

## **SKRIPSI**

### **ANALISIS TINGGI DAN LAJU ALIRAN CEROBONG UNTUK PENGENDALIAN EMISI BOILER DI INDUSTRI KELAPA SAWIT PT XYZ**

Diajukan sebagai salah satu persyaratan dalam menyusun Skripsi pada Program  
Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat

Dibuat:

**Sifa Nabila**

NIM. 2210815120009

Pembimbing:

**Dr. Ir. Rony Riduan, S.T., M.T., IPM**

NIP. 19761017 199903 1 003



**PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK LINGKUNGAN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT  
BANJARBARU  
2026**

**LEMBAR PENGESAHAN**  
**SKRIPSI PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK LINGKUNGAN**

**ANALISIS TINGGI DAN LAJU ALIRAN CEROBONG UNTUK PENGENDALIAN**  
**EMISI BOILER DI INDUSTRI KELAPA SAWIT PT XYZ**

Oleh

Sifa Nabila (2210815120009)

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji pada 06 Juli 2026 dan dinyatakan

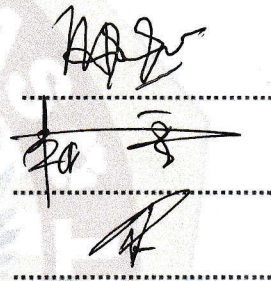
**LULUS**

**Komite Penguji:**

**Ketua** : Gusti Ihda Mazaya, S.T., M.T  
199210052022032013

**Anggota 1** : Riza Miftahul Khair, S.T., M.Eng  
19840510 2024211001

**Pembimbing Utama** : Dr. Ir. Rony Riduan, S.T., M.T., IPM  
197610171999031003

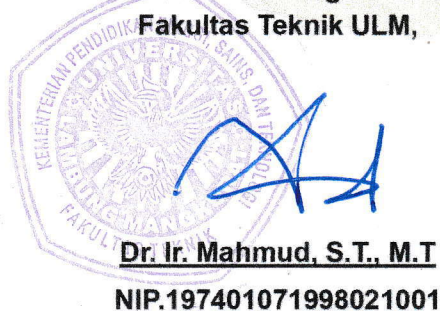


Banjarbaru, 13 JUL 2026

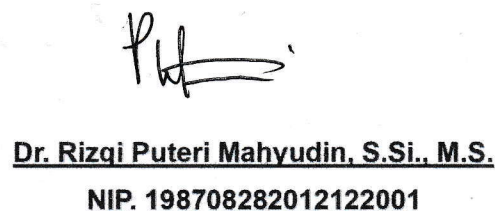
Diketahui dan disahkan oleh:

**Wakil Dekan Bidang Akademik**  
**Fakultas Teknik ULM,**

**Koordinator Program Studi**  
**S-1 Teknik Lingkungan**



**Dr. Ir. Mahmud, S.T., M.T**  
NIP.197401071998021001



**Dr. Rizqi Puteri Mahyudin, S.Si., M.S.**  
NIP. 198708282012122001

## **PERNYATAAN**

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Skripsi ini merupakan karya asli penulis dan belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar akademik apa pun, baik di Universitas Lambung Mangkurat maupun di perguruan tinggi lainnya.
2. Skripsi ini sepenuhnya merupakan gagasan, perumusan, dan hasil penelitian penulis sendiri, yang disusun tanpa bantuan pihak lain selain bimbingan dan arahan dari Dosen Pembimbing.
3. Dalam skripsi ini tidak terdapat karya atau pendapat orang lain yang digunakan tanpa mencantumkan sumber secara jelas dan tertulis dalam daftar pustaka sesuai dengan ketentuan yang berlaku.
4. Pernyataan ini dibuat dengan sebenar-benarnya. Apabila di kemudian hari ditemukan adanya penyimpangan atau ketidaksesuaian dengan pernyataan ini, penulis bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh serta sanksi lain sesuai dengan peraturan dan norma yang berlaku di perguruan tinggi.

Banjarbaru, Juli 2026

Yang membuat pernyataan,

**Sifa Nabila**

**2210815120009**

## ABSTRAK

Industri kelapa sawit berpotensi menghasilkan emisi pencemar udara dari proses pembakaran bahan bakar pada unit boiler berupa Total Suspended Particulate (TSP), sulfur dioksida ( $\text{SO}_2$ ), dan nitrogen dioksida ( $\text{NO}_2$ ). Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi neraca massa industri hingga menghasilkan gas buang ke cerobong, memodelkan dan memetakan pola sebaran emisi, serta menganalisis pengaruh tinggi cerobong dan laju aliran gas buang terhadap konsentrasi polutan pada kawasan Ground Level Concentration (GLC). Penelitian dilakukan di PT XYZ menggunakan metode neraca massa dan pemodelan dispersi udara AERMOD View dengan variasi tinggi cerobong 20 m, 25 m, dan 30 m serta laju aliran gas buang berturut-turut sebesar 36,06 m<sup>3</sup>/s, 40,32 m<sup>3</sup>/s, dan 44,16 m<sup>3</sup>/s. Hasil penelitian menunjukkan bahwa total massa input dan output boiler berada dalam kondisi seimbang sebesar 373.074.625,46 kg/tahun. Hasil pemodelan menunjukkan arah sebaran konsentrasi maksimum dominan ke arah timur pada periode Januari–April, barat laut pada periode Mei–Agustus, serta timur dan barat laut pada periode September–Desember. Peningkatan tinggi cerobong dan laju aliran gas buang mampu menurunkan konsentrasi maksimum polutan di permukaan tanah. Pada kondisi eksisting, konsentrasi maksimum TSP,  $\text{SO}_2$ , dan  $\text{NO}_2$  berturut-turut sebesar 52,45  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , 6,27  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , dan 16,10  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , sedangkan pada variasi tinggi cerobong 30 m dan laju aliran gas buang 44,16 m<sup>3</sup>/s menurun menjadi 49,72  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , 6,05  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , dan 15,10  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Variasi tinggi cerobong 30 m dan laju aliran gas buang 44,16 m<sup>3</sup>/s memberikan hasil yang lebih baik terhadap penurunan konsentrasi polutan pada kawasan GLC dibandingkan variasi lainnya.

Kata kunci: AERMOD, cerobong boiler, dispersi emisi, GLC, neraca massa.

## ABSTRACT

*The palm oil industry has the potential to generate air pollutant emissions from biomass combustion processes in boiler units, particularly Total Suspended Particulate (TSP), sulfur dioxide (SO<sub>2</sub>), and nitrogen dioxide (NO<sub>2</sub>). This study aimed to identify the industrial mass balance leading to stack gas emissions, model and map the emission dispersion patterns, and analyze the effects of stack height and flue gas flow rate on pollutant concentrations within the Ground Level Concentration (GLC) area. The study was conducted at PT XYZ using the mass balance method and AERMOD View air dispersion modeling. The stack height variations analyzed were 20 m, 25 m, and 30 m, with corresponding flue gas flow rates of 36,06 m<sup>3</sup>/s, 40,32 m<sup>3</sup>/s, dan 44,16 m<sup>3</sup>/s. The results showed that the total mass input and output of the boiler system were balanced at 373,074,625.46 kg/year. The modeling results indicated that the dominant dispersion direction was toward the east during January–April, northwest during May–August, and east and northwest during September–December. Increasing stack height and flue gas flow rate reduced the maximum pollutant concentrations at ground level. Under the existing condition, the maximum concentrations of TSP, SO<sub>2</sub>, and NO<sub>2</sub> were 52.45 µg/m<sup>3</sup>, 6.27 µg/m<sup>3</sup>, and 16.10 µg/m<sup>3</sup>, respectively. At a stack height of 30 m and a flue gas flow rate of 44,16 m<sup>3</sup>/s, the concentrations decreased to 49.72 µg/m<sup>3</sup>, 6.05 µg/m<sup>3</sup>, and 15.10 µg/m<sup>3</sup>, respectively. The 30 m stack height and 44.16 m<sup>3</sup>/s flue gas flow rate scenario provided better results in reducing pollutant concentrations at the Ground Level Concentration (GLC) receptors than the other scenarios.*

**Keywords:** AERMOD, boiler stack, emission dispersion, Ground Level Concentration (GLC), mass balance.

## **PRAKATA**

Puji dan syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT. karena atas rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyusun dan menyelesaikan Skripsi yang berjudul “Analisis Tinggi dan Laju Aliran Cerobong untuk Pengendalian Emisi Boiler di Industri Kelapa Sawit PT XYZ”. Dalam penulisan dan penyelesaian skripsi ini tentunya penulis tidak lepas dari bantuan, bimbingan, doa, motivasi, serta dukungan dari berbagai pihak. Maka dari itu, pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih sebesar- sebarnya kepada:

1. Allah SWT. yang telah melimpahkan rahmat, karunia, hidayah, pertolongan, kemudahan, dan ridha-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik.
2. Kedua orang tua tercinta, kakak tercinta, serta seluruh keluarga yang senantiasa memberikan doa, dukungan, motivasi, dan semangat, baik secara moral maupun material, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
3. Bapak Dr. Ir. Rony Riduan S.T., M.T., IPM selaku Dosen Pembimbing Skripsi yang senantiasa meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran untuk memberikan bimbingan, arahan, saran, motivasi, serta ilmu yang sangat berharga kepada penulis selama proses penyusunan skripsi ini.
4. Ibu Gusti Ihda Mazaya, S.T., M.T. selaku Dosen Penguji 1 yang telah memberikan masukan dan saran yang membangun sehingga penelitian dan penulisan skripsi ini dapat diselesaikan dengan lebih baik.
5. Bapak Riza Miftahul Khair, S.T., M.Eng. selaku Dosen Penguji 2 yang telah memberikan masukan dan saran yang membangun sehingga penelitian dan penulisan skripsi ini dapat diselesaikan dengan lebih baik.

6. Seluruh dosen dan staf administrasi Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Lambung Mangkurat yang telah memberikan ilmu, bimbingan, pelayanan, serta bantuan kepada penulis selama menempuh pendidikan hingga penyusunan skripsi ini.
7. Pimpinan dan seluruh staf PT XYZ yang telah memberikan izin, bantuan, serta informasi yang diperlukan selama pelaksanaan penelitian.
8. Para sahabat dan teman - teman penulis selama masa perkuliahan, yaitu Nabella Zahra, Della Mauliyana, Nor Aulia Safitri, Saskia Nurul Syafarina, Annisa Nabila Rahmatiah, Najwa Hanim, Nina Nursyifa, Alya Nur Sajidah, Aisyah Al Syandi, Sarah Maulani, Muhammad Zainul Ikhsan, Sthefanny Refaldo Tenda dan Habbybatuz Zahra, yang senantiasa hadir memberikan dukungan, bantuan, semangat, serta menjadi tempat penulis berbagi cerita, suka maupun duka, selama menempuh perkuliahan hingga penyusunan skripsi ini.
9. Para sahabat SMP dan SMA penulis, yaitu Hafizathu Nadia, Zahratul Nisa, Nadila Zahra Wardani, Muhammad Dzikra Shandi Aditya, Almh. Annisa Ramadhani, Dewi Shapira, Alda Rahmi Sabrina, Tuti Awaliah, Siti Nor Haliza dan Dinda Azahra Putri, yang senantiasa menemani penulis sejak awal hingga akhir masa perkuliahan, selalu memberikan bantuan, dukungan, semangat, motivasi, serta menjadi tempat penulis berbagi cerita, mendengarkan setiap keluh kesah penulis selama masa perkuliahan dan proses penyusunan skripsi ini.
10. Teman-teman seperjuangan (Geonel) angkatan 2022 Program Studi Teknik Lingkungan yang telah menjadi rekan belajar, berbagi pengalaman, serta

memberikan semangat dan dukungan selama proses perkuliahan dan penyusunan skripsi.

11. Terakhir, kepada diri penulis sendiri, terima kasih telah bertahan, terus berjuang, dan tidak menyerah dalam setiap proses yang dilalui. Terima kasih karena tetap memilih untuk melangkah meskipun kadang merasa lelah, ragu, dan takut. Terima kasih telah terus belajar, berusaha, dan tidak pernah berhenti berdoa, serta percaya bahwa setiap doa akan diijabah dan setiap ikhtiar akan menemukan jalannya atas izin Allah Swt., hingga akhirnya penulis mampu menyelesaikan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih memiliki keterbatasan dan jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, penulis menerima kritik, saran, dan masukan yang membangun demi penyempurnaan skripsi ini. Akhir kata, penulis berharap semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca serta berkontribusi terhadap pengembangan ilmu pengetahuan di masa mendatang. Demikian dan terima kasih.

Banjarbaru, Juli 2026

Penulis

## DAFTAR ISI

|                                                           |             |
|-----------------------------------------------------------|-------------|
| <b>LEMBAR PENGESAHAN .....</b>                            | <b>ii</b>   |
| <b>PERNYATAAN.....</b>                                    | <b>iii</b>  |
| <b>ABSTRAK .....</b>                                      | <b>iv</b>   |
| <b>ABSTRACT .....</b>                                     | <b>v</b>    |
| <b>PRAKATA .....</b>                                      | <b>vi</b>   |
| <b>DAFTAR ISI.....</b>                                    | <b>ix</b>   |
| <b>DAFTAR TABEL .....</b>                                 | <b>xiii</b> |
| <b>DAFTAR GAMBAR .....</b>                                | <b>xv</b>   |
| <b>DAFTAR SINGKATAN.....</b>                              | <b>xxi</b>  |
| <b>I    PENDAHULUAN .....</b>                             | <b>1</b>    |
| 1.1 Latar Belakang.....                                   | 1           |
| 1.2 Rumusan Masalah .....                                 | 3           |
| 1.3 Batasan Masalah .....                                 | 4           |
| 1.4 Tujuan Penelitian .....                               | 4           |
| 1.5 Manfaat Penelitian .....                              | 5           |
| <b>II    TINJAUAN PUSTAKA.....</b>                        | <b>6</b>    |
| 2.1 Gambaran Umum PT XYZ .....                            | 6           |
| 2.2 Pencemaran Udara.....                                 | 7           |
| 2.3 Karakteristik Sumber Emisi Udara .....                | 8           |
| 2.3.1 Emisi Gas Sulfur Dioksida (SO <sub>2</sub> ).....   | 9           |
| 2.3.2 Emisi Gas Nitrogen Dioksida (NO <sub>2</sub> )..... | 10          |
| 2.3.3 Emisi Debu Partikulat Matter (PM) .....             | 11          |
| 2.4 Standar Baku Mutu .....                               | 12          |
| 2.4.1 Baku Mutu Udara Ambien .....                        | 13          |
| 2.5 Faktor yang Mempengaruhi Persebaran Polutan .....     | 14          |
| 2.5.1 Stabilitas Atmosfer .....                           | 14          |
| 2.5.2 Arah Angin dan Kecepatan Angin.....                 | 16          |

|                                                                        |           |
|------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 2.5.3 Mawar Angin ( <i>Winrose</i> ).....                              | 16        |
| 2.5.4 Tinggi Lapisan Permukaan ( <i>Mixing Layer Height/MLH</i> )..... | 17        |
| 2.5.5 Suhu Udara .....                                                 | 17        |
| 2.5.6 Kelembaban Relatif.....                                          | 18        |
| 2.5.7 Tekanan Udara .....                                              | 19        |
| 2.6 Model Sebaran Polutan dari Sumber Cerobong.....                    | 19        |
| 2.6.1 <i>Looping Plume</i> .....                                       | 20        |
| 2.6.2 <i>Fanning Plume</i> .....                                       | 21        |
| 2.6.3 <i>Coning Plume</i> .....                                        | 21        |
| 2.6.4 <i>Lofting Plume</i> .....                                       | 22        |
| 2.6.5 <i>Fumigating Plume</i> .....                                    | 23        |
| 2.6.6 <i>Trapping Plume</i> .....                                      | 23        |
| 2.7 <i>Ground Level Concentration (GLC)</i> .....                      | 24        |
| 2.8 Neraca Massa.....                                                  | 25        |
| 2.9 Beban Emisi .....                                                  | 27        |
| 2.10 AERMET <i>View</i> dan AERMOD <i>View</i> .....                   | 28        |
| 2.11 Studi Pustaka.....                                                | 31        |
| <b>III METODE PENELITIAN .....</b>                                     | <b>36</b> |
| 3.1 Rancangan Penelitian.....                                          | 36        |
| 3.1.1 Kerangka Penelitian.....                                         | 37        |
| 3.1.2 Variabel Penelitian .....                                        | 38        |
| 3.2 Alat dan Bahan Penelitian .....                                    | 38        |
| 3.2.1 Alat .....                                                       | 38        |
| 3.2.2 Bahan .....                                                      | 39        |
| 3.3 Waktu dan Tempat Penelitian.....                                   | 39        |
| 3.4 Teknik Pengumpulan Data .....                                      | 40        |
| 3.5 Analisis Data.....                                                 | 41        |
| 3.5.1 Perhitungan Neraca Massa.....                                    | 41        |

|                                                                                                 |            |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 3.5.2 Laju Alir dan Tinggi Cerobong untuk Pengendalian Pencemaran Udara pada GLC .....          | 43         |
| 3.5.3 Memodelkan Pola Sebaran berdasarkan Model Sebaran Gauss .....                             | 46         |
| 3.5.4 Rencana Pengelolaan Lingkungan .....                                                      | 47         |
| <b>IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>                                                             | <b>49</b>  |
| 4.1 Neraca Massa.....                                                                           | 49         |
| 4.1.1 Neraca Massa Cerobong <i>Boiler</i> .....                                                 | 49         |
| 4.1.2 Komposisi Massa Umpan Masuk .....                                                         | 50         |
| 4.1.3 Neraca Massa Total <i>Furnace</i> Boiler .....                                            | 52         |
| 4.2 Karakteristik Emisi dan Parameter Cerobong.....                                             | 54         |
| 4.2.1 Karakteristik Emisi Cerobong .....                                                        | 54         |
| 4.2.2 Parameter Cerobong Eksisting .....                                                        | 54         |
| 4.2.3 Perhitungan Laju Aliran Gas Buang .....                                                   | 54         |
| 4.2.4 Kecepatan Angin pada Ketinggian Cerobong.....                                             | 56         |
| 4.2.5 Tinggi Cerobong Efektif.....                                                              | 58         |
| 4.2.6 Perhitungan Laju Emisi .....                                                              | 61         |
| 4.3 Analisis Data Meteorologi .....                                                             | 62         |
| 4.3.1 Curah Hujan.....                                                                          | 63         |
| 4.3.2 Suhu Udara .....                                                                          | 64         |
| 4.3.3 Kecepatan dan Arah Angin.....                                                             | 66         |
| 4.4 Hasil Pemodelan Sebaran Emisi Menggunakan AERMOD .....                                      | 68         |
| 4.4.1 Pemodelan Sebaran pada Emisi Partikulat .....                                             | 69         |
| 4.4.2 Pemodelan Sebaran pada Emisi SO <sub>2</sub> .....                                        | 89         |
| 4.4.3 Pemodelan Sebaran pada emisi NO <sub>2</sub> .....                                        | 107        |
| 4.5 Pengaruh Variasi Tinggi Cerobong dan Laju Aliran Gas Buang terhadap Konsentrasi Emisi ..... | 125        |
| 4.6 Hubungan Hasil Pemodelan dengan Data ISPA .....                                             | 129        |
| <b>V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>                                                             | <b>133</b> |

|                                                                                      |            |
|--------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 5.1 Kesimpulan .....                                                                 | 133        |
| 5.2 Saran .....                                                                      | 134        |
| <b>DAFTAR RUJUKAN.....</b>                                                           | <b>136</b> |
| <b>LAMPIRAN.....</b>                                                                 | <b>140</b> |
| <b>LAMPIRAN A PERHITUNGAN NERACA MASSA.....</b>                                      | <b>141</b> |
| <b>LAMPIRAN B PERHITUNGAN LAJU EMISI DAN TINGGI CEROBONG<br/>EFEKTIF .....</b>       | <b>148</b> |
| <b>LAMPIRAN C TABEL KONSENTASI DARI AERMOD.....</b>                                  | <b>152</b> |
| <b>LAMPIRAN D RENCANA KEGIATAN PENELITIAN TABEL KONSENTASI<br/>DARI AERMOD .....</b> | <b>158</b> |

## DAFTAR TABEL

|                                                                                                                                                    |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Tabel 2.1</b> Baku Mutu Udara Ambien Nasional .....                                                                                             | 13 |
| <b>Tabel 2.2</b> Penentuan kelas kestabilan atmosfer.....                                                                                          | 14 |
| <b>Tabel 2.3</b> Penentuan exponen (n) berdasarkan kelas stabilitas .....                                                                          | 15 |
| <b>Tabel 2.4</b> Studi Pustaka.....                                                                                                                | 31 |
| <b>Tabel 4.1</b> Input bahan bakar yang masuk.....                                                                                                 | 49 |
| <b>Tabel 4.2</b> Komposisi Serabut, Cangkang, dan Jangkos serta Menghitung Persen Kadar Unsur Serabut (fiber), Cangkang (shell), dan Jangkos ..... | 51 |
| <b>Tabel 4.3</b> Neraca Massa Total Furnace Boiler Tahun 2025 .....                                                                                | 53 |
| <b>Tabel 4.4</b> Hasil pengukuran emisi PT XYZ semester 1 .....                                                                                    | 54 |
| <b>Tabel 4.5</b> Parameter Cerobong Eksisting .....                                                                                                | 54 |
| <b>Tabel 4.6</b> Hasil Perhitungan Laju Aliran Gas Buang pada Berbagai Variasi Tinggi Cerobong.....                                                | 55 |
| <b>Tabel 4.7</b> Kecepatan Angin pada Ketinggian Cerobong.....                                                                                     | 57 |
| <b>Tabel 4.8</b> Kepulan Asap (Plume Rise) .....                                                                                                   | 59 |
| <b>Tabel 4.9</b> Tinggi Cerobong Efektif.....                                                                                                      | 60 |
| <b>Tabel 4.10</b> Hasil Perhitungan Laju Emisi untuk Tinggi Cerobong 20 m .....                                                                    | 61 |
| <b>Tabel 4.11</b> Hasil Perhitungan Laju Emisi untuk Tinggi Cerobong 25 m .....                                                                    | 61 |
| <b>Tabel 4.12</b> Hasil Perhitungan Laju Emisi untuk Tinggi Cerobong 30 m .....                                                                    | 61 |
| <b>Tabel 4.13</b> Curah Hujan rata – rata bulan Januari - April 2025.....                                                                          | 64 |
| <b>Tabel 4.14</b> Curah Hujan rata – rata bulan Mei - Agustus 2025.....                                                                            | 64 |
| <b>Tabel 4.15</b> Curah Hujan rata – rata bulan September - Desember .....                                                                         | 64 |
| <b>Tabel 4.16</b> Suhu udara rata rata bulan Januari - April 2025 .....                                                                            | 65 |

|                                                                                                                       |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Tabel 4.17</b> Suhu udara rata - rata bulan Mei - Agustus 2025 .....                                               | 65  |
| <b>Tabel 4.18</b> Suhu udara rata - rata bulan September - Desember 2025.....                                         | 65  |
| <b>Tabel 4.19</b> Konsentrasi GLC R1 Kebun Pepaya.....                                                                | 126 |
| <b>Tabel 4. 20</b> Konsentrasi GLC R3 Mesjid.....                                                                     | 126 |
| <b>Tabel 4. 21</b> Konsentrasi GLC R10 Puskesmas.....                                                                 | 127 |
| <b>Tabel 4. 22</b> Konsentrasi GLC R13 SMAN 1 Jorong .....                                                            | 128 |
| <b>Tabel 4. 23</b> Konsentrasi GLC R15 Pemukiman.....                                                                 | 129 |
| <b><i>Tabel 4.26</i></b> Jumlah Kasus ISPA dan Pneumonia Balita di Wilayah Kerja Puskesmas<br>Jorong Tahun 2025 ..... | 131 |

## DAFTAR GAMBAR

|                                                                                                                          |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Gambar 2.1</b> <i>Looping Plume</i> .....                                                                             | 20 |
| <b>Gambar 2.2</b> <i>Fanning Plume</i> .....                                                                             | 21 |
| <b>Gambar 2.3</b> <i>Coning Plume</i> .....                                                                              | 21 |
| <b>Gambar 2.4</b> <i>Lofting Plume</i> .....                                                                             | 22 |
| <b>Gambar 2.5</b> <i>Fumigating Plume</i> .....                                                                          | 23 |
| <b>Gambar 2.6</b> <i>Trapping Plume</i> .....                                                                            | 23 |
| <b>Gambar 2.7</b> Diagram Neraca Massa .....                                                                             | 26 |
| <b>Gambar 3.1</b> Kerangka Penelitian .....                                                                              | 37 |
| <b>Gambar 3.2</b> Titik Lokasi Penelitian .....                                                                          | 40 |
| <b>Gambar 4.1</b> Diagram Alir Pembakaran.....                                                                           | 50 |
| Gambar 4.2 Periode bulan Januari – April 2025.....                                                                       | 66 |
| <b>Gambar 4.3</b> Winrose periode bulan Mei - Agustus 2025.....                                                          | 67 |
| <b>Gambar 4.4</b> Winrose periode bulan September – Desember 2025 .....                                                  | 68 |
| <b>Gambar 4.5</b> Peta Sebaran Emisi TSP 24 jam Periode Januari–April pada Tinggi Cerobong 20 m (Eksisting) .....        | 71 |
| <b>Gambar 4.6</b> Peta Sebaran Emisi TSP 24 Jam Periode Mei - Agustus pada Tinggi Cerobong 20 m (Eksisting) .....        | 72 |
| <b>Gambar 4.7</b> Peta Sebaran Emisi TSP 24 Jam Periode September – Desember pada Tinggi Cerobong 20 m (Eksisting) ..... | 73 |
| <b>Gambar 4.8</b> Grafik Plot Emisi TSP selama 24 jam bulan Januari – April untuk tinggi cerobong 20 m (Eksisting).....  | 74 |

|                                                                                                                                |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Gambar 4.9</b> Grafik Plot Emisi TSP selama 24 jam bulan Mei - Agustus untuk tinggi cerobong 20 m (Eksisting) .....         | 75 |
| <b>Gambar 4.10</b> Grafik Plot Emisi TSP selama 24 jam bulan September - Desember untuk tinggi cerobong 20 m (Eksisting) ..... | 76 |
| <b>Gambar 4.11</b> Peta Sebaran Emisi TSP P 24 Jam periode Januari–April pada Tinggi Cerobong 25 m .....                       | 77 |
| <b>Gambar 4.12</b> Peta Sebaran Emisi TSP 24 Jam Periode Mei - Agustus pada Tinggi Cerobong 25 m.....                          | 78 |
| <b>Gambar 4.13</b> Peta Sebaran Emisi TSP 24 Jam Periode September - Desember pada Tinggi Cerobong 25 m.....                   | 79 |
| <b>Gambar 4.14</b> Grafik Plot Emisi TSP selama 24 jam bulan Januari – April untuk tinggi cerobong 25 m .....                  | 80 |
| <b>Gambar 4.15</b> Grafik Plot Emisi TSP selama 24 jam bulan Mei - Agustus untuk tinggi cerobong 25 m .....                    | 81 |
| <b>Gambar 4.16</b> Grafik Plot Emisi Partikulat selama 24 jam bulan September - Desember untuk tinggi cerobong 25 m .....      | 82 |
| <b>Gambar 4.17</b> Peta Sebaran Emisi Partikulat Periode Januari - April pada Tinggi Cerobong 30 m.....                        | 83 |
| <b>Gambar 4.18</b> Peta Sebaran Emisi Partikulat Periode Mei - Agustus pada Tinggi Cerobong 30 m.....                          | 84 |
| <b>Gambar 4.19</b> Peta Sebaran Emisi Partikulat Periode September - Desember pada Tinggi Cerobong 30 m .....                  | 85 |
| <b>Gambar 4.20</b> Grafik Plot Emisi Partikulat selama 24 jam bulan Januari – April untuk tinggi cerobong 30 m.....            | 86 |

|                                                                                                                                            |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Gambar 4.21</b> Grafik Plot Emisi Partikulat selama 24 jam bulan September - Desember untuk tinggi cerobong 30 m .....                  | 87 |
| <b>Gambar 4.22</b> Grafik Plot Emisi Partikulat selama 24 jam bulan September - Desember untuk tinggi cerobong 30 m .....                  | 88 |
| <b>Gambar 4.23</b> Peta Sebaran Emisi SO <sub>2</sub> Periode Januari–April pada Tinggi Cerobong 20 m (Eksisting) .....                    | 90 |
| <b>Gambar 4.24</b> Peta Sebaran Emisi SO <sub>2</sub> Periode Mei - Agustus pada Tinggi Cerobong 20 m (Eksisting) .....                    | 91 |
| <b>Gambar 4.25</b> Peta Sebaran Emisi SO <sub>2</sub> Periode September - Desember pada Tinggi Cerobong 20 m (Eksisting).....              | 92 |
| <b>Gambar 4.26</b> Grafik Plot Emisi SO <sub>2</sub> selama 24 jam bulan Januari – April untuk tinggi cerobong 20 m (Eksisting).....       | 93 |
| <b>Gambar 4.27</b> Grafik Plot Emisi SO <sub>2</sub> selama 24 jam bulan Mei - Agustus untuk tinggi cerobong 20 m (Eksisting).....         | 94 |
| <b>Gambar 4.28</b> Grafik Plot Emisi SO <sub>2</sub> selama 24 jam bulan September - Desember untuk tinggi cerobong 20 m (Eksisting) ..... | 95 |
| <b>Gambar 4. 29</b> Peta Sebaran Emisi SO <sub>2</sub> Periode Januari–April pada Tinggi Cerobong 25 m.....                                | 96 |
| <b>Gambar 4.30</b> Peta Sebaran Emisi SO <sub>2</sub> Periode Mei - Agustus pada Tinggi Cerobong 25 m.....                                 | 97 |
| <b>Gambar 4.31</b> Peta Sebaran Emisi SO <sub>2</sub> Periode September - Desember pada Tinggi Cerobong 25 m .....                         | 98 |
| <b>Gambar 4.32</b> Grafik Plot Emisi SO <sub>2</sub> selama 24 jam bulan Januari – April untuk tinggi cerobong 25 m .....                  | 99 |

|                                                                                                                                      |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Gambar 4.33</b> Grafik Plot Emisi SO <sub>2</sub> selama 24 jam bulan Mei - Agustus untuk tinggi cerobong 25 m .....              | 100 |
| <b>Gambar 4.34</b> Grafik Plot Emisi SO <sub>2</sub> selama 24 jam bulan September - Desember untuk tinggi cerobong 25 m.....        | 101 |
| <b>Gambar 4.35</b> Peta Sebaran Emisi SO <sub>2</sub> Periode Januari–April pada Tinggi Cerobong 30 m.....                           | 102 |
| <b>Gambar 4. 36</b> Peta Sebaran Emisi SO <sub>2</sub> Periode Mei - Agustus pada Tinggi Cerobong 30 m.....                          | 103 |
| <b>Gambar 4.37</b> Peta Sebaran Emisi SO <sub>2</sub> Periode September - Desember pada Tinggi Cerobong 30 m .....                   | 104 |
| <b>Gambar 4.38</b> Grafik Plot Emisi SO <sub>2</sub> selama 24 jam bulan Januari – April untuk tinggi cerobong 30 m .....            | 105 |
| <b>Gambar 4. 39</b> Grafik Plot Emisi SO <sub>2</sub> selama 24 jam bulan Mei - Agustus untuk tinggi cerobong 30 m .....             | 106 |
| <b>Gambar 4. 40</b> Grafik Plot Emisi SO <sub>2</sub> selama 24 jam bulan September - Agustus untuk tinggi cerobong 30 m.....        | 107 |
| <b>Gambar 4.41</b> Peta Sebaran Emisi NO <sub>2</sub> Periode Januari–April pada Tinggi Cerobong 20 m (Eksisting) .....              | 108 |
| <b>Gambar 4. 42</b> Peta Sebaran Emisi NO <sub>2</sub> Periode Mei - Agustus pada Tinggi Cerobong 20 m (Eksisting) .....             | 109 |
| <b>Gambar 4. 43</b> Peta Sebaran Emisi NO <sub>2</sub> Periode September - Desember pada Tinggi Cerobong 20 m (Eksisting).....       | 110 |
| <b>Gambar 4.44</b> Grafik Plot Emisi NO <sub>2</sub> selama 24 jam bulan Januari – April untuk tinggi cerobong 20 m (Eksisting)..... | 111 |

|                                                                                                                                             |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Gambar 4. 45</b> Grafik Plot Emisi NO <sub>2</sub> selama 24 jam bulan Mei - Agustus untuk tinggi cerobong 20 m (Eksisting).....         | 112 |
| <b>Gambar 4. 46</b> Grafik Plot Emisi NO <sub>2</sub> selama 24 jam bulan September - Desember untuk tinggi cerobong 20 m (Eksisting) ..... | 113 |
| <b>Gambar 4.47</b> Peta Sebaran Emisi NO <sub>2</sub> Periode Januari – April pada Tinggi Cerobong 25 m.....                                | 114 |
| <b>Gambar 4. 48</b> Peta Sebaran Emisi NO <sub>2</sub> Periode Mei – Agustus pada Tinggi Cerobong 25 m.....                                 | 115 |
| <b>Gambar 4.49</b> Peta Sebaran Emisi NO <sub>2</sub> Periode bulan September – Desember pada Tinggi Cerobong 25 m.....                     | 116 |
| <b>Gambar 4.50</b> Grafik Plot Emisi NO <sub>2</sub> selama 24 jam bulan Januari – April untuk tinggi cerobong 25 meter .....               | 117 |
| <b>Gambar 4.51</b> Grafik Plot Emisi NO <sub>2</sub> selama 24 jam bulan Mei - Agustus untuk tinggi cerobong 25 meter .....                 | 118 |
| <b>Gambar 4. 52</b> Grafik Plot Emisi NO <sub>2</sub> selama 24 jam bulan September - Desember untuk tinggi cerobong 25 meter.....          | 119 |
| <b>Gambar 4.53</b> Peta Sebaran Emisi NO <sub>2</sub> Periode Januari – April pada Tinggi Cerobong 30 m.....                                | 120 |
| <b>Gambar 4. 54</b> Peta Sebaran Emisi NO <sub>2</sub> Periode Mei - Agustus pada Tinggi Cerobong 30 m.....                                 | 121 |
| <b>Gambar 4.55</b> Peta Sebaran Emisi NO <sub>2</sub> Periode September - Desember pada Tinggi Cerobong 30 m .....                          | 122 |
| <b>Gambar 4. 56</b> Grafik Plot Emisi NO <sub>2</sub> selama 24 jam bulan Januari – April untuk tinggi cerobong 30 meter .....              | 123 |

|                                                                                                                                    |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Gambar 4.57</b> Grafik Plot Emisi NO <sub>2</sub> selama 24 jam bulan Mei - Agustus untuk tinggi cerobong 30 meter .....        | 124 |
| <b>Gambar 4. 58</b> Grafik Plot Emisi NO <sub>2</sub> selama 24 jam bulan September - Desember untuk tinggi cerobong 30 meter..... | 125 |

## DAFTAR SINGKATAN

|                   |                                          |
|-------------------|------------------------------------------|
| AERMOD            | : Atmospheric Dispersion Modeling System |
| AERMET            | : Meteorological Preprocessor for AERMOD |
| SO <sub>2</sub>   | : Sulfur Dioksida                        |
| NO <sub>2</sub>   | : Nitrogen Dioksida                      |
| TSP               | : <i>Total Suspended Particulate</i>     |
| GLC               | : <i>Ground Level Concentration</i>      |
| ISPA              | : Infeksi Saluran Pernapasan Akut        |
| CPO               | : <i>Crude Palm Oil</i>                  |
| TBS               | : Tandan Buah Segar                      |
| TKKS              | : Tandan Kosong Kelapa Sawit             |
| g/s               | : gram per detik                         |
| kg/jam            | : kilogram per jam                       |
| m                 | : meter                                  |
| m/s               | : meter per detik                        |
| µg/m <sup>3</sup> | : mikrogram per kubik meter              |