# DAFTAR PUSTAKA


AISY, J. R. (2018). KAJIAN PENERAPAN PROGRAM GANJIL-GENAP UNTUK MENGURANGI BEBAN EMISI GAS CO2, SO2, DAN NO2, DARI SEKTOR TRANSPORTASI DI KOTA SURABAYA. *Tugas Akhir*.

ANDAL. (2018). Pembangunan Jalan Tol Layang A.P. Pettarani Kota Makassar.

Astri Salatin, C. A. (2019). Analisis Tingkat Risiko Paparan NOx Terhadap Pekerja Di Gardu Tol Akibat Volume Kendaraan Di Pintu Tol Jagorawi, Bogor. *Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan*.

Bakhtiar, N. B. (2019). *ANALISIS PERBANDINGAN KONSENTRASI CO DENGAN MENGGUNAKAN SOFTWARE CALINE4 DAN IMPINGER DI KOTA MAKASSAR.* Makassar: Universitas Hasanuddin.

Benson, P. (1898). *Caline4-A Dispersion Model for Predicting Air Pollutant Concentrations Near Roadway.* Sacramento, CA: California Department of Transportation.

Colls, J. (2002). Air pollution (2002) 2nd ed. London: Spon Press.

Department for Environment, Food, Rural Affairs. (2007). Passenger Transport Emission Factor, Methodology Paper Emission.

Elaeis Noviani R*, K. R. (2013). PENGARUH JUMLAH KENDARAAN DAN FAKTOR METEOROLOGIS (SUHU, KECEPATAN ANGIN) TERHADAP PENINGKATAN KONSENTRASI GAS PENCEMAR CO, $NO_2$, DAN $SO_2$ PADA PERSIMPANGAN JALAN KOTA SEMARANG (STUDI KASUS JALAN KARANGREJO RAYA, SUKUN RAYA, DAN NGESREP TIMUR V). *DIPA IPTEKS.*

Elizabeth, Ortorita. (2015). *Manfaat Dan Kegunaan Surfer.* Yogyakarta: Universitas Pembangunan Pembangunan Nasional Veteran.

Fadholi, A. (2013). *Analisis Data Arah dan Kecepatan Angin Landas Pacu Menggunakan Aplikasi WRPLOT.* Pangkal Pinang.

Febriyanti, A. (2018). *Analisis Konsentrasi Udara Abien CO di Jalan Alternatif Car.* Makassar: Universitas Hasanuddin.

Hikmiyah, A. F. (2018). ANALISIS KADAR DEBU DAN NO2 DI UDARA AMBIEN SERTA KELUHAN PERNAPASAN PADA PEKERJA

PENYAPU DITERMINAL PURABAYA KABUPATEN SIDOARJO. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*.

Indrayani, S. A. (2018). Pencemaran Udara Akibat Kinerja Lalu Lintas Kendaraan Bermotor Di Kota Medan. *Jurnal Permukiman*.

Irma Dita Kurniawan, U. N. (2017). Indikator Pencemar Udara Berdasarkan Jumlah Kendaraan dan Kondisi Iklim (Studi di Wilayah Terminal Mangkang dan Terminal Penggarong Semarang). *Jurnal Kesehatan Masyarakat Indonesia*.

Kurniawan, A. (2017). Pengukuran Parameter Kualitas Udara (CO, NO2, SO2, O3 dan PM10) Di Bukit Kotatabang Berbasis ISPU. *Jurnal Tekno Sains*.

MAHARANY, U. A. (n.d.). ANALISIS TINGKAT KONSENTRASI KARBON MONOKSIDA (CO) DAN NITROGEN DIOKSIDA (NO2) KAWASAN SEKOLAH DI KOTA MAKASSAR. *Tugas Akhir*, 2020.

Maulana, A. Z. (2019). Analisis Beban Pencemar Udara SO2, NO2, dan HC Dengan Pendekatan Line Source Modeling (Studi Kasus Di Jalan Magelang Yogyakarta). *Peneliti Balitbangda Provinsi Kalimantan Selatan*.

Menteri Lingkungan Hidup. (2010). *Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 12 Tahun 2010 tentang Pelaksanaan Pengendalian Pencemaran Udara di Daerah.*

Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia. (2006). *Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia No. 5 Tahun 2006 Tentang Ambang Batas Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor Lama.* Jakarta.

Muchtar, F. (2018). *Analisis Emisi Kendaraan Berbasis Model CALINE4 di Jalan Nasional pada Kawasan Mamminasata.* Makassar: Universitas Hasanuddin.

Muhammad Agus Ainur Rosyid, E. N. (2021). PENGARUH JENIS KENDARAAN BERMOTOR TERHADAP PENINGKATAN KONSENTRASI NITROGEN DIOKSIDA (NO2) DI SEKITAR BUNDARAN DOLOG. *Jurnal Envirotek*.

Maulana, A. Z. (2012). ANALISIS BEBAN PENCEMAR UDARA SO2, NO2 DAN HC DENGAN PENDEKATAN LINE SOURCE MODELING (STUDI KASUS DI JALAN MAGELANG YOGYAKARTA). Analisis Beban Pencemar.

NAINGGOLAN, F. S. (2019). KAJIAN BEBAN EMISI NITROGEN OKSIDA (NOX) DAN PARTICULATE MATTER 10 MIKRON (PM10) DARI SEKTOR TRANSPORTASI DARAT DI BEBERAPA RUAS JALAN KOTA MEDAN. *Tugas Akhir*.

Pemerintah Republik Indonesia . (2005). *Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 15 Tahun 2005 Tentang Jalan tol.*

Pemerintah Republik Indonesia. (2009). Undang-Undang Republik Indonesia No. 22 Tahun 2009 Tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan, Kendaraan Bermotor.

Pemerintah Republik Indonesia. (2012). *Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 55 Tahun 2012 Tentang Kendaraan.*

Pemerintah Republik Indonesia. (2021). *Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 22 Tahun 2021 tentang Pengendalian Pencemaran Udara.*

Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 41 Tahun 1999 Tentang Pengendalian Pencemaran Udara. (n.d.).

PERMEN. (2010). Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia No. 12 Tahun 2010 Tentang Pelaksanaan Pengendalian Pencemaran Udara di Daerah.

Putri, N. Y. (2017). Analisis Pengaruh Beban Emisi CO dan NO2 Dari Kendaraan Bermotor Terhadap Kualitas Udara Ambien Roadside (Studi Kasus: Jalan SM. Raja, Jalan Gatot Subroto, dan Jalan Balai Kota). *Tugas Akhir*.

Rahadi, e. a. (2019). Analisis Sebaran Polutan SO2, NOx dan PM10 dari Sumber Bergerak pada Jalan Arteri Kota Malang. *Jurnal Sumberdaya Alam dan Lingkungan*.

SIHOMBING, W. C. (2017). ANALISIS PENGARUH KEGIATAN TRANSPORTASI DAN BEBAN EMISI TERHADAP KONSENTRASI KARBON MONOKSIDA (CO), SULFUR DIOKSIDA (SO2), DAN NITROGEN DIOKSIDA (NO2) DI UDARA AMBIEN ROADSIDE. *TUGAS AKHIR*.

SNI 19-71 19.2-2005. (2005). *Udara Ambien-Bagian 2: Cara Uji Kadar Nitrogen Dioksida (NO2) Dengan Metoda Griess Saltzman Menggunakan Spektrofotometer.* Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.

SNI. (2005). Stand Udara Ambien-Bagian 2: Cara Uji Kadar Nitrogen Dioksida (NO2) Dengan Metoda Griess Saltzman Menggunakan Spektrofotometer. *SNI 19-7119.2-2005*.

Tetris Farikah, S. S. (2018). Analisis Kadar Nitrogen Dioksida (NO2) di Area Parkir Basement Jumbo Swalayan Kota Manado. *Jurnal Kesmas*.

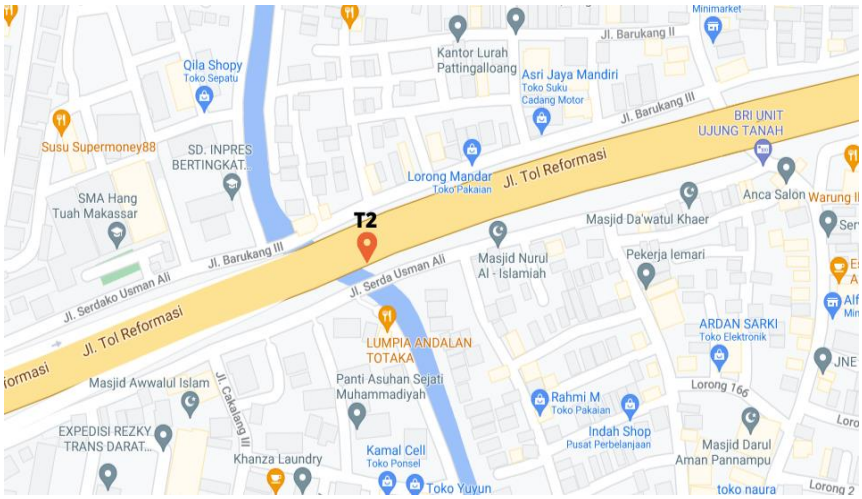
Wark and Warner. (1981). *Analysis of Air Pollutants.* USA: John Wiley and Sons.

Winardhy, D. Y. (2018). *Analisis Kuantitas Emisi di Kawasan Sekolah Berbasis Caline4.* Makassar: Universitas Hasanuddin.

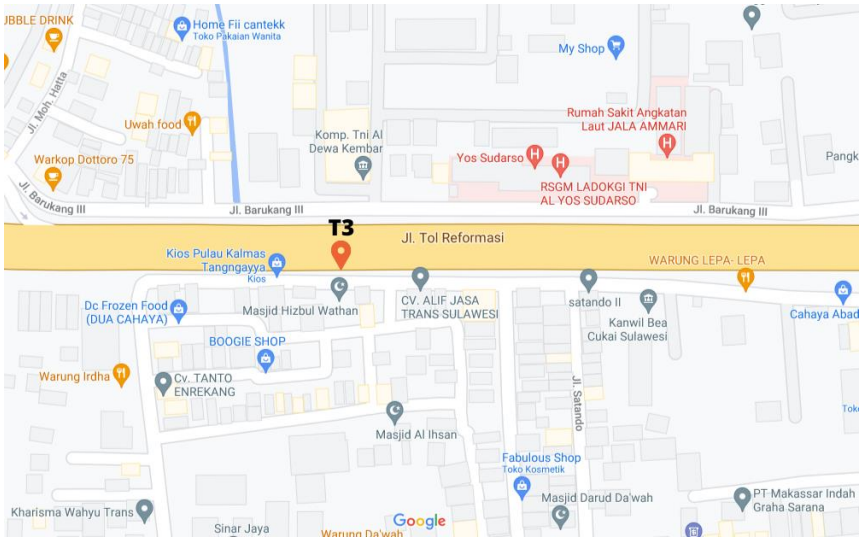
# Lampiran 1

Layout Titik Pengambilan Data

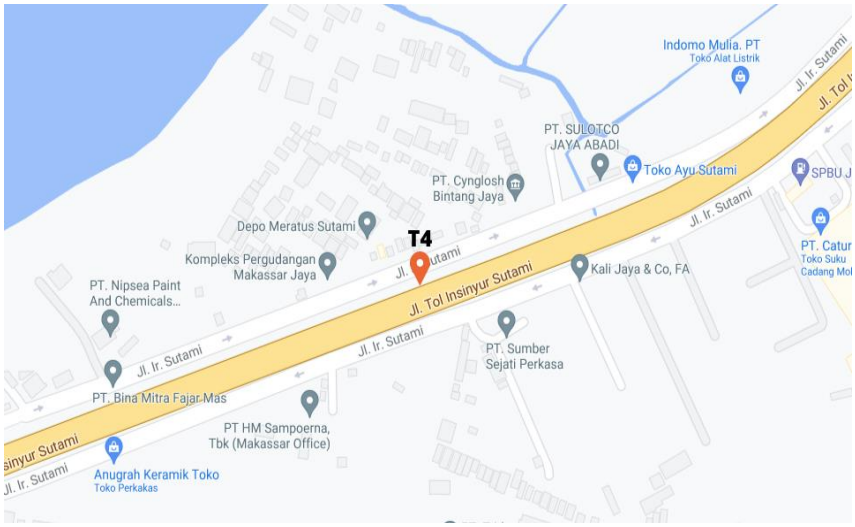
Titik Pengamatan 1 Tol Reformasi Km 4 (600 m)



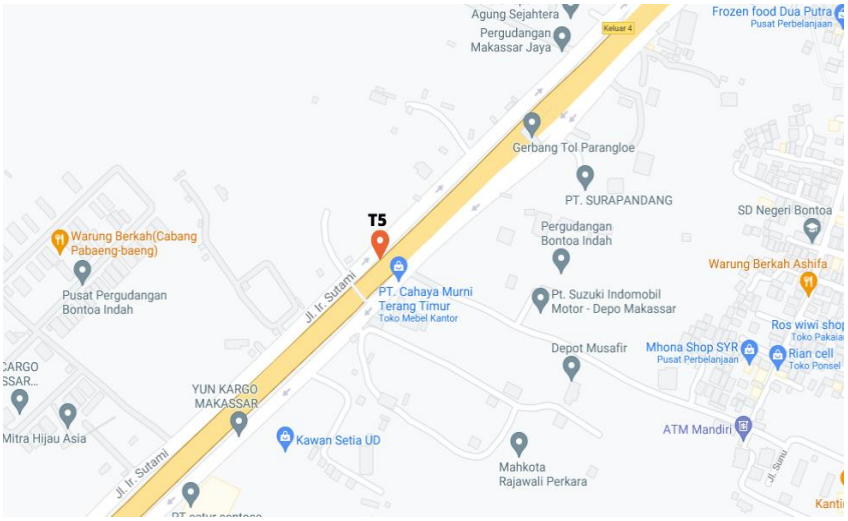

Titik Pengamatan 2 Tol Reformasi Km 1



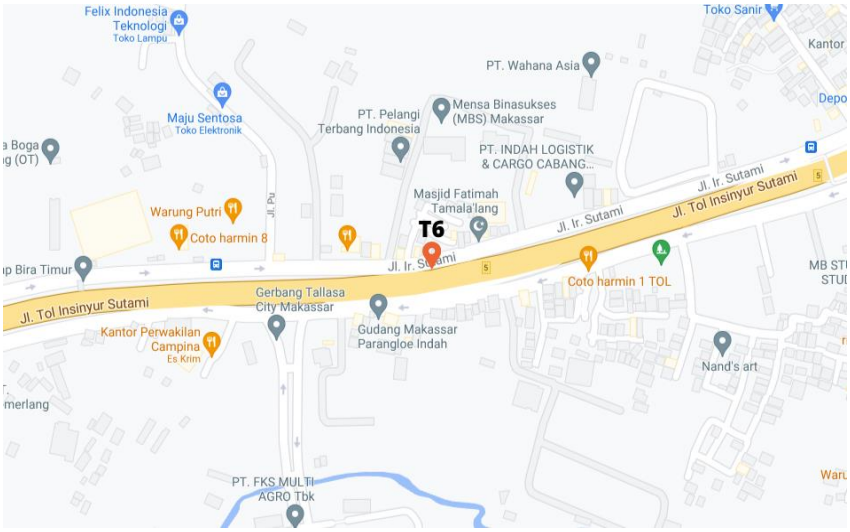

Titik Pengamatan 3 Tol Reformasi Km 0 (400 m)



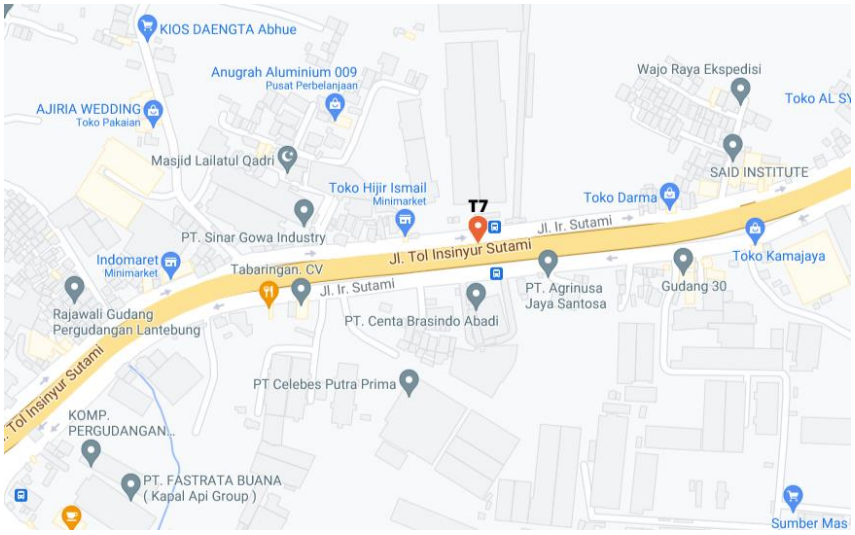

Titik Pengamatan 4 Tol Ir. Sutami Km 1 (600 m)



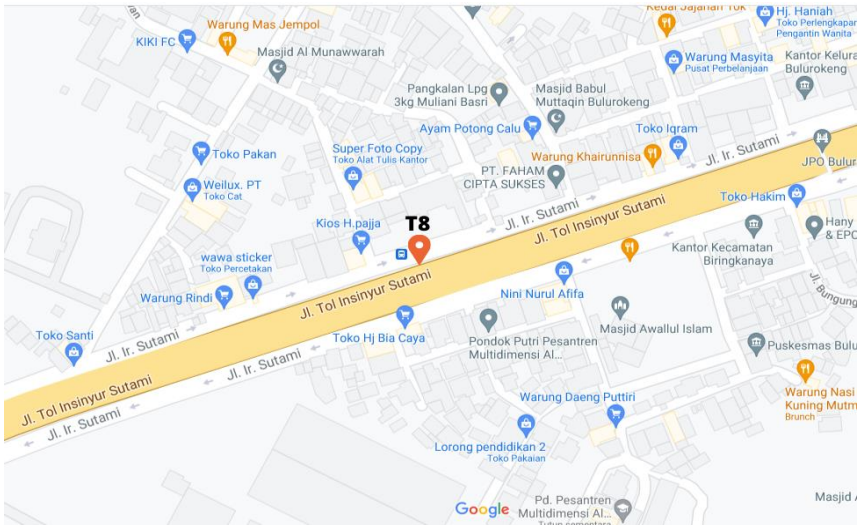

Titik Pengamatan 5 Tol Ir. Sutami Km 3 (400 m)



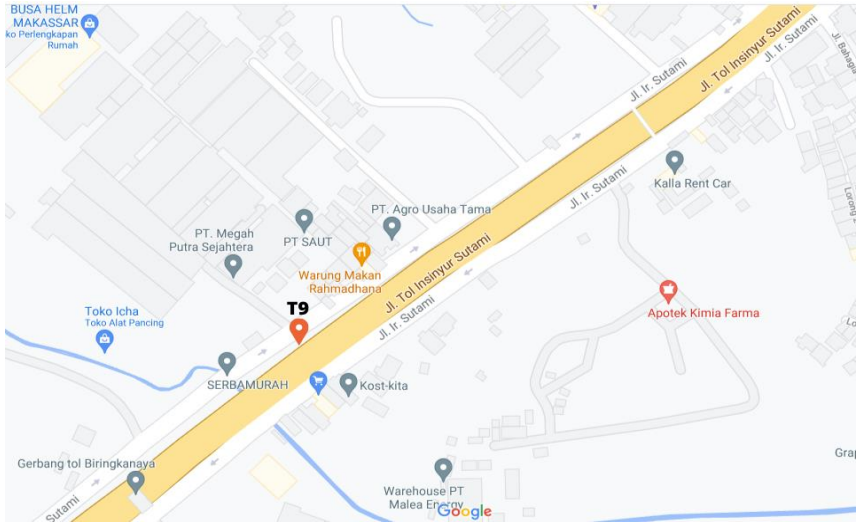

Titik Pengamatan 6 Tol Ir. Sutami Km 5




Titik Pengamatan 7 Tol Ir. Sutami Km 6 (400 m)




Titik Pengamatan 8 Tol Ir. Sutami Km 7 (800 m)




Titik Pengamatan 9 Tol Ir. Sutami Km 10

# Lampiran 2

Data Titik Koordinat Reseptor

1. Tol Reformasi Km 4 (600 m)

| Reseptor | Latitude | | | Longtitude | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0 | ` | " | 0 | ` | " |
| R1 | 5 | 7 | 31.6 | 119 | 26 | 28.7 |
| R2 | 5 | 7 | 31 | 119 | 26 | 31.74 |
| R3 | 5 | 7 | 30.40 | 119 | 26 | 35.24 |

2. Tol Reformasi Km 1

| Reseptor | Latitude | | | Longtitude | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0 | ` | " | 0 | ` | " |
| R1 | 5 | 6 | 54 | 119 | 25 | 16.1 |
| R2 | 5 | 6 | 55.15 | 119 | 25 | 21.57 |
| R3 | 5 | 6 | 55.75 | 119 | 25 | 25.56 |

3. Tol Reformasi Km 0 (400m)

| Reseptor | Latitude | | | Longtitude | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0 | ` | " | 0 | ` | " |
| R1 | 5 | 6 | 58,3 | 119 | 24 | 50 |
| R2 | 5 | 6 | 54.07 | 119 | 24 | 56.09 |
| R3 | 5 | 6 | 51.16 | 119 | 25 | 0.59 |

4. Tol Ir. Sutami Km 1 (600 m)

| Reseptor | Latitude | | | Longtitude | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0 | ` | " | 0 | ` | " |
| R1 | 5 | 6 | 25,3 | 119 | 27 | 6,4 |
| R2 | 5 | 6 | 23.77 | 119 | 27 | 15.45 |
| R3 | 5 | 6 | 22.58 | 119 | 27 | 20.77 |

5. Tol Ir. Sutami Km 3 (400 m)

| Reseptor | Latitude | | | Longtitude | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0 | ` | " | 0 | ` | " |
| R1 | 5 | 5 | 48,7 | 119 | 27 | 51,4 |
| R2 | 5 | 5 | 53.46 | 119 | 27 | 54.64 |
| R3 | 5 | 5 | 57.68 | 119 | 27 | 57.34 |

6. Tol Ir. Sutami Km 5

| Reseptor | Latitude | | | Longtitude | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0 | ` | " | 0 | ` | " |
| R1 | 5 | 5 | 24 | 119 | 28 | 36.7 |
| R2 | 5 | 5 | 19.62 | 119 | 28 | 35.85 |
| R3 | 5 | 5 | 16.47 | 119 | 28 | 35.19 |

7. Tol Ir. Sutami Km 6 (400 m)

| Reseptor | Latitude | | | Longtitude | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0 | ` | " | 0 | ` | " |
| R1 | 5 | 5 | 10 | 119 | 29 | 14,8 |
| R2 | 5 | 5 | 6.54 | 119 | 29 | 9.48 |
| R3 | 5 | 5 | 1.11 | 119 | 29 | 1.49 |

8. Tol Ir. Sutami Km 7 (800 m)

| Reseptor | Latitude | | | Longtitude | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0 | ` | " | 0 | ` | " |
| R1 | 5 | 4 | 52,87 | 119 | 29 | 57,15 |
| R2 | 5 | 4 | 52.14 | 119 | 29 | 58.29 |
| R3 | 5 | 4 | 46.99 | 119 | 29 | 59.05 |

9. Tol Ir. Sutami Km 10

| Reseptor | Latitude | | | Longtitude | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0 | ` | " | 0 | ` | " |
| R1 | 5 | 4 | 27,1 | 119 | 31 | 3,6 |
| R2 | 5 | 4 | 20.94 | 119 | 31 | 12.77 |
| R3 | 5 | 4 | 17.89 | 119 | 31 | 17.27 |

# Lampiran 3

Tabel Perhitungan Konsentrasi $NO_2$ di Udara

| Lokasi | Waktu | b | V | C |
|---|---|---|---|---|
| Tol Reformasi Km 4 (600) | 27 April 2021 | 0,35 | 40,68 | 3,41 |
| Tol Reformasi Km 1 | 28 April 2021 | 2,92 | 40,05 | 29,17 |
| Tol Reformasi Km 0 (400) | 29 April 2021 | 2,90 | 40,67 | 28,56 |
| Tol Ir. Sutami Km 1 (600) | 30 April 2021 | 2,24 | 40,94 | 21,93 |
| Tol Ir. Sutami Km 3 (400) | 1 Mei 2021 | 2,01 | 41,27 | 19,51 |
| Tol Ir. Sutami Km 5 | 2 Mei 2021 | 1,65 | 41,60 | 15,87 |
| Tol Ir. Sutami Km 6 (400) | 3 Mei 2021 | 1,63 | 40,91 | 15,97 |
| Tol Ir. Sutami Km 7 (800) | 4 Mei 2021 | 1,65 | 41,43 | 15,93 |
| Tol Ir. Sutami Km 10 | 5 Mei 2021 | 1,40 | 41,31 | 13,58 |

# Lampiran 4

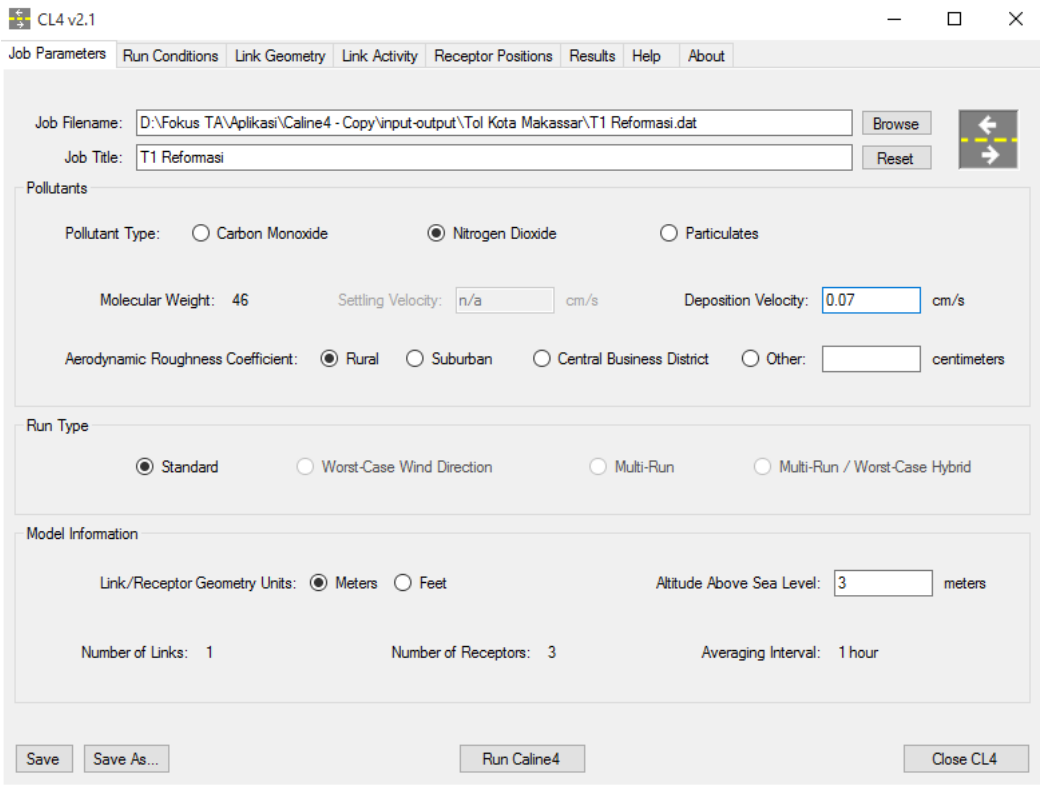
*Tutorial* Penggunaan *Software*

CALINE-4

Dibawah ini merupakan langkah-langkah dalam pengaplikasian *software* Caline-4. Adapun hasil yang diperoleh dari *software* Caline-4 ini yaitu nilai besaran zat pencemar pada setiap titik reseptor reseptor dalam satuan ppm. Berikut file input dalam penggunaan *software* Caline-4 (Melissa, 2007) :

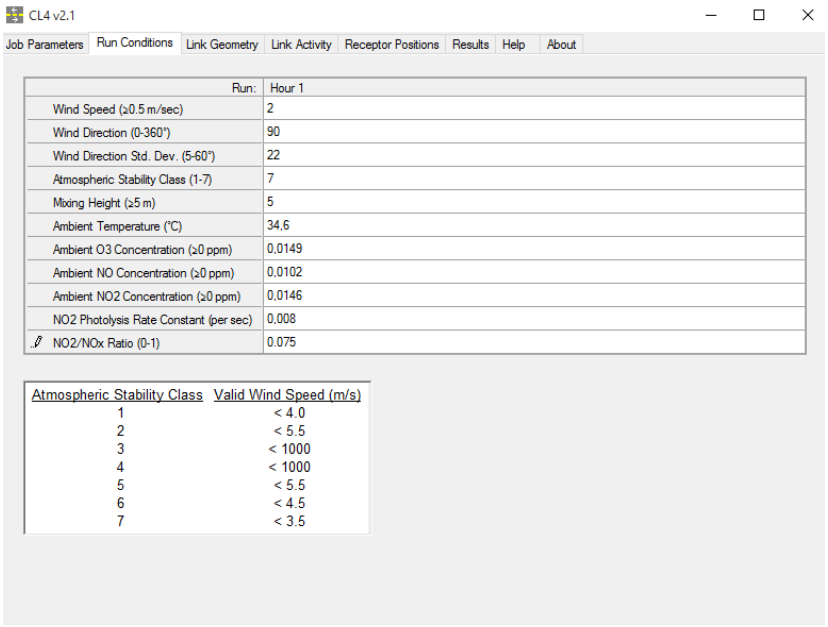
## 1. JOB PARAMETERS

Pada menu ini terdiri dari informasi umum sesuai dengan tipe polutan yang diteliti sehingga akan muncul data tambahan mengenai tipe polutan yang diteliti pada menu selanjutnya.



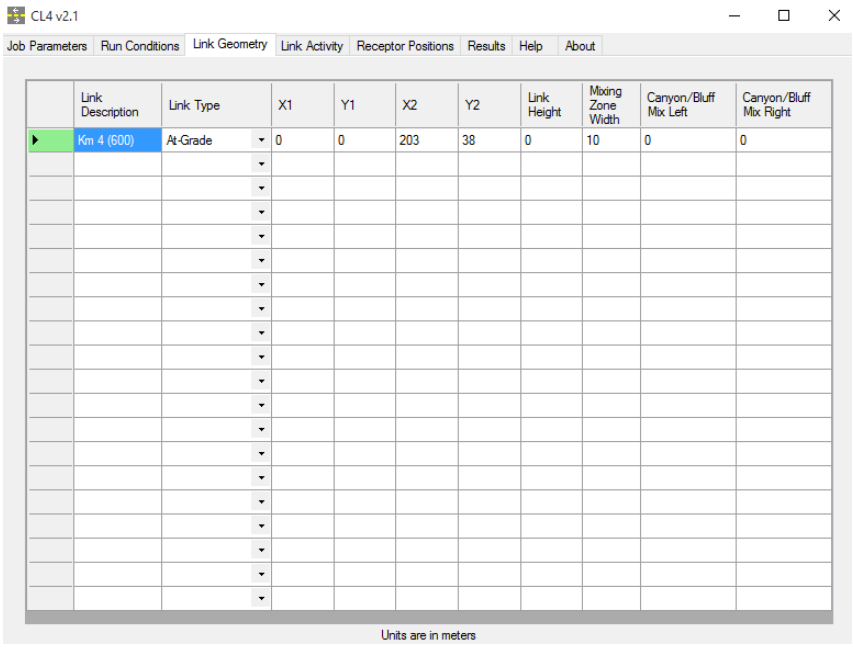
## 2. RUN CONDITIONS

Pada menu ini memuat data meteorologi yang diperlukan dalam pengaplikasian *software* Caline-4.



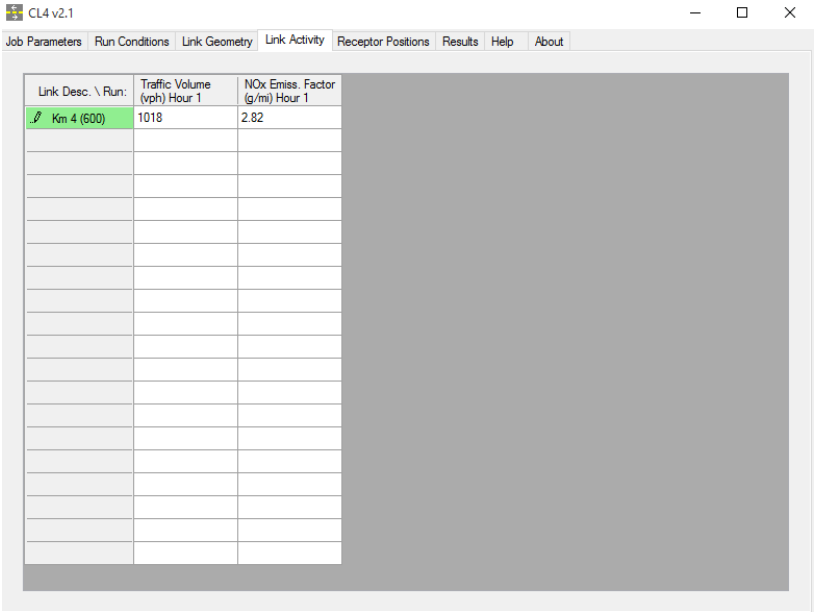

## 3. LINK GEOMETRY

Pada menu ini memuat tabel untuk meng*input* data titik koordinat. Setiap baris mendefinisikan satu titik lokasi dan dapat meng*input* sebanyak 20 titik.



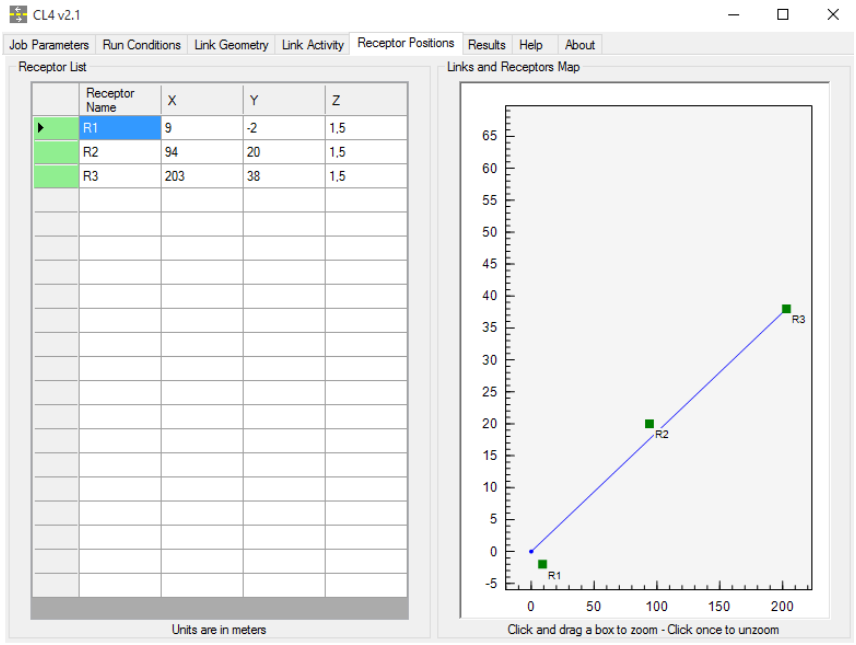
## 4. LINK ACTIVITY

Pada menu ini merupakan data volume kendaraan dan nilai faktor emisi dalam waktu satu jam.

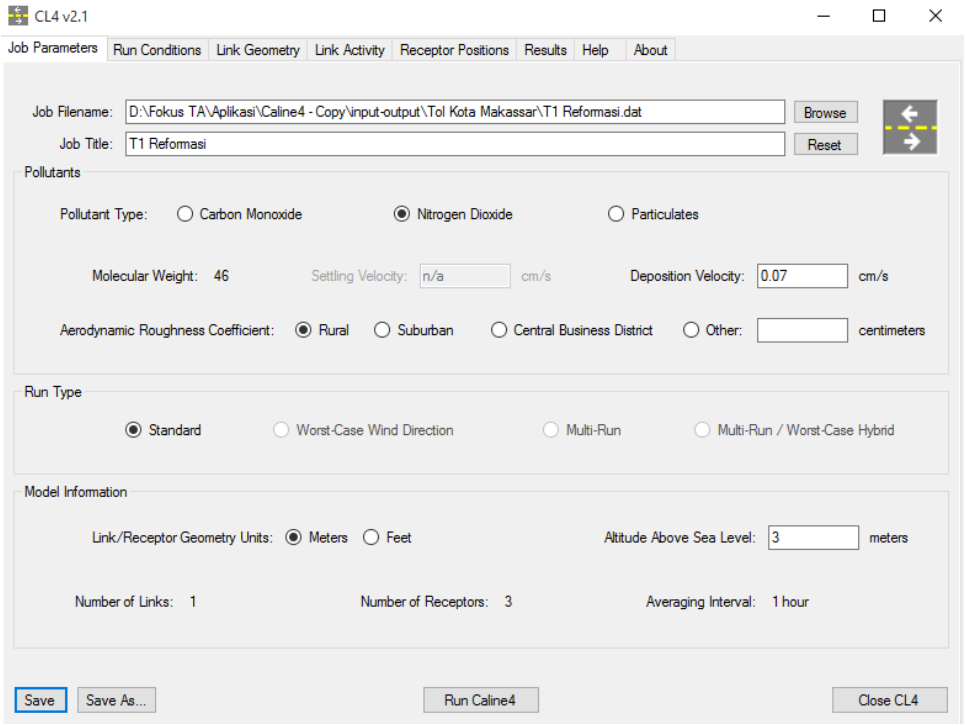



## 5. RECEPTOR POSITIONS

Pada menu ini, memuat tabel untuk memasukkan nama reseptor, koordinat X dan Y, serta ketinggian alat. Kemudian akan terbentuk garis sesuai dengan koordinat reseptor yang telah dimasukkan.

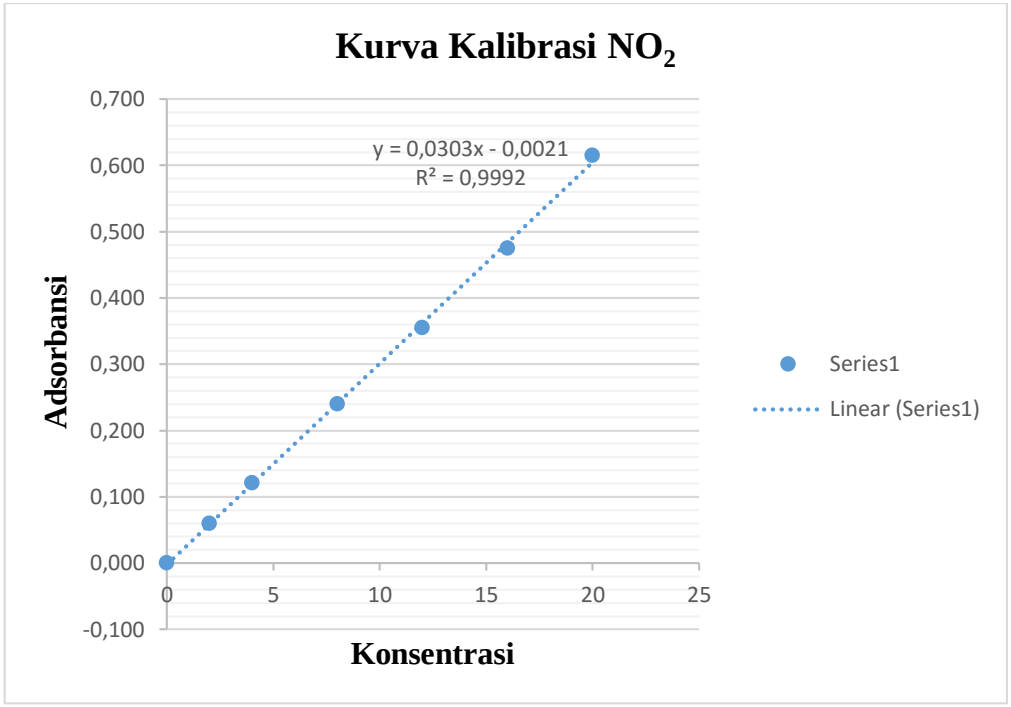


Apabila semua data telah dimasukkan, kemudian kembali ke menu *Job Parameter*, lalu klik "save". Setelah *file* di*save* maka file akan siap untuk diolah, lanjut klik "*Run Caline4*" sehingga data dapat diolah. Untuk *output* nilai besaran konsentrasi dari caline-4 ditampilkan pada bagian *result*.



# Lampiran 5

Kurva Kalibrasi $NO_2$


Kurva Kalibrasi NO2
Adsorbansi
Konsentrasi
y = 0,0303x - 0,0021
R² = 0,9992
0,700
0,600
0,500
0,400
0,300
0,200
0,100
0,000
-0,100
0
5
10
15
20
25
Series1
Linear (Series1)

# Lampiran 6

Tabel Perhitungan Emisi Kendaraan Bermotor

| Lokasi | Waktu | Volume Kendaraan | | | | TOTAL | Emisi (g/mil) | | | | TOTAL (g/mil) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | LVb | LVs | HV | BUS | | LVb | LVs | HV | BUS | |
| Tol Reformasi Km 4 (600) | 27 April 2021 | 907 | 64 | 47 | 0 | 1018 | 1,11 | 0,14 | 0,51 | 0,00 | 1,75 |
| Tol Reformasi Km 1 | 28 April 2021 | 910 | 138 | 303 | 1 | 1353 | 0,84 | 0,22 | 2,47 | 0,01 | 3,53 |
| Tol Reformasi Km 0 (400) | 29 April 2021 | 1059 | 55 | 242 | 0 | 1356 | 0,97 | 0,09 | 1,96 | 0,00 | 3,02 |
| Tol Ir. Sutami Km 1 (600) | 30 April 2021 | 1105 | 32 | 81 | 0 | 1218 | 1,13 | 0,06 | 0,73 | 0,00 | 1,91 |
| Tol Ir. Sutami Km 3 (400) | 1 Mei 2021 | 993 | 49 | 52 | 0 | 1094 | 1,13 | 0,10 | 0,52 | 0,00 | 1,75 |
| Tol Ir. Sutami Km 5 | 2 Mei 2021 | 2099 | 124 | 197 | 1 | 2421 | 1,08 | 0,11 | 0,89 | 0,00 | 2,09 |
| Tol Ir. Sutami Km 6 (400) | 3 Mei 2021 | 1872 | 101 | 131 | 0 | 2104 | 1,11 | 0,10 | 0,68 | 0,00 | 1,89 |
| Tol Ir. Sutami Km 7 (800) | 4 Mei 2021 | 1022 | 30 | 99 | 0 | 1151 | 1,10 | 0,06 | 0,95 | 0,00 | 2,10 |
| Tol Ir. Sutami Km 10 | 5 Mei 2021 | 962 | 42 | 43 | 0 | 1047 | 1,14 | 0,09 | 0,45 | 0,00 | 1,68 |

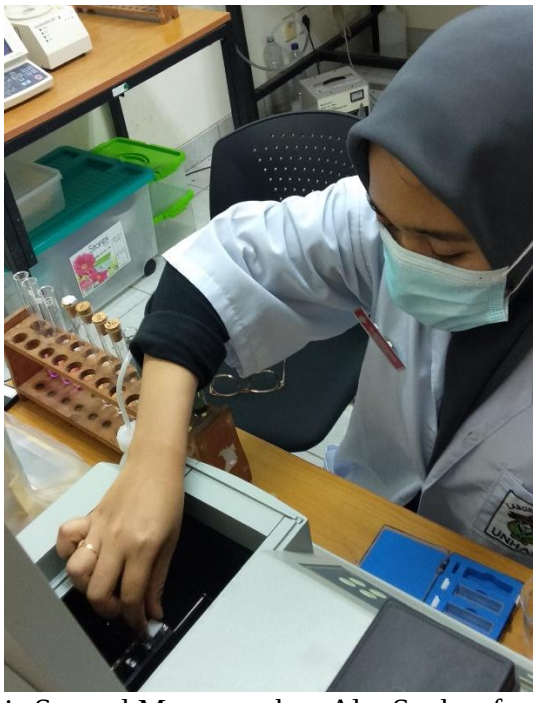
# Lampiran 7

Dokumentasi Penelitian

Proses Pembuatan Larutan Penjerap

Proses Pengambilan Data Konsentrasi $NO_2$

Analisis Sampel di Laboratorium Kualitas Air Departemen Teknik Lingkungan Universitas Hasanuddin



Analisis Sampel Menggunakan Alat Spektrofotometer