993031003

## LEMBAR PERSETUJUAN

### ANALISIS PERALIHAN BAHAN BAKAR SOLAR KE LNG TERHADAP EMISI GAS BUANG PADA MESIN *BOILER* DI CONRAD BALI HOTEL

Oleh

**RAHMAWATI RANDIANA DEWI**  
NIM. 2015213051

Proyek Akhir ini telah dipertahankan di depan Tim Penguji dan diterima untuk dapat dilanjutkan sebagai Buku Proyek Akhir pada hari/tanggal:  
*Jumat, 18 Agustus 2023*

#### Tim Penguji

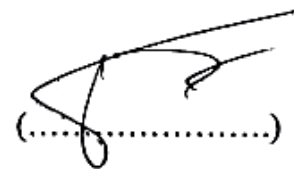
Penguji I : Dr. I Putu Gede Sopan Rahtika, B.S., M.S.  
NIP : 197203012006041025

#### Tanda Tangan



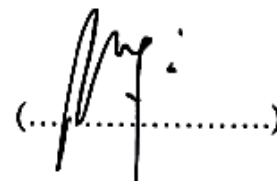
(.....)

Penguji II : I Gede Oka Pujihadi, S.T., M.Erg.  
NIP : 196606181997021001



(.....)

Penguji III : Ketut Bangse, S.T., M.T.  
NIP : 196612131991031003



(.....)

## SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Rahmawati Randiana Dewi

NIM : 2015213051

Program Studi : D3 Teknik Mesin

Judul Proposal Proyek akhir : Analisis Peralihan Bahan Bakar Solar ke LNG  
terhadap Emisi Gas Buang pada Mesin *Boiler* di  
Conrad Bali Hotel

Dengan ini menyatakan bahwa karya ilmiah Proyek Akhir ini bebas plagiat. Apabila dikemudian hari terbukti plagiat dalam Buku Proyek Akhir ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai Peraturan Mendiknas RI No. 17 Tahun 2010 dan perundang – undangan yang berlaku.

Badung, 11 Februari 2023

Yang membuat pernyataan.



**Rahmawati Randiana Dewi**  
NIM. 2015213051

## UCAPAN TERIMA KASIH

Dalam penyusunan Buku Proyek Akhir ini, penulis telah banyak menerima bimbingan serta dukungan dari berbagai pihak baik yang berifat moral ataupun material. Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam proses pengerjaannya. Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa, pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang tulus kepada:

1. Bapak I Nyoman Abdi, S. E., M. eCom., selaku Direktur Politeknik Negeri Bali.
2. Bapak Dr. Ir. I Gede Santosa, M. Erg., selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin.
3. Bapak I Kadek Ervan Hadi Wiryanta, S. T., M. T., selaku Sekretaris Jurusan Teknik Mesin serta Dosen Pembimbing 1 yang selalu memberi dorongan dan semangat kepada penulis.
4. Bapak I Wayan Suastawa, S.T., M. T., selaku Ketua Program Studi D3 Teknik Mesin.
5. Bapak Ir. I Wayan Suirya, M. T., selaku Dosen Pembimbing 2 yang selalu membimbing penulis dalam pengerjaan Proyek Akhir ini.
6. Segenap dosen dan staf akademik Politeknik Negeri Bali yang membantu memberi fasilitas dan ilmu sejak awal perkuliahan sampai penyusunan Proyek Akhir.
7. Conrad Bali Hotel yang telah mengizinkan penulis untuk melaksanakan penelitian serta studi kasus selama pengerjaan Proyek Akhir.
8. Orang tua dan keluarga yang telah memberi dukungan moral dan material selama masa pendidikan penulis.
9. Teman dan sahabat yang telah memberikan saran serta dukungan kepada penulis sepanjang masa kuliah dan penyusunan Proyek Akhir.
10. Pihak – pihak lain yang juga begitu memberi pengaruh positif dalam proses penyelesaian Proyek Akhir ini.  
Semoga buku ini dapat memberi manfaat kepada para pembaca khususnya kepada Civitas Akademik Politeknik Negeri Bali.

Badung, 02 April 2023  
Rahmawati Randiana Dewi

## ABSTRAK

Pemerintah semakin gencar dalam menggalakkan pemakaian LNG atau *Liquefied Natural Gas* sebagai pengganti bahan bakar tak terbarukan lainnya, khususnya minyak solar di dunia industri. Kandungan senyawa berbahaya pada LNG cenderung lebih sedikit dibandingkan dengan kandungan senyawa berbahaya pada minyak solar karena LNG mengalami proses pemurnian sebelum akhirnya didistribusikan.

Penelitian berbasis studi atau analisis kasus dan pengujian ini menggunakan data primer yang berasal dari pengujian menggunakan alat uji emisi Testo 350 yang khusus digunakan untuk pengujian emisi pada cerobong asap. Selain itu, data juga diambil secara sekunder yaitu dari sertifikat uji emisi yang dilaksanakan oleh Conrad Bali Hotel pada tahun 2015 melalui pihak ketiga.

Melalui penelitian yang telah dilaksanakan LNG terbukti sebagai sumber energi bersih yang ramah lingkungan. Dari analisis yang telah dibuat, emisi yang dikeluarkan oleh mesin *boiler* berbahan bakar LNG mengandung SO<sub>2</sub> (Sulfur Dioksida) 38.14% dan NO<sub>2</sub> (Nitrogen Dioksida) 38.29% lebih sedikit dibandingkan dengan mesin yang menggunakan bahan bakar minyak solar.

*Kata kunci: LNG (Liquefied Natural Gas), Minyak Solar, Emisi, Testo 350*

# ***ANALYSIS OF GAS EMISSION IN BOILER ENGINE AT CONRAD BALI HOTEL BY SWITCHING DIESEL FUEL INTO LNG***

## ***ABSTRACT***

*The government is increasingly promoting the use of LNG or Liquefied Natural Gas as a substitute for other non-renewable fuels, especially diesel oil in the industrial world. The content of harmful compounds in LNG tends to be less than the content of harmful compounds in diesel oil because LNG undergoes a purification process before being distributed.*

*This study-based research or case analysis and testing use primary data derived from testing using the Testo 350 emission test equipment specifically used for testing emissions in chimneys. In addition, data was also taken secondarily from the emission test certificate conducted by Conrad Bali Hotel in 2015 through a third party.*

*Through the research that has been carried out, LNG is proven as a clean energy source that is environmentally friendly. From the analysis that has been made, the emissions released by LNG-fuelled boiler engines contain 38.14% less SO<sub>2</sub> (Sulfur Dioxide) and 38.29% less NO<sub>2</sub> (Nitrogen Dioxide) compared to engines using diesel fuel.*

*Keywords: LNG (Liquefied Natural Gas), Diesel Oil, Emissions, Testo 350*



## **KATA PENGANTAR**

Puji syukur penulis panjatkan kehadapan Tuhan Yang Maha Esa karena atas rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan Buku Proyek Akhir ini yang berjudul Analisis Peralihan Bahan Bakar Solar ke LNG terhadap Emisi Gas Buang pada Mesin *Boiler* di Conrad Bali Hotel tepat pada waktunya. Penyusunan Buku Proyek Akhir ini merupakan salah satu syarat untuk kelulusan program pendidikan pada jenjang Diploma 3 Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Bali.

Penulis menyadari Buku Proyek Akhir ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran sebagai pembelajaran demi penyempurnaan karya – karya ilmiah di masa yang akan datang.

Badung, 11 Februari 2023  
Rahmawati Randiana Dewi

## DAFTAR ISI

|   |          |
|---|----------|
| Halaman Judul.....                        | ii       |
| Pengesahan oleh Pembimbing.....           | iii      |
| Persetujuan Dosen Penguji.....            | iv       |
| Pernyataan Bebas Plagiat.....             | v        |
| Ucapan Terima Kasih.....                  | vi       |
| Abstrak dalam Bahasa Indonesia.....       | vii      |
| <i>Abstract</i> dalam Bahasa Inggris..... | viii     |
| Kata Pengantar.....                       | ix       |
| Daftar Isi.....                           | x        |
| Daftar Tabel.....                         | xiii     |
| Daftar Gambar.....                        | xiv      |
| Daftar Lampiran.....                      | xvi      |
| <b>BAB I. PENDAHULUAN.....</b>            | <b>1</b> |
| 1.1 Latar Belakang.....                   | 1        |
| 1.2 Rumusan Masalah.....                  | 2        |
| 1.3 Batasan Masalah.....                  | 2        |
| 1.4 Tujuan.....                           | 3        |
| 1.4.1 Tujuan umum.....                    | 3        |
| 1.4.2 Tujuan khusus.....                  | 3        |
| 1.5 Manfaat.....                          | 3        |
| 1.5.1 Manfaat secara teoritis.....        | 3        |
| 1.5.2 Manfaat secara praktis.....         | 4        |
| <b>BAB II. LANDASAN TEORI.....</b>        | <b>5</b> |

|   |   |    |
|---|---|----|
| 2.1                                       | Bahan Bakar.....                                      | 5  |
| 2.1.1                                     | Gas Alam Cair atau <i>Liquified Natural Gas</i> ..... | 5  |
| 2.1.2                                     | Minyak Solar atau <i>Diesel Fuel</i> .....            | 7  |
| 2.3                                       | Mesin <i>Boiler</i> .....                             | 10 |
| 2.4                                       | Jenis – jenis Mesin <i>Boiler</i> .....               | 11 |
| 2.4.1                                     | <i>Fire tube boiler</i> .....                         | 11 |
| 2.4.2                                     | <i>Water tube boiler</i> .....                        | 12 |
| 2.5                                       | Proses Penggantian Bahan Bakar Solar ke LNG.....      | 12 |
| 2.6                                       | Komponen – komponen Mesin <i>Boiler</i> .....         | 13 |
| <b>BAB III. METODE PENELITIAN</b> .....   |   | 21 |
| 3.1                                       | Jenis Penelitian.....                                 | 21 |
| 3.2                                       | Alur Penelitian.....                                  | 22 |
| 3.3                                       | Lokasi dan Waktu Penelitian.....                      | 23 |
| 3.4                                       | Penentuan Sumber Data.....                            | 23 |
| 3.4.1                                     | Data primer.....                                      | 23 |
| 3.4.2                                     | Data sekunder.....                                    | 23 |
| 3.5                                       | Sumber Daya Penelitian.....                           | 23 |
| 3.6                                       | Instrumen Penelitian.....                             | 24 |
| 3.6.1                                     | <i>Gas analyzer</i> .....                             | 24 |
| 3.6.2                                     | Keakuratan alat.....                                  | 25 |
| 3.7                                       | Prosedur Penelitian.....                              | 25 |
| 3.8                                       | Rencana Tabel Pengujian.....                          | 26 |
| <b>BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN</b> ..... |   | 27 |
| 4.1                                       | Hasil Penelitian.....                                 | 27 |
| 4.1.1                                     | Langkah pengambilan <i>sample</i> .....               | 27 |

|  |           |
|--|-----------|
| 4.1.2 Bahan bakar minyak solar.....        | 30        |
| 4.1.3 Bahan bakar LNG .....                | 30        |
| 4.1.4 Perbandingan hasil penelitian.....   | 30        |
| 4.2 Pembahasan.....                        | 31        |
| 4.2.1 Pengukuran I.....                    | 31        |
| 4.2.2 Pengukuran II.....                   | 31        |
| 4.2.3 Rata – rata pengukuran I dan II..... | 32        |
| <b>BAB V. PENUTUP.....</b>                 | <b>33</b> |
| 5.1 Kesimpulan .....                       | 33        |
| 5.2 Saran.....                             | 33        |
| DAFTAR PUSTAKA.....                        | 35        |
| LAMPIRAN.....                              | 37        |

## DAFTAR TABEL

|   |    |
|---|----|
| Tabel 3. 1 Jadwal penelitian.....   | 23 |
| Tabel 3. 2 Tabel pengujian mesin <i>boiler</i> dengan bahan bakar solar.....    | 26 |
| Tabel 3. 3 Tabel pengujian mesin <i>boiler</i> dengan bahan bakar LNG .....     | 26 |
| Tabel 4.1 Hasil pengujian mesin <i>boiler</i> berbahan bakar minyak solar ..... | 30 |
| Tabel 4.2 Hasil penelitian mesin <i>boiler</i> berbahan bakar LNG .....         | 30 |
| Tabel 4. 3 Perbandingan hasil pengukuran.....                                   | 30 |

## DAFTAR GAMBAR

|   |    |
|---|----|
| <b>Gambar 2. 1</b> Truk pengangkut LNG.....   | 5  |
| <b>Gambar 2. 2</b> Tangki solar.....  | 7  |
| <b>Gambar 2. 3</b> <i>Mesin boiler</i> .....  | 10 |
| <b>Gambar 2. 4</b> <i>Fire tube boiler dan water tube boiler</i> .....                    | 11 |
| <b>Gambar 2. 5</b> <i>Display burner</i> .....  | 13 |
| <b>Gambar 2. 6</b> <i>Steam drum</i> .....  | 13 |
| <b>Gambar 2. 7</b> <i>Water pump</i> .....  | 14 |
| <b>Gambar 2. 8</b> <i>Water level gauge</i> .....   | 14 |
| <b>Gambar 2. 9</b> <i>Separator</i> .....   | 15 |
| <b>Gambar 2. 10</b> <i>Burner</i> .....   | 15 |
| <b>Gambar 2. 11</b> <i>Burner diffuser</i> .....  | 16 |
| <b>Gambar 2. 12</b> <i>Gas valve</i> .....  | 16 |
| <b>Gambar 2. 13</b> <i>Diesel fuel valve</i> .....  | 16 |
| <b>Gambar 2. 14</b> <i>Blower boiler</i> .....  | 17 |
| <b>Gambar 2. 15</b> <i>Economizer</i> .....   | 17 |
| <b>Gambar 2. 16</b> <i>Pressure valve</i> .....   | 18 |
| <b>Gambar 2. 17</b> <i>Safety valve</i> .....   | 18 |
| <b>Gambar 2. 18</b> <i>Thermocouple</i> .....   | 19 |
| <b>Gambar 2. 19</b> <i>Thermostat</i> .....   | 19 |
| <b>Gambar 2. 20</b> Standar emisi gas buang <i>mesin boiler</i> bebahan bakar minyak..... | 20 |
| <b>Gambar 2. 21</b> Standar emisi gas buang <i>mesin boiler</i> bebahan bakar gas.....    | 20 |
| <b>Gambar 3. 1</b> Bagan alur penelitian.....   | 22 |
| <b>Gambar 3.2</b> <i>Gas analyzer</i> Testo 350.....                                      | 24 |
| <b>Gambar 3.3</b> Bagian - bagian Testo 350.....  | 25 |
| <b>Gambar 4. 1</b> <i>Mesin boiler</i> di Conrad Bali Hotel.....                          | 27 |
| <b>Gambar 4. 2</b> Persiapan unit Testo 350.....  | 28 |
| <b>Gambar 4. 3</b> Proses pengaturan fitur - fitur pada <i>control unit</i> .....         | 28 |
| <b>Gambar 4. 4</b> <i>Main hole</i> cerobong asap.....                                    | 29 |

|  |    |
|--|----|
| <b>Gambar 4. 5</b> Proses penyimpanan data <i>sample</i> ..... | 29 |
| <b>Gambar 4. 6</b> Grafik pengukuran I.....                    | 31 |
| <b>Gambar 4. 7</b> Grafik pengukuran II.....                   | 31 |
| <b>Gambar 4. 8</b> Grafik rata-rata pengukuran I dan II .....  | 32 |

## DAFTAR LAMPIRAN

|  |    |
|--|----|
| Lampiran 1 : Formulir bimbingan dosen pembimbing 1 .....                             | 37 |
| Lampiran 2 : Formulir bimbingan dosen pembimbing 2.....                              | 38 |
| Lampiran 3 PermenLH nomor 07 tahun 2007 .....  | 39 |
| Lampiran 4 Hasil uji emisi mesin <i>boiler</i> di Conrad Bali Hotel tahun 2015 ..... | 53 |



# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Dewasa ini, pemerintah semakin gencar menggalakkan penggunaan LNG atau *Liquefied Natural Gas* atau yang dalam Bahasa Indonesia dapat disebut dengan gas alam cair sebagai energi pengganti bahan bakar minyak, LPG (*Liquefied Petroleum Gas*), dan juga bahan bakar lain yang cenderung berdampak buruk bagi lingkungan. Menurut data dari ESDM (2022), Indonesia memiliki cadangan potensi gas yang cukup menjanjikan yaitu sekitar 41,62 TCF atau *Trillion Cubic Feet* dan juga terdapat sekitar 68 cekungan potensial yang belum tereksplor. Sekarang ini, gas alam yang dihasilkan oleh bumi Indonesia telah diolah menjadi LNG dan LPG. Dari dua jenis gas alam olahan tersebut, LNG termasuk dalam energi bersih (*green energy*) yang cenderung tidak mencemari lingkungan sekitar akibat dari emisi sisa pembakarannya.

Widi (2022) menuliskan bahwa konsumsi solar di Indonesia pada tahun 2021 mencapai 1,59 juta kiloliter. Jumlah itu meningkat sebanyak 80,68% jika dibandingkan dengan tahun sebelumnya. Dari segi penggunaan, konsumsi solar untuk kepentingan industri sendiri mencapai 571.220 kiloliter pada tahun yang sama. Seperti yang diketahui, solar berasal dari hasil pengolahan minyak bumi yang tak terbarukan. Cepat ataupun lambat, bahan bakar minyak (BBM) ini akan mengalami kepunahan, sehingga perlu adanya peralihan bahan bakar yang belum banyak dieksplorasi seperti contohnya LNG. Selain dari segi rendahnya tingkat kepunahan, LNG juga jauh lebih ramah lingkungan bahkan cenderung bersih jika dibandingkan dengan jenis – jenis bahan bakar tak terbarukan lainnya.

LNG telah diolah sedemikian rupa untuk menghilangkan kandungan – kandungan berbahaya di dalamnya ini sangat berpengaruh pada sisa gas pembakaran yang dihasilkan. Dari sekian jenis kandungan berbahaya yang dihilangkan tersebut, beberapa diantaranya ialah jenis zat yang sangat berbahaya bagi lingkungan, manusia, maupun hewan. Jika tidak segera di tangani, kandungan

zat – zat berbahaya tersebut akan sangat merugikan manusia dan juga lingkungan sekitar.

Secara garis besar, studi analisis ini bertujuan untuk melakukan analisis terhadap penggunaan bahan bakar *Liquefied Natural Gas* (LNG) yang mampu menggantikan bahan bakar solar dan dinilai jauh lebih bersih pada emisi yang dihasilkan oleh mesin *boiler* yang terdapat di Conrad Bali Hotel. Studi analisis ini akan lebih berfokus untuk membahas dampak peralihan kedua bahan bakar tersebut pada emisi gas buang yang dihasilkan dari sisa pembakaannya. Penelitian terhadap emisi gas buang sendiri bertujuan untuk mengetahui kualitas gas hasil pembakaran bahan bakar tertentu dan meninjau lebih lanjut mengenai tingkat kelayakannya untuk dilepas ke udara bebas. Dengan demikian, penelitian ini akan mampu memberi bukti dan rekomendasi bagi masyarakat dalam penggunaan bahan bakar yang lebih bersih dan dapat menyelamatkan kualitas udara dan lingkungan sekitar.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Ada pula permasalahan – permasalahan yang akan penulis bahas dalam buku proyek akhir “Analisis Peralihan Bahan Bakar Solar ke LNG terhadap Emisi Gas Buang pada Mesin *Boiler* di Conrad Bali Hotel” di antaranya sebagai berikut:

- a. Bagaimana kadar  $\text{SO}_2$  dan  $\text{NO}_2$  pada emisi gas buang mesin *boiler* menggunakan bahan bakar minyak solar?
- b. Bagaimana kadar  $\text{SO}_2$  dan  $\text{NO}_2$  pada emisi gas buang mesin *boiler* menggunakan bahan bakar LNG?
- c. Bagaimana perbandingan kadar  $\text{SO}_2$  dan  $\text{NO}_2$  pada emisi gas buang mesin *boiler* menggunakan bahan bakar minyak solar dan LNG?

## **1.3 Batasan Masalah**

Berdasarkan hal yang telah diuraikan pada latar belakang dan rumusan masalah di atas, proyek akhir ini akan dibatasi pada analisis yang berfokus untuk membandingkan kadar  $\text{SO}_2$  dan  $\text{NO}_2$  pada emisi yang dihasilkan oleh mesin *boiler* dengan bahan bakar solar dan LNG atau gas alam cair yang berada di Conrad Bali Hotel.

## **1.4 Tujuan**

Terdapat beberapa tujuan umum dan khusus yang mendasari penyusunan buku proyek akhir ini, yaitu sebagai berikut:

### **1.4.1 Tujuan umum**

Secara umum, tujuan ditulisnya proyek akhir dengan judul “Analisis Peralihan Bahan Bakar Solar ke LNG Terhadap Emisi Gas Buang pada Mesin *Boiler* di Conrad Bali Hotel” ini ialah guna memenuhi salah satu syarat menyelesaikan Pendidikan Diploma III pada Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Bali.

### **1.4.2 Tujuan khusus**

- a. Mengetahui kadar  $\text{SO}_2$  dan  $\text{NO}_2$  pada emisi gas buang mesin *boiler* menggunakan bahan bakar minyak solar.
- b. Mengetahui kadar  $\text{SO}_2$  dan  $\text{NO}_2$  pada emisi gas buang mesin *boiler* menggunakan bahan bakar LNG.
- c. Mengetahui perbandingan kadar  $\text{SO}_2$  dan  $\text{NO}_2$  pada emisi gas buang mesin *boiler* menggunakan bahan bakar minyak solar dan LNG

## **1.5 Manfaat**

Secara umum, manfaat dari analisis perbandingan kadar  $\text{SO}_2$  dan  $\text{NO}_2$  pada emisi gas buang yang dihasilkan mesin *boiler* berbahan bakar solar dan LNG ini ialah untuk untuk mengetahui dan membuktikan tingkat kebersihan emisi yang dihasilkan dari bahan bakar LNG dibandingkan dengan bahan bakar solar. Adapun manfaat – manfaat lain yang akan didapat dari pengerjaan buku proyek akhir ini, baik secara teoritis maupun praktis. Manfaat – manfaat tersebut antara lain:

### **1.5.1 Manfaat secara teoritis**

- a. Mampu mengetahui lebih banyak mengenai gas alam cair dan membuktikan tingkat kebersihan LNG;
- b. Mampu mengetahui ciri – ciri suatu gas buang dinilai bersih dan tidak berbahaya bagi lingkungan sekitar.

### **1.5.2 Manfaat secara praktis**

- a. Bagi industri dan masyarakat, buku proyek akhir ini dapat membantu pemahaman dan pengetahuan akan manfaat yang didapat dari penggantian bahan bakar minyak ke bahan bakar gas alam cair.
- b. Bagi Politeknik Negeri Bali, sebagai salah satu bentuk kontribusi terhadap perkembangan ilmu pengetahuan di bidang Teknik mesin dan sarana belajar atau referensi bagi adik kelas dalam penyusunan proyek akhir.

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **5.1 Kesimpulan**

Berlandaskan penelitian yang telah dilaksanakan mengenai analisis emisi gas buang pada mesin *boiler* di Conrad Bali Hotel menggunakan alat uji emisi Testo 350, penulis menarik kesimpulan bahwa:

1. Pengukuran terhadap mesin *boiler* di Conrad Bali Hotel berbahan bakar minyak solar menghasilkan data rata – rata SO<sub>2</sub> sebesar 71.01% dan NO<sub>2</sub> sebesar 52.61% dari nilai baku mutu ketel uap menurut PermenLH.
2. Pengukuran yang dilakukan pada mesin *boiler* di Conrad Bali Hotel berbahan bakar LNG (*natural gas*) menghasilkan data rata – rata SO<sub>2</sub> sebesar 32.87 % dan NO<sub>2</sub> sebesar 14.32 % dari nilai baku mutu yang telah ditetapkan.
3. Pengukuran emisi gas buang dari kedua bahan bakar ini memiliki selisih sebanyak 38.14% SO<sub>2</sub> dan 38.29% NO<sub>2</sub> dimana LNG memiliki nilai kandungan emisi yang lebih kecil dibandingkan dengan minyak solar. Sehingga dari data – data di atas dapat dibuktikan bahwa LNG adalah jenis bahan bakar bersih yang mengeluarkan sangat sedikit gas berbahaya jika dibandingkan dengan minyak solar yang masih mengeluarkan gas berbahaya dalam jumlah yang jauh lebih banyak. Selain itu, proses pembakaran dengan minyak solar juga masih menghasilkan partikulat dan opasitas yang walaupun jumlahnya tidak begitu banyak, tetapi tetap dapat memperburuk kondisi lingkungan sekitar dan mengganggu kesehatan manusia dan hewan.

#### **5.2 Saran**

1. Setelah didapat data – data dari hasil penelitian yang dilaksanakan oleh penulis serta data sekunder yang diperoleh dari hasil pengukuran di tahun – tahun sebelumnya, penulis dapat menerangkan bahwa LNG atau gas alam cair dapat digunakan lebih luas lagi dikalangan masyarakat maupun industri

untuk menggantikan penggunaan minyak solar dan bahan bakar lain guna memperbaiki kualitas lingkungan dan kesehatan masyarakat terutama yang tinggal di kawasan industri dikarenakan LNG merupakan bahan bakar bersih yang mengeluarkan lebih sedikit gas berbahaya dibandingkan dengan minyak solar.

2. Ketika menggunakan LNG sebagai bahan bakar, disarankan untuk lebih waspada dikarenakan sifat LNG yang tidak berbau, berwarna, ataupun berwujud sehingga alat pendeteksi kebocoran gas akan sangat dibutuhkan dalam pengaplikasiannya.
3. Pemerintah dan masyarakat diharapkan lebih bijak dalam proses pendistribusian LNG ke luar Pulau Sumatera karena sampai saat ini izin pendistribusian LNG dan pembangunan terminalnya masih cukup sulit didapat sehingga seringkali pengadaan LNG tidak dapat dilakukan tepat waktu. Contohnya adalah terminal yang akan digunakan untuk pendistribusian LNG yang berada di wilayah Nusa Dua sampai saat ini masih belum ditindaklanjuti.
4. Sebelum melaksanakan penelitian terhadap bahan bakar LNG, dianjurkan untuk lebih dulu melakukan riset pada alat ukur yang digunakan karena tidak setiap alat ukur dapat mendeteksi  $\text{NO}_x$  yang kemudian akan dijadikan salah satu data utama dalam analisis ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- Azis, R. 2015. *Fire Tube Boiler dan Water Tube Boiler*. Terdapat pada: <http://pembangkit-uap.blogspot.com/2015/03/fire-tube-boiler-dan-water-tube-boiler.html>. Diakses tanggal 10 Januari 2023.
- Cappenberg, A. 2017. Pengaruh Penggunaan Bahan Bakar Solar, Biosolar dan Pertamina Dex Terhadap Prestasi Motor Diesel Silinder Tunggal. *Jurnal Konversi Energi dan Manufaktur UNJ*. Vol. 2: 70 – 71.
- Dewa, D. 2020. *Fungsi dan Cara Kerja Boiler Beserta Komponen Boiler*. Terdapat pada <https://teknisibali.com/fungsi-dan-cara-kerja-boiler-beserta-komponen-boiler/>. Diakses tanggal 10 Januari 2023.
- Djokosetyardjo, M. J. 1999. *Ketel Uap*. Edisi 4. PT Pradnya Paramita. Jakarta.
- Erjavec, J. 2013. *Hybrid, Electric & Fuel – cell Vehicles*. Edisi 2. Delmar Cengage Learning. USA.
- ESDM, K. 2011. *Mengenal Jenis – jenis Gas Bumi*. Terdapat pada: <https://migas.esdm.go.id/post/read/Mengenal-Jenis-jenis-Gas-Bumi>. Diakses tanggal 3 Januari 2023.
- ESDM, K. 2022. *Hingga Juli 2022, Pemanfaatan Gas Domestik Capai 68,66 Persen*. Terdapat pada: <https://rb.gy/qhk1lf>. Diakses tanggal 12 Desember 2022.
- Frastiya, A. dan Arsyad, M. 2020. *Pengoperasian Mesin Boiler Tuff*. Terdapat pada: <https://teknikelektrod3.itny.ac.id/wp-content/uploads/2020/08/3.-Makalah-OJT-Andi-Frastiyo.pdf>. Diakses tanggal 10 Januari 2023.

- Heradiranto. 2020. *Bahan Bakar Solar: Inilah Serba – serbinya*. Terdapat pada: <http://otoblitz.net/otopedia/glossary/bahan-bakar-solar-inilah-serba-serbinya/>. Diakses tanggal 25 Februari 2023.
- Ihsan, I.M., Yani, M., Hidayat, R., dan Permatasari, T. 2021. Fluktuasi Cemaran Udara Partikulat dan Tingkat Resikonya terhadap Kesehatan Masyarakat Kota Bogor. *Jurnal Teknologi Lingkungan*. 22 (1): 38 – 47.
- Nuswantara, M., Priharnanto, W., dan Wibawa, G. 2014. Regasification of LNG (*Liquefied Natural Gas*). *Jurnal Teknik Pomits*. 3 (2): 149 – 151.
- Pemerintah Indonesia. 2007. *Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 7 tentang Baku Mutu Emisi Sumber Tidak Bergerak Bagi Ketel Uap*. Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. Jakarta.
- Puspitawati, I. W. 2014. Polusi Udara dan Uji Emisi Gas Buang. *Kendaraan Bermotor sebagai Prasyarat Pemberian Perpanjangan STNK*. Terdapat pada: <http://bappeda.jogjaprovo.go.id/artikel/detail/46-a-polusi-udara-dan-uji-perpanjgn-stnk>. Diakses tanggal 25 Januari 2023.
- Salam, M. N., Arifin, dan Romadhon, S. A. 2021. Analisis Pengujian Emisi Gas Buang (HC, CO, CO<sub>2</sub>) Bahan Bakar pada Mesin Penggiling dan Penepung Biji Kopi. *Journal Mechanical Engineering*. 9 (21): 1.
- Widi, S. 2022. *Konsumsi Solar di Indonesia Capai 1,59 Juta Kiloliter pada 2021*. Terdapat pada: <https://dataindonesia.id/sektor-riil/detail/konsumsi-solar-di-indonesia-capai-159-juta-kiloliter-pada-2021>. Diakses tanggal 10 Januari 2023.









KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET, DAN TEKNOLOGI

POLITEKNIK NEGERI BALI  
JURUSAN TEKNIK MESIN

FORM BIMBINGAN TUGAS AKHIR TAHUN AKADEMIK 2022/2023

|               |   |
|---------------|---|
| NAMA          | : Rahmawati Randiana Dewi.....                |
| NIM           | : 2015213051.....                             |
| PROGRAM STUDI | : D3 Teknik Mesin.....                        |
| PEMBIMBING    | : I. Kodok Ervan Hadi Wiryanta, ST. M.T. .... |
| (1) (11)      |   |

| NO. | TGL/BLN/THN        | URAIAN PERKEMBANGAN                     | PARAF PEMBIMBING  |
|-----|--------------------|---|---|
| ①   | 27/5 <sup>23</sup> | -Ternis pengumpulan data pengujian      |   |
| ②   | 10/4 <sup>23</sup> | -Revisi data hasil pengujian / validasi |  |
| ③   | 2/5 <sup>23</sup>  | - Revisi pembahasan / Analisis data     |  |
| ④   | 30/5 <sup>23</sup> | -Revisi grafik data                     |  |
| ⑤   | 2/6 <sup>23</sup>  | -revisi kesimpulan akhir                |  |
| ⑥   | 19/6 <sup>23</sup> | Revisi jumlah daftar pustaka            |  |








KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET, DAN TEKNOLOGI

POLITEKNIK NEGERI BALI  
JURUSAN TEKNIK MESIN

FORM BIMBINGAN TUGAS AKHIR TAHUN AKADEMIK 2022/2023

|               |                             |
|---------------|-----------------------------|
| NAMA          | : Rahmawati Randiana Dewi   |
| NIM           | : 2015213051                |
| PROGRAM STUDI | : D3 Teknik Mesin           |
| PEMBIMBING    | : Ir. I. Wayan Suirya, M.T. |
| (I/II)        |                             |

| NO. | TGL/BLN/THN | URAIAN PERKEMBANGAN   | PARAF PEMBIMBING  |
|-----|-------------|-----------------------|---|
| 1   | 2/6/2023    | Bimbingan Pokok I     |  |
| 2   | 17/6/2023   | Bimbingan Pokok II    |  |
| 3   | 29/6/2023   | Bimbingan Pokok III   |  |
| 4   | 12/7/2023   | Bimbingan Pokok IV    |  |
| 5   | 26/7/2023   | Ace Capitan perbanyak |  |
|     |             |                       |   |



**PERATURAN MENTERI NEGARA LINGKUNGAN HIDUP**

**NOMOR 07 TAHUN 2007**

**TENTANG**

**BAKU MUTU EMISI SUMBER TIDAK BERGERAK BAGI KETEL UAP**

**MENTERI NEGARA LINGKUNGAN HIDUP,**

- Menimbang :
- a. bahwa dalam rangka pelestarian fungsi lingkungan hidup perlu dilakukan upaya pengendalian terhadap usaha dan/atau kegiatan yang berpotensi menimbulkan pencemaran dan/atau kerusakan lingkungan hidup;
  - b. bahwa salah satu usaha dan/atau kegiatan yang berpotensi menimbulkan pencemaran dan/atau kerusakan lingkungan hidup adalah usaha dan/atau kegiatan yang mengoperasikan ketel uap;
  - c. bahwa berdasarkan pertimbangan sebagaimana dimaksud dalam huruf a dan huruf b serta untuk melaksanakan ketentuan Pasal 28 Peraturan Pemerintah Nomor 41 Tahun 1999 tentang Pengendalian Pencemaran Udara, perlu menetapkan Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup tentang Baku Mutu Emisi Sumber Tidak Bergerak Bagi Ketel Uap;
- Mengingat :
1. Undang-Undang Nomor 5 Tahun 1984 tentang Perindustrian (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 1984 Nomor 22, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 3274);
  2. Undang-Undang Nomor 23 Tahun 1997 tentang Pengelolaan Lingkungan Hidup (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 1997 Nomor 68, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 3699);

3. Undang-Undang Nomor 32 Tahun 2004 tentang Pemerintahan Daerah (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2004 Nomor 125, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 4437) sebagaimana telah diubah dengan Undang-Undang Nomor 8 tahun 2005 tentang Penetapan Peraturan Pemerintah Pengganti Undang-Undang Nomor 3 Tahun 2005 tentang Perubahan Atas Undang-Undang Nomor 32 Tahun 2004 tentang Pemerintahan Daerah menjadi Undang-Undang (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2004 Nomor 125, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 4437);
4. Peraturan Pemerintah Nomor 27 Tahun 1999 tentang Analisis Mengenai Dampak Lingkungan Hidup (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 1999 Nomor 59, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 3838);
5. Peraturan Pemerintah Nomor 41 Tahun 1999 Tentang Pengendalian Pencemaran Udara (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 1999 Nomor 68, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 3853);
6. Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 9 Tahun 2005 tentang Kedudukan, Tugas, Fungsi, Kewenangan, Susunan Organisasi, dan Tata Kerja Kementerian Negara Republik Indonesia, sebagaimana telah diubah terakhir dengan Peraturan Presiden Nomor 62 Tahun 2005;


**MEMUTUSKAN:**

**Menetapkan : PERATURAN MENTERI NEGARA LINGKUNGAN HIDUP TENTANG BAKU MUTU EMISI SUMBER TIDAK BERGERAK BAGI KETEL UAP.**

**Pasal 1**

Dalam Peraturan Menteri ini yang dimaksud dengan:

1. Ketel uap adalah sebuah alat penghasil panas yang menggunakan bahan baku air atau minyak yang dipanaskan dengan bahan bakar biomassa, minyak, batu bara, dan/atau gas.

2. Bahan bakar biomassa adalah bahan bakar yang berasal dari tumbuhan atau bagian-bagiannya yaitu bunga, biji, buah, daun, ranting, batang, dan/atau akar termasuk tanaman yang dihasilkan oleh kegiatan pertanian, perkebunan, dan/atau hutan tanaman.
3. Ampas adalah limbah padat yang dihasilkan dari proses pemerahan tebu di stasiun gilingan pada pabrik gula.
4. Serabut adalah limbah padat yang dihasilkan dari proses pengepresan buah sawit di industri minyak sawit (*Crude Palm Oil*).
5. Cangkang adalah kulit inti sawit (kernel) yang dihasilkan dari proses pemisahan kernel sawit di industri minyak sawit.
6. Bahan bakar batu bara adalah bahan bakar hidrokarbon padat yang terbentuk dari tumbuh-tumbuhan dalam lingkungan bebas oksigen dan terkena pengaruh panas serta tekanan yang berlangsung lama.
7. Bahan bakar minyak adalah bahan bakar yang berasal dari semua cairan organik yang tidak larut/bercampur dalam air baik yang dihasilkan dari tumbuh-tumbuhan dan/atau hewan maupun yang diperoleh dari kegiatan penambangan minyak bumi.
8. Bahan bakar gas adalah bahan bakar berupa hidrokarbon yang dalam kondisi tekanan dan temperatur atmosfer berupa fasa gas.
9. Bahan bakar gabungan adalah bahan bakar yang merupakan campuran dari ampas, serabut, cangkang, batu bara, minyak, dan/atau gas.
10. Baku mutu emisi sumber tidak bergerak bagi ketel uap adalah batas maksimum emisi dari ketel uap yang diperbolehkan masuk atau dimasukkan ke dalam lingkungan.
11. Emisi ketel uap adalah zat, energi, dan/atau komponen lain yang dihasilkan oleh ketel uap dari kegiatan industri yang masuk dan/atau dimasukkan ke dalam udara ambien yang mempunyai dan/atau tidak mempunyai potensi sebagai unsur pencemar.
12. Keadaan darurat adalah keadaan tidak berfungsinya ketel uap, cerobong, dan/atau pengendali emisi udara sebagaimana mestinya karena adanya bencana alam, kebakaran, dan/atau huru hara.
13. Kejadian tidak normal adalah kondisi dimana ketel uap, cerobong, dan/atau alat pengendali emisi udara tidak beroperasi sebagaimana mestinya dikarenakan adanya kerusakan dan/atau tidak berfungsinya peralatan tersebut.
14. Menteri adalah Menteri yang menyelenggarakan urusan pemerintahan di bidang pengelolaan lingkungan hidup. 

## Pasal 2

- (1) Baku mutu emisi sumber tidak bergerak bagi ketel uap yang diatur dalam Peraturan Menteri ini meliputi ketel uap yang menggunakan bahan bakar:
  - a. biomassa berupa serabut dan/atau cangkang;
  - b. biomassa berupa ampas dan/atau daun tebu kering;
  - c. biomasa selain yang disebutkan dalam huruf a dan huruf b;
  - d. batu bara;
  - e. minyak;
  - f. gas; dan
  - g. gabungan.
- (2) Baku mutu emisi sumber tidak bergerak bagi ketel uap yang diatur dalam Peraturan Menteri ini tidak berlaku untuk industri besi dan baja, industri pulp dan kertas, industri semen, pembangkit listrik tenaga uap, industri pupuk, dan usaha dan/atau kegiatan minyak dan gas bumi.

## Pasal 3

- (1) Baku mutu emisi sumber tidak bergerak bagi ketel uap yang menggunakan bahan bakar:
  - a. biomassa berupa serabut dan/atau cangkang adalah sebagaimana tercantum dalam Lampiran I Peraturan Menteri ini;
  - b. biomassa berupa ampas dan/atau daun tebu kering adalah sebagaimana tercantum dalam Lampiran II Peraturan Menteri ini;
  - c. biomassa selain yang dimaksud pada huruf a dan huruf b di atas adalah sebagaimana tercantum dalam Lampiran III Peraturan Menteri ini;
  - d. batubara adalah sebagaimana tercantum dalam Lampiran IV Peraturan Menteri ini;
  - e. minyak adalah sebagaimana tercantum dalam Lampiran V Peraturan Menteri ini;
  - f. gas adalah sebagaimana tercantum dalam Lampiran VI Peraturan Menteri ini;
  - g. gabungan adalah sebagaimana tercantum dalam Lampiran VII Peraturan Menteri ini.
- (2) Lampiran sebagaimana dimaksud pada ayat (1) merupakan bagian yang tidak terpisahkan dari Peraturan Menteri ini.

#### Pasal 4


- (1) Gubernur dapat menetapkan baku mutu emisi sumber tidak bergerak bagi ketel uap sama atau lebih ketat dari ketentuan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 3 ayat (1).
- (2) Gubernur dapat menetapkan parameter tambahan di luar parameter sebagaimana tercantum dalam Lampiran Peraturan Menteri ini setelah mendapat persetujuan Menteri.

#### Pasal 5

Dalam hal hasil kajian kelayakan Analisis Mengenai Dampak Lingkungan Hidup (AMDAL) atau rekomendasi Upaya Pengelolaan Lingkungan Hidup (UKL) dan Upaya Pemantauan Lingkungan Hidup (UPL) bagi suatu usaha dan/atau kegiatan yang mengoperasikan ketel uap mensyaratkan baku mutu emisi lebih ketat dari pada baku mutu emisi sebagaimana dimaksud dalam Pasal 3 ayat (1) atau Pasal 4 ayat (1) Peraturan Menteri ini, maka diberlakukan baku mutu emisi sebagaimana dipersyaratkan oleh AMDAL atau rekomendasi UKL dan UPL.

#### Pasal 6

Penanggung jawab usaha dan/atau kegiatan yang mengoperasikan ketel uap sebagaimana dimaksud dalam Pasal 2 ayat (1) wajib:

- a. membuang emisi gas melalui cerobong yang dilengkapi dengan sarana pendukung dan alat pengaman sesuai peraturan yang berlaku;
- b. melakukan pengujian emisi yang dikeluarkan dari setiap cerobong paling sedikit 2 (dua) kali selama periode operasi setiap tahunnya bagi ketel uap yang beroperasi selama 6 (enam) bulan atau lebih;
- c. melakukan pengujian emisi yang dikeluarkan dari setiap cerobong paling sedikit 1 (satu) kali selama periode operasi setiap tahunnya bagi ketel uap yang beroperasi kurang dari 6 (enam) bulan;
- d. menggunakan laboratorium yang terakreditasi dalam pengujian emisi sebagaimana dimaksud dalam huruf b dan huruf c;
- e. melakukan pengujian emisi setelah kondisi proses pembakaran stabil;
- f. menyampaikan laporan hasil analisis pengujian emisi sebagaimana dimaksud dalam huruf b atau huruf c kepada Bupati/Walikota, dengan tembusan Gubernur dan Menteri paling sedikit 1 (satu) kali dalam 6 (enam) bulan sesuai format sebagaimana tercantum dalam Lampiran VIII Peraturan Menteri ini; dan 



g. melaporkan kejadian tidak normal dan/atau keadaan darurat yang mengakibatkan baku mutu emisi dilampaui serta rincian upaya penanggulangannya kepada Bupati/Walikota, dengan tembusan Gubernur dan Menteri.

#### Pasal 7

Dalam jangka waktu paling lama 1 (satu) tahun sejak ditetapkannya Peraturan Menteri ini, usaha dan/atau kegiatan yang menggunakan ketel uap berbahan bakar biomassa berupa serabut dan/atau cangkang, biomassa berupa ampas dan/atau daun tebu kering, batu bara, minyak, dan/atau gas yang sedang berjalan dan baku mutunya diatur dalam Lampiran V B Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor Kep-13/MENLH/3/1995 tentang Baku Mutu Emisi Sumber Tidak Bergerak wajib menyesuaikan dengan ketentuan dalam Peraturan Menteri ini.

#### Pasal 8

Peraturan Menteri ini mulai berlaku pada tanggal ditetapkan.

Ditetapkan di Jakarta  
pada tanggal : 8 Mei 2007

Menteri Negara  
Lingkungan Hidup,

ttd

Ir. Rachmat Witoelar.

**Salinan sesuai dengan aslinya**  
**Deputi MENLH Bidang**  
**Penaatan Lingkungan,**



*Hoetomo*  
Hoetomo, MPA.

Lampiran I  
Peraturan Menteri  
Negara Lingkungan Hidup  
Nomor : 07 tahun 2007  
Tanggal : 8 Mei 2007

**BAKU MUTU EMISI SUMBER TIDAK BERGERAK BAGI KETEL UAP YANG  
MENGUNAKAN BAHAN BAKAR BIOMASSA BERUPA SERABUT DAN/ATAU  
CANGKANG**

| No. | Parameter                          | Baku Mutu             |
|-----|------------------------------------|-----------------------|
| 1.  | Partikulat                         | 300 mg/m <sup>3</sup> |
| 2.  | Sulfur Dioksida (SO <sub>2</sub> ) | 600 mg/m <sup>3</sup> |
| 3.  | Nitrogen Oksida (NO <sub>2</sub> ) | 800 mg/m <sup>3</sup> |
| 4.  | Hidrogen Klorida (HCl)             | 5 mg/m <sup>3</sup>   |
| 5.  | Gas Klorin (Cl <sub>2</sub> )      | 5 mg/m <sup>3</sup>   |
| 6.  | Ammonia (NH <sub>3</sub> )         | 1 mg/m <sup>3</sup>   |
| 7.  | Hidrogen Florida (HF)              | 8 mg/m <sup>3</sup>   |
| 8.  | Opasitas                           | 30 %                  |

Catatan:

- Nitrogen Oksida ditentukan sebagai NO<sub>2</sub>.
- Volume Gas dalam keadaan standar (25°C dan tekanan 1 atm).
- Konsentrasi partikulat dikoreksi sebesar 6 % Oksigen.
- Opasitas digunakan sebagai indikator praktis pemantauan dan dikembangkan untuk memperoleh hubungan korelatif dengan pengamatan total partikel.

Menteri Negara  
Lingkungan Hidup,

ttd

Ir. Rachmat Witoelar.

**Salinan sesuai dengan aslinya  
Deputi MENLH Bidang  
Penaatan Lingkungan,**

  
**Ahoetomo, MPA.**

Lampiran II  
Peraturan Menteri  
Negara Lingkungan Hidup  
Nomor : 07 Tahun 2007  
Tanggal : 8 Mei 2007

**BAKU MUTU EMISI SUMBER TIDAK BERGERAK BAGI KETEL UAP  
YANG MENGGUNAKAN BAHAN BAKAR BIOMASSA BERUPA AMPAS  
DAN/ATAU DAUN TEBU KERING**

| No. | Parameter                          | Baku Mutu             |
|-----|------------------------------------|-----------------------|
| 1.  | Partikulat                         | 250 mg/m <sup>3</sup> |
| 2.  | Sulfur Dioksida (SO <sub>2</sub> ) | 600 mg/m <sup>3</sup> |
| 3.  | Nitrogen Oksida (NO <sub>2</sub> ) | 800 mg/m <sup>3</sup> |
| 4.  | Opasitas                           | 30 %                  |

Catatan:

- Nitrogen Oksida ditentukan sebagai NO<sub>2</sub>.
- Volume Gas dalam keadaan standar (25°C dan tekanan 1 atm).
- Konsentrasi partikulat dikoreksi sebesar 6 % Oksigen.
- Opasitas digunakan sebagai indikator praktis pemantauan dan dikembangkan untuk memperoleh hubungan korelatif dengan pengamatan total partikel.

Menteri Negara  
Lingkungan Hidup,

ttd

Ir. Rachmat Witoelar.

**Salinan sesuai dengan aslinya  
Deputi MENLH Bidang  
Penaatan Lingkungan,**

  
**A. Hoetomo, MPA.**

Lampiran II  
Peraturan Menteri  
Negara Lingkungan Hidup  
Nomor : 07 Tahun 2007  
Tanggal : 8 Mei 2007

**BAKU MUTU EMISI SUMBER TIDAK BERGERAK BAGI KETEL UAP  
YANG MENGGUNAKAN BAHAN BAKAR BIOMASSA BERUPA AMPAS  
DAN/ATAU DAUN TEBU KERING**

| No. | Parameter                          | Baku Mutu             |
|-----|------------------------------------|-----------------------|
| 1.  | Partikulat                         | 250 mg/m <sup>3</sup> |
| 2.  | Sulfur Dioksida (SO <sub>2</sub> ) | 600 mg/m <sup>3</sup> |
| 3.  | Nitrogen Oksida (NO <sub>2</sub> ) | 800 mg/m <sup>3</sup> |
| 4.  | Opasitas                           | 30 %                  |

Catatan:

- Nitrogen Oksida ditentukan sebagai NO<sub>2</sub>.
- Volume Gas dalam keadaan standar (25°C dan tekanan 1 atm).
- Konsentrasi partikulat dikoreksi sebesar 6 % Oksigen.
- Opasitas digunakan sebagai indikator praktis pemantauan dan dikembangkan untuk memperoleh hubungan korelatif dengan pengamatan total partikel.

Menteri Negara  
Lingkungan Hidup,

ttd

Ir. Rachmat Witoelar.

Salinan sesuai dengan aslinya  
Deputi MENLH Bidang  
Penaatan Lingkungan,

  
A. Hoetomo, MPA.

Lampiran III  
Peraturan Menteri  
Negara Lingkungan Hidup  
Nomor : 07 Tahun 2007  
Tanggal : 8 Mei 2007

**BAKU MUTU EMISI SUMBER TIDAK BERGERAK BAGI KETEL UAP  
YANG MENGGUNAKAN BAHAN BAKAR BIOMASSA SELAIN YANG  
DIMAKSUD PADA HURUF a DAN HURUF b PASAL 3 AYAT (1)  
PERATURAN MENTERI INI**

| No.         | Parameter                                 | Baku Mutu              |
|-------------|---|------------------------|
| Bukan Logam |   |                        |
| 1.          | Partikulat                                | 350 mg/m <sup>3</sup>  |
| 2.          | Sulfur Dioksida (SO <sub>2</sub> )        | 800 mg/m <sup>3</sup>  |
| 3.          | Nitrogen Oksida (NO <sub>2</sub> )        | 1000 mg/m <sup>3</sup> |
| 4.          | Hidrogen Klorida (HCl)                    | 5 mg/m <sup>3</sup>    |
| 5.          | Gas Klorin (Cl <sub>2</sub> )             | 10 mg/m <sup>3</sup>   |
| 6.          | Ammonia (NH <sub>3</sub> )                | 0,5 mg/m <sup>3</sup>  |
| 7.          | Hidrogen Florida (HF)                     | 10 mg/m <sup>3</sup>   |
| 8.          | Opasitas                                  | 30 %                   |
| 9.          | Total Sulfur Tereduksi (H <sub>2</sub> S) | 35 mg/m <sup>3</sup>   |
| Logam       |   |                        |
| 1.          | Air Raksa (Hg)                            | 5 mg/m <sup>3</sup>    |
| 2.          | Arsen (As)                                | 8 mg/m <sup>3</sup>    |
| 3.          | Antimon (Sb)                              | 8 mg/m <sup>3</sup>    |
| 4.          | Kadmium (Cd)                              | 8 mg/m <sup>3</sup>    |
| 5.          | Seng (Zn)                                 | 50 mg/m <sup>3</sup>   |
| 6.          | Timah Hitam (Pb)                          | 12 mg/m <sup>3</sup>   |

Catatan:

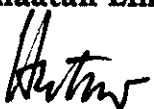
- Nitrogen Oksida ditentukan sebagai NO<sub>2</sub>.
- Volume Gas dalam keadaan standar (25°C dan tekanan 1 atm).
- Konsentrasi partikulat dikoreksi sebesar 6 % Oksigen.
- Opasitas digunakan sebagai indikator praktis pemantauan dan dikembangkan untuk memperoleh hubungan korelatif dengan pengamatan total partikel.

Menteri Negara  
Lingkungan Hidup,

ttd

Salinan sesuai dengan aslinya  
Deputi MENLH Bidang  
Penaatan Lingkungan,

Ir.Rachmat Witoelar.



Hoetomo, MPA.

Lampiran IV  
Peraturan Menteri  
Negara Lingkungan Hidup  
Nomor : 07 Tahun 2007  
Tanggal : 8 Mei 2007

**BAKU MUTU EMISI SUMBER TIDAK BERGERAK BAGI KETEL UAP  
YANG MENGGUNAKAN BAHAN BAKAR BATUBARA**

| No. | Parameter                          | Baku Mutu             |
|-----|------------------------------------|-----------------------|
| 1.  | Partikulat                         | 230 mg/m <sup>3</sup> |
| 2.  | Sulfur Dioksida (SO <sub>2</sub> ) | 750 mg/m <sup>3</sup> |
| 3.  | Nitrogen Oksida (NO <sub>2</sub> ) | 825 mg/m <sup>3</sup> |
| 4.  | Opasitas                           | 20 %                  |

Catatan:

- Nitrogen Oksida ditentukan sebagai NO<sub>2</sub>.
- Volume Gas dalam keadaan standar (25°C dan tekanan 1 atm).
- Konsentrasi partikulat dikoreksi sebesar 6 % Oksigen.
- Opasitas digunakan sebagai indikator praktis pemantauan dan dikembangkan untuk memperoleh hubungan korelatif dengan pengamatan total partikel.

Menteri Negara  
Lingkungan Hidup,

ttd

Ir. Rachmat Witoelar.

**Salinan sesuai dengan aslinya  
Deputi MENLH Bidang  
Penaatan Lingkungan,**



**Hoetomo, MPA.**

Lampiran V  
Peraturan Menteri  
Negara Lingkungan Hidup  
Nomor : 07 Tahun 2007  
Tanggal : 8 Mei 2007

**BAKU MUTU EMISI SUMBER TIDAK BERGERAK BAGI KETEL UAP  
YANG MENGGUNAKAN BAHAN BAKAR MINYAK**

| No. | Parameter                          | Baku Mutu             |
|-----|------------------------------------|-----------------------|
| 1.  | Partikulat                         | 200 mg/m <sup>3</sup> |
| 2.  | Sulfur Dioksida (SO <sub>2</sub> ) | 700 mg/m <sup>3</sup> |
| 3.  | Nitrogen Oksida (NO <sub>2</sub> ) | 700 mg/m <sup>3</sup> |
| 4.  | Opasitas                           | 15 %                  |

Catatan:

- Nitrogen Oksida ditentukan sebagai NO<sub>2</sub>.
- Volume Gas dalam keadaan standar (25°C dan tekanan 1 atm).
- Konsentrasi partikulat dikoreksi sebesar 3 % Oksigen.
- Opasitas digunakan sebagai indikator praktis pemantauan dan dikembangkan untuk memperoleh hubungan korelatif dengan pengamatan total partikel.

Menteri Negara  
Lingkungan Hidup,

ttd

Ir. Rachmat Witoelar.

**Salinan sesuai dengan aslinya  
Deputi MENLH Bidang  
Penaatan Lingkungan,**



**Hoetomo, MPA.**

Lampiran VI  
Peraturan Menteri  
Negara Lingkungan Hidup  
Nomor : 07 Tahun 2007  
Tanggal : 8 Mei 2007

**BAKU MUTU EMISI SUMBER TIDAK BERGERAK BAGI KETEL UAP  
YANG MENGGUNAKAN BAHAN BAKAR GAS**

| No. | Parameter                          | Baku Mutu (mg/m <sup>3</sup> ) |
|-----|------------------------------------|--------------------------------|
| 1.  | Sulfur Dioksida (SO <sub>2</sub> ) | 150                            |
| 2.  | Nitrogen Oksida (NO <sub>2</sub> ) | 650                            |

Catatan:

- Nitrogen Oksida ditentukan sebagai NO<sub>2</sub>.
- Volume Gas dalam keadaan standar (25°C dan tekanan 1 atm).

Menteri Negara  
Lingkungan Hidup,

ttd

Ir. Rachmat Witoelar.

**Salinan sesuai dengan aslinya  
Deputi MENLH Bidang  
Penaatan Lingkungan,**



**Hoetomo, MPA.**



**BAKU MUTU EMISI SUMBER TIDAK BERGERAK BAGI KETEL UAP  
YANG MENGGUNAKAN BAHAN BAKAR GABUNGAN**

Baku mutu emisi sumber tidak bergerak bagi ketel uap yang menggunakan bahan bakar gabungan ditentukan berdasarkan pada perhitungan sebagai berikut:

$$BME_{(x,m)} = [(BME_{(x,f1)} \times Q_{(f1)} + (BME_{(x,f2)} \times Q_{(f2)})] / Q_t$$

Catatan :

- $BME_{(x,m)}$  = Baku mutu emisi untuk parameter x, jika dilakukan pencampuran bahan bakar.  
 $BME_{(x,f1)}$  = Baku mutu emisi parameter x, untuk bahan bakar f1.  
 $Q_{(f1)}$  = Panas aktual dari bahan bakar f1 yang disuplai ke sistem.  
 $BME_{(x,f2)}$  = Bahan baku emisi parameter x, untuk bahan bakar f2.  
 $Q_{(f2)}$  = Panas aktual dari bahan bakar f2 yang disuplai ke sistem.  
 $Q_t$  = Kebutuhan energi total.

Contoh Perhitungan :

Kegiatan industri minyak sawit dengan ketel uap menggunakan bahan bakar antara serabut/cangkang kelapa sawit (f1) dan Batu Bara (f2) dengan komposisi sebagai berikut:

- |  |  |
|--|--|
| 1. Kebutuhan Energi Total  | $Q_t : 4 \times 10^6 \text{KKal}$      |
| 2. Suplai energi aktual dari bahan bakar serabut/cangkang kelapa sawit                             | $Q_{(f1)} : 2 \times 10^6 \text{KKal}$ |
| 3. Suplai energi aktual dari bahan bakar batu bara   | $Q_{(f2)} : 2 \times 10^6 \text{KKal}$ |
| 4. Baku mutu untuk ketel uap parameter partikulat dengan bahan bakar serabut/cangkang kelapa sawit | $BME_{(f1)} : 300 \text{ mg/m}^3$      |
| 5. Baku mutu untuk ketel uap parameter partikulat dengan bahan bakar batu bara                     | $BME_{(f2)} : 230 \text{ mg/m}^3$      |

$$BME(\text{partikulat}) = [300 \times 2 \times 10^6] + [230 \times 2 \times 10^6] / 4 \times 10^6 \\ = 265 \text{ mg/m}^3$$

Cara perhitungan yang sama dilakukan juga untuk parameter lain.

**Salinan sesuai dengan aslinya**  
**Deputi MENLH Bidang**  
**Penaatan Lingkungan,**

  
**A. Hoetomo, MPA.**

Menteri Negara  
Lingkungan Hidup,

ttd

Ir. Rachmat Witoelar.

Date :



Jl. Jend. A. Yani. No. 315 Surabaya 60234, Indonesia  
Phone/Facs: +62 31 8470547/8470635  
Email: labsurabaya@sucofindo.co.id

## CERTIFICATE OF SAMPLING AND ANALYSIS

**SAMPLING LOCATION** : **CONRAD BALI**  
Jl. Pratama 168 Tanjung Benoa, Bali

**SOURCE** : Boiler 1

**MERK** : PRIMATRON YGNIS BOILER (NO : YB25/10-03)

**COORDINATE** : Latitude : S:08° 46' 48.14724"  
Longitude : E:115° 13' 29.63064"

**FUEL** : Diesel Oil

**DATE** : April 17, 2023

**TEST REQUIRED** : Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 7 Tahun 2007 (Lampiran V)  
(Baku Mutu Emisi Sumber Tidak Bergerak Bagi Ketel Uap yang Menggunakan Bahan Bakar Minyak)

### Test Result :

| Parameter  | Unit               | Test Result | Maximum Limit | Method              |
|--|--------------------|-------------|---------------|---------------------|
| Sulfur Dioxide (SO <sub>2</sub> )                    | mg/Nm <sup>3</sup> | 560.9       | 700           | PO/ENV-EMS/02       |
| Nitrogen Oxide (NO <sub>x</sub> ) as NO <sub>2</sub> | mg/Nm <sup>3</sup> | 139.9       | 700           | PO/ENV-EMS/03       |
| Total Particulate                                    | mg/Nm <sup>3</sup> | 62.5        | 200           | SNI 19-7119.12-2005 |
| Opacity  | %                  | < 20        | 15            | PO/ENV-EMS/01       |

Note : The Result of Parameters Concentration was corrected to 3 % Oxygen (O<sub>2</sub>) rate on condition of normally air (25 °C, 760 mmHg) and Dry Basis, except Opacity

### Weather Condition :

|                                   |      |       |
|-----------------------------------|------|-------|
| Flue Gas Temperature              | °C   | 137.0 |
| Ambient Temperature               | °C   | 33.1  |
| Barometric Pressure               | mmHg | 757.4 |
| Velocity Flue Gas at Across Point | m/s  | 1.68  |