

TUGAS AKHIR

ANALISIS KUALITAS UDARA UNTUK PARAMETER NH_3
PADA JALAN TOL DI KOTA MAKASSAR



AFIFAH AZZAHRA ZAFANY
D131 17 1015

DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN
2021

TUGAS AKHIR

ANALISIS KUALITAS UDARA UNTUK PARAMETER NH₃ PADA JALAN TOL DI KOTA MAKASSAR

Diajukan sebagai Tugas Akhir dalam Rangka Penyelesaian Studi Sarjana S1
Teknik Lingkungan pada Program Studi Teknik Lingkungan



AFIFAH AZZAHRA ZAFANY

D131 17 1015

**DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN**

2021



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS HASANUDDIN FAKULTAS TEKNIK
DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN
JL. POROS MALINO, KM.6 BONTOMARANNU KAB. GOWA

LEMBAR PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan untuk memenuhi salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik pada Departemen Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin Gowa.

Judul : **Analisis Kualitas Udara untuk Parameter Amonia (NH₃) Pada Jalan Tol di Kota Makassar**

Disusun Oleh :

Nama : Afifah Azzahra Zafany D131171015

Telah diperiksa dan disetujui
Oleh Dosen Pembimbing

Gowa, 13 Oktober 2021

Pembimbing I

Prof. Dr. Eng. Muh. Isran Ramli, S.T. M.T.
NIP. 197309262000121002

Pembimbing II

Nurul Masyiah Rani Harusi, S.T., M.Eng.
NIK. 199501152021074001



Menyetujui,
Kepala Departemen Teknik Lingkungan

Dr. Eng. Muralia Hustim, S.T., M.T.
NIP. 197204242000122001

PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Yang bertanda tangan di bawah ini, nama Afifah Azzahra Zafany, dengan ini menyatakan bahwa skripsi yang berjudul **“Analisis Kualitas Udara Untuk Parameter NH_3 Pada Jalan Tol Di Kota Makassar”**, adalah karya ilmiah penulisa sendiri dan belum pernah digunakan untuk mendapatkan gelar apapun dan dimanapun.

Karya ilmiah ini sepenuhnya milik penulis dan semua informasi yang ditulis dalam skripsi yang berasal dari penulisan lain telah diberi penghargaan, yakni dengan mengutip sumber dan tahun penerbitannya. Oleh karena itu, semua tulisan dalam skripsi ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab penulis. Apabila ada pihak manapun yang merasa ada kesamaan judul dan atau hasil temuan skripsi ini, maka penulis siap untuk diklarifikasi dan mempertanggungjawabkan segala resiko.

Gowa, 13 Oktober 2021

Yang membuat pernyataan



Afifah Azzahra Zafany

D131 17 1015

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah Subhanahuwata'ala karena atas berkat rahmat dan ridhoNya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan tugas akhir dengan judul **“Analisis Kualitas Udara Untuk Parameter NH₃ Pada Jalan Tol Makassar”**. Shalawat dan salam semoga tercurahkan kepada junjungan Nabi Muhammad SAW pimpinan dan sebaik-baik teladan bagi ummat yang membawa manusia dari zaman kegelapan menuju zaman yang terang benderang.

Dalam penyusunan tugas akhir ini penulis banyak mengalami hambatan, namun berkat bantuan, bimbingan, dan kerjasama yang ikhlas dari berbagai pihak, akhirnya tugas akhir ini dapat terselesaikan dengan baik. Pencapaian tugas akhir ini tidak terlepas dari jasa-jasa orang tua penulis. Ungkapan terima kasih yang tulus penulis persembahkan untuk kedua orang tua tercinta Ayahanda Zainal Hafid dan Ibunda Zulfani Anwar atas doa – doa yang senantiasa mengiringi setiap langkah dan yang telah mencurahkan segenap kasih sayang yang tak terbatas serta segala bentuk motivasi yang telah diberikan kepada penulis selama menempuh pendidikan sampai di tingkat perguruan tinggi. Ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya juga penulis ucapkan kepada saudaraku Muh. Zalfan Al Aqillah. Terima kasih atas dukungan, motivasi dan kesabaran dalam menghadapi penulis, serta untuk seluruh keluarga besarku yang telah memberikan support dan doa demi kelancaran penelitian ini.

Dalam proses penyusunan hingga terselesaikannya tugas akhir ini, penulis sangat terbantu oleh banyak pihak, karenanya penulis ingin mengucapkan rasa terima kasih sebesar-besarnya kepada :

1. Ibu Prof. Dr. Dwia Aries Tina Pulubuhu M.A selaku Rektor Unniversitas Hasanuddin.
2. Bapak Dr. Ir. Muhammad Arsyad Thaha, MT., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
3. Bapak Prof. Baharuddin Hamzah, ST.,M.Arch.,Ph.D. selaku Wakil Dekan dan Pembantu Dekan I Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.

4. Ibu Dr. Eng. Muralia Hustim, ST., MT., selaku Ketua Departemen Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin
5. Bapak Prof. Dr. Eng. Ir. Muhammad Isran Ramli, ST., M.T selaku Dosen Pembimbing I dan Ibu Nurul Masyiah Rani, ST., M.Eng selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan arahan dan bimbingan, meluangkan waktu di tengah kesibukannya selama penulis melaksanakan penyusunan tugas akhir ini, dan juga selalu memberikan semangat kepada penulis dalam menyelesaikan penyusunan tugas akhir.
6. Bapak/Ibu Dosen Fakultas Teknik Departemen Teknik Lingkungan atas bimbingan, arahan, didikan, dan motivasi yang telah diberikan selama kurang lebih empat tahun.
7. Seluruh staf dan karyawan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin atas segala bantuannya selama penulis menempuh perkuliahan terutama kepada staf S1 Teknik Lingkungan Ibu Sumiati dan Kak Olan.
8. Pak Syarif selaku Laboran Laboratorium Kualitas Air yang telah mengizinkan dan membantu penulis dalam proses pembuatan larutan.
9. Aulia Rizqi selaku partner dalam segala hal yang selalu bersedia mendengar, membantu serta mendukung segala masalah baik semasa perkuliahan, KKN, Kerja Praktik hingga penyelesaian skripsi yang juga judulnya setema.
10. Anisah Pratiwi selaku teman seperjuangan skripsi yang selalu sabar menemani proses pengambilan data di tengah teriknya matahari, beratnya mengangkat dan menyalakan genset, nikmatnya buka puasa bersama di pinggir Jalan Tol hingga menjadi teman seperboncengan dalam menghadapi suka duka penyusunan skripsi ini.
11. Rifqi Wardana Nasruddin yang telah memberikan semangat, dukungan dan bersedia menjadi *support system* dalam penyusunan skripsi ini ditengah sibuknya hiruk pikuk perkoasan.
12. Indah Nur Sakinah selaku teman yang memiliki sikap antusias dan bersemangat dalam mengerjakan skripsi hingga pukul 03.00 WITA sehingga memotivasi saya untuk semangat dalam menyelesaikan skripsi ini.

13. Irsyaad Caesar Ramadhan selaku koordinator lab air yang selalu bersedia meluangkan waktu untuk membantu serta mendampingi dari persiapan pembuatan larutan hingga kepada penyusunan skripsi.
14. Andi Indah Fitria selaku koordinator serta teman-teman asisten laboratorium Kualitas Udara dan Bising yang telah memberikan masukan selama proses penyusunan skripsi ini.
15. Dinah Khairia, Imamul Khair Has, Fitriani serta teman sekontrakan lainnya yang selalu menyemangati dalam penyusunan skripsi.
16. Kak Dinda yang telah bersedia meluangkan waktunya untuk membantu serta menjawab semua pertanyaan terkait penggunaan AERMOD.
17. Teman-teman Lab. Riset Kualitas Udara dan Bising 2017 dengan hiburan, dukungan serta semangat yang diberikan kepada penulis.
18. Teman-teman Teknik Lingkungan 2017 dan PLASTIS 2018 atas segala bantuan, cerita, dan kenangan selama masa perkuliahan.
19. Dan kepada rekan, sahabat, saudara dan berbagai pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu, penulis ucapkan banyak terimakasih atas setiap bantuan dan doa yang diberikan.

Semoga Allah SWT membalaskan kebaikan kepada kalian semua. Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih jauh dari kesempurnaan. Namun, penulis berharap tugas akhir ini memberikan manfaat bagi pembaca. Akhir kata semoga tugas akhir ini memberikan manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan.

Gowa, 21 Juli 2021
Penulis,

Afifah Azzahra Zafany
D131 17 1015

ABSTRAK

AFIFAH AZZAHRA ZAFANY. *Analisis Kualitas Udara untuk Parameter NH₃ pada Jalan Tol di Kota Makassar* (dibimbing oleh Muhammad Isran Ramli dan Nurul Masyiah Rani)

Jalan Tol menjadi jalan alternatif yang umum di gunakan di daerah perkotaan untuk menghindari kemacetan pada jalan arteri akibat peningkatan jumlah kendaraan pada jam puncak seperti pada pagi dan sore hari. Dengan adanya Tol Layang sebagai ikon baru di Kota Makassar semakin meningkatkan minat masyarakat untuk memilih melintas di Jalan Tol. Keadaan ini menyebabkan perubahan volume kendaraan yang pada jumlah emisi kendaraan yang melintas sepanjang jalan tol. Amonia (NH₃) merupakan senyawa yang juga dihasilkan oleh emisi kendaraan selain CO, Nox, SOx maupun senyawa lain, namun hal ini belum banyak di teliti karena pada umumnya NH₃ banyak di hasilkan dari proses biologis di tanah serta pengolahan limbah pabrik. NH₃ menjadi penting untuk diketahui jumlahnya pada udara ambien karena ketika amonia memasuki atmosfer dan bergabung dengan polutan utama maka akan membentuk PM 2,5 yang jika terhirup kedalam paru-paru akan meingkatkan risiko penyakit pada saluran pernapasan bagian bawah.

Penelitian dilakukan di 9 titik pada Jalan Tol Makassar diantaranya 3 titik pada Jalan Tol Reformasi dan 6 titik di Jalan Tol Ir. Sutami. Tujuan penelitian ini untuk menganalisis tingkat konsentrasi NH₃ di udara ambien berdasarkan pengukuran langsung menggunakan impinger sesuai SNI 19-7119.1-2005 serta menganalisis pola sebaran polutan menggunakan *software* AERMOD.

Hasil penelitian menunjukkan konsentrasi polutan NH₃ pada Jalan Tol Makassar berkisar antara 2.84 µg/Nm³ – 8.09 µg/Nm³. Sedangkan hasil pemodelan dispersi NH₃ menunjukkan konsentrasi diantara 1.55 µg/Nm³ – 13.3 µg/Nm³. Tingkat konsentrasi Amonia (NH₃) tersebut masih berada dibawah nilai ambang batas yang di persyaratkan *National Ambient Air Quality Standards* yaitu 400 µg/Nm³

Keywords : Amonia, Jalan Tol, *Air Sampling Impinger*, AERMOD

ABSTRACT

AFIFAH AZZAHRA ZAFANY. *Air Quality Analysis for Ammonia (NH₃) Parameters on Toll Roads in Makassar (supervised by Muhammad Isran Ramli and Nurul Masyiah Rani).*

Toll roads are alternative roads that are commonly used in urban areas to avoid congestion on local roads due to the increase in the number of vehicles during peak hours such as in the morning and evening. The existence of the Elevated Toll Road as a new icon in Makassar City has further increased the public's desire to choose to cross the Toll Road. This situation causes changes in the volume of vehicles which are in the number of vehicle emissions that pass along the toll road. Ammonia (NH₃) is a compound produced by vehicle emissions, but this has not been studied much because in general NH₃ is produced from biological processes in the soil and processing factory waste. NH₃ is important to know the amount in ambient air because when ammonia enters the atmosphere and combines with the main pollutant it will form PM 2.5 which if inhaled into the lungs will increase the risk of disease in the lower respiratory tract.

The research was conducted at 9 points on the Makassar Toll Road including 3 points in Jalan Tol Reformasi and 6 points in Jalan Tol Ir. Sutami. The purpose of this study was to analyze the level of NH₃ concentration in ambient air based on direct measurements using an impinger according to SNI 19-7119.1-2005 and to analyze the distribution pattern of pollutants using AERMOD software.

The results showed that the concentration of NH₃ pollutants on the Makassar Toll Road ranged from 5.99 g/Nm³ – 17.07 g/Nm³. While the results of NH₃ dispersion modeling showed concentrations between 1.55 g/Nm³ – 13.3 g/Nm³. The concentration level of Ammonia (NH₃) is still below the threshold value required by the National Ambient Air Quality Standards, which is 400 g/Nm³

Keywords : Ammonia, Toll Roads, Air Sampling Impinger, AERMOD

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN	iii
PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
ABSTRAK	viii
ABSTRACT	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB I.....	1
PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	3
C. Tujuan Penelitian	3
D. Ruang Lingkup.....	3
E. Manfaat Penelitian	4
F. Sistematika Penulisan.....	4
BAB II	6
TINJAUAN PUSTAKA	6
A. Pencemaran Udara	6
B. Amonia (NH ₃)	7
C. Emisi Kendaraan Bermotor.....	16
D. Dispersi Polutan	19
E. Jalan Tol.....	20
F. AERMET	21
G. AERMOD	21
H. Uji-T Independent Sampel Test	23
BAB III.....	25
METODE PENELITIAN	25

A. Rancangan Penelitian	25
B. Waktu Penelitian	27
C. Gambaran Lokasi	27
D. Peralatan Yang Digunakan.....	29
E. Metode Persiapan Pengambilan Data.....	37
F. Metode Pengambilan Data	41
G. Metode Pengolahan Data	42
H. Analisis Data	54
BAB IV	55
HASIL DAN PEMBAHASAN	55
A. Volume Lalu Lintas.....	55
B. Nilai Beban Emisi	58
C. Pengukuran Kualitas Udara.....	61
D. Hasil Pemodelan AERMOD	63
E. Uji-T Independent Sample Test	89
BAB V.....	92
PENUTUP.....	92
A. Kesimpulan	92
B. Saran	92
DAFTAR PUSTAKA.....	93

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Dampak paparan terhadap manusia	11
Tabel 2. Rentang perkiraan konsentrasi kritis untuk paparan vegetasi	13
Tabel 3. Baku mutu udara ambien amonia (NH ₃)	15
Tabel 4. Nilai Faktor Emisi untuk Parameter NH ₃	18
Tabel 5. Waktu Penelitian	27
Tabel 6. Lokasi Titik Pengukuran	29
Tabel 7. Besaran Emisi NH ₃ Jalan Tol Makassar	59
Tabel 8. Pengukuran Kualitas Udara NH ₃ Jalan Tol Makassar	61
Tabel 9. Rekapitulasi Hasil Pemodelan AERMOD	88
Tabel 10. Konsentrasi Udara Ambien dan Hasil Pemodelan NH ₃	90
Tabel 11. Independent Samples T-Test Hasil Konsentrasi	91

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Prediksi sebaran emisi NH_3 secara global pada 2010-2100.....	8
Gambar 2. Proses terbentuknya PM 2.5 di atmosfer	10
Gambar 3. Bagan Alir Penelitian.....	26
Gambar 4. Peta Lokasi Titik Pengamatan Jalan Tol Reformasi.....	28
Gambar 5. Peta Lokasi Titik Pengamatan Jalan Tol Insinyur Sutami.....	28
Gambar 6. Alat Laboratorium	30
Gambar 7. Perangkat Pengambilan Data.....	32
Gambar 8. Aplikasi Google Earth	33
Gambar 9. Interface Software WRPLOT View.....	34
Gambar 10. Flowchart Pengolahan Data Angin Pada WRPLOT.....	34
Gambar 11. Interface Software AERMED View	35
Gambar 12. Interface Software AERMED View	36
Gambar 13. Flowchat Pembuatan Larutan Penjerap	37
Gambar 14. Flowchat Pembuatan Larutan Uji	38
Gambar 15. Flowchat Pembuatan Kurva Kalibrasi	40
Gambar 16. Flowchart Pengolahan Data Secara Umum	43
Gambar 17. Flowchart Pengolahan Data Angin pada WRPLOT View	45
Gambar 18. Flowchart Pengolahan Data pada AERMED View	48
Gambar 19. Flowchart Pengolahan Data pada AERMOD View	51
Gambar 20. Volume Lalu Lintas di Jln Tol Reformasi	55
Gambar 21. Volume Lalu Lintas Jalan Tol Ir. Sutami	56
Gambar 22. Volume Lalu Lintas Jalan Tol Makassar	57
Gambar 23. Besaran Emisi Jalan Tol Makassar	59
Gambar 24. Persentase Kontribusi Emisi NH_3 di Jalan Tol Makassar	60
Gambar 25. Konsentrasi NH_3 di Jalan Tol Makassar	62
Gambar 26. Isopleth NH_3 dan Windrose Plot 1 Jam Titik Pengukuran 1	63
Gambar 27. Grafik Hubungan Konsentrasi dan Jarak Berdasarkan Isopleth Dispersi 1 Jam	64
Gambar 28. Isopleth NH_3 dan Windrose Plot 24 Jam Titik Pengukuran 1	65
Gambar 29. Grafik Hubungan Konsentrasi dan Jarak Berdasarkan Isopleth Dispersi 24 Jam	65
Gambar 30. Isopleth NH_3 dan Windrose Plot 1 Jam Titik Pengukuran 2	66
Gambar 31. Grafik Hubungan Konsentrasi da Jarak Berdasarkan Isopleth Dispersi 1 Jam	67
Gambar 32. Isopleth NH_3 dan Windrose Plot 24 Jam Titik Pengukuran 2	67
Gambar 33. Grafik Hubungan Konsentrasi da Jarak Berdasarkan Isopleth Dispersi 24 Jam	68
Gambar 34. Isopleth NH_3 dan Windrose Plot 1 Jam Titik Pengukuran 3	69

Gambar 35. Grafik Hubungan Konsentrasi da Jarak Berdasarkan Isopleth	
Dispersi 1 Jam	69
Gambar 36. Isopleth NH ₃ dan Windrose Plot 24 Jam Titik Pengukuran 3	70
Gambar 37. Grafik Hubungan Konsentrasi da Jarak Berdasarkan Isopleth	
Dispersi 24 Jam	71
Gambar 38. Isopleth NH ₃ dan Windrose Plot 1 Jam Titik Pengukuran 3	71
Gambar 39. Grafik Hubungan Konsentrasi da Jarak Berdasarkan Isopleth	
Dispersi 1 Jam	72
Gambar 40. Isopleth NH ₃ dan Windrose Plot 24 Jam	73
Gambar 41. Grafik Hubungan Konsentrasi da Jarak Berdasarkan Isopleth	
Dispersi 24 Jam	73
Gambar 42. Isopleth NH ₃ dan Windrose Plot 24 Jam	74
Gambar 43. Grafik Hubungan Konsentrasi da Jarak Berdasarkan Isopleth	
Dispersi 1 Jam	75
Gambar 44. Isopleth NH ₃ dan Windrose Plot 24 Jam Titik Pengukuran 5	75
Gambar 45. Grafik Hubungan Konsentrasi da Jarak Berdasarkan Isopleth	
Dispersi 24 Jam	76
Gambar 46. Isopleth NH ₃ dan Windrose Plot 1 Jam Titik Pengukuran 6	77
Gambar 47. Grafik Hubungan Konsentrasi dan Jarak Berdasarkan Isopleth	
Dispersi 1 Jam	77
Gambar 48. Isopleth NH ₃ dan Windrose Plot 24 Jam Titik Pengukuran 6	78
Gambar 49. Grafik Hubungan Konsentrasi da Jarak Berdasarkan Isopleth	
Dispersi 24 Jam	79
Gambar 50. Isopleth NH ₃ dan Windrose Plot 1 Jam Titik Pengukuran 7	79
Gambar 51. Grafik Hubungan Konsentrasi da Jarak Berdasarkan Isopleth	
Dispersi 1 Jam	80
Gambar 52. Isopleth NH ₃ dan Windrose Plot 24 Jam Titik Pengukuran 7	81
Gambar 53. Grafik Hubungan Konsentrasi dan Jarak Berdasarkan Isopleth	
Dispersi 24 Jam	81
Gambar 54. Isopleth NH ₃ dan Windrose Plot 1 Jam Titik Pengukuran 8	82
Gambar 55. Grafik Hubungan Konsentrasi dan Jarak Berdasarkan Isopleth	
Dispersi 1 Jam	83
Gambar 56. Isopleth NH ₃ dan Windrose Plot 24 Jam Titik Pengukuran 8	83
Gambar 57. Grafik Hubungan Konsentrasi da Jarak Berdasarkan Isopleth	
Dispersi 1 Jam	84
Gambar 58. Isopleth NH ₃ dan Windrose Plot 1 Jam Titik Pengukuran 9	85
Gambar 59. Grafik Hubungan Konsentrasi da Jarak Berdasarkan Isopleth	
Dispersi 1 Jam	85
Gambar 60. Isopleth NH ₃ dan Windrose Plot 24 Jam Titik Pengukuran 9	86

Gambar 61. Grafik Hubungan Konsentrasi da Jarak Berdasarkan Isopleth Dispersi 24 Jam	87
Gambar 62. Konsentrasi Maksimum NH ₃ berdasarkan Dispersi Tiap Jam	88

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Layout Titik Pengambilan Data

Lampiran 2. Data Meteorologi

Lampiran 3. Pengolahan WRPLOT View

Lampiran 4. Pengolahan AERMET View

Lampiran 5. Pengolahan AERMOD View

Lampiran 6. Tabel Perhitungan Konsentrasi NH_3 Udara Ambien

Lampiran 7. Kurva Kalibrasi

Lampiran 8. Tabel Perhitungan Emisi Kendaraan Bermotor

Lampiran 9. Dokumentasi Kegiatan

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Kualitas udara merupakan parameter daya dukung lingkungan bagi kelangsungan hidup masyarakat. Perwujudan kualitas udara yang tidak sehat cenderung terjadi di kawasan perkotaan dengan mobilitas sektor transportasi yang meningkat. Hal tersebut menjadi sumber dari pencemaran udara, akibatnya udara yang terhirup telah bercampur dengan senyawa hasil samping kendaraan bermotor. Senyawa dominan yang dihasilkan oleh kendaraan bermotor ialah Karbon Monoksida (CO) namun terdapat senyawa lain yang terbentuk akibat emisi yang dihasilkan oleh gas buangan kendaraan bermotor seperti Amonia (NH₃) (Idriss, 2013). Umumnya sumber utama NH₃ adalah proses biologis di tanah serta pengelolaan limbah pabrik untuk itu penelitian terdahulu banyak dilakukan pada Tempat Pembuangan Akhir (TPA) dan Industri namun NH₃ dapat menjadi polutan yang berasal dari konverter katalitik kendaraan bermotor sehingga penting untuk diketahui kadarnya. Ketika amonia memasuki atmosfer dan bergabung dengan polutan udara terutama nitrogen dan senyawa oksida sulfur dari kendaraan, pembangkit listrik, dan pabrik terdekat, maka akan membentuk PM 2.5 yang dapat terhirup sehingga dapat menembus lebih dalam ke paru-paru, meningkatkan risiko penyakit pada saluran pernapasan bagian bawah. Hal ini menunjukkan bahwa emisi NH₃ dari kendaraan menghasilkan konsentrasi yang besar, oleh karena itu lalu lintas jalan perlu menjadi sasaran penting sebagai sumber NH₃ di lingkungan perkotaan (Bauer 2018).

Makassar sebagai kota metropolitan menunjukkan peningkatan jumlah kendaraan mencapai 5,3% dari tahun sebelumnya (BPS, 2019). Peningkatan ini berdampak pada kemacetan akibat tingginya volume kendaraan lalu lintas pada jalan raya. Pada semester I tahun 2017, totalnya sudah 1,46 juta unit dimana hal ini tidak sebanding dengan pertumbuhan infrastruktur jalan (Said, 2019). Dengan

volume kendaraan pada kategori roda dua sebesar 1.156.759 unit, untuk jenis kendaraan mobil penumpang sebesar 213.985 unit dan jenis kendaraan niaga sebesar 74.603 unit (BPS Kota Makassar, 2018). Peningkatan jumlah kendaraan diperparah dengan banyaknya kendaraan yang berasal dari daerah menuju Kota Makassar sebagai pusat aktivitas di Sulawesi Selatan dan sering kali mengakibatkan kemacetan terlebih pada keadaan *peak hour* atau jam sibuk seperti pagi dan sore hari. Oleh karena itu, pengendara kerap kali menghindari kemacetan dengan mencari jalan alternatif. Salah satu jalan alternatif yang umum di daerah perkotaan adalah jalan tol.

Untuk jalan tol di Kota Makassar terdiri atas 2 jalan, diantaranya Tol Reformasi dan Tol Ir. Sutami dan saat ini telah bertambah Tol Layang AP Pettarani. Menurut Biro Komunikasi Publik Kementerian PUPR (2021) saat ini, tol layang menjadi ciri baru untuk Kota Makassar dengan fungsi sebagai sarana untuk menghubungkan pusat perkantoran, industri serta perekonomian menuju Bandara Sultan Hasanuddin serta Pelabuhan Soekarno Hatta dan area disekitarnya. Kawasan Panakukkan dan Rapocchini menjadi ruas jalan arteri yang sering mengalami kemacetan sehingga Tol Layang menjadi solusi untuk mengatasi hal tersebut. Hal ini berdampak pada peningkatan minat berkendara di Jalan Tol Layang sehingga volume kendaraan yang melintas pada ruas Jalan Tol Reformasi dan Tol Ir. Sutami semakin bertambah. Berdasarkan hal tersebut maka Jalan Tol dipilih sebagai lokasi pengukuran untuk mengetahui adanya peningkatan volume kendaraan akibat pengaruh keberadaan Tol Layang AP Pettarani. Selain itu, pada jalan tol Kota Makassar terdapat ruas bukaan jalan yang memberikan akses bagi pengguna jalan untuk dapat keluar atau masuk ke jalan tol yang tersebar di beberapa titik sepanjang tol. Keadaan ini menyebabkan perubahan volume kendaraan yang berakibat pada perubahan jumlah emisi dari kendaraan yang melintas sepanjang tol. Dengan demikian penulis ingin melakukan penelitian yang judul **“Analisis Tingkat Konsetrasi Parameter NH_3 pada Jalan Tol Makassar”**.

B. Rumusan Masalah

Dari latar belakang maka dapat dirumuskan beberapa permasalahan diantaranya:

- 1) Berapa nilai beban emisi Amonia (NH_3) yang bersumber dari kendaraan bermotor pada Jalan Tol di Kota Makassar
- 2) Bagaimana tingkat konsentrasi Amonia (NH_3) menggunakan impinger di Jalan Tol Kota Makassar
- 3) Bagaimana pola sebaran tingkat Amonia (NH_3) menggunakan pemodelan aplikasi AERMOD

C. Tujuan Penelitian

Tujuan yang dapat diperoleh diantaranya:

- 1) Mengetahui beban emisi Amonia (NH_3) yang bersumber dari kendaraan bermotor pada Jalan Tol di Kota Makassar.
- 2) Mengetahui tingkat konsentrasi Amonia (NH_3) menggunakan impinger di Jalan Tol Kota Makassar
- 3) Mengetahui pola sebaran konsentrasi Amonia (NH_3) akibat emisi gas buang kendaraan bermotor menggunakan aplikasi AERMOD

D. Ruang Lingkup

Ruang lingkup yang ada pada penelitian ini diantara :

- 1) Parameter pencemar yang digunakan dalam pemantauan adalah Amonia (NH_3)
- 2) Penelitian berlokasi pada Jalan Tol Kota Makassar yang terdiri atas Jalan Tol Reformasi dan Jalan Tol Ir. Sutami.
- 3) Penelitian ini dilakukan selama 9 hari yaitu 27 April – 5 Mei, selama 1 jam pada interval sore yaitu diantara pukul 16.00 – 18.00 WITA

- 4) Volume kendaraan diestimasi berubah di setiap bukaan jalan utama lokasi pengukuran (volume kendaraan yang masuk atau keluar melalui bukaan jalan tol berbeda).

E. Manfaat Penelitian

Dari penelitian berikut, dapat diperoleh manfaat sebagai berikut

- 1) Manfaat untuk penulis adalah sebagai esensi dalam menyelesaikan studi di perguruan tinggi khususnya Departemen Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin dan mendapatkan gelar S.T (Sarjana Teknik).
- 2) Manfaat untuk Universitas adalah menjadi penambah ilmu pengetahuan bagi generasi berikutnya yang berada di Departemen Teknik Lingkungan terkhusus di bidang Kualitas Udara serta di bidang serupa yang kaitannya mengenai pencemaran udara.
- 3) Manfaat untuk masyarakat adalah memberikan pengetahuan bagi masyarakat yang tinggal atau beraktivitas di sekitar Jalan Tol Kota Makassar mengenai tingkat konsentrasi Amonia (NH_3) dan dampak yang ditimbulkan.

F. Sistematika Penulisan

Laporan penelitian tugas akhir disusun secara sistematis yang tersusun atas bab – bab yang menjelaskan isi dari penelitian yang dilakukan. Adapun susunan sistematika tugas akhir ini, diantaranya

BAB 1 PENDAHULUAN

Bab 1 memuat penjelasan latar belakang dipilihnya judul penelitian serta urgensi penelitian ini dianggap perlu untuk dilakukan. Selain itu, bab ini juga menjelaskan mengenai rumusan masalah yang diangkat sebagai bahan penelitian,

tujuan dari penelitian yang dilakukan, batasan masalah yang digunakan serta bagaimana manfaat yang akan diberikan kepada penulis, universitas dan kepada masyarakat dengan adanya penelitian ini.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Bab 2 memuat hasil-hasil studi pustaka yang mendukung penelitian ini penting untuk dilakukan, selain itu bab ini juga memuat teori dan pedoman yang digunakan untuk melakukan analisis sampel penelitian.

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

Bab 3 memuat gambaran lokasi dan waktu dilakukannya penelitian, jenis data primer dan sekunder yang dibutuhkan serta alat bahan dan proses pengambilan data dari tahap persiapan hingga analisis sampel dilakukan.

BAB 4 HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Untuk bab 4 memuat pembahasan atas hasil analisis yang telah diteliti baik yang didapatkan secara langsung maupun yang menggunakan data sekunder. Hasil biasanya dijelaskan dengan mengaitkan antara satu variabel dengan variabel lainnya.

BAB 5 PENUTUP

Bab terakhir ini memuat inti sari dari keseluruhan pembahasan hasil analisis yang tertuliskan pada sub-bab kesimpulan. Selain itu, bab ini juga terdiri atas saran yang diberikan kepada peneliti selanjutnya yang tertarik pada penelitian serupa agar kedepannya isu mengenai penelitian ini dapat terus berkembang dengan metode dan hasil yang lebih akurat.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Pencemaran Udara

Pencemaran udara terjadi apabila suatu bahan baik dalam bentuk fisik maupun kimia masuk kedalam lingkungan yang terdiri atas udara normal sehingga konsentrasi udara tersebut terganggu dan mencapai jumlah tertentu, serta dapat diketahui dan diukur kadarnya dan mengakibatkan dampak negatif terhadap manusia, hewan, vegetasi dan material (Mukono, 2008). Untuk itu, ditetapkan ukuran atau batas suatu bahan, substrat atau komponen yang di tenggang keberadaannya pada udara ambien yang biasa disebut dengan baku mutu udara ambien.

Polusi udara menjadi risiko lingkungan yang utama bagi kesehatan manusia, diperkirakan menyebabkan kematian dini pada 2 juta orang secara global dalam hitungan tahun. Paparan polutan udara sebagian besar diluar kendali individu dan membutuhkan tindakan oleh badan pemerintah dan otoritas publik di tingkat nasional, regional bahkan tingkat internasional (Gurjar, 2010). Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 41 Tahun 1999 mengenai Pengendalian Pencemaran Udara menggolongkan asal pencemaran udara dalam beberapa jenis, diantaranya adalah sumber yang berasal dari kendaraan bermotor, biasa disebut sebagai sumber bergerak, terdapat pula sumber bergerak yang spesifik dimana sumber ini mirip seperti sumber bergerak tetapi titik sumbernya berasal dari transportasi itu sendiri, adapula sumber diam dimana sumber ini hanya berasal dari 1 tempat biasanya terjadi pada industri maupun perusahaan proses produksi, kemudian terdapat sumber tidak bergerak spesifik biasanya berasal dari proses kebakaran suatu kawasan hutan dan yang terakhir adalah sumber gangguan umumnya berupa gangguan akibat kebisingan yang menyebar melalui media udara

B. Amonia (NH₃)

Berdasarkan *National Center for Biotechnology Information* (2021) Amonia merupakan senyawa anorganik yang tersusun atas satu atom nitrogen dan terikat dengan jenis ikatan kovalen dengan tiga atom hidrogen dan ditandai sebagai gas tidak berwarna dengan bau menyengat serta pemaparannya yang terjadi melalui saluran pernapasan, dikonsumsi atau terkontak langsung. Gas amonia umumnya dianggap tidak mudah terbakar namun dalam batas konsentrasi uap tertentu gas ini menjadi mudah terbakar terlebih jika ada minyak atau bahan mudah terbakar lainnya.

Menurut Idriss (2004) amonia (NH₃) menjadi gas alkali yang sangat reaktif dan dapat bereaksi cepat dengan polutan lainnya dan membentuk partikulat halus yang berdampak kepada penyakit pernapasan manusia. Selain itu, gas amonia yang terbentuk di atmosfer dapat terendap ke dalam ekosistem dan merusak beberapa habitat yang sensitif (Sutton M, 2018).

1. Sumber Amonia (NH₃)

a. Sumber Alami

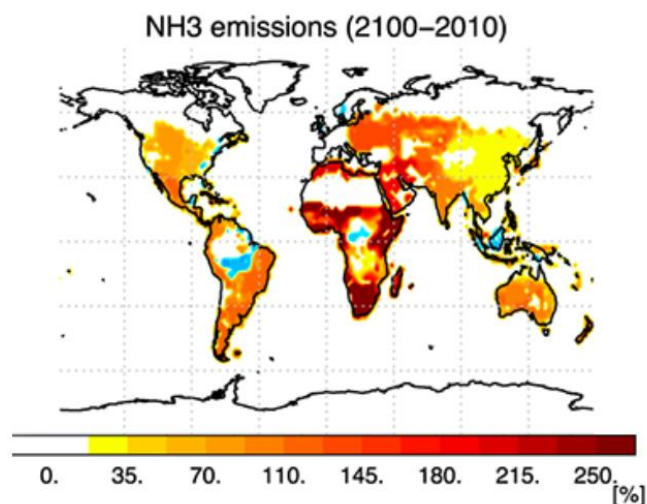
Pada skala global, lebih dari 99% amonia yang ada di atmosfer adalah hasil dari proses alami (Idriss, 2004). Proses alami ini terutama terdiri dari degradasi biogenik bahan organik, seperti tumbuhan dan hewan serta kimia dan mikroba degradasi kotoran hewan, khususnya urin. Dalam degradasi biologis organik zat, amonia diproduksi ketika protein dan asam nukleat terdegradasi untuk membentuk asam amino, purin dan pirimidin. Degradasi kimiawi atau mikroba dari urin hewan menyebabkan hidrolisis urea dan kemudian menjadi penguapan amonia (Krupa, 2004).

b. Sumber Antropogenik

Seperti yang dinyatakan sebelumnya, sebagian besar amonia yang terjadi di atmosfer diproduksi secara alami namun beberapa sumber antropogenik meliputi sumber industri sumber pembakaran bahan bakar non-industri,

transportasi, dan insinerasi. lain-lain sumber antropogenik termasuk pertanian, peternakan, pestisida dan pupuk aplikasi, merokok dan pembakaran lainnya.

Menurut Bauer (2018) Amonia meningkat mencapai 2 kali lipat dari yang awalnya 23 naik menjadi 60 teragram pertahun dalam 70 tahun. Para peneliti di Eropa, Erisman dan Schaap (2004) mengatakan peningkatan tersebut sebagian besar disebabkan oleh emisi amonia dari pertanian, sehingga umumnya amonia di hasilkan dari proses pertanian. Kemampuan untuk bercocok tanam bergantung pada nitrogen, yang merupakan nutrisi penting bagi tanaman. Tapi jika berlebihan, nitrogen bisa menimbulkan masalah. Nitrogen dalam kotoran hewan dan kelebihan pupuk dapat berubah menjadi gas amonia. Faktanya, di AS dan Kanada, pertanian menyumbang lebih dari 3/4 dari seluruh emisi amonia. Pada tahun 2015, sekelompok ilmuwan yang dipimpin oleh Jos Lelieveld, peneliti di Max Planck Institute for Chemistry di Jerman menunjukkan bahwa emisi pertanian merupakan penyumbang terbesar PM 2,5 di Eropa, Jepang, Korea, Rusia, Turki, dan AS bagian timur. dan penyebab utama kematian akibat polusi udara di Jerman, Jepang, Rusia, Turki, dan Ukraina. Mereka memperkirakan dalam skala global bahwa seperlima dari kematian terkait PM 2.5 dapat dihindari dengan menghilangkan emisi udara pertanian. Adapun prediksi sebaran emisi NH_3 yang menjadi penyumbang PM 2,5 dapat dilihat pada gambar berikut (Bauer, 2018).



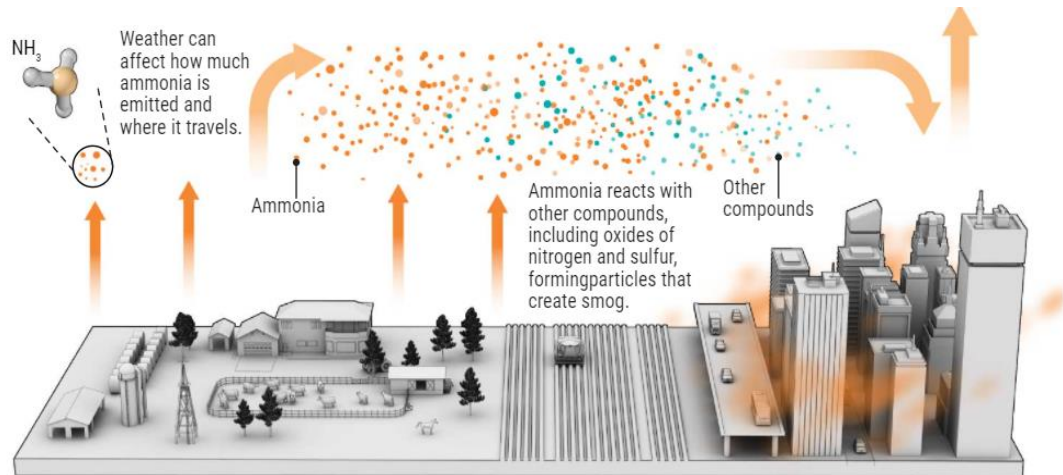
Gambar 1. Prediksi sebaran emisi NH_3 secara global pada 2010-2100
Sumber: Bauer (2018)

Walaupun pertanian menjadi sumber utama dari penyebaran emisi NH_3 namun terdapat sumber lain yang berkontribusi dalam peningkatan jumlah emisi amonia salah satunya adalah kendaraan bermotor (Bauer, 2018). Para peneliti dari enam universitas dan beberapa lembaga negara bagian dan federal melakukan pengamatan untuk lebih memahami susunan kimia dari sumber pencemaran yang terjadi di musim dingin dan ditemukan tingkat amonia murni sedangkan pertanian tidak aktif bila musim dingin tiba. Sehingga peneliti melakukan pengamatan yang berlokasi dari 3 lembah utama yaitu *Salt Lake*, *Cache* dan *Utah*. Ditemukan bahwa mobil di daerah perkotaan menghasilkan amonia sebagai produk sampingan dari konverter katalitik pembersih emisi, sumber ini mengeluarkan amonia dua kali lebih banyak dari yang diasumsikan (Plautz, 2018).

Penelitian mengenai analisis udara ambien untuk parameter amonia yang bersumber dari emisi kendaraan belum banyak dilakukan di Indonesia namun telah dilakukan penelitian di Serpong pada tahun (2020) mengenai analisis udara ambien di Kawasan Susiptek Kota Serpong, ditemukan konsentrasi udara ambien untuk konsentrasi Amonia (NH_3) sebesar $0.76 - 1.76 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ (Sodikin, 2020). India sebagai satu satunya negara berkembang yang telah mengatur ambang batas konsentrasi amonia juga telah melakukan penelitian disekitar kota pada tahun (2010), diantaranya adalah Kanpur dan Colondanj sebesar $17.1 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ dan $27.5 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ (Behera, 2010). Sedangkan untuk Kota Beijing, terhitung konsentrasi NH_3 pada tahun 2007 sebesar $7.21 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ dan naik sebesar $10.2 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ pada tahun 2010 (Meng Z, 2011). Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Chao (2010) Emisi amonia terbesar bersumber dari sektor pertanian yaitu penggunaan pupuk. Namun untuk daerah perkotaan (urban) sumber amonia berasal dari aktivitas lalu lintas yaitu kendaraan bermotor. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh Phan (2013) menyimpulkan bahwa terdapat hubungan antara kepadatan lalu lintas dengan peningkatan emisi amonia di atmosfer.

Ketika amonia memasuki atmosfer dan bergabung dengan polutan udara terutama nitrogen dan senyawa oksida sulfur dari kendaraan, pembangkit listrik,

dan pabrik terdekat, maka akan membentuk PM 2.5, yang dapat menempuh jarak jauh di atmosfer.



Gambar 2. Proses terbentuknya PM 2.5 di atmosfer
Sumber: Bauer (2018)

2. Dampak Amonia (NH₃)

a. Manusia

Amonia merupakan gas yang mudah menguap dan sangat larut dalam air. Rute utama amonia masuk kedalam tubuh adalah melalui inhalasi. Amonia senyawa berbasis nitrogen adalah salah satu bahan kimia tersebut. Partikulat kecil ini dapat masuk ke paru-paru dan bahkan memasuki aliran darah. Pada orang yang sangat tua dan orang dengan penyakit mendasar seperti asma dan penyakit jantung, dapat memperburuk masalah jantung dan pernapasan bahkan dapat mengakibatkan kematian (Konkel, 2018).

Dampak mengenai gangguan pernapasan dari Amonia dibuktikan melalui sebuah studi yang dilakukan di *U.S Department of Health and Human Services* (2004) dengan memberikan paparan amonia pada konsentrasi <500 ppm (348 mg/m³) pada manusia. Studi paparan manusia menunjukkan bahwa setelah jangka pendek paparan inhalasi amonia 500 ppm (348 mg/m³), sekitar 80% dari yang terhirup, amonia larut dan terserap di lapisan mukosa saluran pernapasan bagian atas. Paparan akut terhadap konsentrasi amonia yang tinggi <500 ppm atau 348 mg/m³ mampu merusak sistem pernapasan bagian atas yang berakibat buruk pada bagian distal paru-paru sehingga termasuk penyakit pernapasan

kronis. Efek akut dari inhalasi amonia meliputi iritasi mulut, hidung dan mata, iritasi saluran pernapasan dan peningkatan kedalaman pernapasan. Penyerapan amonia tidak signifikan masuk kedalam aliran darah sehingga tidak ditemukan adanya dampak buruk amonia terhadap jaringan tubuh lainnya.

Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR) (1990) menyebutkan dosis amonia mematikan adalah 5000 ppm (3483 mg/m³) selama 30 menit. Kematian akibat inhalasi amonia akut biasanya disebabkan oleh edema laring yang parah dan obstruksi, edema paru atau komplikasi pneumonia yang luas. Berikut ringkasan dampak paparan amonia pada manusia dapat dilihat pada tabel.

Tabel 1. Dampak paparan terhadap manusia

Dampak	Paparan	Konsentrasi (ppm (mg/m³))
Kematian	30 menit	5.000 (3483)
Iritasi hidung dan tenggorokan	1 hari 30 menit	100 (70)
Tidak menyebabkan efek samping	1 hari 2 jam/hari	50 (35)
Batuk, iritasi mata, hidung dan tenggorokan	1 hari 2 jam/hari	80 (56)
Iritasi sementara pada mata, hidung dan tenggorokan serta respon inflamasi dan pernapasan akut	2 hari 5 jam/hari	14,5 (10,1)

Sumber: Krupa Sagar (2004)

Gas amonia biasanya diserap oleh selaput lendir saluran udara bagian atas di udara ambien, namun, setelah teradsorpsi ke debu yang dapat terhirup, amonia dapat menembus lebih dalam ke dalam paru-paru, meningkatkan risiko penyakit pada saluran pernapasan bagian bawah

b. Hewan

Studi penelitian mengenai dampak amonia terhadap hewan juga dilakukan pada tikus yang melibatkan paparan lebih tinggi yaitu 1.157 ppm (806 mg/m³).

Sama halnya terhadap manusia, hasil menunjukkan bahwa terjadi iritasi pada saluran pernapasan atas dan penurunan berat badan jika paparan berlangsung 1 minggu untuk konsentrasi 500 ppm (348 mg/m^3) Efek kesehatan akut pada hewan melalui inhalasi amonia jangka pendek diantaranya iritasi mulut, hidung dan mata, iritasi saluran pernapasan, penurunan laju pernapasan, penurunan berat badan dan kelesuan. Selain itu, kadar amonia dalam darah meningkat secara signifikan setelah terpapar 310 ppm (216 mg/m^3) hingga 1.157 ppm (806 mg/m^3). Ketika paparan dilanjutkan selama 12 jam, kadar darah kembali normal (U.S Department of Health and Human Services, 2004).

Konsentrasi udara mematikan untuk amonia bervariasi sesuai dengan spesies yang dievaluasi. Untuk amonia berkisar hingga 16.600 ppm (11.562 mg/m^3) untuk tikus, 10.050 ppm (7000 mg/m^3) untuk kelinci dan kucing. Durasi pemaparan juga mempengaruhi kematian (U.S Department of Health and Human Services, 2004).

c. Vegetasi

Menurut Krupa (2002) amonia dapat mempengaruhi vegetasi dengan mempengaruhi siklus nitrogen dalam ekosistem, hal ini juga bergantung pada sensitivitas vegetasi. NH_3 di atmosfer memasuki daun tumbuhan tingkat tinggi hampir secara umum melalui stomata dan dilarutkan dalam film air dari sel-sel mesofil untuk membentuk NH_4 . Kekuatan pendorong untuk menyerap NH_3 adalah gradien konsentrasi antara udara ambien dan jaringan mesofil. Selama konsentrasi NH_3 ambien melebihi konsentrasi mesofil maka penyerapan NH_3 akan terjadi. Karena NH_3 tidak dapat disimpan dalam jaringan yang tidak memiliki kerusakan, tanaman akan mengasimilasi NH_3 untuk membentuk senyawa nitrogen organik, sehingga toksisitas utama NH_3 muncul setelah penyerapan melebihi kapasitas asimilasi.

Umumnya, kapasitas asimilasi spesies tanaman menentukan tingkat kerusakan. Jika kapasitas asimilasi tidak cukup tinggi untuk mendetoksifikasi NH_3 , cedera akut (terlihat) dapat terjadi. Pada tanaman berdaun lebar, paparan

akut terhadap NH_3 anhidrat akan mengakibatkan kematian daun jaringan antar vena (nekrosis interveinal) (Krupa, 2002).

Salah satu respon tanaman sebagai efek sekunder setelah asimilasi NH_3 adalah meningkatkan pertumbuhan karena nitrogen dianggap sebagai faktor produksi biomassa untuk pertumbuhan tanaman di sebagian besar habitat alami. Hal ini mengakibatkan pertumbuhan rasio pucuk/akar yang lebih tinggi.

Penurunan ketahanan akibat paparan NH_3 dapat terjadi melalui 2 proses, pertama kebutuhan akan karbon untuk mengasimilasi NH_3 meningkat, sehingga memicu peningkatan penyerapan CO_2 dan dengan demikian terjadi pembukaan stomata dan menyebabkan kehilangan air. Kedua karena pertumbuhan tunas meningkat oleh NH_3 daripada pertumbuhan akar, maka pasokan air dari akar kurang mencukupi selama periode masa kekeringan. Selain itu, NH_3 menyebabkan penekanan mikoriza (hubungan yang menguntungkan atau simbiosis) antara akar tanaman dan jamur tanah tertentu) oleh kelebihan NH_3 . Tidak adanya mikoriza akan menyebabkan kekurangan nutrisi yang signifikan dan penurunan pertumbuhan dan produktivitas tanaman. Rentang perkiraan konsentrasi kritis untuk paparan vegetasi terhadap NH_3 dapat dilihat pada tabel.

Tabel 2. Rentang perkiraan konsentrasi kritis untuk paparan vegetasi

Konsentrasi (ppm (mg/m^3))	Durasi
3.300 - 10.000	1 jam
270 - 600	1 hari
20 - 50	1 bulan
8 - 300	1 tahun

Sumber: Krupa Sagar (2004)

1. Pengukuran Konsentrasi NH_3 menggunakan *Air Sampling Impinger*

Pengukuran kualitas udara ambien untuk gas amonia (NH_3) dilakukan menggunakan metode indofenol dengan spektrofotometer. Berdasarkan SNI 19-7119.1-2005 prinsip pengukuran kualitas udara untuk parameter amonia (NH_3) diantaranya udara ambien yang mengandung amonia akan dijerap melalui larutan asam sulfat sehingga membentuk ammonium sulfat. Selanjutnya larutan tersebut

akan direaksikan bersama larutan fenol serta natrium hipoklorit pada keadaan basa sehingga nantinya terbentuk suatu senyawa indofenol yang kompleks dengan ciri berwarna biru. Warna biru tersebut menjadi kadar intensitas amonia yang terbentuk, kadarnya dapat diketahui dengan spektrofotometer dan mengatur panjang gelombang sebesar 630 nm.

Setelah diukur menggunakan spektrofotometer akan keluar nilai absorbansi yang digunakan dalam perhitungan konsentrasi. Volume sampel yang diambil, selanjutnya dikoreksi pada saat kondisi normal yaitu 25°C dan 760 mmHg dengan mengacu pada persamaan berikut

$$V = \frac{F_1 + F_2}{2} \times t \times \frac{P_a}{T_a} \times \frac{298}{760} \quad (1)$$

Dimana:

V = volume udara dikoreksi pada kondisi normal (25°C, 760 mmHg)

F₁ = laju alir diawal pengambilan sampel (L/menit)

F₂ = laju alir diakhir akhir pengambilan sampel (L/menit)

t = waktu pengambilan sampel (menit)

P_a = tekanan selama pengambilan sampel (mmHg)

T_a = Suhu selama pengambilan sampel (°K)

298 = Suhu disaat kondisi normal 25°C (°K)

760 = tekanan saat kondisi normal 1 atm (mmHg)

Konsentrasi senyawa NH₃ yang berada di udara ambien akan di hitung kadarnya menggunakan persamaan 2.

$$C = \frac{a}{V} \times 1000 \quad (2)$$

Dimana:

C = konsentrasi NH₃ yang berada di udara (µg/Nm³)

a = total NH₃ dari sampel berdasarkan analisis kurva kalibrasi (µg)

V = volume udara yang dihisap dikoreksi pada kondisi normal yaitu 25°C dan 760 mmHg

1000 = konversi dari Liter ke m³

2. Baku Mutu Amonia (NH₃)

Baku mutu udara digunakan sebagai batasan untuk kadar unsur pencemar tertentu pada udara ambien. Unsur polutan yang kadarnya melebihi baku mutu akan mengganggu lingkungan dan berpotensi menimbulkan dampak negatif bagi kesehatan manusia. Walaupun baku mutu NH₃ belum diatur dalam Peraturan Pemerintah Republik Indonesia namun India menjadi satu-satunya negara yang mengatur standar baku mutu amonia dalam melindungi kesehatan manusia. Berikut batasan kadar udara ambien untuk Amonia (NH₃) terdapat pada Tabel 3.

Tabel 3. Baku mutu udara ambien amonia (NH₃)

Parameter	Waktu Pengukuran	Konsentrasi di Udara Ambien (µg/m ³)		
		Industri, Perumahan dan kawasan lainnya	Kawasan ekologi sensitif	Metode Pengukuran
Amonia (NH ₃)	1 Tahun	100	100	<i>Chemilluminescence</i>
	24 Jam	400	400	<i>Indophenol blue method</i>

Sumber: *National Ambient Air Quality Standards*, 2009

Berdasarkan *National Ambient Air Quality Standard* India, baku mutu untuk parameter NH₃ yakni sebesar 400 µg/m³ untuk waktu pengukuran 24 jam. Sehingga nilai yang di dapatkan dari hasil pengukuran di lapangan, perlu di konversi kedalam waktu 24 jam menggunakan persamaan *Canter*. Berikut persamaan *Canter*

$$C_1 = C_2 \left(\frac{t_2}{t_1} \right)^P \quad (3)$$

Keterangan:

- C₁ = Kosentrasi NH₃ yang setara dengan waktu pengambilan sampel selama 24 jam (µg/Nm³)
- C₂ = Kosentrasi NH₃ terukur dengan durasi pengambilan sampel selama t jam (µg/Nm³)
- t₁ = Waktu pengambilan sampel yang setara dengan 24 jam
- t₂ = Waktu pengambilan sampel selama t jam
- P = Faktor konversi

C. Emisi Kendaraan Bermotor

Transportasi menyumbang 60-70% sumber polusi sebagai kontributor gas pencemar jauh dibawah asap industri yang hanya sebesar 10-15%. Hal ini memperkuat fakta bahwa transportasi menjadi pencemar utama di perkotaan meski teknologi terus berkembang dengan upaya meminimalisir dampak pencemaran udara namun volume kendaraan juga ikut bertambah sehingga hasil yang diberikan tidak begitu berubah secara signifikan (Ilmiawan, 2019).

Emisi utama yang dikeluarkan oleh kendaraan bermotor meliputi prekursor (pembentuk) ozon (CO, NO_x, senyawa organik volatil non-metana), gas- gas rumah kaca diantaranya CO₂, CH₄, N₂O dan zat pengasaman (NH₃, SO₂), *Particulate Matter* (PM), senyawa karsinogenik (PAHs dan POPs), senyawa beracun (dioxin dan furan), serta logam-logam berat (EEA, 2019). Emisi gas buang dari transportasi pada jalan raya diproduksi dari hasil samping bahan bakar kendaraan seperti bensin dan solar serta gas alam pada mesin pembakar internal.

Gas CO₂ dan H₂O menjadi produk utama hasil pembakaran pada unit transportasi, namun kerap kali pembakaran yang terjadi pada mesin kendaraan tidak menghasilkan pembakaran yang sempurna sehingga terbentuk hasil samping seperti CO, hidrokarbon (THC), PM serta hasil oksida senyawa seperti NO_x dari N₂ di udara, SO_x dari S dalam bahan bakar dan pelumas, dan lain-lain. Sehingga untuk menaati regulasi yang telah ditetapkan mengenai emisi, maka dipasang alat sebagai pengendali emisi gas buang dari kendaraan. Alat ini disebut konverter katalitik namun dengan adanya alat ini belum sepenuhnya dapat mengatasi masalah emisi kendaraan sebab konverter katalitik juga menghasilkan bahan samping dalam jumlah kecil seperti NH₃ dan N₂O (EEA, 2019).

Konverter katalitik merupakan struktur keramik yang dilapisi dengan kombinasi platinum, rhodium, atau paladium dan difungsikan agar gas buang yang awalnya berbahaya menjadi aman untuk dilepas ke lingkungan sekitar. Mekanisme konverter katalik ialah dengan melewati seluruh gas buang pada suatu permukaan yang diberi lapisan katalis. Sarang madu dan butiran kecil menjadi bentuk bagian permukaan dari konverter katalitik.

Bentuk dan fungsi dari konverter katalitik terus berkembang hingga salah satu jenis konverter katalitik yaitu *three-way catalyst* (TWC) memiliki fungsi sebagai oksidasi dan reduksi dengan mengubah 3 hasil samping kendaraan diantaranya CO dan HC menjadi CO₂ sebagai fungsi oksidasi. Sedangkan NO_x menjadi N₂ sebagai fungsi reduksi. Kendaraan dengan mesin pembakaran internal dianggap sebagai sumber utama NH₃ di lingkungan perkotaan. NH₃ yang ditemukan pada kendaraan berasal dari katalitik seperti konverter katalitik tiga arah (*Three-Way Catalyst*). (Bertoa dkk, 2014).

1. Besaran Emisi Amonia Pada Kendaraan Bermotor

Menurut Syahrial (2017) besaran pada faktor emisi diartikan sebagai suatu koefisien yang menjelaskan kadar emisi yang dihasilkan per unit aktivitas pada kendaraan. Faktor emisi dinyatakan dalam satuan gram per kilometer kendaraan yang dibedakan berdasarkan kategori jenis kendaraan. Faktor emisi untuk parameter amonia (NH₃) yang diperoleh dari pedoman *European Environment Agency* (EEA) Tahun 2020. Adapun kategori jenis kendaraan tersebut, diantaranya

- a. *Passenger Cars-Petrol Small* (PC-PL) merupakan kendaraan bermotor beroda empat kecil dengan bahan bakar bensin dengan fungsi sebagai angkutan bagi penumpang yang terdiri kurang dari empat kursi selain kursi pengemudi kendaraan, diperuntukkan untuk penggunaan di dalam kota.
- b. *Passenger Cars-Petrol Large* (PC-PL) merupakan kendaraan bermotor beroda empat dengan bahan bakar bensin dengan fungsi sebagai angkutan bagi penumpang dengan kursi yang kurang dari delapan selain kursi pengemudi
- c. *Passenger Cars-Diesel Large* (PC-DL) merupakan kendaraan bermotor beroda empat dengan bahan bakar solar yang digunakan untuk mengangkut penumpang dan tidak lebih dari delapan kursi selain kursi pengemudi
- d. *Light Commercial Vehicles-Petrol* (LCV-P) merupakan kendaraan bermotor roda empat dan berbahan bakar bensin yang digunakan untuk

mengangkut barang dalam jumlah kecil. Massa yang dapat di angkut hingga sekitar 3,5 ton

- e. *Light Commercial Vehicles-Diesel* (LCV-D) merupakan kendaraan bermotor roda empat dan berbahan bakar solar yang digunakan untuk mengangkut barang dalam jumlah kecil atau dapat disebut sebagai kendaraan niaga ringan.
- f. *Heavy Duty Vehicles-Diesel* (HDV-D) merupakan kendaraan yang ditujukan untuk pengangkutan barang dalam jumlah besar, berkisar antara 3.5 - 12 ton
- g. *Bus* merupakan kendaraan untuk mengangkut penumpang yang terdiri lebih dari delapan kursi

Adapun nilai pada faktor emisi disajikan pada tabel 4

Tabel 4. Nilai Faktor Emisi untuk Parameter NH₃

No	Kategori untuk Perhitungan Beban Pencemar Udara	Tipe kendaraan	NH ₃ g/km
1	Mobil Penumpang (Passenger Cars)	<i>Petrol Small</i>	0,1043
		<i>Petrol Large-SUV</i>	0,1043
		<i>Diesel Large-SUV</i>	0,0010
2	Kendaraan Komersial Ringan (<i>Light Commercial Vehicles</i>)	<i>Petrol</i>	0,0910
		<i>Diesel</i>	0,0012
3	Kendaraan Berat (<i>Heavy-duty Vehicles</i>)	<i>Diesel</i>	0,0029
4	Bus	<i>Urban Buses Standard</i>	0,0029
5	Motor (<i>L-Category</i>)	<i>4 stroke</i>	0,0019

Sumber: EMEP/EEA *air pollutant emission inventory guidebook* (2020)

Panjang jalan yang disimbolkan sebagai L dengan karakteristik lalu lintas yang dianggap tetap, maka emisi sumber garis dapat diketahui intensitasnya dengan persamaan 3.

$$E_p = \sum_{i=1}^n L \times N_i \times F_{pi} \quad (3)$$

Dimana :

Ep	= Besaran emisi dari satuan ruas (g/jam)
L	= panjang jalan daerah penelitian (km)
Ni	= volume kendaraan yang melintas ruas jalan daerah penelitian (kend/jam)
Fpi	= Faktor emisi pada kendaraan bermotor (g/km)
I	= jenis kendaraan bermotor
P	= jenis polutan yang diteliti

D. Dispersi Polutan

Dispersi polutan didefinisikan sebagai proses perpindahan dan difusi suatu polutan ke udara. Hal tersebut umumnya terjadi secara fluktuatif namun jika arah angin secara dominan menuju suatu kawasan maka tempat tersebut berpotensi terpapar polutan dengan konsentrasi yang tinggi. Berdasarkan hal tersebut, Prabowo (2018) menjelaskan bahwa komponen iklim baik suhu, kelembaban, arah kecepatan angin serta pencahayaan menjadi parameter dalam penentuan kualitas udara akibat dari hasil dispersi yang terjadi.

1. Suhu

Panas, dingin maupun sejuk merupakan kondisi yang dirasakan di permukaan bumi akibat adanya perubahan suhu. Suhu udara dihitung pada ketinggian 1.25 hingga 2 meter diatas permukaan bumi. Suhu terendah dan tertinggi dalam 1 hari atau 24 jam disebut sebagai amplitudo suhu harian. Reaksi antar polutan primer akan menghasilkan polutan sekunder dengan cepat apabila suhu udara tinggi. Peningkatan suhu udara akan berdampak kepada udara yang lembab karena terjadi penguapan air. Selain itu suhu udara dapat menyebabkan perbedaan tekanan udara akibat pengaruh pergerakan udara (Prabowo, 2018).

2. Kecepatan dan arah angin

Dispersi polutan sangat bergantung pada angin karena dapat menyebabkan zat gas berpindah tempat. Kecepatan dan arah angin menjadi penentu daerah mana yang akan terpapar polutan setelah di hasilkan dari suatu sumber. Semakin

besar nilai suatu kecepatan angin maka semakin jauh pula polutan akan terbawa menjauhi sumber. Sementara arah angin akan menentukan ke titik mana polutan akan terdispersi (Rahmawati, 1999 dalam Puspitasari, 2011).

3. Radiasi Matahari

Pengaruh radiasi matahari adalah sebagai energi pada perpindahan massa di udara. Pemanasan yang terjadi di permukaan bumi dan perairan akan menghasilkan angin serta turbulensi yang berpengaruh terhadap stabilitas di atmosfer dan pencampuran bahan pencemar pada lingkungan sekitar.

E. Jalan Tol

Menurut Suprayitno (2012) Tol yang dimaksud ialah sejumlah biaya yang diberikan untuk setiap pengendara yang melintas di jalan tol. Jalan tol bertujuan untuk memberikan peningkatan efisiensi pada sektor pelayanan dan jasa distribusi agar ekonomi yang sedang berjalan dapat terus berkembang. Bentuk geografis Indonesia yang terbentang atas daratan yang panjang membuat infrastruktur berupa jalan tol penting untuk diadakan sebagai fungsi dari pendorong perekonomian. Maka hal tersebut menjadi penguat alasan keberadaan jalan tol sangat penting di era perkembangan ekonomi. Pada pasal 43 yang diatur dalam Undang-Undang Republik Indonesia (UURI) No. 38 Tahun 2004 tentang jalan dijelaskan bahwa jalan tol diselenggarakan untuk kepentingan

1. Memperlancar lalu lintas di daerah yang telah berkembang
2. Meningkatkan hasil guna dan daya guna pelayanan distribusi barang dan jasa guna menunjang peningkatan perekonomian
3. Meringankan beban dana Pemerintah melalui partisipasi pengguna jalan, dan
4. Meningkatkan pemerataan hasil pembangunan dan keadilan.

F. AERMET

AERMET didesain untuk dijalankan dalam 3 tahap proses. Tahap pertama adalah menerima data dan menilai kualitas data. Tahap kedua menggabungkan data yang tersedia dalam periode 24 jam dan menulisnya dalam bentuk *intermediate file*. Tahap ketiga atau tahap terakhir adalah membaca data yang telah digabungkan dan menentukan parameter *boundary layer* yang diperlukan dalam perhitungan dispersi oleh AERMOD (Aristya, 2014).

Fungsi dasar dari AERMET adalah menggunakan hasil pengukuran meteorologi yang mewakili domain *modelling* untuk menghitung parameter *boundary layer* tertentu yang digunakan untuk memperkirakan profil angin, turbulensi, dan temperatur. Perkembangan dan struktur dari *boundary layer* atmosfer dikendalikan oleh fluks panas dan momentum yang tergantung pada pengaruh permukaan. Ketebalan lapisan ini dan dispersi polutan di dalamnya dipengaruhi karakteristik permukaan pada skala lokal seperti kekasaran permukaan, reflektivitas (*albedo*), dan keadaan kelembaban permukaan. Parameter yang diberikan oleh AERMET adalah *Monin-Obukhov Length* (L), kecepatan gesek permukaan (u^*), panjang kekasaran permukaan (z_0), *surface heat flux* (H), dan *convective scaling velocity* (w^*).

Di dalam AERMET terdapat fitur WRPLOT View sebagai wind rose program untuk data meteorologi. Wind rose membentuk sebuah grafik yang mempresentasikan gambaran mengenai arah serta kecepatan angin berhembus pada waktu tertentu, selain itu wind rose memberikan informasi tentang distribusi arah dan kecepatan angin serta penggambaran frekuensi dan skala tingkatan kecepatan angin (Fadholi, 2013).

G. AERMOD

AERMOD adalah *plume model* dengan kondisi tunak yang menggabungkan dispersi udara berdasarkan batas planet struktur turbulensi lapisan dan konsep penskalaan, termasuk perawatan permukaan dan yang ditinggikan sumber, dan

medan sederhana dan kompleks, dengan sistem pemodelan yang terdiri dari tiga komponen:

- AERMOD (model dispersi).
- AERMET (pra-prosesor meteorologi).
- AERMAP (pra-prosesor medan).

Pada kondisi lapisan batas stabil (*Stable Boundary Layer/SBL*), distribusi konsentrasi diasumsikan mengikuti persamaan Gauss baik dalam arah vertikal maupun horizontal. Pada lapisan batas konvektif (*Convective Boundary Layer/CBL*), distribusi secara horizontal juga diasumsikan mengikuti persamaan Gauss namun distribusi vertikalnya mengikuti fungsi probabilitas kepadatan bi-Gaussian. AERMOD juga memperhitungkan *plume lofting*, yaitu massa kepulan yang dilepaskan dari sumber, yang terus naik dan tetap tinggal pada lapisan batas paling atas sebelum akhirnya bercampur ke dalam CBL. Dengan menggunakan pendekatan sederhana, AERMOD menggabungkan konsep yang ada selama ini tentang aliran dan dispersi pada wilayah dengan kontur yang kompleks. Pendekatan ini didesain realistis dan sederhana untuk diaplikasikan, dimana permukaan bumi dilihat secara konsisten dan berkesinambungan dengan memperhatikan konsep pembagian arah aliran dalam kondisi stabil (Vionita, 2011 dalam Ancilla, 2014).

Sistem pemodelan AERMOD yang dikembangkan oleh *US Environmental Protection Agency* merupakan *plume model* mutakhir yang menggabungkan dispersi udara berdasarkan struktur *turbulensi planetary boundary layer* dan profil elevasi muka tanah. Data meteorologi yang diperlukan oleh AERMOD terdiri dari *surface profile* dan *upper air data*. Kedua data tersebut dapat diperoleh dari hasil keluaran model WRF baik sebagai data primer maupun data sekunder yang harus diturunkan dari data primer. Data yang diperoleh dari WRF harus diolah terlebih dahulu sebelum dapat digunakan oleh AERMOD. Solusi perangkat lunak yang dikembangkan dalam penelitian ini memungkinkan untuk mengotomasi proses pemodelan meteorologi, ekstraksi dan pemrosesan data dari WRF hingga menjadi input untuk AERMOD. AERMOD, melalui program AERMAP, dapat memproses data elevasi tanah dalam format *Digital Elevation Model (DEM)*.

AERMAP menggunakan data wilayah yang telah dibagi kedalam grid untuk menghitung ketinggian pengaruh wilayah (h_c) yang representatif untuk setiap reseptor dengan AERMOD yang menghitung nilai H_c spesifik reseptor. Dengan pendekatan ini, AERMOD melakukan perhitungan efek polutan pada permukaan yang datar dan permukaan yang memiliki ketinggian dengan kerangka kerja pemodelan yang sama sehingga menghindarkan dari pemakaian rumus yang berbeda untuk permukaan yang sederhana dan yang kompleks.

Pada dasarnya untuk bisa menjalankan AERMAP dibutuhkan dua tipe data. Pertama, AERMAP membutuhkan *file runsteam* yang mengarahkan AERMAP kepada sebuah set pilihan dan menentukan lokasi sumber dan reseptor. Kedua, AERMAP membutuhkan data kontur dalam format yang terstandarisasi. Data kontur tersedia dalam tiga format yang berbeda, yaitu *Digital Elevation Model* (DEM) yang menggunakan standar lama USGS “*Blue Book*”, *Spatial Data Transfer Standard* (SDTS), dan *National Elevation Dataset* (NED).

AERMAP menggunakan sistem koordinat *Universal Transverse Mercator* (UTM) untuk mengidentifikasi lokasi sumber dan reseptor. Sistem koordinat ini adalah salah satu metode yang memetakan meridian dan paralel permukaan bumi pada sebuah bidang datar. Sistem UTM terbagi menjadi beberapa zona, dengan setiap zona memiliki lebar garis bujur 6° . Zona-zona tersebut berurut dari nomor 1 sampai 60 ke arah timur dari meridian 180° International Dateline. Bentuk bumi yang agak pipih sering disebut sebagai elips atau bulat pipih. Proyeksi garis lintang dan garis bujur telah ditentukan di setiap sistem acuan. Proyeksi ini disebut sebagai datum (Vionita, 2011 dalam Ancilla 2014).

H. Uji-T Independent Sampel Test

Uji t adalah jenis uji statistik yang digunakan untuk membandingkan rata-rata dua kelompok. *T-Test* adalah jenis metode parametrik yang dapat digunakan ketika sampel memenuhi kondisi normalitas, varians yang sama, dan independensi. *T-test* dapat dibagi menjadi dua jenis. Ada uji t independen, yang dapat digunakan

ketika dua kelompok yang dibandingkan saling independen, dan uji t berpasangan, yang dapat digunakan ketika dua kelompok yang dibandingkan saling bergantung.

Uji t yang digunakan untuk menguji apakah ada perbedaan antara dua sampel independen. Namun, jika tidak ada perbedaan dalam dua rata-rata sampel, perbedaannya akan mendekati nol. Oleh karena itu, dalam kasus seperti itu, uji statistik tambahan harus dilakukan untuk memverifikasi apakah perbedaannya dapat dikatakan sama dengan nol (Kim T, 2015).

BAB III

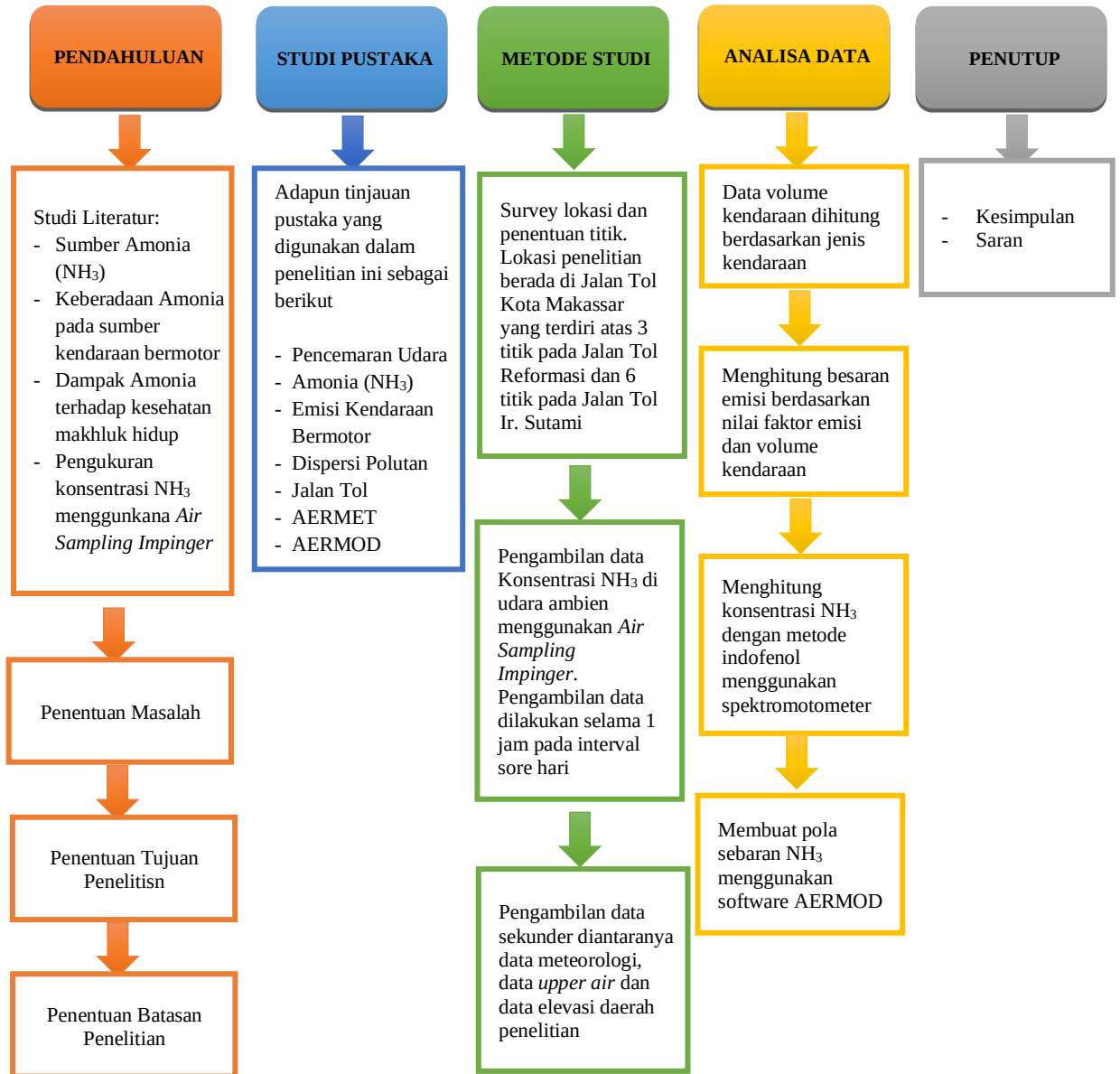
METODE PENELITIAN

A. Rancangan Penelitian

Penelitian diawali dengan memahami konsep pendukung melalui studi literatur pada penelitian sebelumnya dan menjadi bahan referensi saat proses penyusunan dilakukan. Kemudian dilanjutkan dengan pengumpulan data sekunder lalu dilanjutkan dengan pengambilan data primer. Data sekunder terdiri atas data yang diperoleh dari beberapa *website* sedangkan untuk data primer merupakan data yang diperoleh melalui penelitian langsung di lapangan. Data sekunder yang dimaksudkan yaitu data meteorologi, data *upper air* serta data peta elevasi daerah penelitian. Sedangkan data primer yaitu pengukuran udara ambien untuk konsentrasi NH_3 serta volume kendaraan.

Berikut bagan alir penelitian mulai dari studi pendahuluan, persiapan, pengumpulan data, analisis data dan penutup. Bagan alir selama proses penelitian berlangsung disajikan pada Gambar 3.

Bagan alir penelitian adalah sebagai berikut :



Gambar 3. Bagan Alir Penelitian

B. Waktu Penelitian

Pengambilan data primer dilaksanakan pada hari Selasa, 27 April 2021 hingga Rabu, 5 Mei 2021. Data yang diambil pada saat sampling mencakup volume lalu lintas dan konsentrasi emisi Amonia (NH_3) pada kendaraan. Pada masing-masing lokasi penelitian dilakukan pengukuran selama 1 (satu) hari dengan lama pengukuran 1 (satu) jam. Perbedaan jam pengambilan data disebabkan karena perbedaan kondisi cuaca serta adanya hambatan dalam mobilisasi alat dan bahan pengambilan data tiap harinya. Namun hal tersebut tidak berpengaruh secara signifikan karena pengambilan data masih dilakukan pada perwakilan jam puncak dalam hal ini terjadi pada interval sore yaitu di antara pukul 15.00-18.00 pada jalan Tol Kota Makassar. Waktu penelitian disajikan pada tabel 5.

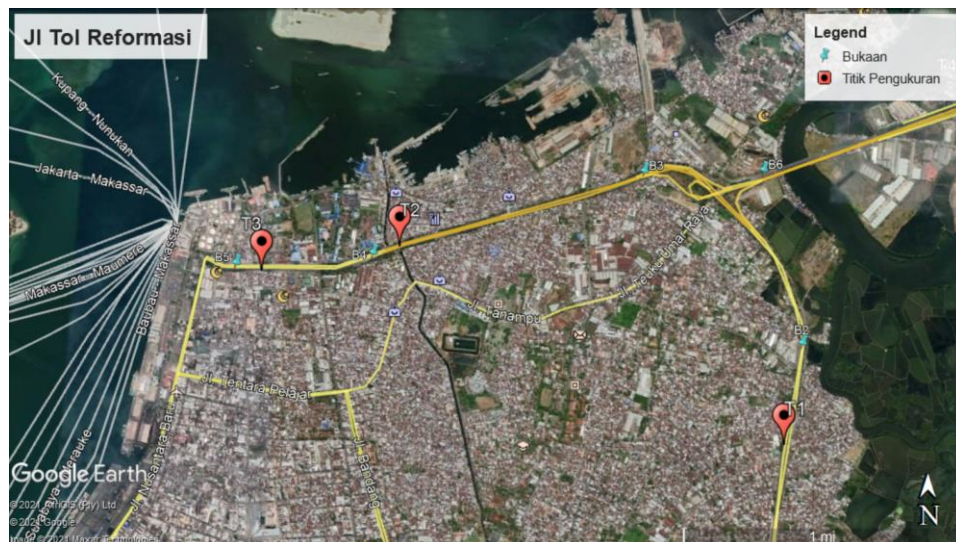
Tabel 5. Waktu Penelitian

Titik Sampling	Hari/Tanggal	Waktu	Lokasi
T1	Selasa, 27 April 2021	16.21-17.21	Km 4 (600 m)
T2	Rabu, 28 April 2021	16.08-17.08	Km 1
T3	Kamis, 29 April 2021	16.33-17.33	Km 0 (400 m)
T4	Jumat, 30 April 2021	16.13-17.13	Km 1 (600 m)
T5	Sabtu, 1 Mei 2021	16.35-17.35	Km 3 (400 m)
T6	Minggu, 2 Mei 2021	16.27-17.27	Km 5
T7	Senin, 3 Mei 2021	16.22-17.22	Km 6 (400 m)
T8	Selasa, 4 Mei 2021	16.52-17.52	Km 7 (800 m)
T9	Rabu, 5 Mei 2021	16.20-17.20	Km 10

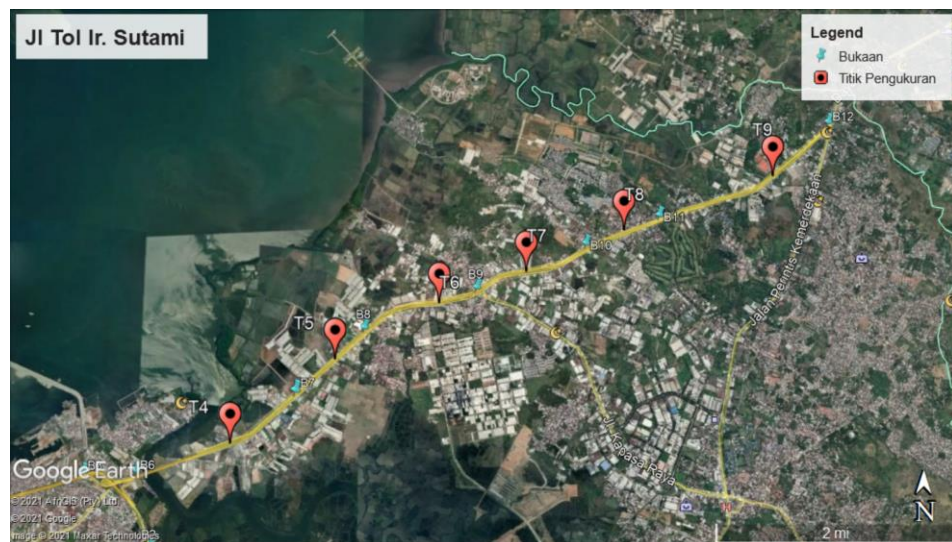
Sumber: Peneliti (2021)

C. Gambaran Lokasi

Lokasi dilakukannya penelitian terletak di jalan Tol Kota Makassar yang memiliki 2 jalur dengan total titik pengamatan sebanyak 9 titik. Titik pengamatan dipilih berdasarkan pertimbangan lokasi yang sesuai dengan kriteria pengambilan data yaitu adanya bukaan jalan yang berpengaruh terhadap volume kendaraan yang melewati jalan tersebut. Untuk lokasi titik pengamatan disajikan pada gambar 2 dan 3. Sedangkan untuk layout titik pengamatan dapat disajikan pada lampiran 1.



Gambar 4. Peta Lokasi Titik Pengamatan Jalan Tol Reformasi
Sumber: Google earth (2021)



Gambar 5. Peta Lokasi Titik Pengamatan Jalan Tol Insinyur Sutami
Sumber: Google earth (2021)

Untuk memudahkan mobilisasi menuju lokasi pengukuran, titik pengukuran dilihat berdasarkan kilometer berapa lokasi pengukuran akan dilakukan. Berikut daftar kilometer untuk lokasi pengukuran disajikan pada tabel 6.

Tabel 6. Lokasi Titik Pengukuran

No.	Titik Sampling	Lokasi	Titik Koordinat	
			S	E
1	T1	Jln. Tol Reformasi (km 4-600)	05° 07' 31,6"	119° 26' 28,7"
2	T2	Jln. Tol Reformasi (km 1)	05° 06' 25,3"	119° 25' 16,1"
3	T3	Jln. Tol Reformasi (km 0-400)	05° 06' 58,3"	119° 24' 50,0"
4	T4	Jln. Tol Insiyur Sutami (km 1-600)	05° 06' 25,3"	119° 27' 06,4"
5	T5	Jln. Tol Insiyur Sutami (km 3-400)	05° 05' 48,7"	119° 27' 51,4"
6	T6	Jln. Tol Insiyur Sutami (km 5)	05° 05' 24,0"	119° 28' 36,7"
7	T7	Jln. Tol Insiyur Sutami (km 6-400)	05° 05' 10,0"	119° 29' 14,8"
8	T8	Jln. Tol Insiyur Sutami (km 7-800)	05° 04' 51,6"	119° 29' 57,7"
9	T9	Jln. Tol Insiyur Sutami (km 10)	05° 04' 27,1"	119° 31' 03,6"

Sumber: Penulis (2021)

D. Peralatan Yang Digunakan

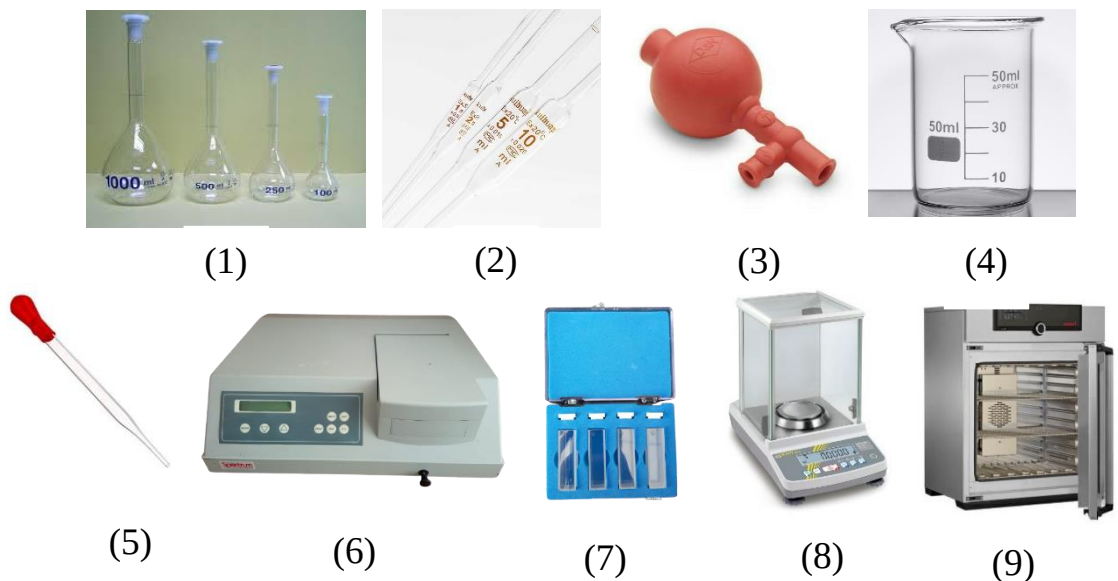
Persiapan dan pengambilan data dilakukan menggunakan beberapa alat dan bahan yang berasal dari Laboratorium Kualitas Udara dan Bising serta Laboratorium Kualitas Air. Pembagian jenis peralatan ini dibagi menjadi tiga kategori yaitu perangkat laboratorium, perangkat keras dan perangkat lunak. Perangkat laboratorium digunakan dalam pembuatan larutan penjerap dan larutan uji sampel. Perangkat keras digunakan dalam pengukuran NH_3 di udara ambien sedangkan perangkat lunak digunakan dalam melakukan analisis dan pengolahan terhadap sampel yang diteliti.

1. Perangkat Laboratorium

a. Alat

- 1) Labu ukur 500 ml; 200 ml; 250 ml; 50 ml digunakan sebagai tempat pengenceran dan pembuatan larutan
- 2) Pipet volumetrik 10 ml; 5 ml dan 1 ml digunakan untuk mengambil larutan tertentu sesuai dengan ukuran pipet

- 3) *Rubber Bulb* untuk menyedot larutan masuk ke dalam pipet volume
- 4) Gelas piala 50 ml digunakan untuk mengukur volume larutan
- 5) Pipet tetes digunakan untuk memindahkan larutan dalam jumlah kecil
- 6) Spektrofotometer digunakan untuk mengukur absorbansi dengan cara melewatkan cahaya dengan panjang gelombang tertentu pada kuvet
- 7) Kuvet sebagai tempat menyimpan larutan analisis untuk di masukkan kedalam spektrofotometer
- 8) Timbangan Analitik digunakan untuk mengambil padatan dengan massa yang sedikit untuk selanjutnya diencerkan untuk menjadi larutan
- 9) Oven digunakan untuk mengeringkan peralatan gelas laboratorium



Gambar 6. Alat Laboratorium

b. Bahan

- 1) 1,5 ml H_2SO_4 97% digunakan pada saat pembuatan larutan penjerap NH_3
- 2) 27 g Natrium hidroksida (NaOH) 6,75 M digunakan pada saat pembuatan larutan kerja hipoklorit
- 3) 1 g natrium nitroprusida ($\text{Na}_2\text{Fe}(\text{CN})_5\text{NO} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) digunakan pada saat pembuatan larutan kerja fenol

- 4) Natrium hipoklorit (NaOCl) 3,7% digunakan pada saat pembuatan larutan kerja hipoklorit
- 5) Fenol ($\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$) 45% digunakan pada saat pembuatan larutan kerja fenol
- 6) 5 g Natrium Fosfat (Na_3PO_4) digunakan pada saat pembuatan larutan penyangga
- 7) 3,18 g Amonium klorida (NH_4Cl) digunakan pada saat pembuatan larutan standar amoniak
- 8) CHCl_3 digunakan sebagai pengawet larutan induk amoniak

2. Perangkat Keras

- a. Impinger merupakan alat sampling udara ambien berdasarkan prinsip reaksi kimia larutan penjerap dengan gas pencemar. Dalam metode ini udara dalam jumlah tertentu ditarik oleh impinger dengan laju alir 1 L/menit – 2 L/menit
- b. GARMIN Montana 680 digunakan untuk mengetahui koordinat daerah penelitian. Selain itu, alat ini juga dapat mengetahui ketinggian lokasi pengukuran dari permukaan laut.
- c. Stavolt digunakan untuk menjaga suatu tegangan listrik yang mana ada pada suatu instalasi suatu aliran listrik agar selalu dalam keadaan stabil dan juga selalu dalam keadaan normal.
- d. Botol Penjerap *midget impinger* digunakan untuk menyimpan larutan penjerap pada saat proses pengukuran berlangsung
- e. Botol Silika digunakan untuk menyimpan silika yang dihubungkan dengan botol penjerap untuk mencegah uap air masuk ke dalam impinger
- f. Tripod digunakan sebagai penyangga Impinger
- g. Genset digunakan sebagai sumber daya listrik untuk menyalakan impinger
- h. *Smartphone* digunakan untuk merekam volume kendaraan
- i. Kabel digunakan untuk menghubungkan arus listrik dari stavolt menuju impinger

- j. *Cool Box* digunakan untuk menyimpan sampel pengukuran dan blanko sebelum di analisis di laboratorium

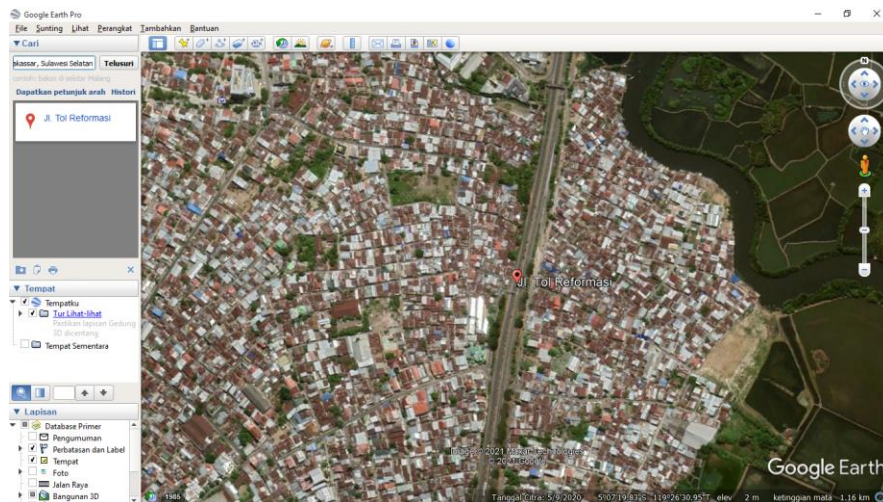


Gambar 7. Perangkat Pengambilan Data

3. Perangkat Lunak

a. Aplikasi *Google Earth*

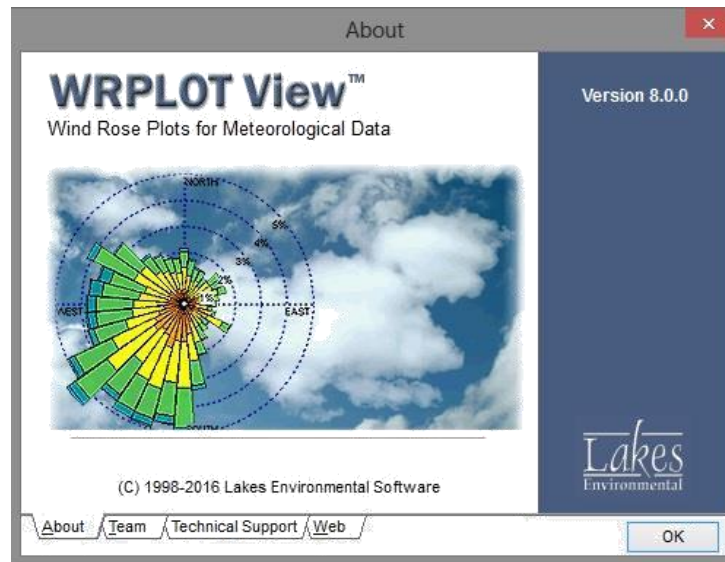
Aplikasi *Google Earth* merupakan aplikasi yang dapat menampilkan peta lokasi penelitian dan koordinat lokasi penelitian.



Gambar 8. Aplikasi Google Earth

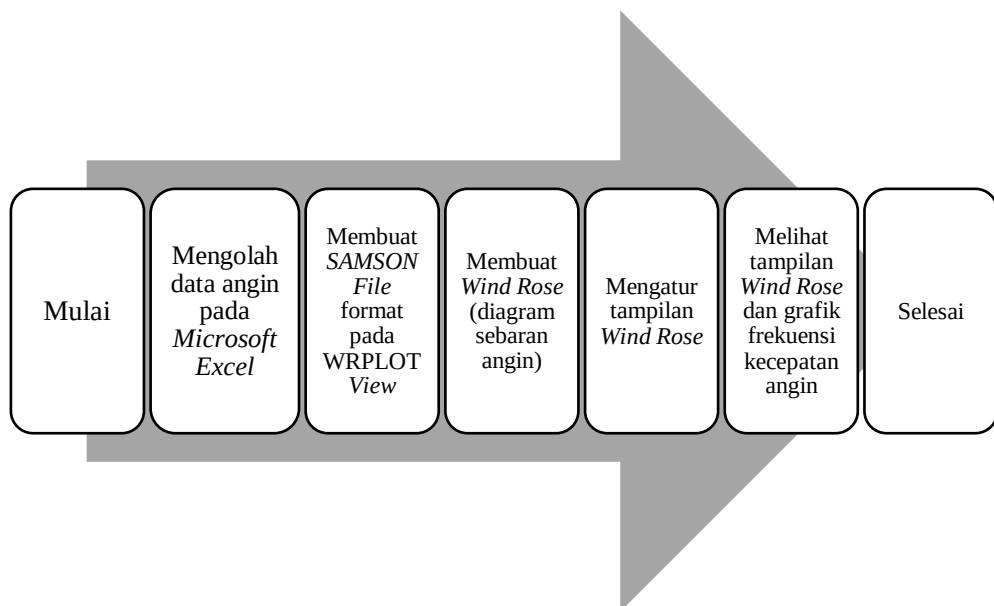
b. WRPLOT View

WRPLOT View menjadi media untuk menampilkan kondisi *wind rose*. *Wind rose* membentuk sebuah grafik yang mempresentasikan gambaran mengenai arah serta kecepatan angin berhembus pada waktu tertentu, selain itu *wind rose* memberikan informasi tentang distribusi arah dan kecepatan angin serta penggambaran frekuensi dan skala tingkatan kecepatan angin. *Wind rose* digunakan sebagai informasi meteorologis yang berhubungan dengan penyebaran polutan, yang menggambarkan perubahan arah dan kecepatan angin secara diagram pada waktu dan kawasan tertentu (Wark and Warner, 1981).



Gambar 9. Interface Software WRPLOT View

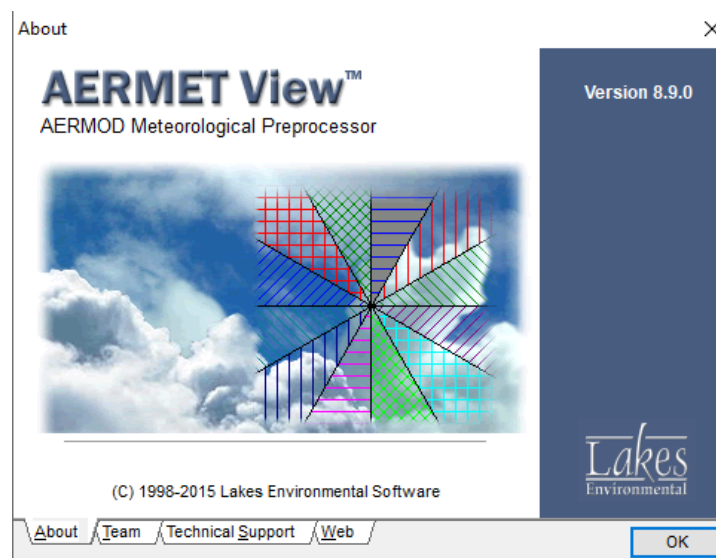
Adapun langkah kerja WRPLOT View untuk membuat *Wind Rose* sebagai berikut.



Gambar 10. Flowchart Pengolahan Data Angin Pada WRPLOT

c. AERMET View

Fungsi dasar dari AERMET adalah menggunakan hasil pengukuran meteorologi yang mewakili domain *modelling* untuk menghitung parameter *boundary layer* tertentu yang digunakan untuk memperkirakan profil angin, turbulensi, dan temperatur. Perkembangan dan struktur dari *boundary layer* atmosfer dikendalikan oleh fluks panas dan momentum yang tergantung pada pengaruh permukaan. Ketebalan lapisan ini dan dispersi polutan di dalamnya dipengaruhi karakteristik permukaan pada skala lokal seperti kekasaran permukaan, reflektivitas (*albedo*), dan keadaan kelembaban permukaan. Parameter yang diberikan oleh AERMET adalah *Monin-Obukhov Length* (L), kecepatan gesek permukaan (u^*), panjang kekasaran permukaan (z_0), *surface heat flux* (H), dan *convective scaling velocity* (w^*).



Gambar 11. Interface Software AERMED View

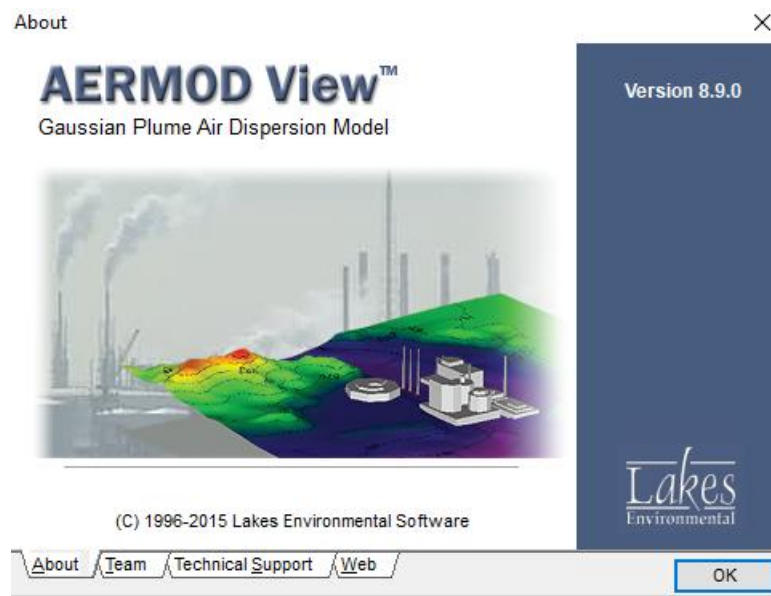
d. AERMOD View

AERMOD adalah plume model dengan kondisi tunak yang menggabungkan dispersi udara berdasarkan batas planet struktur turbulensi lapisan dan konsep penskalaan, termasuk perawatan permukaan dan yang

ditinggikan sumber, dan medan sederhana dan kompleks, dengan sistem pemodelan yang terdiri dari tiga komponen:

- AERMOD (model dispersi).
- AERMET (pra-prosesor meteorologi).
- AERMAP (pra-prosesor medan)

AERMOD mengestimasi profil meteorologi melalui beberapa persamaan dan interpolasi pengukuran yang berdekatan. Untuk memperhitungkan konsentrasi, AERMOD mempertimbangkan berbagai parameter seperti efek vertikal angin, suhu, dan turbulensi (Cimorelli et al., 2004 dalam Ancilla, 2014). Persamaan profil umum dalam simulasi AERMOD dapat dikelompokkan menjadi profil kecepatan dan arah angin dan profil gradien temperatur potensial.

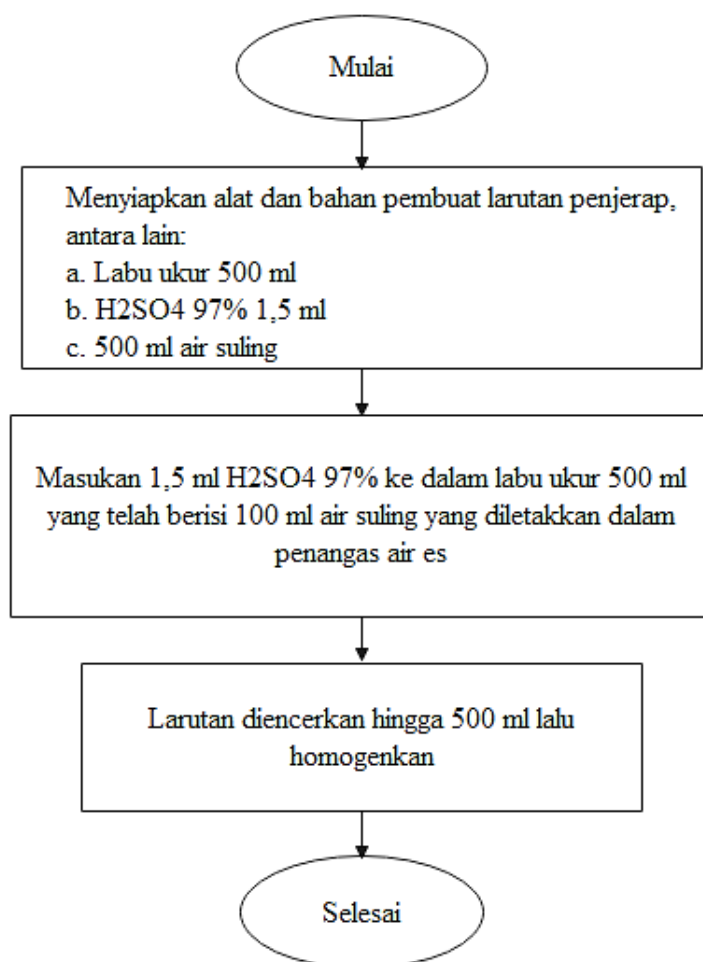


Gambar 12. Interface Software AERMED View

E. Metode Persiapan Pengambilan Data

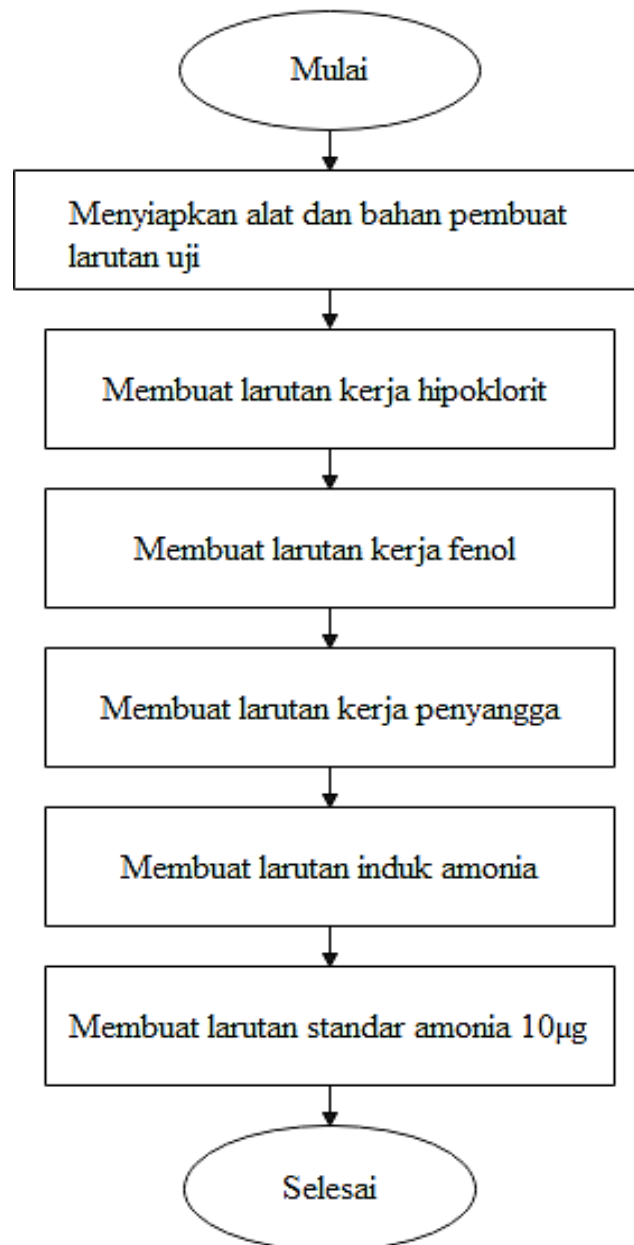
Sebagaimana metode pengujian kadar amonia di udara ambien Berdasarkan SNI 19-7119.1-2005 prinsip pengukuran kualitas udara untuk parameter amonia (NH_3) diantaranya udara ambien yang mengandung amonia akan dijerap melalui larutan asam sulfat sehingga membentuk ammonium sulfat. Selanjutnya larutan tersebut akan direaksikan bersama larutan fenol serta natrium hipoklorit pada keadaan basa sehingga nantinya terbentuk suatu senyawa indofenol yang kompleks dengan ciri berwarna biru. Untuk itu, pembuatan larutan penjerap serta larutan uji menjadi bahan yang perlu dipersiapkan sebelum dilakukannya pengambilan data di lapangan. Adapun langkah – langkah pembuatan, dapat dilihat dibawah ini

1. Pembuatan Larutan Penjerap



Gambar 13. Flowchat Pembuatan Larutan Penjerap

1. Pembuatan Larutan Uji



Gambar 14. Flowchat Pembuatan Larutan Uji

Adapun penjabaran langkah-langkah dari **Gambar 14.** diatas yakni:

a. Membuat Larutan Kerja Hipoklorit

Membuat larutan kerja hipoklorit dengan memasukkan 15 ml NaOH 6,75 ml dan 15 ml larutan NaOCl 3,7% kedalam labu ukur 50 ml, lalu encerkan dengan air suling sampai tanda tera lalu homogenkan

b. Membuat Larutan Kerja Fenol

Membuat larutan kerja fenol dengan memasukkan 10 ml larutan induk fenol 45% dan 0,5 ml larutan natrium nitroprusida 2% ke dalam labu ukur 50 ml, encerkan dengan air suling sampai tanda tera lalu homogenkan

c. Membuat Larutan Penyangga

Membuat larutan penyangga dengan memasukkan 5 g Na_3PO_4 dan 7,4 ml larutan NaOH 6,75 M ke dalam gelas piala 100 ml kemudian encerkan dengan air suling sampai tanda tera, lalu homogenkan

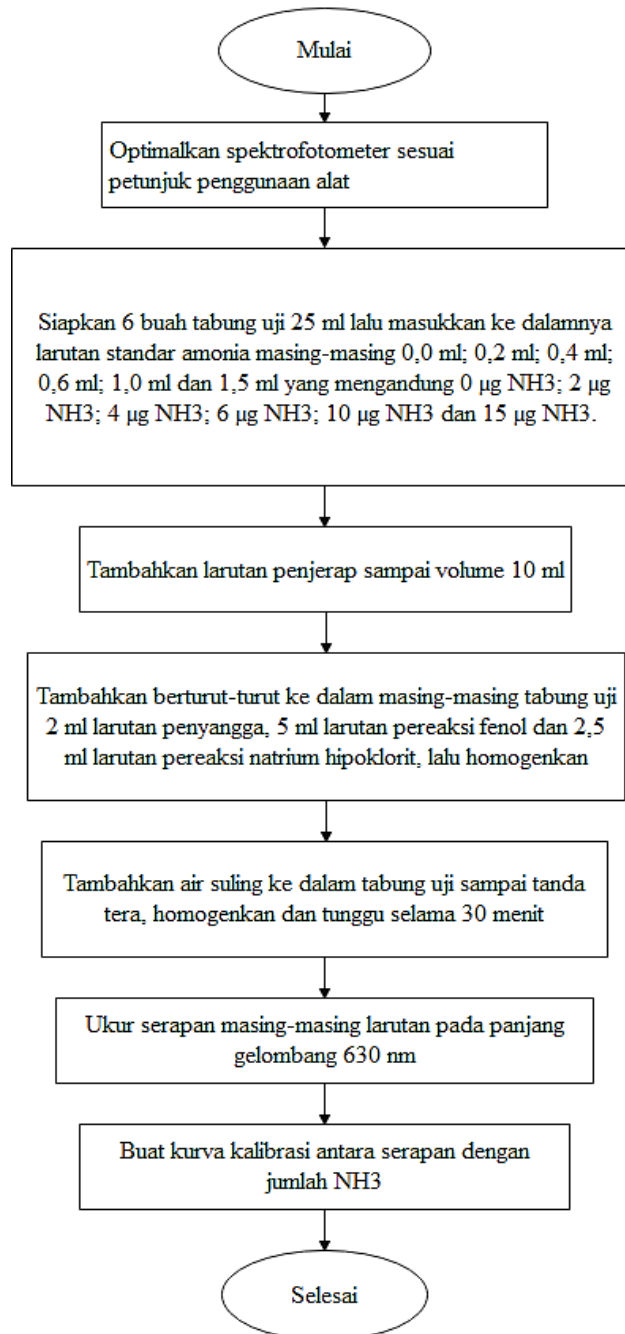
d. Membuat Larutan Induk Amonia

Membuat larutan induk amonia dengan melarutkan 3,18 g NH_4Cl dengan air suling ke dalam labu ukur 1000 ml kemudian encerkan hingga tanda tera, lalu homogenkan

e. Membuat larutan standar amonia 10 μg

Membuat larutan standar amonia 10 μg dengan mengambil 0,5 ml larutan induk amonia ke dalam labu ukur 50 ml, encerkan dengan larutan penjerap sampai tanda tera, lalu homogenkan

2. Pembuatan Kurva Kalibrasi



Gambar 15. Flowchat Pembuatan Kurva Kalibrasi

F. Metode Pengambilan Data

1. Data Primer

Data primer yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

- a. Volume kendaraan diperoleh dari cara merekam volume kendaraan per jam pada setiap ruas menggunakan *smarthphone* berdasarkan jenis kendaraan.
- b. Konsentrasi polutan NH_3 menggunakan impinger
- c. Data faktor emisi yaitu hasil hitungan dengan menggunakan persamaan (3)

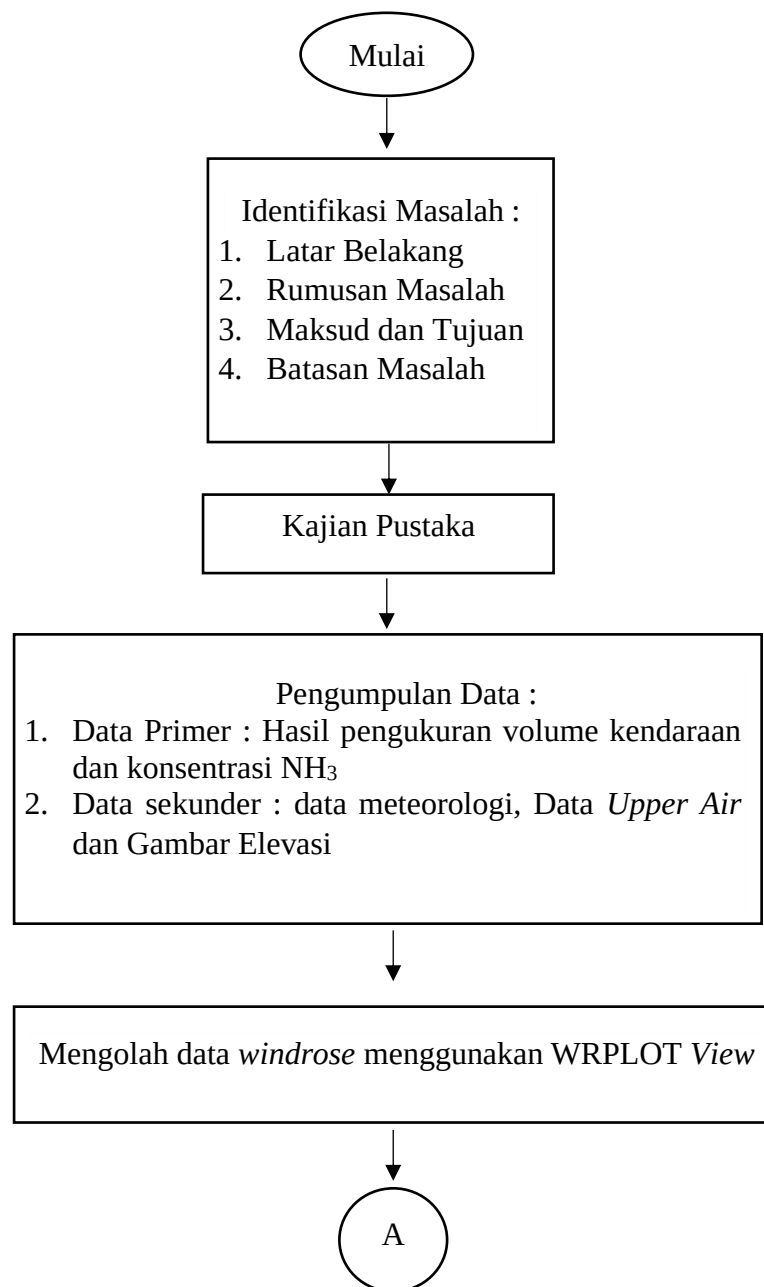
2. Data Sekunder

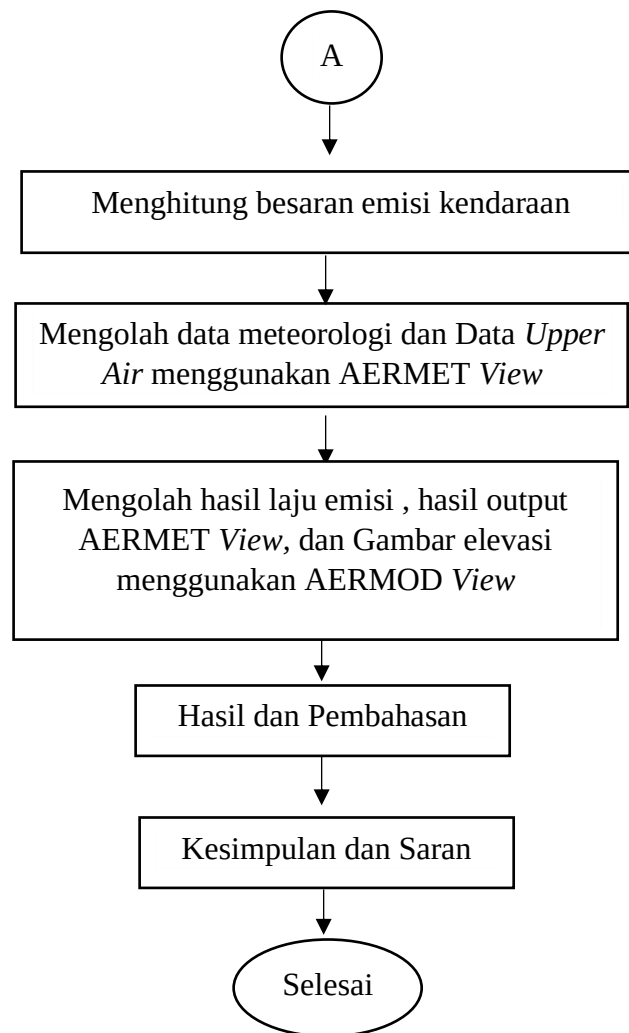
Adapun data sekunder yang diperoleh dari beberapa website yang berisi database yang diperlukan untuk penelitian yakni :

- a. Data Meteorologi seperti kecepatan angin, arah angin, radiasi matahari, tutupan awan, tinggi awan terendah, curah hujan, tekanan dan kelembapan diperoleh dari <https://meteotrend.com/forecast/id/makassar/> dan <https://www.accuweather.com/en/id/indonesia-weather>
- b. Data *Upper Air* format .FSL pada hari pengukuran yang diperoleh dari <https://ruc.noaa.gov/raobs/>
- c. Gambar elevasi daerah penelitian diperoleh dari situs <https://earthexplorer.usgs.gov/>, data ini digunakan untuk membuat peta kontur.

G. Metode Pengolahan Data

Secara umum, pengolahan data penelitian dapat dilihat pada flowchart di bawah ini.





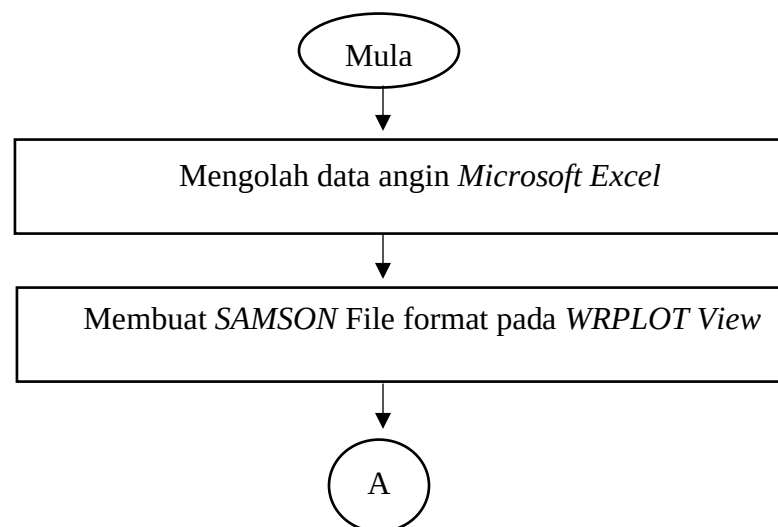
Gambar 16. Flowchart Pengolahan Data Secara Umum

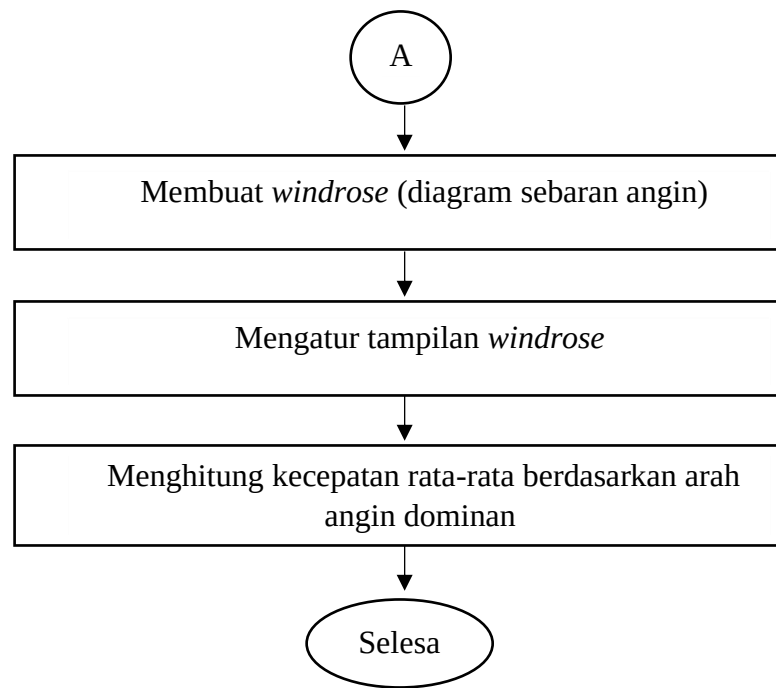
Gambar 16. menjelaskan bahwa penelitian ini menggunakan data primer maupun data sekunder. Dimana data primer berupa hasil pengukuran udara ambien selama 9 hari dengan titik pengukuran yang berbeda, data meteorologi di hari pengukuran volume kendaraan seperti kecepatan angin, arah angin, radiasi matahari, tutupan awan, tinggi awan terendah, curah hujan, tekanan dan kelembaban, data *Upper Air*, dan gambar elevasi. Setelah mengumpulkan data primer dan sekunder selanjutnya data kecepatan dan arah angin dioalah menggunakan *software WRPLOT* untuk mendapatkan arah angin dominan berupa windrose, data meteorologi dan *Upper Air Data* diolah menggunakan *software AERMET View* serta data laju emsi dan peta elevasi diolah menggunakan *AERMOD*

View yang didalamnya terdapat AERMAP untuk memodelkan sehingga menghasilkan pola sebaran emisi NH₃. Adapun langkah pengolahan data sebagai berikut.

1. Pembuatan *Windrose*

Windrose atau mawar angin adalah sebuah penggambaran arah angin dan kecepatan dominan di suatu tempat pada waktu tertentu. *Windrose* ini disajikan dalam bentuk diagram dengan 10 arah mata angin. Untuk memperoleh *windrose* maka dibutuhkan data seperti kecepatan angin dominan dan arah angin terbanyak kemudian diolah dalam suatu software bernama *WRPLOT View*. Kecepatan angin yang digunakan yakni data perjam tiap semester di hari pengukuran dengan satuan m/s, sedangkan arah angin perjam tiap semester di hari pengukuran dinyatakan dalam derajat sesuai dengan pertambahan jarum jam untuk utara yang dituliskan dengan 360°, arah timur dengan 90°, arah selatan dengan 180°, dan arah barat dengan 270°. Hasil keluaran dari *WRPLOT View* yakni diagram *windrose* yang dibagi berdasarkan kecepatannya ke dalam beberapa warna.





Gambar 17. Flowchart Pengolahan Data Angin pada WRPLOT View

Adapun penjabaran daripada **Gambar 17.** diatas yakni:

a. Mengolah Data Angin

Mengolah data kecepatan dan arah angin selama 24 jam pada *Microsoft Excel* dengan cara mengelompokkan data berdasarkan tahun, bulan, tanggal, jam, arah, dan kecepatan kemudian menyimpan data dalam format Microsoft Excel 97-Workbook 2003.

b. Membuat SAMSON File

Pada *Tab Edit WRPLOT View* memilih menu *Import From Excel* lalu menginput data angin excel yang telah diolah kemudian mengatur dan menyesuaikan kolom berdasarkan pengelompokkan tahun, bulan, tanggal, jam, arah, dan kecepatan. Selanjutnya mengisi data stasiun BMKG pada menu *Station Information* setelah itu memilih *Import* untuk menyimpan kedalam format SAMSON.

c. Membuat *Windrose*

Memasukkan file SAMSON yang telah dibuat dengan cara memilih menu *Add Files* kemudian pilih *Tab Wind Rose* untuk menampilkan diagram sebaran angin.

d. Mengatur Tampilan *Windrose*

Terdapat beberapa arah mata angin yakni 8, 10, 12, 16, 18, 20, 24, dan 36 kemudian mengatur arah tersebut sesuai yang diinginkan pada menu *Wind Direction* namun pada penelitian ini menggunakan 10 arah mata angin. Selanjutnya pada menu *Units* mengubah satuan menjadi m/s dan pada menu *Orientation* memilih *Flow Vector (blowing to)* hal ini mengindikasikan bahwa arah angin pada windrose “berhembus ke”.

e. Menghitung Kecepatan Rata-rata

Pada excel data angin menghitung rata-rata kecepatan angin berdasarkan arah dominan pada *windrose* dimana arah dominan disesuaikan pada menu *Frequency Distribution*

2. Persiapan Pengolahan AERMOD

Sebelum menjalankan AERMOD, maka terlebih dahulu melakukan pengolahan data sekunder yang telah dikumpulkan dengan beberapa tahapan sebagai berikut:

a. Menghitung laju emisi CO.

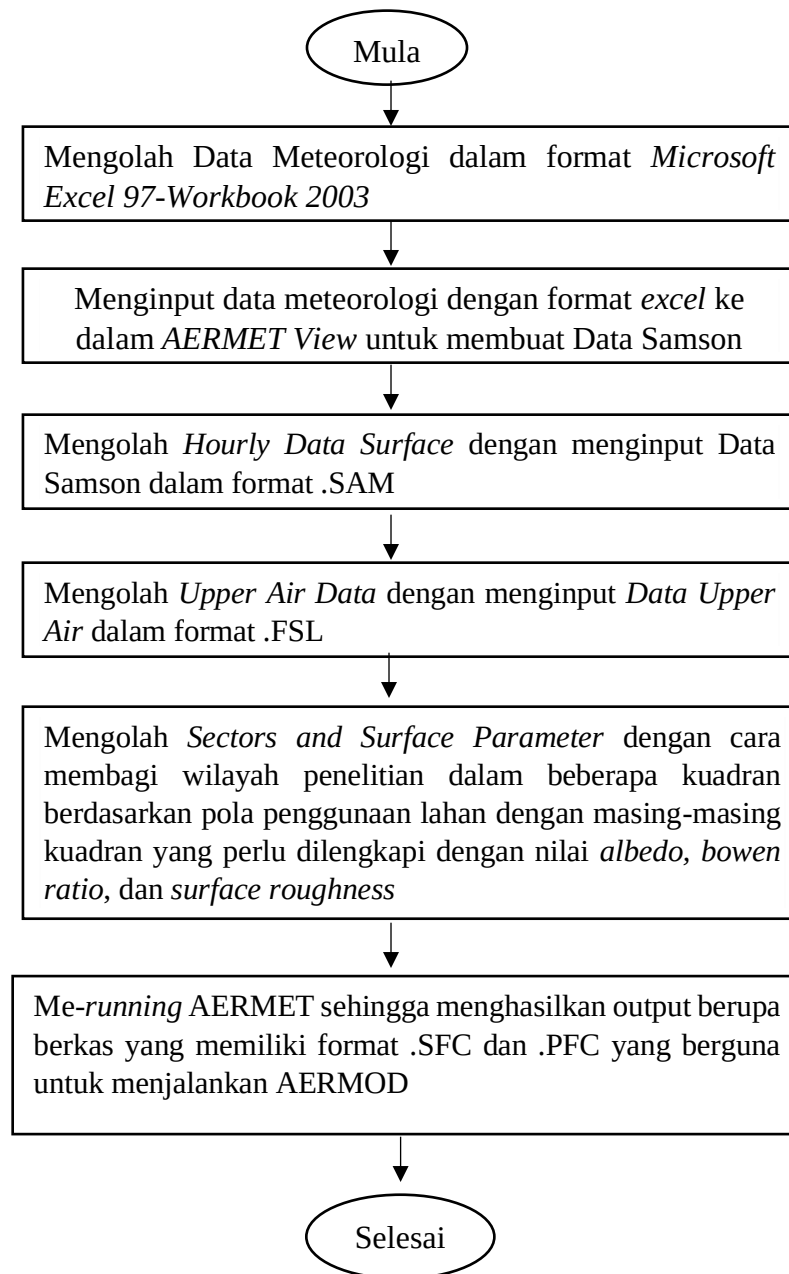
Untuk dapat diolah ke dalam AERMOD terlebih dahulu satuan dari data emisi dikonversikan ke dalam satuan g/s. persamaan yang digunakan adalah persamaan (1)

b. Gambar elevasi

Gambar elevasi yang telah di download pada situs <https://earthexplorer.usgs.gov/> dengan format .tiff yang selanjutnya akan digunakan pada *running* AERMAP

3. Pengolahan AERMET

Sebagaimana yang telah dijelaskan sebelumnya bahwa fungsi dasar dari AERMET adalah menggunakan hasil pengukuran meteorologi yang mewakili domain *modelling* untuk menghitung parameter *boundary layer* tertentu yang digunakan untuk memperkirakan profil angin, turbulensi, dan temperatur sehingga dalam mengolah AERMET untuk mensimulasikan dispersi polutan ada beberapa data meteorologi yang dibutuhkan yakni tutupan awan (*cloud cover*), temperatur udara, kelembaban udara, tekanan udara, arah angin, kecepatan angin, tinggi awan terendah (*ceiling height*), curah hujan dan radiasi matahari. Data meteorologi yang digunakan tersebut adalah data perjam selama 24 jam di hari pengukuran. Adapun langkah-langkah dalam mengolah AERMET dapat dilihat pada Gambar 18 di bawah ini.



Gambar 18. Flowchart Pengolahan Data pada AERMET View

Adapun penjabaran dari langkah-langkah untuk menjalankan AERMET View berdasarkan **Gambar 15.** yakni seperti berikut:

a. Mengolah Data Meteorologi

Data meteorologi yang terdiri atas tahun, bulan, hari, jam, temperatur, kelembapan, presipitasi, arah angin, tekanan, kecepatan angin, tutupan awan tinggi awan terendah dan radiasi matahari di olah dalam format *Microsoft Excel 97-Workbook 2003*.

b. Menginput Data Meteorologi Format *Excel* untuk Membuat Data Samson

Setelah membuat format excel selanjutnya data tersebut di-input ke dalam *software AERMET* untuk menghasilkan Data Samson dengan format .SAM. Setelah mengerjakan data meteorologi selanjutnya perlu juga menginput data mengenai stasiun tempat mengambil data meteorologi. Adapun data yang diperlukan mengenai stasiun meteorologi yakni nama stasiun, no. ID stasiun, koordinat (garis lintang dan garis bujur), elevasi dasar stasiun dari atas permukaan laut (DPL), ketinggian alat pemantau arah dan kecepatan angin, serta ketinggian alat pemantauan temperatur udara.

c. Mengolah Hourly Surface Data tab

Tab ini diisi dengan Data Samson yang telah disimpan ke dalam format file .SAM.

d. Mengolah Upper Air Data tab

Pada *tab* ini menggunakan mode *Standard AERMET* yang untuk memproses data meteorologi yang telah diinput. Kemudian menginput data *Upper Air* dalam format .FSL yang diperoleh dari situs ruc.noaa.gov.

e. Mengolah Sectors and Surface Parameter tab

Dalam *tab* ini wilayah studi akan dibagi ke dalam 8 kuadran berdasarkan pola penggunaan lahan dengan masing-masing kuadran yang perlu dilengkapi dengan nilai *albedo*, *bowen ratio*, dan *surface roughness*. Acuan untuk nilai parameter bagi setiap jenis lahan telah disediakan AERMET.

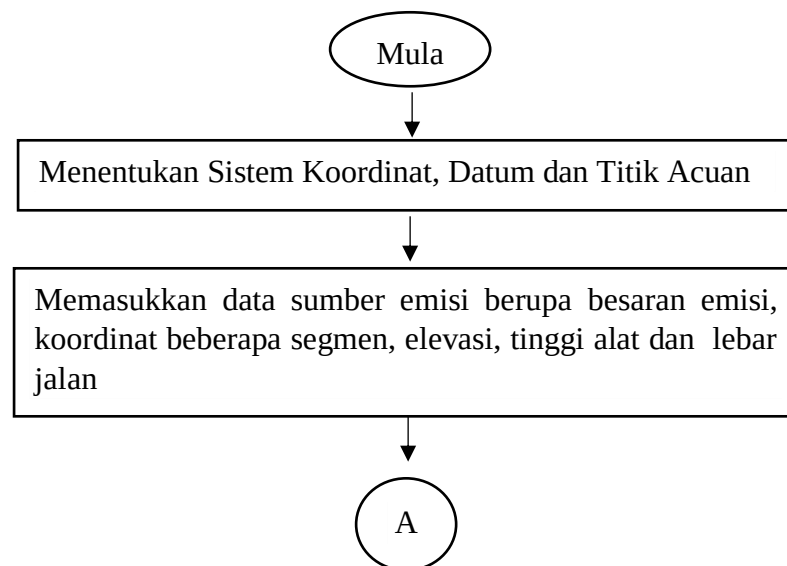
Berdasarkan Google Earth penggunaan lahan dibagi dalam 2 sektor yakni sektor pertama pada 0 - 90° adalah *Grassland* dan sektor kedua pada 90° - 360° adalah *Urban*.

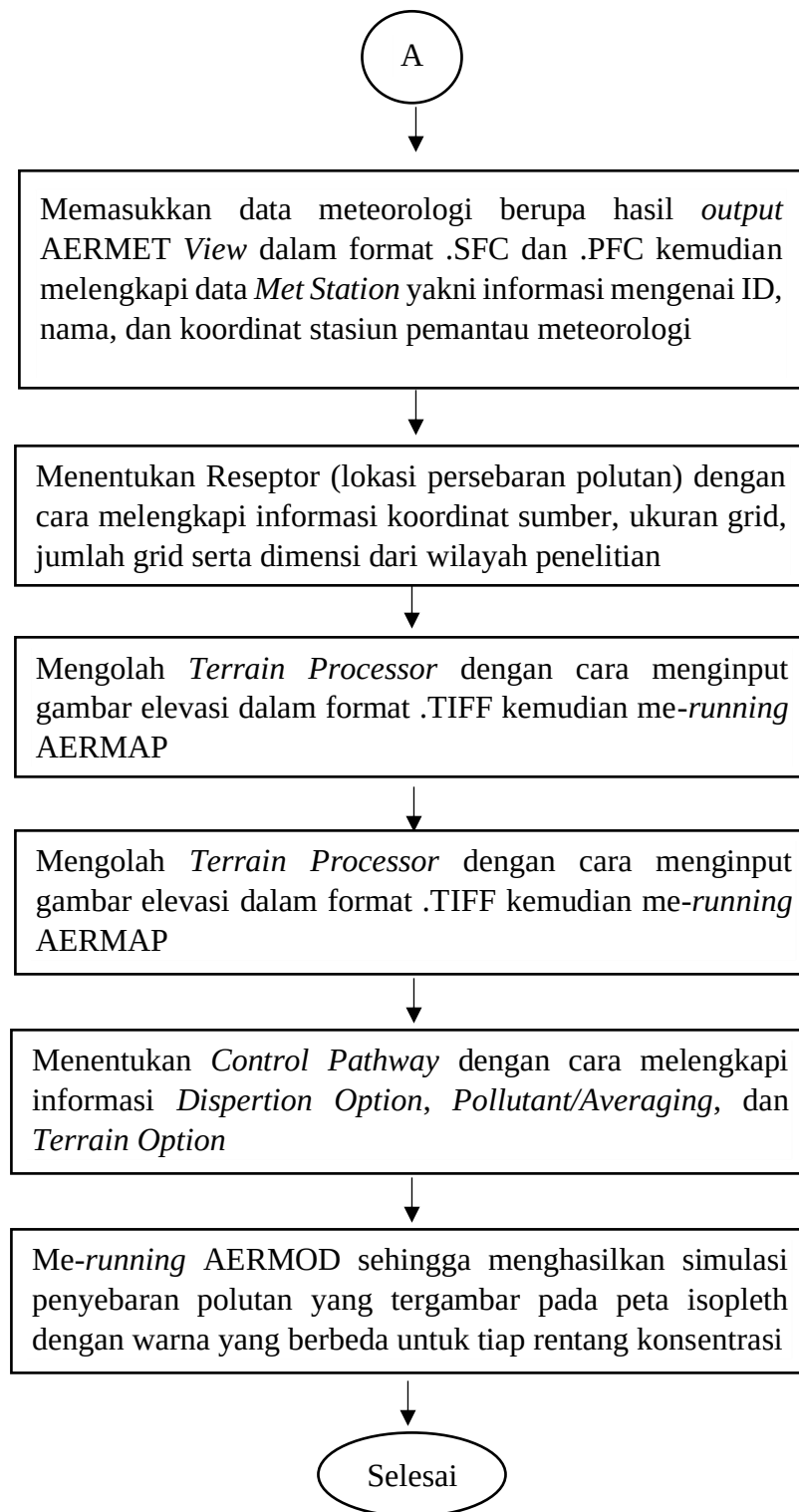
f. Running AERMET

Setelah data-data yang diperlukan pada telah dipenuhi, AERMET dapat dijalankan sehingga menghasilkan output berupa berkas yang memiliki format .SFC dan .PFC yang berguna untuk menjalankan AERMOD.

4. Pengolahan AERMOD

Jika telah mengolah Data Meteorologi dan *Data Upper Air* ke dalam AERMET View maka langkah selanjutnya melakukan pengolahan data laju emisi, hasil Output AERMET dan gambar elevasi ke dalam AERMOD View yang dapat dilihat pada gambar 19. berikut.





Gambar 19. Flowchart Pengolahan Data pada AERMOD View

Pada Gambar 19 menjelaskan bahwa setelah seluruh data telah selesai diolah, pengoperasian AERMOD untuk menentukan simulasi dispersi dari polutan CO dapat dilakukan. Berikut akan dijelaskan mengenai langkah-langkah pengerjaan AERMOD.

a. Memulai AERMOD

Untuk memulai suatu proyek simulasi dispersi, pilih opsi New dari menu Toolbar sehingga akan muncul sebuah jendela bernama *New Project Wizard*. Pada jendela ini diperlukan pengisian informasi berupa nama proyek, pembuatan folder proyek dan penentuan lokasi penyimpanan folder.

b. Menentukan Sistem Koordinat, Datum dan Titik Acuan

Koordinat sistem yang akan digunakan dalam simulasi dispersi ini dipilih dengan skala *Universal Transverse Mercator* (UTM). Datum yang dipakai berdasar pada *World Geodetic System* 1984 dengan zona 50 South. Posisi titik acuan yang digunakan adalah *center*. Pada titik tersebut dimasukkan nilai koordinat dari sumber emisi dan *site domain* dalam radius 1 km ke arah sumbu-x dan sumbu-y.

c. Memasukkan Data Sumber Emisi

Karena sumber emisi pada penelitian ini merupakan kendaraan bermotor, maka pada jendela *Source Input* tipe sumber emisi yang dipilih adalah garis atau *line*. Kemudian dilengkapi informasi untuk bagian *source location* berupa koordinat (x,y), tinggi alat (m) dan elevasi dasar (m) serta untuk bagian *source release parameters* berupa koordinat (X2,Y2) , laju emisi (g/s) dan lebar jalan (m).

d. Memasukkan Data Meteorologi

Data meteorologi yang diinput dalam bentuk .SFC dan .PFC berasal dari data yang telah diolah sebelumnya dengan menggunakan AERMET. Pada bagian *Met Station* dilengkapi informasi mengenai ID, nama, dan koordinat stasiun pemantau meteorologi.

e. Menentukan Reseptor

Reseptor adalah lokasi persebaran polutan yang berasal dari sumber emisi dengan nilai konsentrasi tertentu. Digunakan reseptor tipe *Uniform Cartesian Grid* (UCART1). Informasi yang harus dilengkapi adalah koordinat sumber, ukuran grid, jumlah grid serta dimensi dari wilayah studi.

f. Pengoperasian *Terrain Processor* pada AERMAP

Peta elevasi yang berformat .TIFF yang telah diperoleh dari situs earthexplorer.usgs.gov di-input ke dalam AERMAP terhubung dengan AERMOD sehingga dapat dihasilkan output berupa peta dasar yang telah memiliki data elevasi. Untuk setiap koordinat wilayah studi, kontur ketinggian dibagi berdasarkan warna. Dalam penelitian ini digunakan *flat terrain* karena wilayah studi diketahui memiliki kontur permukaan tanah yang datar. Setelah itu dapat merunning AERMAP.

g. Menentukan Control Pathway

Pada jendela *Control Pathway* terdapat beberapa informasi yang harus dilengkapi, berikut merupakan penjelasan bagian secara lebih detail.

- Untuk *Dispersion Option* pada bagian Output dipilih opsi berbentuk nilai konsentrasi polutan. Kemudian pada *Non-Default Option* pilih *Flat*.
- Jenis polutan untuk simulasi dispersi dapat ditentukan pada bagian *Pollutant Averaging*. Jenis polutan yang tersedia adalah SO₂, NO₂, CO, PM₁₀, PM_{2,5}, TSP dan lainnya dapat dipilih sesuai yang diinginkan. Untuk waktu penyebaran dapat dipilih sesuai dengan rentang yang diinginkan. Biasanya waktu pengukuran dipilih berdasarkan baku mutu yang ditetapkan. Pada penelitian ini akan di pilih waktu selama 24 jam berdasarkan PP. No. 41 tahun 1999.
- Pada bagian *Terrain Options* dipilih mode *flat terrain*.

h. Running AERMOD

Ketika seluruh data yang diinput telah sesuai dengan format yang ditentukan, maka program AERMOD siap untuk dijalankan (*running*). Dipilih menu Run dan akan keluar jendela *Project Status* yang menampilkan ringkasan dari data yang telah diinput untuk memeriksa kembali kesesuaian semua berkas sebelum program dijalankan. *Output* yang dihasilkan berupa simulasi penyebaran polutan yang tergambar pada peta dasar dengan garis isokonsentrasi serta warna yang berbeda untuk tiap rentang konsentrasi.

H. Analisis Data

Penelitian ini menggunakan metode analisis deskriptif yakni mendeskripsikan hasil pengukuran emisi dan hasil keluaran dari pengolahan data pada beberapa *software* yang digunakan. Adapun hasil keluaran yang dianalisis diantaranya adalah:

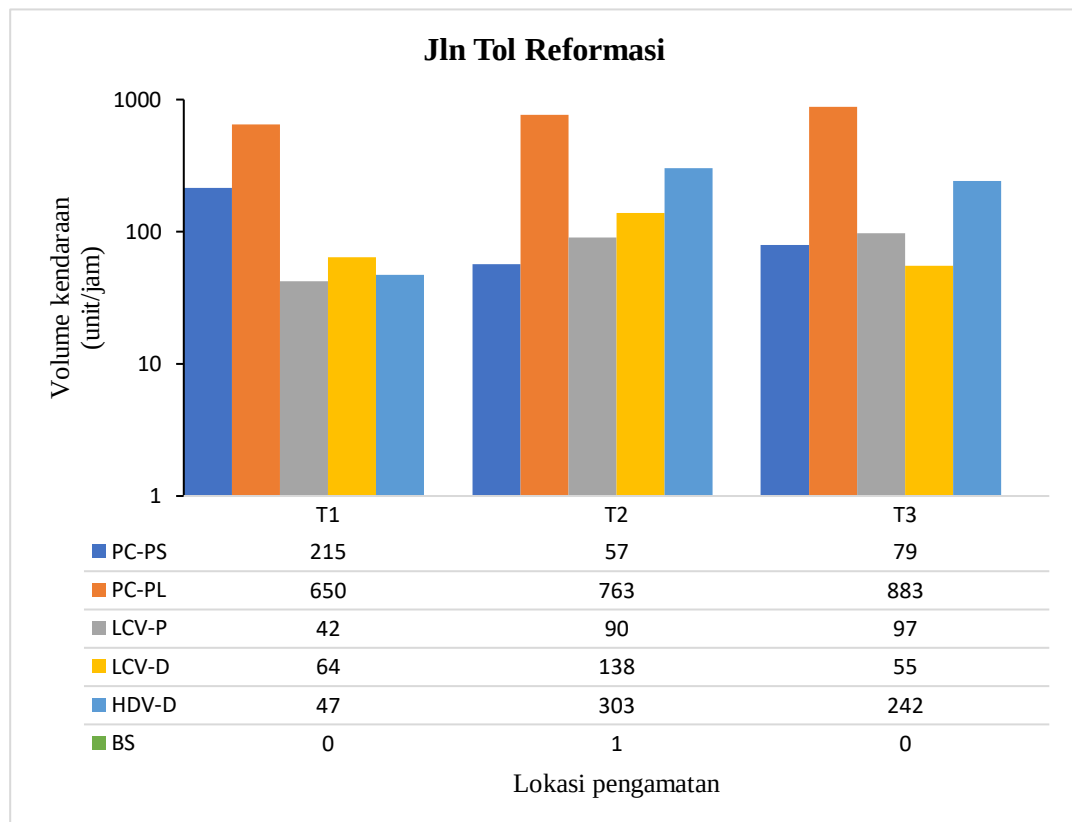
- a. Hasil pengukuran emisi kendaraan : menganalisis emisi yang berasal dari kendaraan dan terakumulasi dengan udara ambien dengan cara membandingkan dengan Baku Mutu yang diperuntukkan
- b. *Windrose* atau mawar angin : menganalisis arah angin dominan sehingga dapat diketahui sebaran polutan dominan ke arah mana dari sumber .
- c. Isopleth konsentrasi : Pola sebaran emisi dari kendaraan bermotor yang diperoleh dari hasil pengolahan laju emisi dan pengolahan AERMET, lalu diinput kedalam software AERMOD yang didalamnya terdapat pengolahan AERMAP. Kemudian menganalisis hasil keluaran dari AERMOD berupa peta isopleth yang memperlihatkan pola sebaran konsentrasi polutan berdasarkan perbedaan warna.
- d. Grafik antara konsentrasi dan jarak : menganalisis jarak konsentrasi maksimum dari sumber sehingga kita dapat mengetahui dimana letak akumulasi polutan terjadi.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

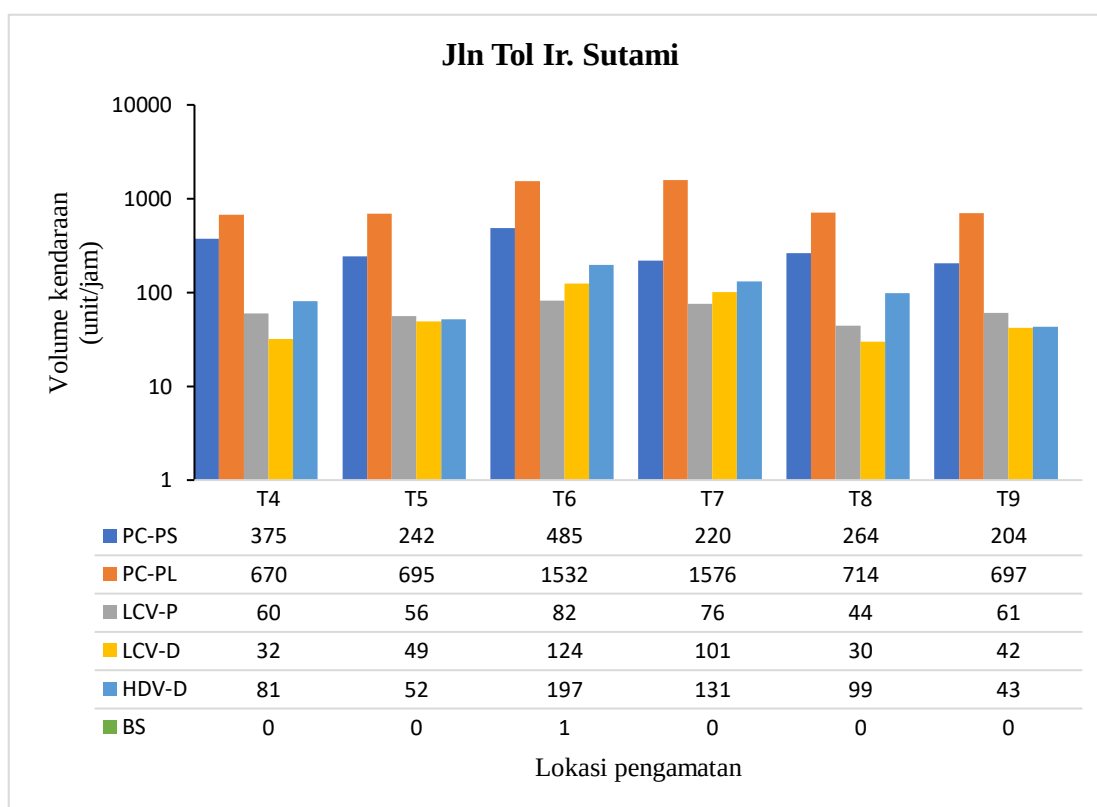
A. Volume Lalu Lintas

Pengukuran volume lalu lintas di Jalan Tol Makassar dilakukan bersamaan dengan pengambilan sampel udara ambien. Pengukuran volume kendaraan terbagi atas enam kategori berdasarkan sub bab emisi kendaraan bermotor pada bab 2. Pengelompokan kendaraan ini bertujuan untuk memudahkan dalam perhitungan volume kendaraan serta pembagian jenis faktor emisi yang dinyatakan dalam kendaraan perjam. Hasil pengukuran volume lalu lintas dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 20. Volume Lalu Lintas di Jln Tol Reformasi

Berdasarkan gambar diatas menunjukkan volume kendaraan bermotor pada titik T2 dan T3 adalah kendaraan penumpang berbahan bakar bensin besar (*passenger cars petrol large / PC-PL*) dan truk berbahan bakar solar (*heavy duty vehicles diesel / HDV-D*) hal ini dikarenakan T2 dan T3 merupakan titik pengamatan dengan arah menuju Pelabuhan Soekarno Hatta yang menjadi tempat distribusi barang atau muatan dalam jumlah besar dari kota satu ke kota lainnya sehingga volume kendaraan dengan jenis *heavy duty vehicles diesel / HDV-D* meningkat di titik tersebut.

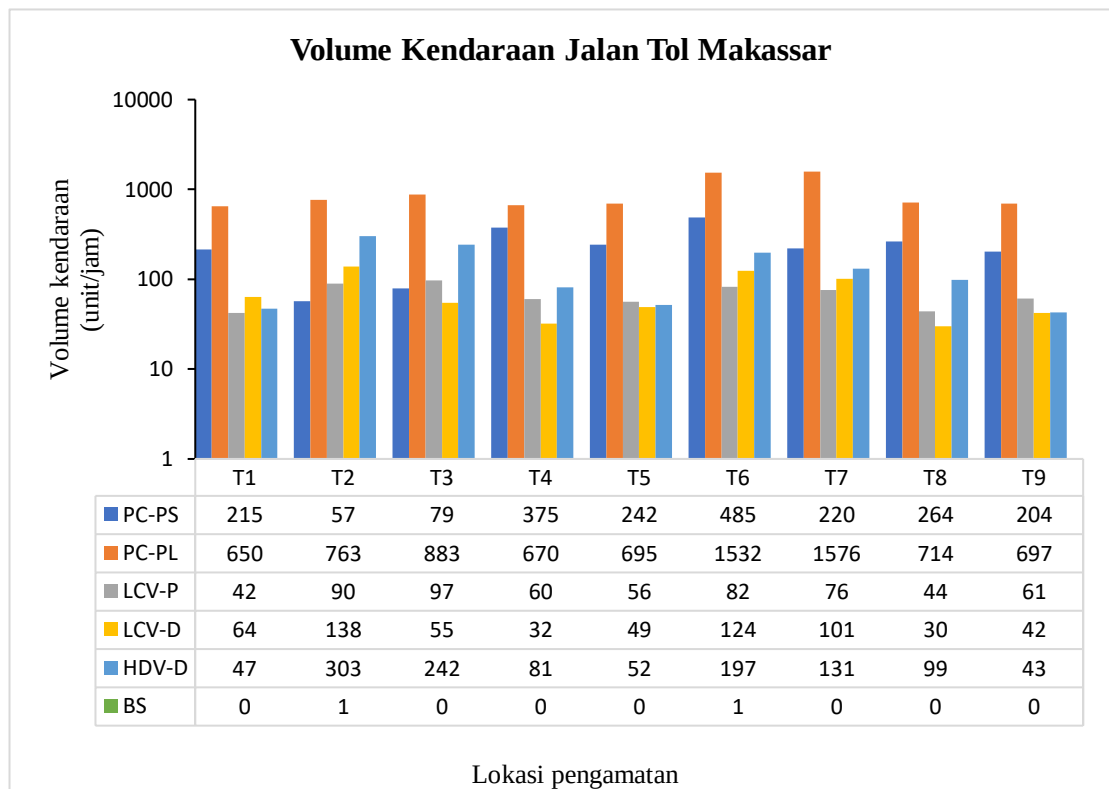


Gambar 21. Volume Lalu Lintas Jalan Tol Ir. Sutami

Berbeda dengan volume kendaraan pada Jalan Tol Reformasi, berdasarkan gambar diatas menunjukkan titik yang berada di Jalan Tol Ir. Sutami di dominasi oleh kendaraan kendaraan penumpang berbahan bakar bensin kecil (*passenger cars petrol small / PC-PS*), kendaraan penumpang berbahan bakar bensin besar (*passenger cars petrol large / PC-PL*). Hal ini dikarenakan Jalan Tol Ir. Sutami

merupakan akses jalan menuju perbatasan kota Makassar sebelum memasuki Kabupaten Maros serta jalan menuju Bandara Sultan Hasanuddin sehingga jenis kendaraan penumpang menjadi moda transportasi yang banyak digunakan bagi masyarakat yang akan melakukan perjalanan antar daerah

Berikut rekapitulasi volume kendaraan pada Jalan Tol di Kota Makassar, dapat dilihat pada gambar 22.



Gambar 22. Volume Lalu Lintas Jalan Tol Makassar

Dari gambar diatas volume kendaraan maksimum berada di titik pengamatan 6 sebesar 2421 unit/jam dengan jumlah kendaraan PC-PS sebanyak 485 unit/jam, volume PC-PL sebanyak 1532 unit/jam, volume LCV-P sebanyak 82 unit/jam, volume LCV-D sebanyak 124 unit/jam, volume HDV-D sebanyak 197 unit/jam dan volume BS sebanyak 1 unit/jam. Sedangkan volume kendaraan minimum berada di titik pengukuran 9 sebesar 1047 unit/jam dengan jumlah kendaraan PC-PS sebanyak 204 unit/jam, volume PC-PL sebanyak 697 unit/jam, volume LCV-P

sebanyak 61 unit/jam, volume LCV-D sebanyak 42 unit/jam, volume HDV-D sebanyak 43 unit/jam.

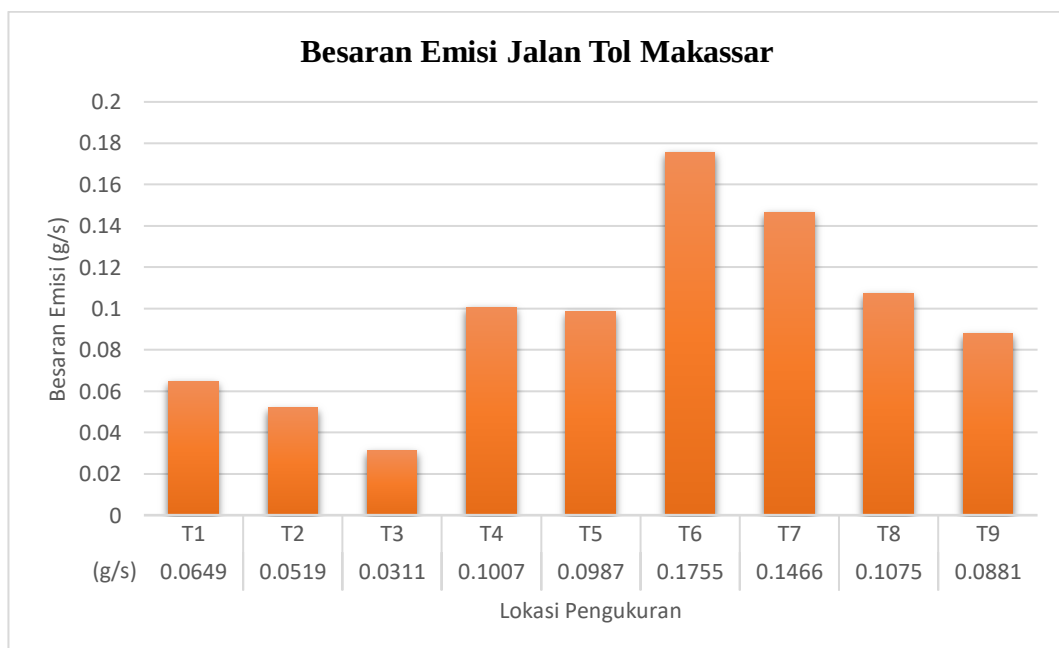
Jenis kendaraan dengan volume paling besar adalah kendaraan PC-PL sebesar 8180 unit/jam dengan persentase 64.10% sedangkan jenis kendaraan dengan volume paling kecil adalah kendaraan BS sebesar 2 unit/jam dengan persentase 0.07%. Berdasarkan hasil pengukuran volume lalu lintas diketahui bahwa lalu lintas yang melintasi Jalan Tol Makassar cukup padat terlebih pada sore hari, hal ini disebabkan karena Jalan Tol menjadi jalan alternatif yang banyak di pilih oleh pengguna jalan untuk menghindari kemacetan di jalan arteri. Selain itu, puncak aktivitas banyak dilakukan di sore hari karena termasuk dalam jam pulang kantor serta aktivitas lainnya, terlebih pengambilan sampel dilakukan di waktu Ramadhan sehingga sore hari merupakan waktu yang padat bagi pengguna jalan yang akan mempersiapkan waktu berbuka puasa, hal ini dapat dilihat pada gambar 12 dimana volume lalu lintas tertinggi didominasi oleh jenis kendaraan penumpang (*passenger cars petrol small* / PC-PS) dan *passenger cars petrol large* / PC-PL).

B. Nilai Beban Emisi

Dari hasil pengukuran volume kendaraan pada Jalan Tol Makassar dapat dihitung nilai besaran emisi masing-masing volume kendaraan yang terjadi pada setiap titik pengukuran. Beban emisi kendaraan bermotor diperoleh dengan cara mengalikan jumlah kendaraan yang telah dikategorikan berdasarkan jenisnya dengan nilai faktor emisi yang terdapat dalam pedoman *European Environment Agency* (EEA) kemudian dikali dengan panjang jalan daerah penelitian atau dapat dilihat pada persamaan (3) bab 2. Untuk nilai besaran emisi untuk parameter amonia (NH_3) di Jalan Tol Makassar dapat dilihat pada tabel dan grafik berikut

Tabel 7. Besaran Emisi NH₃ Jalan Tol Makassar

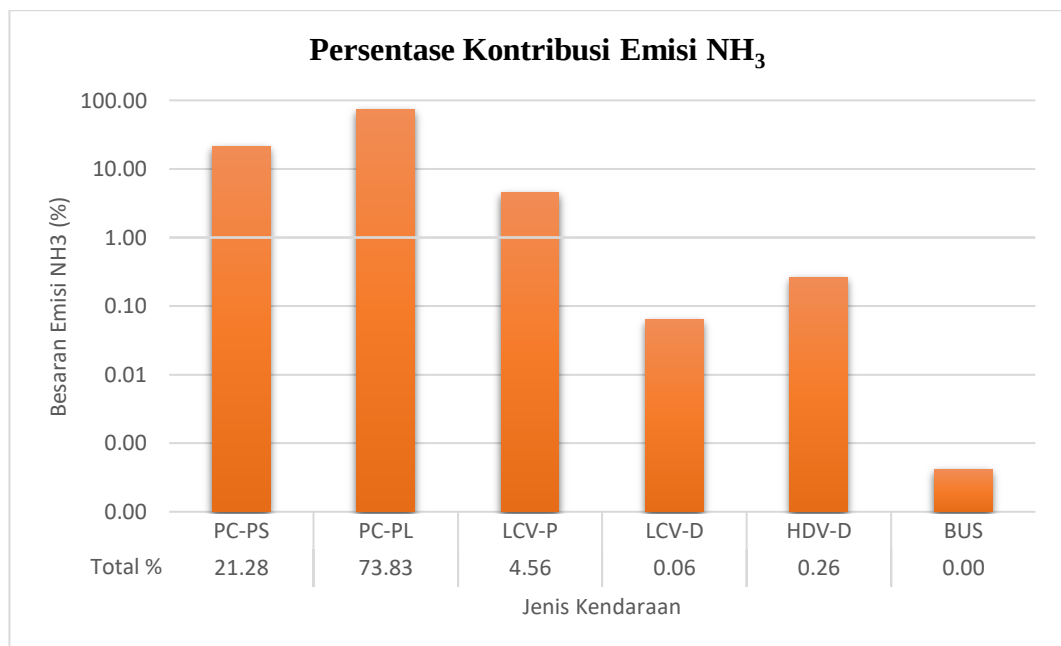
Titik Sampling	Besaran Emisi NH ₃ (g/jam)						TOTAL	
	PC-CC	PC-SUV	LCV-P	LCV-D	HDV-D	BUS	g/jam	g/s
T1	55.613	168.132	9.479	0.190	0.338	0.000	233.751	0.0649
T2	11.712	156.774	16.134	0.326	1.731	0.006	186.684	0.0519
T3	8.404	93.939	9.004	0.067	0.716	0.000	112.130	0.0311
T4	123.596	220.824	17.254	0.121	0.742	0.000	362.537	0.1007
T5	87.080	250.085	17.581	0.203	0.520	0.000	355.470	0.0987
T6	146.192	461.786	21.565	0.430	1.651	0.008	631.633	0.1755
T7	62.184	445.461	18.742	0.328	1.030	0.000	527.745	0.1466
T8	100.228	271.072	14.575	0.131	1.045	0.000	387.050	0.1075
T9	67.661	231.177	17.652	0.160	0.397	0.000	317.047	0.0881
Rata-rata							346.005	0.096

**Gambar 23.** Besaran Emisi Jalan Tol Makassar

Berdasarkan tabel diatas menunjukkan bahwa besaran emisi (q) NH₃ tertinggi pada titik sampling T6 yaitu sebesar 0.1755 g/s, sedangkan besaran besaran emisi (q) terendah pada titik sampling T3 yaitu sebesar 0.0311 g/s. Nilai besaran emisi bergantung pada jumlah volume tiap jenis kendaraan, nilai faktor emisi serta panjang jalan pada lokasi penelitian. Nilai faktor emisi terbesar untuk

parameter NH_3 terdapat pada kendaraan berjenis kendaraan penumpang berbahan bakar bensin kecil (*passenger cars petrol small* / PC-PS) , kendaraan penumpang berbahan bakar bensin besar (*passenger cars petrol large* / PC-PL) yaitu sebesar 0.1043 g/km sehingga titik dengan jumlah kendaraan jenis PC-PS dan PC-PL tersebar akan menghasilkan besaran emisi yang tinggi.

Adapun persentase beban emisi NH_3 yang dihasilkan berdasarkan jenis kendaraan bermotor yang melintas di Jalan Tol Makassar dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 24. Persentase Kontribusi Emisi NH_3 di Jalan Tol Makassar

Jenis transportasi yang paling banyak menyumbang emisi NH_3 adalah kendaraan penumpang berbahan bakar bensin besar (*passenger cars petrol large* / PC-PL) sebesar 14,83% - 3,02%. Kendaraan penumpang berbahan bakar bensin kecil (*passenger cars petrol small* / PC-PS) merupakan jenis kendaraan yang menyumbang emisi NH_3 kedua terbanyak sebesar 0,55% - 4,00%. Kendaraan niaga ringan berbahan bakar bensin (*light commercial vehicles petrol* / LCV-P) menyumbang emisi NH_3 sebesar 0,38% - 0,81%. Kendaraan niaga ringan berbahan bakar solar (*light commercial vehicles diesel* / LCV-D) menyumbang emisi NH_3

sebesar 0,004% - 0,02%. Truk berbahan bakar solar (*heavy duty vehicles diesel / HDV-D*) menyumbang emisi NH₃ sebesar 0,01% - 0,08% sedangkan Bus (BS) menyumbang emisi sebesar 0%-0,0003%.

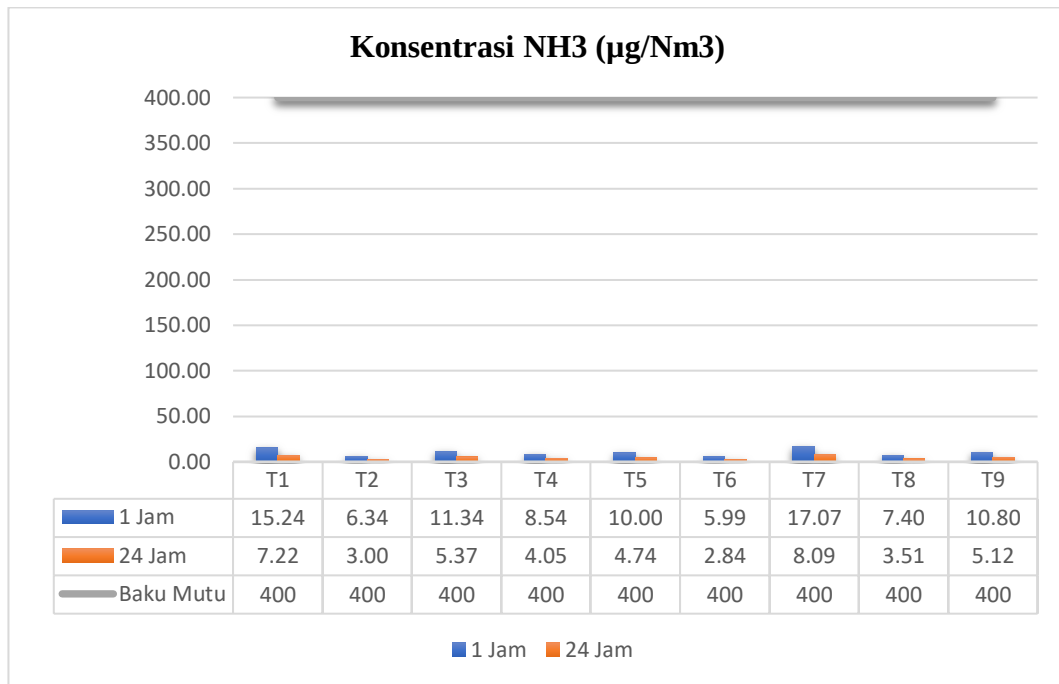
Variasi jumlah emisi yang disumbangkan oleh setiap jenis kendaraan dipengaruhi oleh variasi jumlah volume kendaraan dan faktor emisi. Jumlah volume kendaraan penumpang berbahan bakar bensin besar (*passenger cars petrol large / PC-PL*) yang tinggi dan nilai faktor emisi yang besar menjadikan nilai beban emisi yang disumbangkan PC-PL juga besar. Hal ini menunjukkan bahwa PC-PL atau setara SUV merupakan moda transportasi yang banyak digunakan dalam hal mobilisasi penumpang di Jalan Tol Makassar yaitu 74,17%.

C. Pengukuran Kualitas Udara

Pengukuran kualitas udara ambien dilakukan pada 9 titik di Jalan Tol Kota Makassar. Hasil pengukuran konsentrasi NH₃ didapatkan dalam satuan µg/Nm³ dengan hasil pengukuran NH₃ dapat dilihat pada tabel 7.

Tabel 8. Pengukuran Kualitas Udara NH₃ Jalan Tol Makassar

Titik Sampel	Lokasi Pengukuran	Konsentrasi NH ₃ (µg/Nm ³)	
		1 Jam	24 Jam
T1	Jln. Tol Reformasi (km 4-600)	15.24	7.22
T2	Jln. Tol Reformasi (km 1)	6.34	3.00
T3	Jln. Tol Reformasi (km 0-400)	11.34	5.37
T4	Jln. Tol Insiyur Sutami (km 1-600)	8.54	4.05
T5	Jln. Tol Insiyur Sutami (km 3-400)	10.00	4.74
T6	Jln. Tol Insiyur Sutami (km 5)	5.99	2.84
T7	Jln. Tol Insiyur Sutami (km 6-400)	17.07	8.09
T8	Jln. Tol Insiyur Sutami (km 7-800)	7.40	3.51
T9	Jln. Tol Insiyur Sutami (km 10)	10.80	5.12



Gambar 25. Konsentrasi NH₃ di Jalan Tol Makassar

Dari gambar diatas menunjukkan konsentrasi NH₃ tertinggi untuk waktu pengukuran 1 jam adalah titik sampling T7 yaitu sebesar 17.07 µg/Nm³, hal ini terjadi karena sumber polutan tidak hanya berasal dari kendaraan bermotor yang berasal dari jalan Tol namun juga dapat berasal dari emisi kendaraan bermotor yang berada di jalur *frontage* yang merupakan jalan lokal yang terletak disamping Jalan Tol. Jalur *frontage* pada titik ini memiliki volume kendaraan yang cukup padat karena kawasan di sekitarnya masuk kedalam kawasan lokal-komersil yang berarti jalan tersebut menjadi akses menuju industri ataupun pertokoan. Untuk T1 dengan konsentrasi sebesar 7.22 µg/Nm³ juga diasumsikan tinggi karena dipengaruhi oleh kendaraan yang berasal dari *frontage* yang disekitarnya masuk pada kawasan lokal-pemukiman yang berarti bahwa jalan tersebut ramai dilalui karena menjadi akses menuju permukiman atau jalan masuk pribadi.

Sedangkan Konsentrasi NH₃ terendah untuk pengukuran 1 jam adalah titik sampling T6 yaitu sebesar 2.84 µg/Nm³ terjadi karena pada proses pengambilan sampel dilakukan setelah turunnya hujan sebagaimana yang di ketahui bahwa hujan menjadi unsur pencuci udara sehingga polutan dari emisi yang di tanggap oleh impinger tidak sebanyak titik lokasi pengukuran lainnya. Kualitas udara ambien

pada tiap titik pengamatan memiliki nilai yang berbeda karena bergantung dari banyaknya volume sumber pencemar dan kondisi meteorologi daerah tersebut.

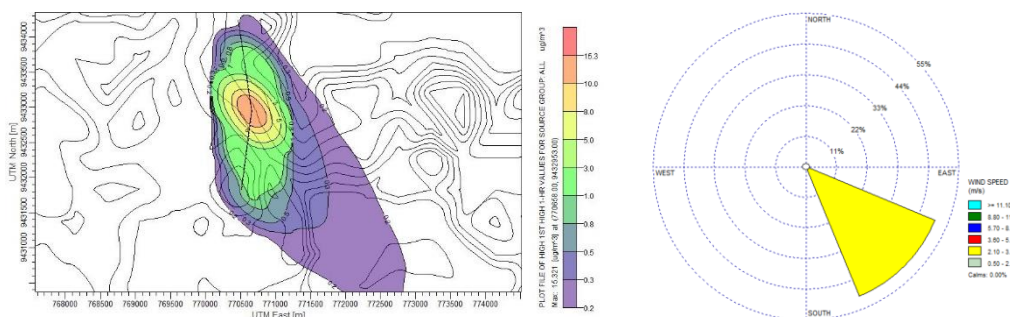
Berdasarkan hasil pengukuran langsung menggunakan impinger di ketahui bahwa baku mutu udara ambien diatur untuk pengambilan 24 jam sehingga pengukuran 1 jam di konversi untuk mendapatkan nilai konsentrasi 24 jam menggunakan persamaan (3) dan diperoleh hasil bahwa konsentrasi tertinggi untuk pengambilan 24 jam berlokasi di T7 sebesar $8,09 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$. Sedangkan konsentrasi terendah berlokasi di T6 sebesar $2,84 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$. Jika dibandingkan dengan baku mutu, konsentrasi NH_3 pada Jalan Tol Kota Makassar tidak melebihi baku mutu yang dipersyaratkan yaitu $400 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$.

D. Hasil Pemodelan AERMOD

Pada sub-bab ini menjelaskan hasil pemodelan AERMOD pada waktu pengukuran dalam bentuk isopleth konsentrasi dimana tingkat konsentrasi diinterpretasikan ke dalam beberapa tingkatan warna yang dapat dilihat pada lampiran 8. Dalam sub bab ini isopleth hasil pemodean AERMOD telah *export* ke dalam tampilan aplikasi *google earth* serta diberikan grafik antara konsentrasi dan jarak hasil pemodelan tiap waktu pengukuran.

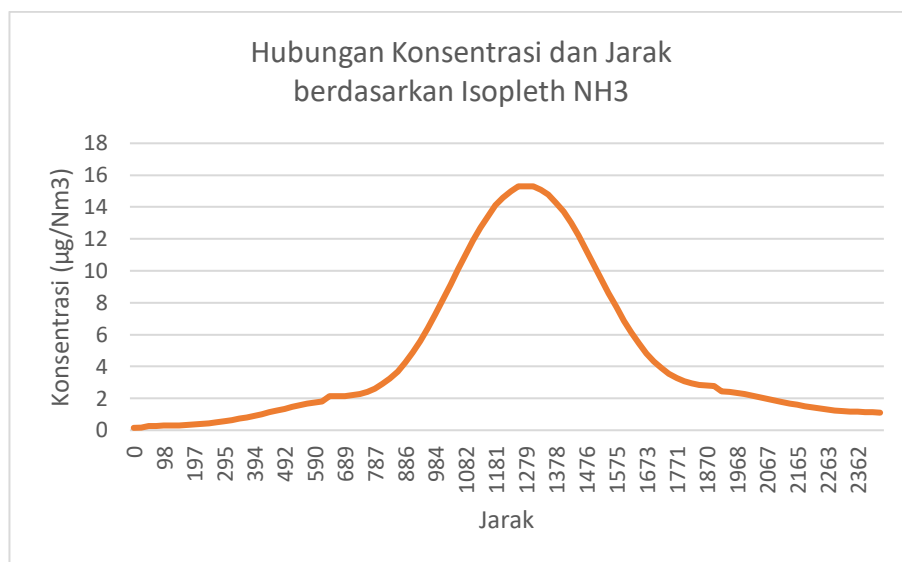
1. Jalan Tol Reformasi (Km 4-600)

- Dispersi 1 Jam



Gambar 26. Isopleth NH_3 dan Windrose Plot 1 Jam Titik Pengukuran 1

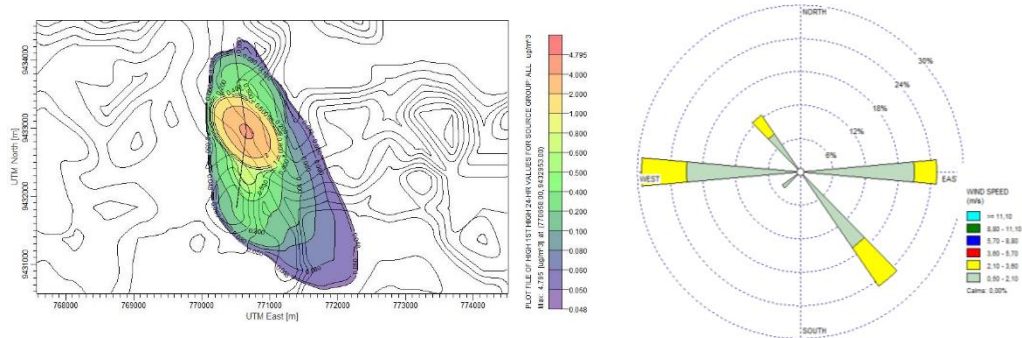
Berdasarkan gambar diatas dapat dilihat bahwa arah angin dominan selama 1 jam berhembus ke arah tenggara dengan kecepatan 1.94 m/s menghasilkan isopleth 1 jam dengan konsentrasi maksimum sebesar $15.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pada titik koordinat 770658.00, 9432953.00. Untuk melihat hubungan konsentrasi dengan jarak berdasarkan isopleth diatas dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 27. Grafik Hubungan Konsentrasi dan Jarak Berdasarkan Isopleth Dispersi 1 Jam

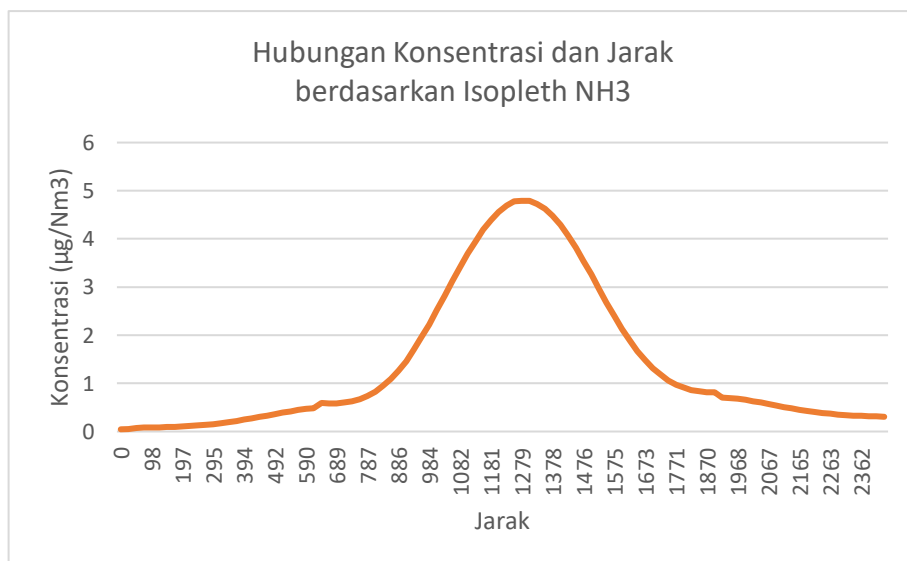
Dari grafik memperlihatkan bahwa konsentrasi NH_3 mengalami fluktuasi. Emisi yang berasal dari kendaraan terdispersi hingga mencapai puncak pertama dengan konsentrasi maksimum $15.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pada jarak 1255 m. Setelah itu konsentrasi NH_3 akan terus mengalami penurunan hingga radius 1 km disekitar titik

- **Dispersi 24 jam**



Gambar 28. Isopleth NH3 dan Windrose Plot 24 Jam Titik Pengukuran 1

Berdasarkan gambar diatas dapat dilihat bahwa arah angin dominan selama 24 jam berhembus ke arah barat dengan kecepatan diantara 1.1 – 3.0 m/s menghasilkan isopleth 24 jam dengan konsentrasi maksimum sebesar 4.79 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ pada titik koordinat 770658.00, 9432953. Untuk melihat hubungan konsentrasi dengan jarak berdasarkan isopleth diatas dapat dilihat pada gambar berikut.

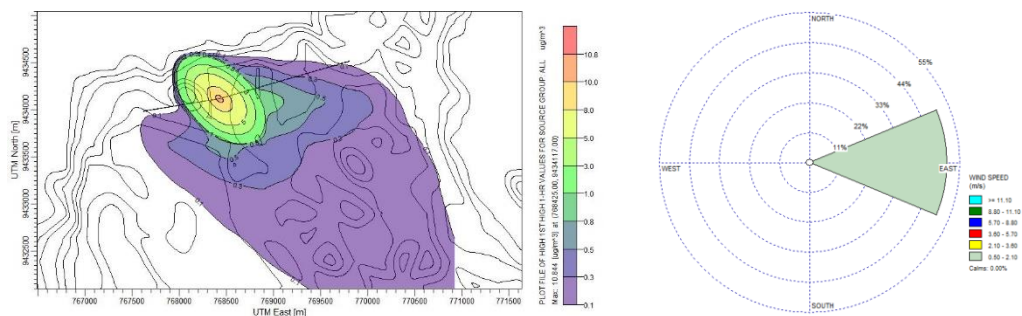


Gambar 29. Grafik Hubungan Konsentrasi dan Jarak Berdasarkan Isopleth Dispersi 24 Jam

Dari grafik memperlihatkan bahwa konsentrasi NH_3 mengalami fluktuasi. Emisi yang berasal dari kendaraan terdispersi hingga mencapai puncak pertama dengan konsentrasi maksimum $4.79 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pada jarak 1279 m. Setelah itu konsentrasi NH_3 akan terus mengalami penurunan hingga radius 1 km disekitar titik

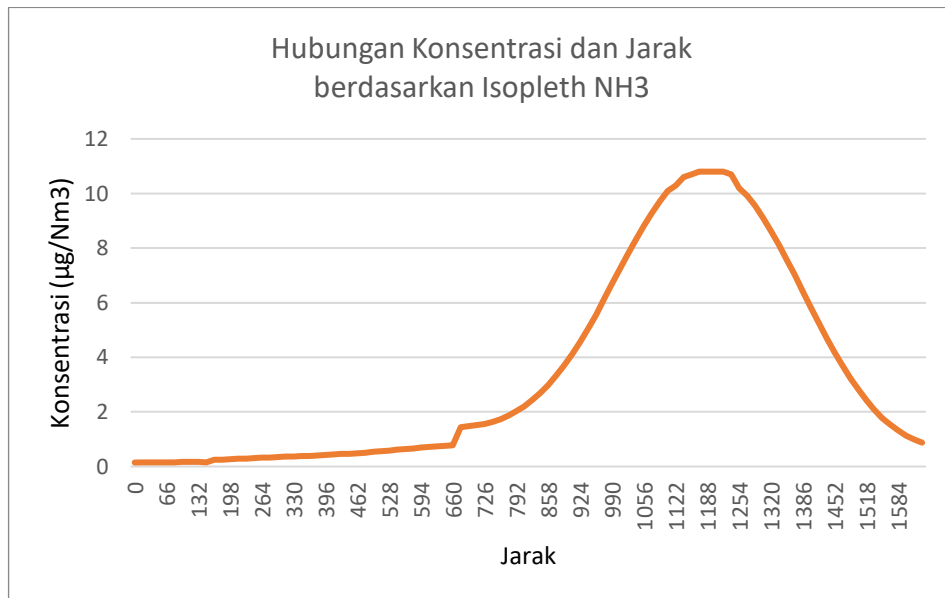
2. Jln. Tol Reformasi (Km 1)

- Dispersi 1 jam



Gambar 30. Isopleth NH_3 dan Windrose Plot 1 Jam Titik Pengukuran 2

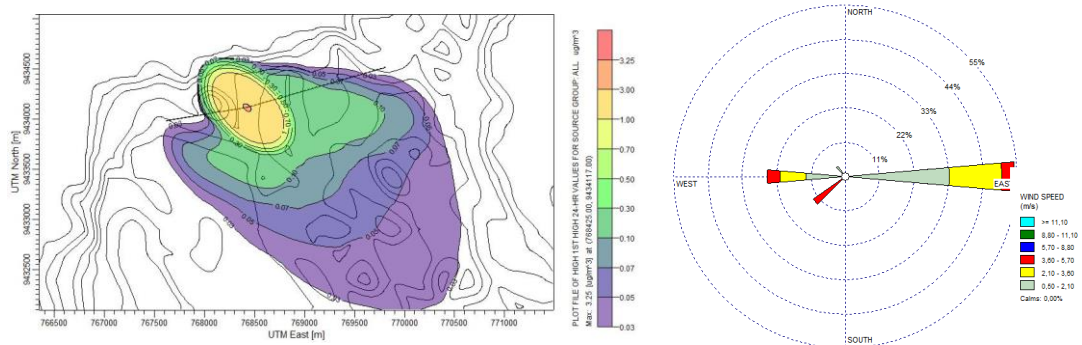
Berdasarkan gambar diatas dapat dilihat bahwa arah angin dominan selama 1 jam berhembus ke arah timur dengan kecepatan 1.94 m/s menghasilkan isopleth 1 jam dengan konsentrasi maksimum sebesar $10.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pada titik koordinat 768425.00, 9434117.00. Untuk melihat hubungan konsentrasi dengan jarak berdasarkan isopleth diatas dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 31. Grafik Hubungan Konsentrasi da Jarak Berdasarkan Isopleth Dispersi 1 Jam

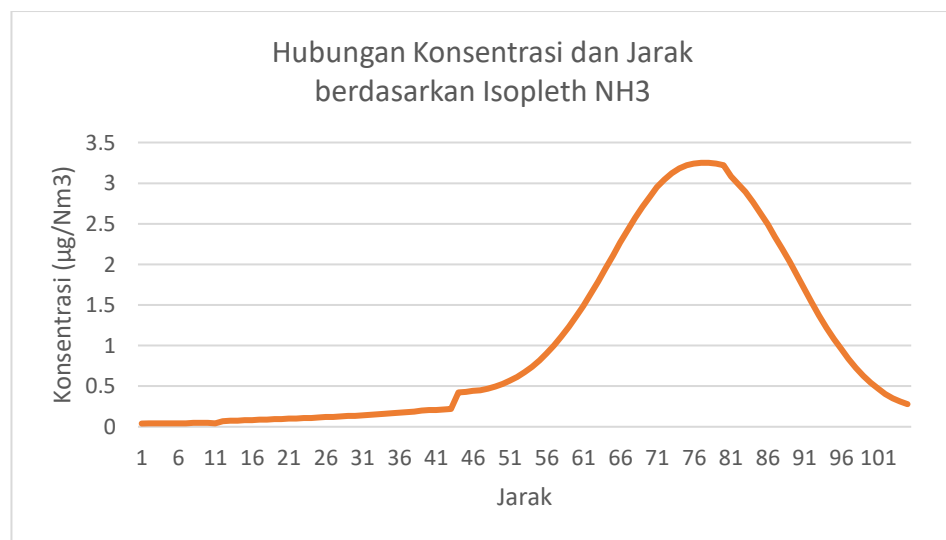
Dari grafik memperlihatkan bahwa konsentrasi NH_3 mengalami fluktuasi. Emisi yang berasal dari kendaraan terdispersi hingga mencapai puncak pertama dengan konsentrasi maksimum $10.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pada jarak 1204 m. Setelah itu konsentrasi NH_3 akan terus mengalami penurunan hingga radius 1 km disekitar titik.

- Dispesi 24 jam



Gambar 32. Isopleth NH_3 dan Windrose Plot 24 Jam Titik Pengukuran 2

Berdasarkan gambar diatas dapat dilihat bahwa arah angin dominan selama 24 jam berhembus ke arah timur dengan kecepatan diantara 1.1 – 3.9 m/s menghasilkan isopleth 24 jam dengan konsentrasi maksimum sebesar 3.25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ pada titik koordinat 768425.00, 9434117.00. Untuk melihat hubungan konsentrasi dengan jarak berdasarkan isopleth diatas dapat dilihat pada gambar berikut.

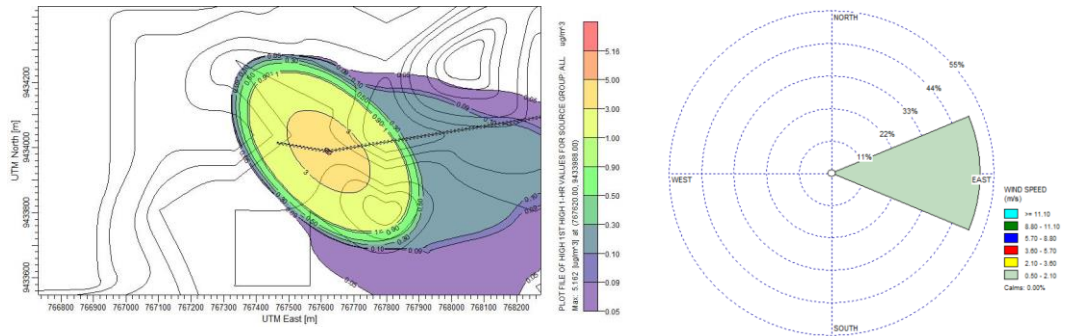


Gambar 33. Grafik Hubungan Konsentrasi da Jarak Berdasarkan Isopleth Dispersi 24 Jam

Dari grafik memperlihatkan bahwa konsentrasi NH_3 mengalami fluktuasi. Emisi yang berasal dari kendaraan terdispersi hingga mencapai puncak pertama dengan konsentrasi maksimum 3.25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ pada jarak 1254 m. Setelah itu konsentrasi NH_3 akan terus mengalami penurunan hingga radius 1 km disekitar titik

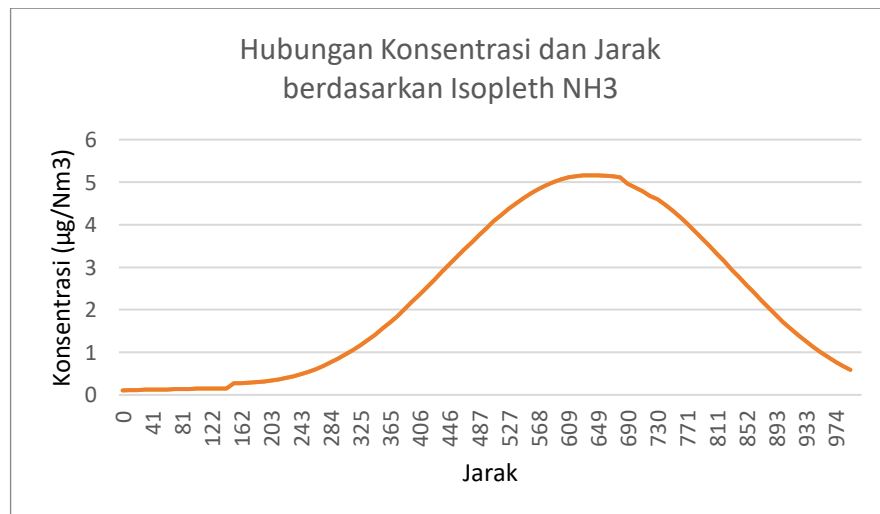
3. Jln. Tol Reformasi (km 0-400)

- Dispersi 1 jam



Gambar 34. Isopleth NH3 dan Windrose Plot 1 Jam Titik Pengukuran 3

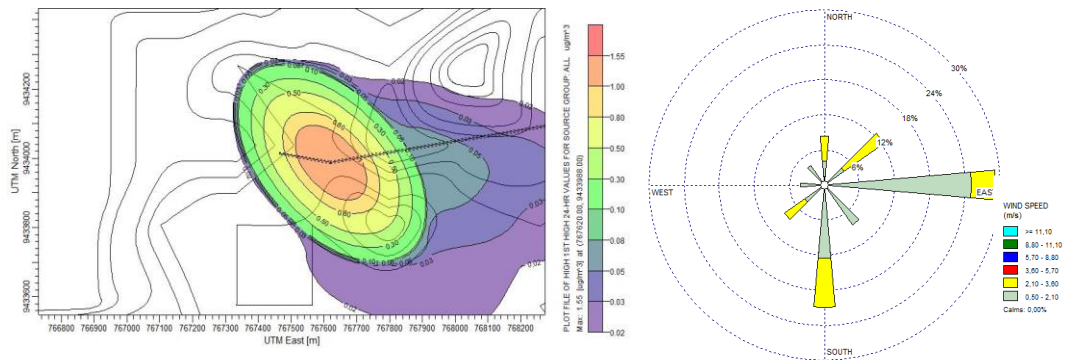
Berdasarkan gambar diatas dapat dilihat bahwa arah angin dominan selama 1 jam berhembus ke arah timur dengan kecepatan 1.94 m/s menghasilkan isopleth 1 jam dengan konsentrasi maksimum sebesar $5.16 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pada titik koordinat 767620.00, 9433988.00. Untuk melihat hubungan konsentrasi dengan jarak berdasarkan isopleth diatas dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 35. Grafik Hubungan Konsentrasi da Jarak Berdasarkan Isopleth Dispersi 1 Jam

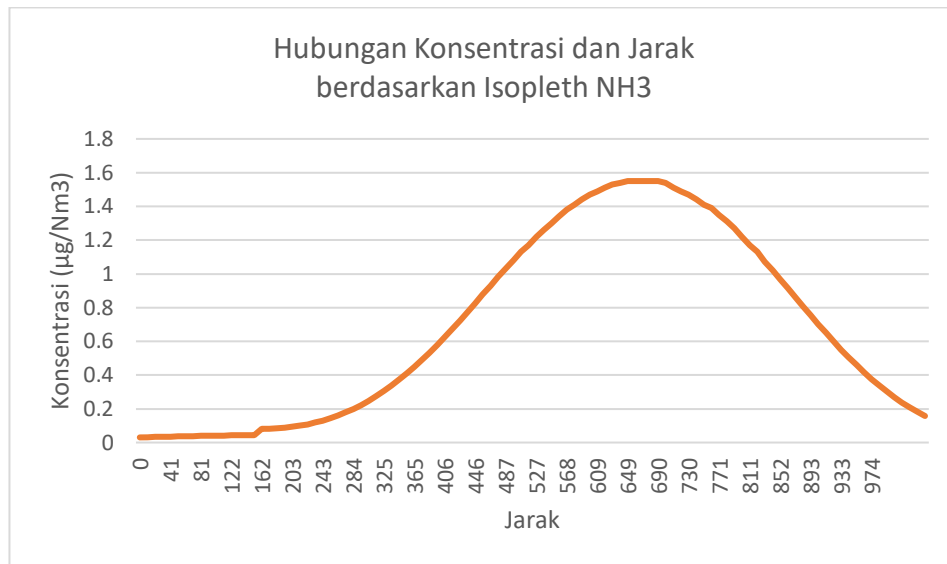
Dari grafik memperlihatkan bahwa konsentrasi NH_3 mengalami fluktuasi. Emisi yang berasal dari kendaraan terdispersi hingga mencapai puncak pertama dengan konsentrasi maksimum $5.16 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pada jarak 629 m. Setelah itu konsentrasi NH_3 akan terus mengalami penurunan hingga radius 1 km disekitar titik

- Dispersi 24 jam



Gambar 36. Isopleth NH_3 dan Windrose Plot 24 Jam Titik Pengukuran 3

Berdasarkan gambar diatas dapat dilihat bahwa arah angin dominan selama 24 jam berhembus ke arah timur dengan kecepatan diantara $1.94 - 3.05 \text{ m/s}$ menghasilkan isopleth 24 jam dengan konsentrasi maksimum sebesar $1.55 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pada titik koordinat 767620.00, 9433988.00. Untuk melihat hubungan konsentrasi dengan jarak berdasarkan isopleth diatas dapat dilihat pada gambar berikut.

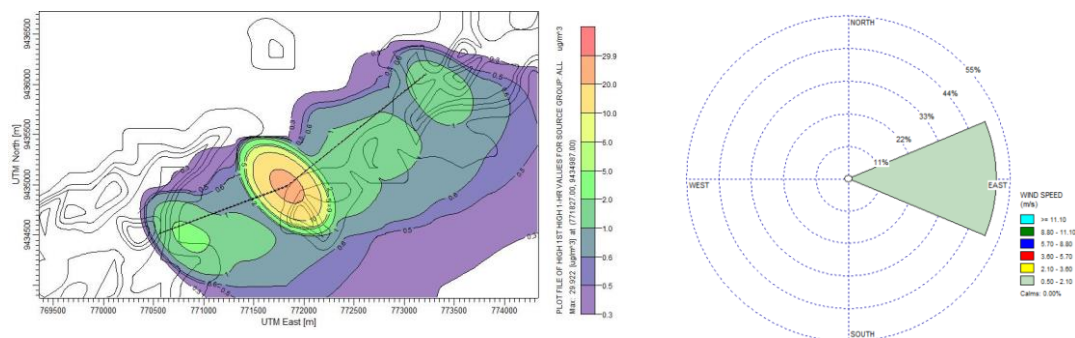


Gambar 37. Grafik Hubungan Konsentrasi da Jarak Berdasarkan Isopleth Dispersi 24 Jam

Dari grafik memperlihatkan bahwa konsentrasi NH_3 mengalami fluktuasi. Emisi yang berasal dari kendaraan terdispersi hingga mencapai puncak pertama dengan konsentrasi maksimum $1.55 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pada jarak 649 m. Setelah itu konsentrasi NH_3 akan terus mengalami penurunan hingga radius 1 km disekitar titik

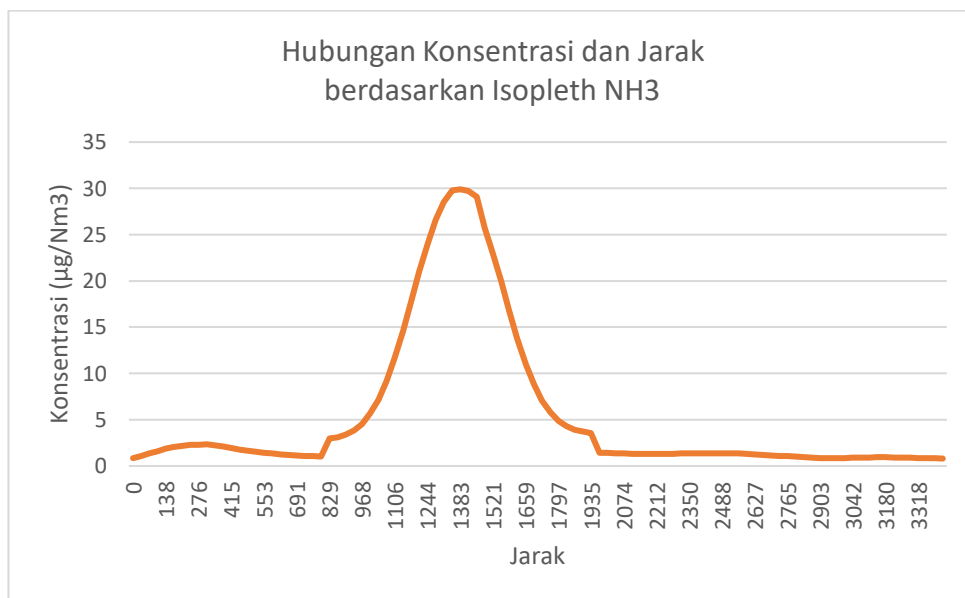
4. Jln. Tol Insiyur Sutami (km 1-600)

- Dispersi 1 Jam



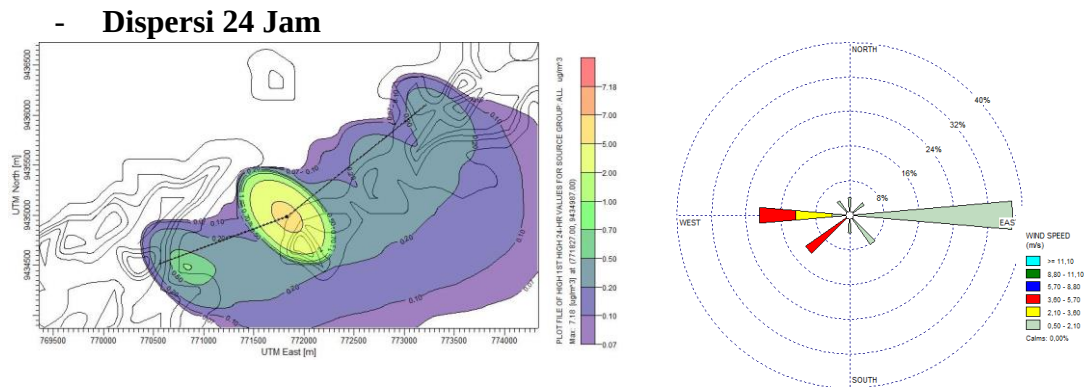
Gambar 38. Isopleth NH_3 dan Windrose Plot 1 Jam Titik Pengukuran 3

Berdasarkan gambar diatas dapat dilihat bahwa arah angin dominan selama 1 jam berhembus ke arah timur dengan kecepatan 1.11 m/s menghasilkan isopleth 1 jam dengan konsentrasi maksimum sebesar $29.9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pada titik koordinat 771827.00, 9434987.00. Untuk melihat hubungan konsentrasi dengan jarak berdasarkan isopleth diatas dapat dilihat pada gambar berikut.



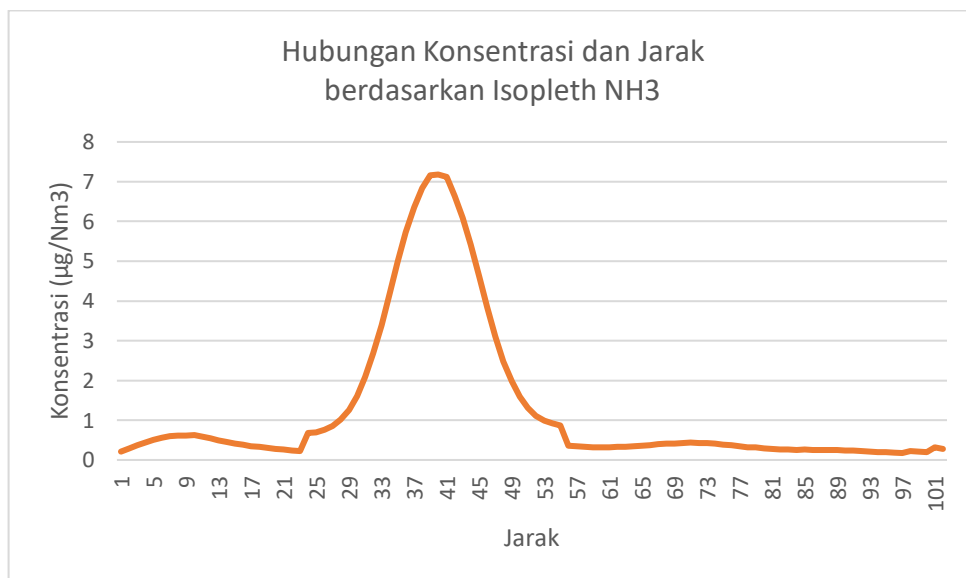
Gambar 39. Grafik Hubungan Konsentrasi da Jarak Berdasarkan Isopleth Dispersi 1 Jam

Dari grafik memperlihatkan bahwa konsentrasi NH_3 mengalami fluktuasi. Emisi yang berasal dari kendaraan terdispersi hingga mencapai puncak pertama dengan konsentrasi maksimum $29.9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pada jarak 1383 m. Setelah itu konsentrasi NH_3 akan terus mengalami penurunan hingga radius 1 km disekitar titik



Gambar 40. Isopleth NH3 dan Windrose Plot 24 Jam

Berdasarkan gambar diatas dapat dilihat bahwa arah angin dominan selama 24 jam berhembus ke arah timur dengan kecepatan 1.94 m/s menghasilkan isopleth 24 jam dengan konsentrasi maksimum sebesar $7.18 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pada titik koordinat 771827.00, 9434987.00. Untuk melihat hubungan konsentrasi dengan jarak berdasarkan isopleth diatas dapat dilihat pada gambar berikut.



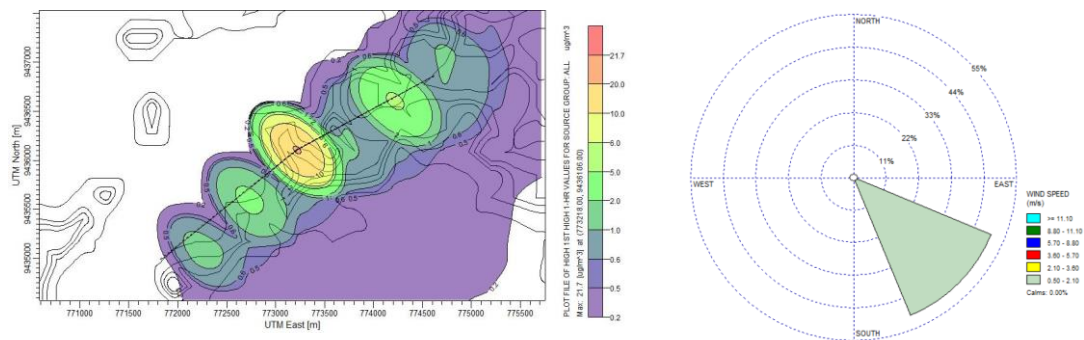
Gambar 41. Grafik Hubungan Konsentrasi da Jarak Berdasarkan Isopleth Dispersi 24 Jam

Dari grafik memperlihatkan bahwa konsentrasi NH_3 mengalami fluktuasi. Emisi yang berasal dari kendaraan terdispersi hingga mencapai puncak pertama

dengan konsentrasi maksimum $7.18 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pada jarak 1348 m. Setelah itu konsentrasi NH_3 akan terus mengalami penurunan hingga radius 1 km disekitar titik

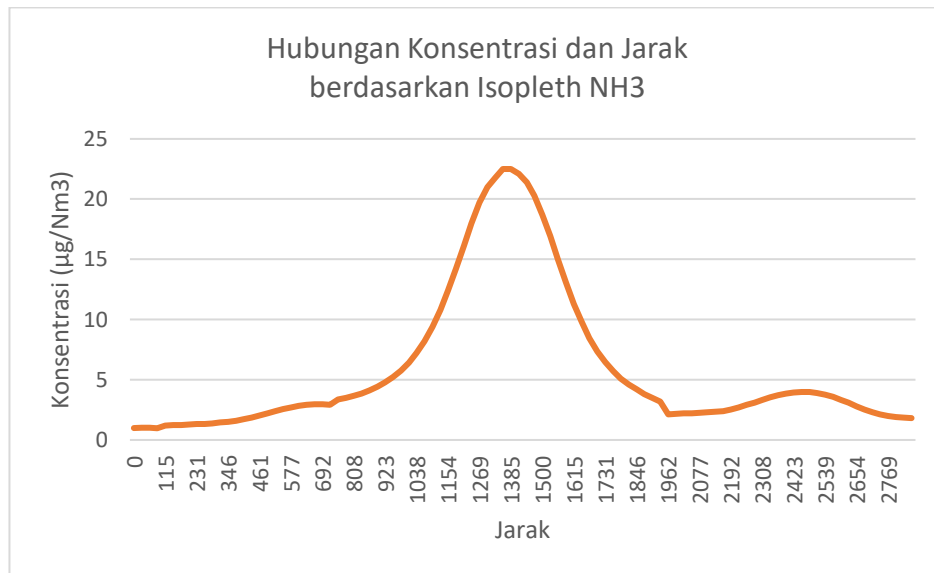
5. Jln. Tol Insiyur Sutami (km 3-400)

- Dispersi 1 Jam



Gambar 42. Isopleth NH_3 dan Windrose Plot 24 Jam

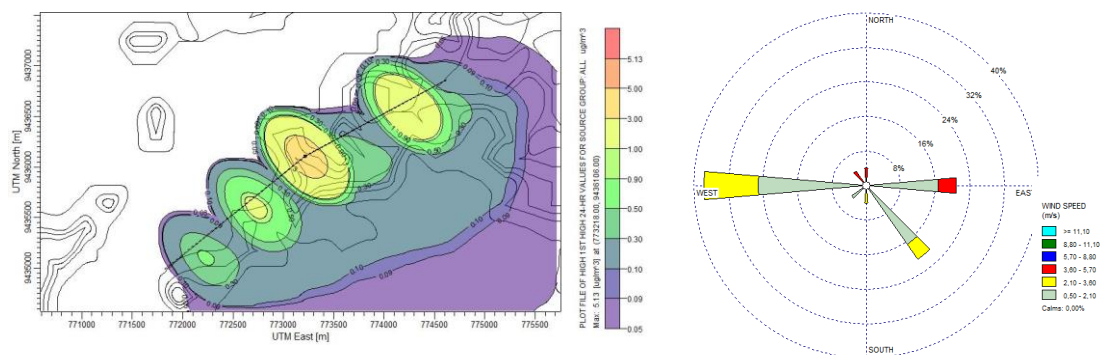
Berdasarkan gambar diatas dapat dilihat bahwa arah angin dominan selama 1 jam jam berhembus ke arah tenggara dengan kecepatan 1.94 m/s menghasilkan isopleth 1 jam dengan konsentrasi maksimum sebesar $21.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pada titik koordinat 773218.00, 9436106.00. Untuk melihat hubungan konsentrasi dengan jarak berdasarkan isopleth diatas dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 43. Grafik Hubungan Konsentrasi da Jarak Berdasarkan Isopleth Dispersi 1 Jam

Dari grafik memperlihatkan bahwa konsentrasi NH₃ mengalami fluktuasi. Emisi yang berasal dari kendaraan terdispersi hingga mencapai puncak pertama dengan konsentrasi maksimum 22.5 µg/m³ pada jarak 1356 m. Setelah itu konsentrasi NH₃ akan terus mengalami penurunan hingga radius 1 km disekitar titik

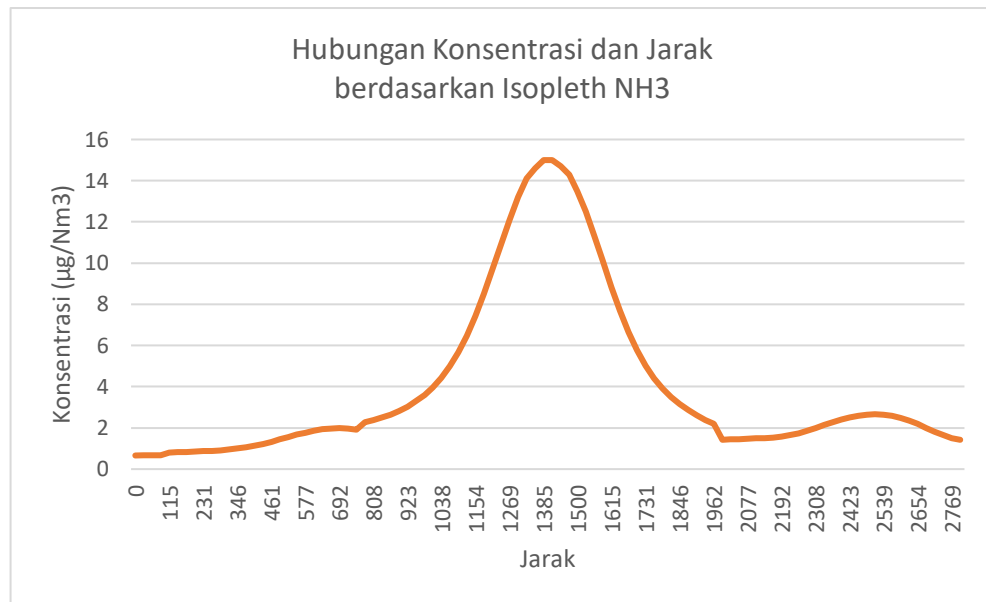
- Dispersi 24 Jam



Gambar 44. Isopleth NH3 dan Windrose Plot 24 Jam Titik Pengukuran 5

Berdasarkan gambar diatas dapat dilihat bahwa arah angin dominan selama 24 jam berhembus ke arah timur dengan kecepatan antara 1.11 - 3.05 m/s menghasilkan isopleth 24 jam dengan konsentrasi maksimum sebesar 5.13

$\mu\text{g}/\text{m}^3$ pada titik koordinat 773218.00, 9436106.00. Untuk melihat hubungan konsentrasi dengan jarak berdasarkan isopleth diatas dapat dilihat pada gambar berikut.

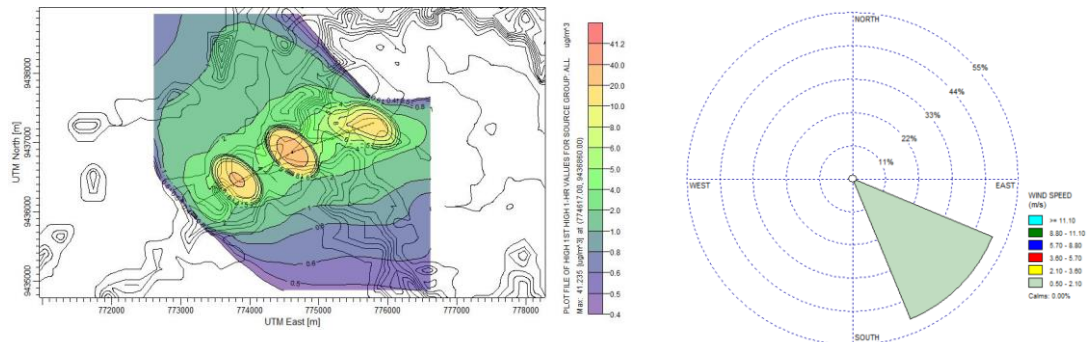


Gambar 45. Grafik Hubungan Konsentrasi da Jarak Berdasarkan Isopleth Dispersi 24 Jam

Dari grafik memperlihatkan bahwa konsentrasi NH_3 mengalami fluktuasi. Emisi yang berasal dari kendaraan terdispersi hingga mencapai puncak pertama dengan konsentrasi maksimum $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pada jarak 1385 m. Setelah itu konsentrasi NH_3 akan terus mengalami penurunan hingga radius 1 km disekitar titik

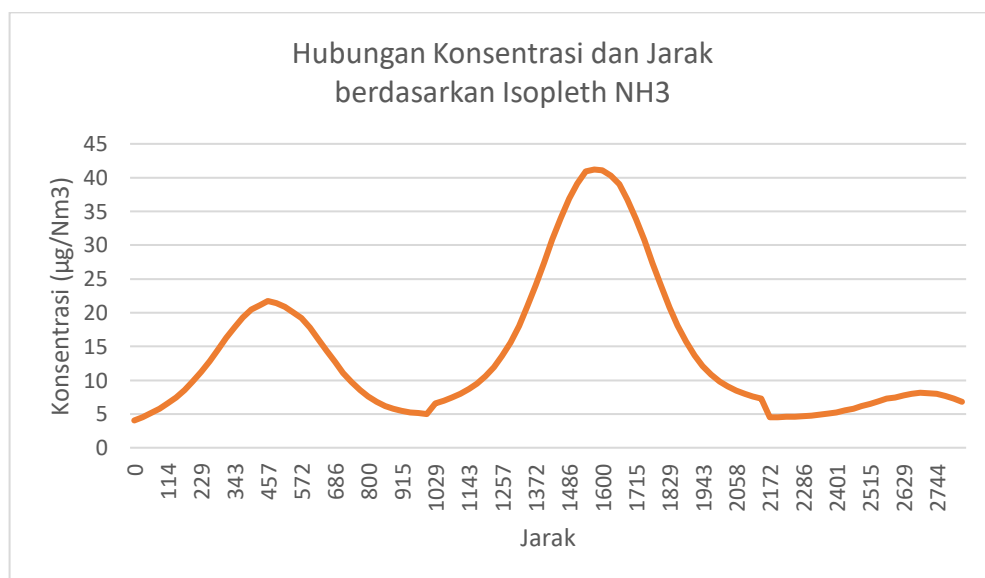
6. Jln. Tol Insiyur Sutami (km 5)

- Dispersi 1 Jam



Gambar 46. Isopleth NH3 dan Windrose Plot 1 Jam Titik Pengukuran 6

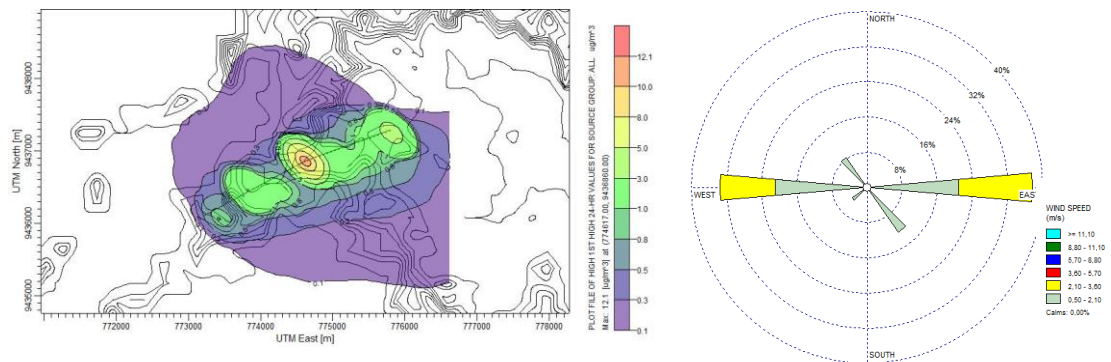
Berdasarkan gambar diatas dapat dilihat bahwa arah angin dominan selama 1 jam berhembus ke arah timur dengan kecepatan 1.94 m/s menghasilkan isopleth 1 jam dengan konsentrasi maksimum sebesar $41.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pada titik koordinat 774617.00, 9436860.00. Untuk melihat hubungan konsentrasi dengan jarak berdasarkan isopleth diatas dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 47. Grafik Hubungan Konsentrasi dan Jarak Berdasarkan Isopleth Dispersi 1 Jam

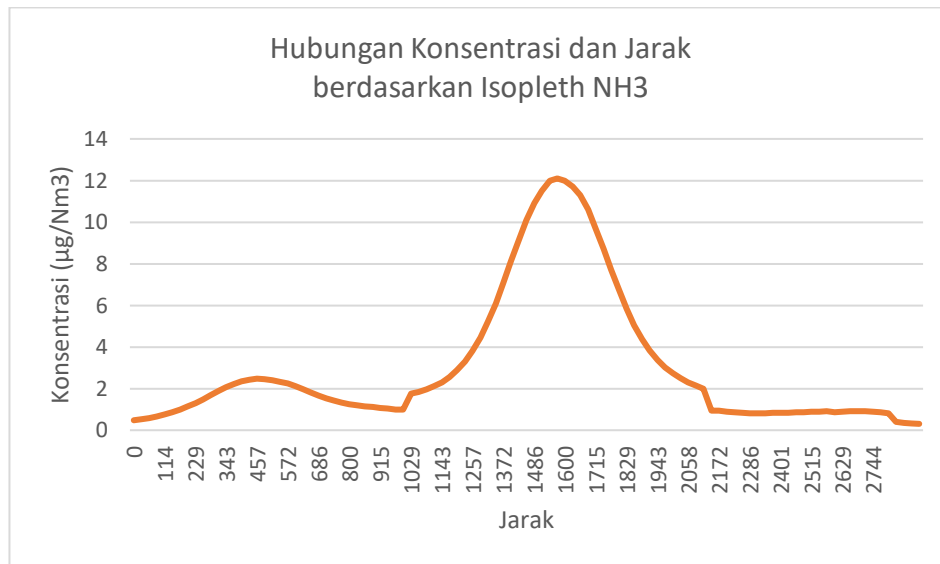
Dari grafik memperlihatkan bahwa konsentrasi NH_3 mengalami fluktuasi. Emisi yang berasal dari kendaraan terdispersi hingga mencapai puncak pertama dengan konsentrasi maksimum $41.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pada jarak 1572 m. Setelah itu konsentrasi NH_3 akan terus mengalami penurunan hingga radius 1 km disekitar titik

- Dispersi 24 Jam



Gambar 48. Isopleth NH_3 dan Windrose Plot 24 Jam Titik Pengukuran 6

Berdasarkan gambar diatas dapat dilihat bahwa arah angin dominan selama 24 jam berhembus ke arah timur dengan kecepatan antara 1.11 - 3.05 m/s menghasilkan isopleth 24 jam dengan konsentrasi maksimum sebesar $12.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pada titik koordinat 774617.00, 9436860.00. Untuk melihat hubungan konsentrasi dengan jarak berdasarkan isopleth diatas dapat dilihat pada gambar berikut.

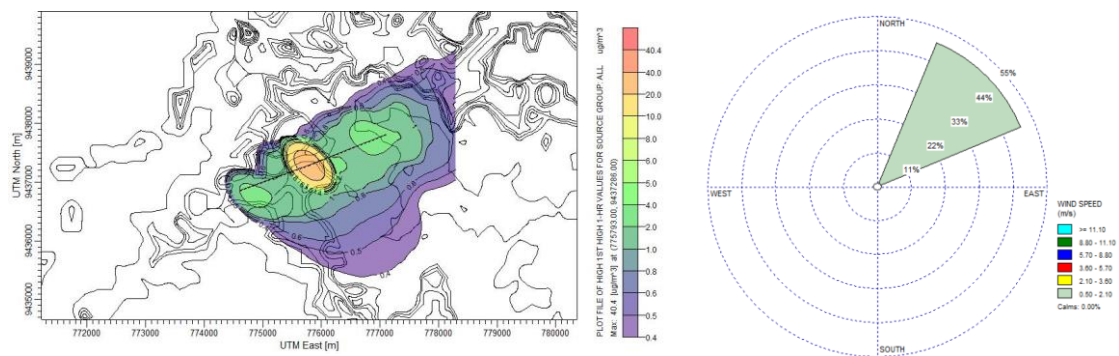


Gambar 49. Grafik Hubungan Konsentrasi da Jarak Berdasarkan Isopleth Dispersi 24 Jam

Dari grafik memperlihatkan bahwa konsentrasi NH_3 mengalami fluktuasi. Emisi yang berasal dari kendaraan terdispersi hingga mencapai puncak pertama dengan konsentrasi maksimum $12.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pada jarak 1572 m. Setelah itu konsentrasi NH_3 akan terus mengalami penurunan hingga radius 1 km disekitar titik

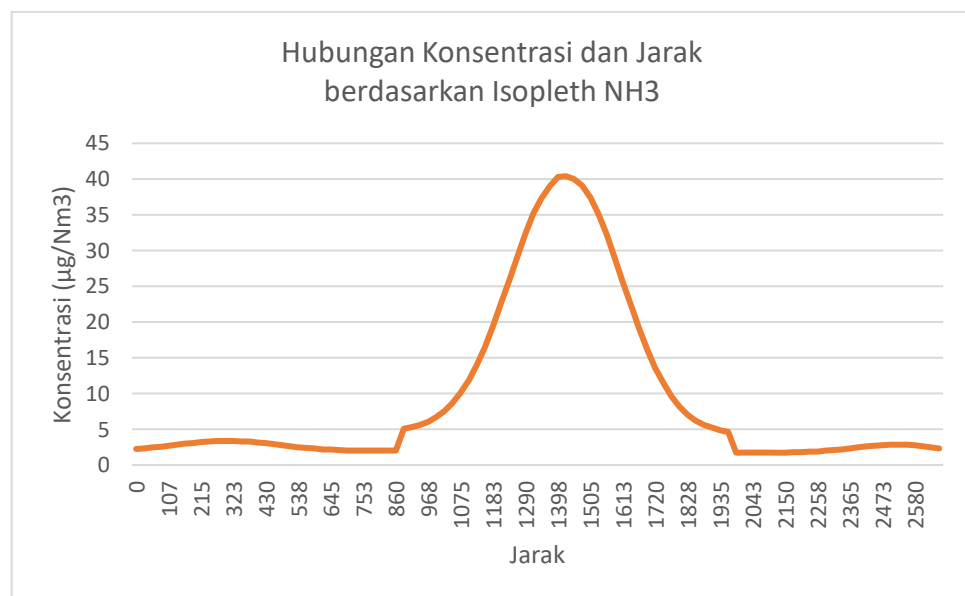
7. Jln. Tol Insiyur Sutami (km 6-400)

- Dispersi 1 Jam



Gambar 50. Isopleth NH_3 dan Windrose Plot 1 Jam Titik Pengukuran 7

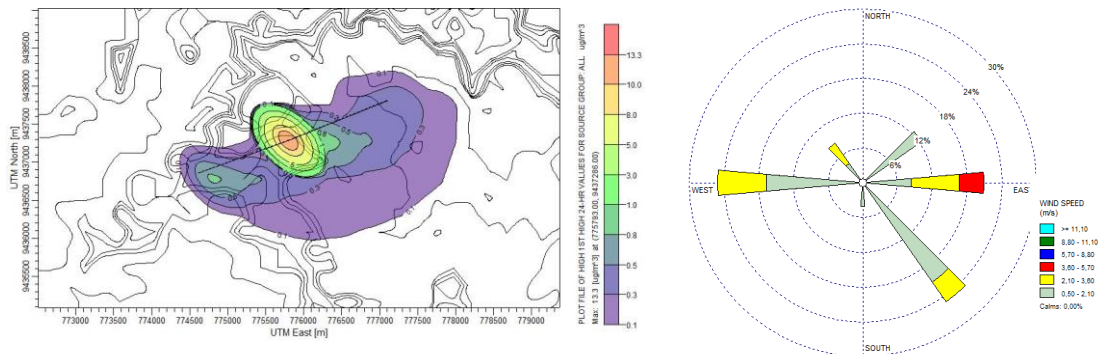
Berdasarkan gambar diatas dapat dilihat bahwa arah angin dominan selama 1 jam berhembus ke arah barat dan tenggara dengan kecepatan 1.11 m/s menghasilkan isopleth 1 jam dengan konsentrasi maksimum sebesar $40.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pada titik koordinat 775793.00, 9437286.00. Untuk melihat hubungan konsentrasi dengan jarak berdasarkan isopleth diatas dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 51. Grafik Hubungan Konsentrasi da Jarak Berdasarkan Isopleth Dispersi 1 Jam

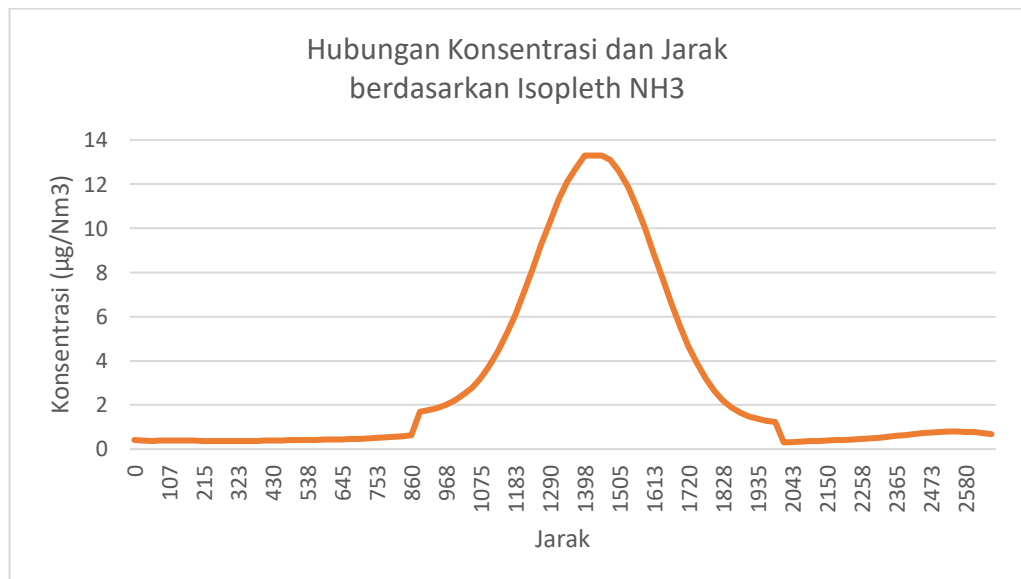
Dari grafik memperlihatkan bahwa konsentrasi NH_3 mengalami fluktuasi. Emisi yang berasal dari kendaraan terdispersi hingga mencapai puncak pertama dengan konsentrasi maksimum $40.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pada jarak 1425 m. Setelah itu konsentrasi NH_3 akan terus mengalami penurunan hingga radius 1 km disekitar titik

- Dispersi 24 Jam



Gambar 52. Isopleth NH3 dan Windrose Plot 24 Jam Titik Pengukuran 7

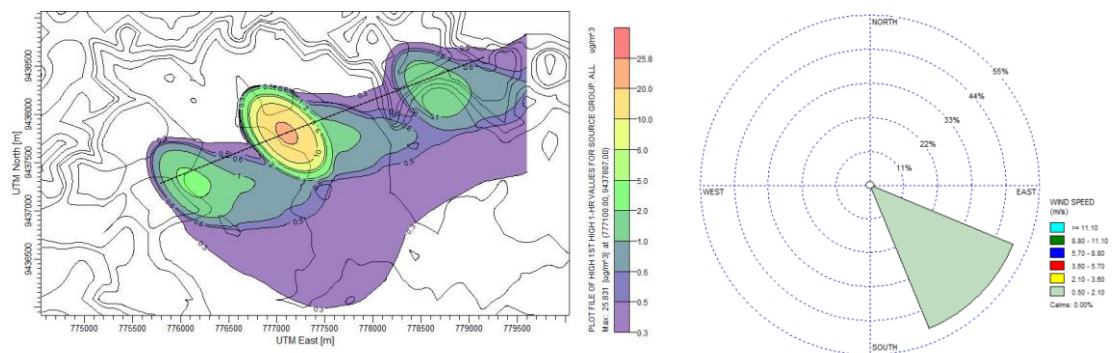
Berdasarkan gambar diatas dapat dilihat bahwa arah angin dominan selama 24 jam berhembus ke arah barat dan tenggara dengan kecepatan antara 1.94 - 3.89 m/s menghasilkan isopleth 24 jam dengan konsentrasi maksimum sebesar 13.03 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ pada titik koordinat 775793.00, 9437286.00. Untuk melihat hubungan konsentrasi dengan jarak berdasarkan isopleth diatas dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 53. Grafik Hubungan Konsentrasi dan Jarak Berdasarkan Isopleth Dispersi 24 Jam

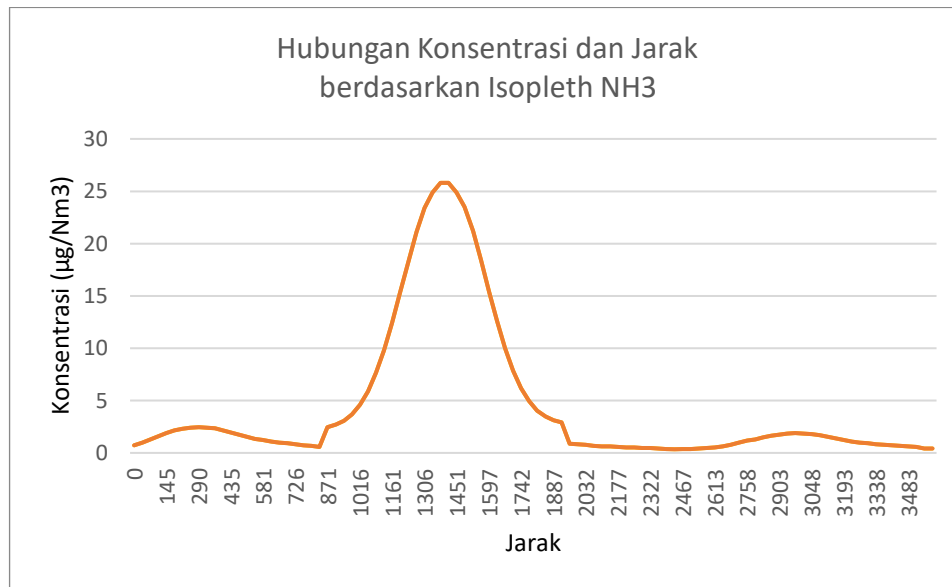
Dari grafik memperlihatkan bahwa konsentrasi NH_3 mengalami fluktuasi. Emisi yang berasal dari kendaraan terdispersi hingga mencapai puncak pertama dengan konsentrasi maksimum $13.03 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pada jarak 1451 m. Setelah itu konsentrasi NH_3 akan terus mengalami penurunan hingga radius 1 km disekitar titik

8. Jln. Tol Insiyur Sutami (km 7-800) - Dispersi 1 Jam



Gambar 54. Isopleth NH_3 dan Windrose Plot 1 Jam Titik Pengukuran 8

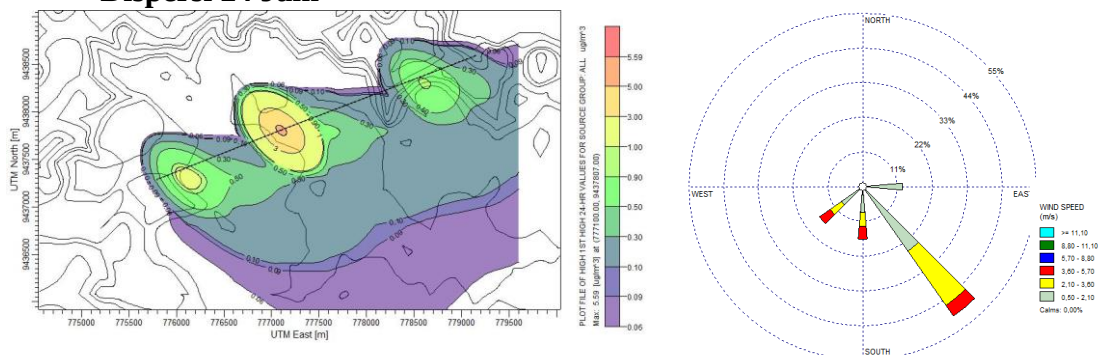
Berdasarkan gambar diatas dapat dilihat bahwa arah angin dominan selama 1 jam berhembus ke arah tenggara dengan kecepatan antara 1.94 m/s menghasilkan isopleth 1 jam dengan konsentrasi maksimum sebesar $25.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pada titik koordinat $777100.00, 9437807.00$. Untuk melihat hubungan konsentrasi dengan jarak berdasarkan isopleth diatas dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 55. Grafik Hubungan Konsentrasi dan Jarak Berdasarkan Isopleth Dispersi 1 Jam

Dari grafik memperlihatkan bahwa konsentrasi NH₃ mengalami fluktuasi. Emisi yang berasal dari kendaraan terdispersi hingga mencapai puncak pertama dengan konsentrasi maksimum 25.8 µg/m³ pada jarak 1379 m. Setelah itu konsentrasi NH₃ akan terus mengalami penurunan hingga radius 1 km disekitar titik

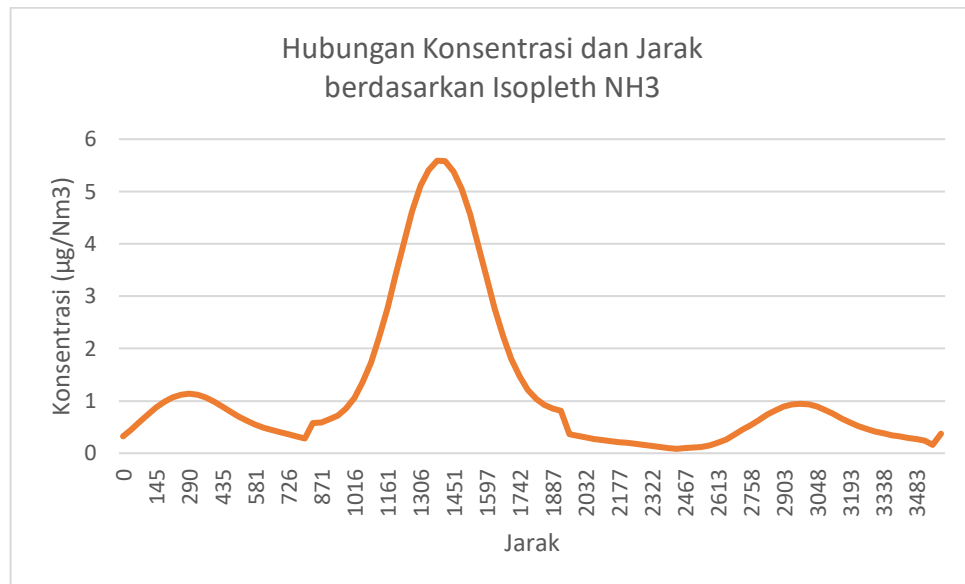
- Dispersi 24 Jam



Gambar 56. Isopleth NH₃ dan Windrose Plot 24 Jam Titik Pengukuran 8

Berdasarkan gambar diatas dapat dilihat bahwa arah angin dominan selama 24 jam berhembus ke arah tenggara dengan kecepatan antara 1.94 - 3.05 m/s

menghasilkan isopleth 24 jam dengan konsentrasi maksimum sebesar 5.59 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ pada titik koordinat 777100.00, 9437807.00. Untuk melihat hubungan konsentrasi dengan jarak berdasarkan isopleth diatas dapat dilihat pada gambar berikut.

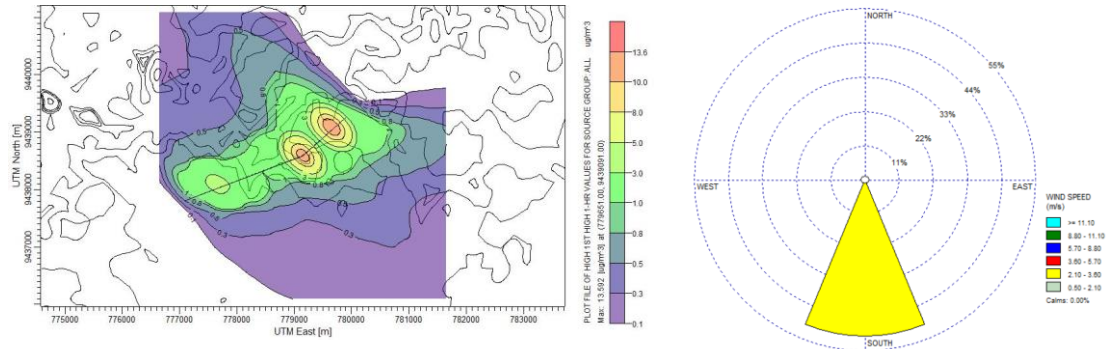


Gambar 57. Grafik Hubungan Konsentrasi da Jarak Berdasarkan Isopleth Dispersi 1 Jam

Dari grafik memperlihatkan bahwa konsentrasi NH_3 mengalami fluktuasi. Emisi yang berasal dari kendaraan terdispersi hingga mencapai puncak pertama dengan konsentrasi maksimum 5.59 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ pada jarak 1379 m. Setelah itu konsentrasi NH_3 akan terus mengalami penurunan hingga radius 1 km disekitar titik

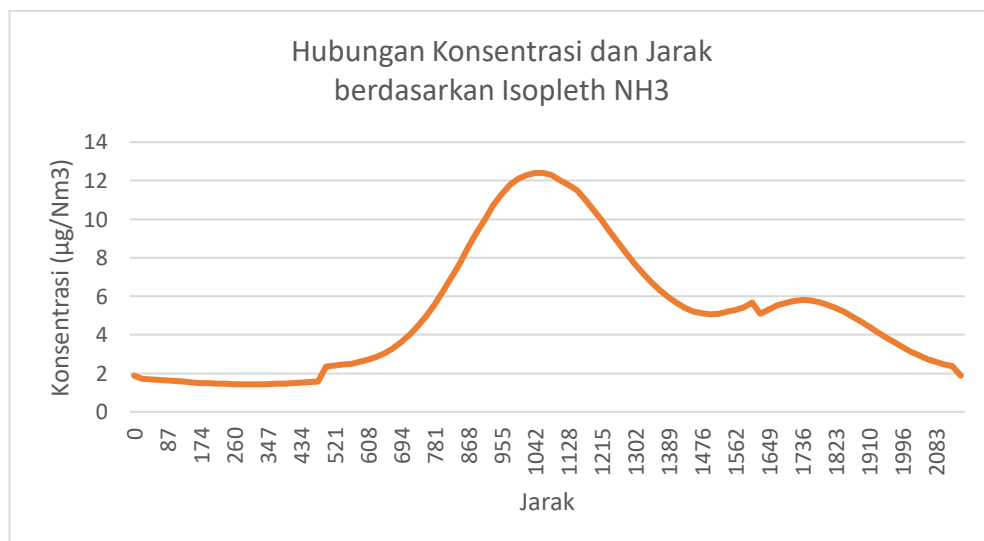
9. Jln. Tol Insiyur Sutami (km 10)

- Dispersi 1 Jam



Gambar 58. Isopleth NH3 dan Windrose Plot 1 Jam Titik Pengukuran 9

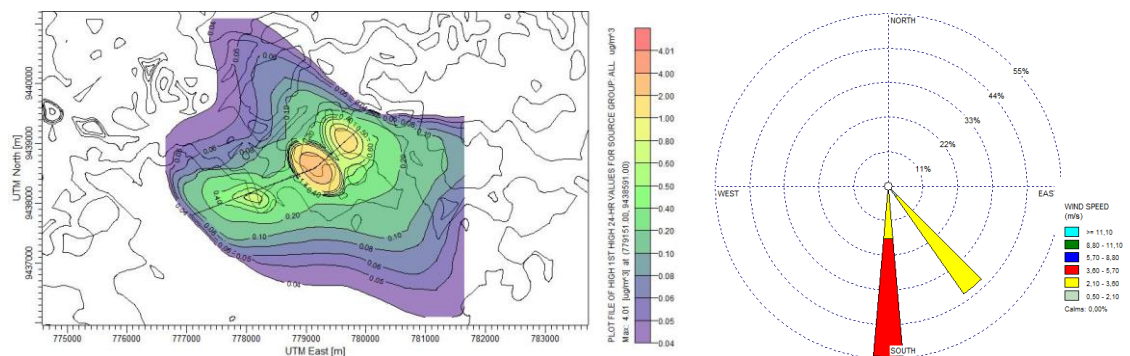
Berdasarkan gambar diatas dapat dilihat bahwa arah angin dominan selama 24 jam berhembus ke arah selatan dengan kecepatan 6.90 m/s menghasilkan isopleth 1 jam dengan konsentrasi maksimum sebesar $13.6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pada titik koordinat 779651.00, 9439091.00. Untuk melihat hubungan konsentrasi dengan jarak berdasarkan isopleth diatas dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 59. Grafik Hubungan Konsentrasi dan Jarak Berdasarkan Isopleth Dispersi 1 Jam

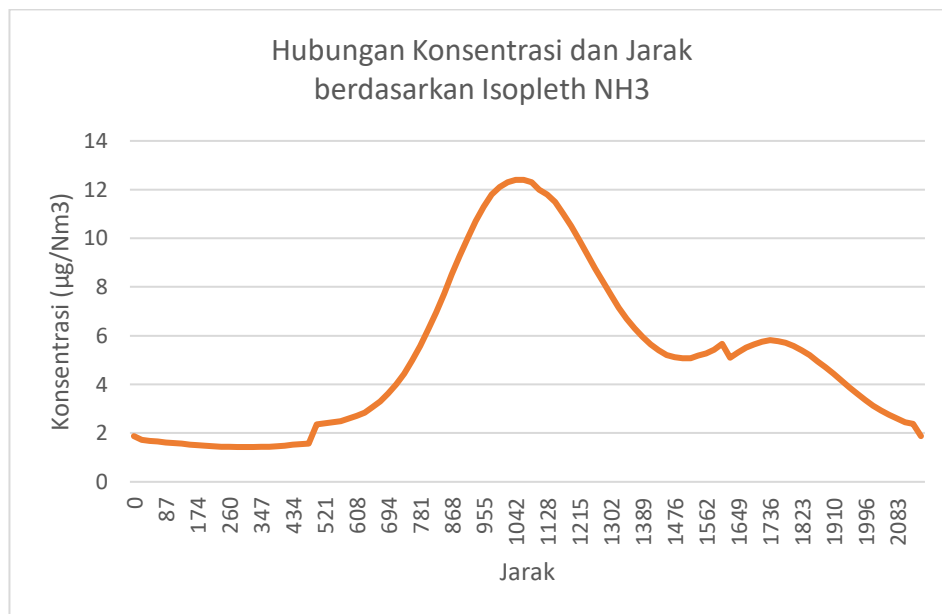
Dari grafik memperlihatkan bahwa konsentrasi NH_3 mengalami fluktuasi. Emisi yang berasal dari kendaraan terdispersi hingga mencapai puncak pertama dengan konsentrasi maksimum $13.6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pada jarak 1063 m. Setelah itu konsentrasi NH_3 akan terus mengalami penurunan hingga radius 1 km disekitar titik

- Dispersi 24 Jam



Gambar 60. Isopleth NH_3 dan Windrose Plot 24 Jam Titik Pengukuran 9

Berdasarkan gambar diatas dapat dilihat bahwa arah angin dominan selama 24 jam berhembus ke arah tenggara dengan kecepatan antara 3.05 - 5 m/s menghasilkan isopleth 24 jam dengan konsentrasi maksimum sebesar $4.01 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pada titik koordinat 779151.00, 9438591.00. Untuk melihat hubungan konsentrasi dengan jarak berdasarkan isopleth diatas dapat dilihat pada gambar berikut.



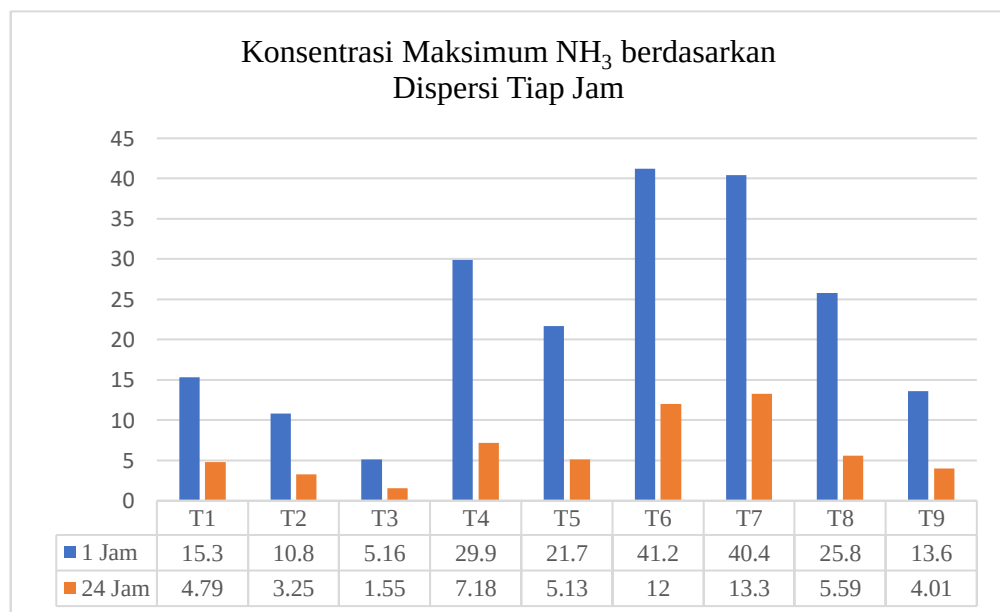
Gambar 61. Grafik Hubungan Konsentrasi da Jarak Berdasarkan Isopleth Dispersi 24 Jam

Dari grafik memperlihatkan bahwa konsentrasi NH_3 mengalami fluktuasi. Emisi yang berasal dari kendaraan terdispersi hingga mencapai puncak pertama dengan konsentrasi maksimum $4.01 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pada jarak 694 m. Setelah itu konsentrasi NH_3 akan terus mengalami penurunan hingga radius 1 km disekitar titik

Berdasarkan hasil pemodelan AERMOD dari tiap jam dispersi pada tiap titik pengukuran dapat dilihat secara ringkas pada tabel dan gambar di bawah ini

Tabel 9. Rekapitulasi Hasil Pemodelan AERMOD

Titik Sampel	Lokasi	Dispersi 1 Jam				Dispersi 24 Jam			
		Konsentrasi ($\mu\text{g}/\text{Nm}^3$)	Jarak (m)	Arah Angin ($^{\circ}$)	Kecepatan Angin (m/s)	Konsentrasi ($\mu\text{g}/\text{Nm}^3$)	Jarak (m)	Arah Angin ($^{\circ}$)	Kecepatan Angin (km/jam)
T1	Jln. Tol Reformasi (km 4-600)	15.3	1255	135	1.94	4.79	1279	270	1.1 - 3.0
T2	Jln. Tol Reformasi (km 1)	10.8	1204	90	1.94	3.25	1254	90	1.1 – 3.9
T3	Jln. Tol Reformasi (km 0-400)	5.16	629	90	1.94	1.55	649	90	1.1 - 3.0
T4	Jln. Tol Insiyur Sutami (km 1-600)	29.9	1383	90	1.11	7.18	1383	90	1.94
T5	Jln. Tol Insiyur Sutami (km 3-400)	21.7	1356	135	1.94	5.13	1385	270	1.11 - 3.05
T6	Jln. Tol Insiyur Sutami (km 5)	41.2	1572	135	1.94	12	1572	90	1.11 – 3.05
T7	Jln. Tol Insiyur Sutami (km 6-400)	40.4	1425	45	1.11	13.3	1451	135	1.94 - 3.89
T8	Jln. Tol Insiyur Sutami (km 7-800)	25.8	1379	135	1.94	5.59	1379	135	1.94 – 3.05
T9	Jln. Tol Insiyur Sutami (km 10)	13.6	1163	180	6.9	4.01	1066	180	3.05 - 5



Gambar 62. Konsentrasi Maksimum NH_3 berdasarkan Dispersi Tiap Jam

Berdasarkan Gambar 62 dapat dilihat bahwa waktu dispersi dan konsentrasi NH_3 berbanding terbalik, dimana semakin lama waktu dispersi suatu polutan maka konsentrasi yang dihasilkan pada titik tersebut akan semakin rendah, begitupun sebaliknya. Hal ini disebabkan karena adanya faktor meteorologi khususnya arah dan kecepatan angin yang akan membawa polutan menjauhi titik pada sumber polutan tersebut, sehingga konsentrasi cenderung menurun seiring berjalannya waktu. Ancilla (2014) dalam penelitiannya juga menyatakan bahwa faktor terpenting dalam pembentukan pola isopleth adalah kecepatan dan arah angin hal ini dikarenakan angin dengan kecepatan tinggi akan membawa polutan tersebar secara luas, sedangkan angin dengan kecepatan rendah (calm wind) membuat konsentrasi polutan yang dihasilkan menjadi tinggi pada lokasi tertentu kemudian pola sebaran akan mengikuti arah angin dominan yang terjadi berdasarkan *windrose*.

Selain itu, dapat dilihat pula bahwa nilai dispersi dari tiap titik pengukuran memiliki perbedaan nilai yang fluktuasi, hal ini karena dalam perhitungan AERMOD tidak hanya disebabkan perbedaan emisi gas buang namun juga mempertimbangkan input dari perbedaan kondisi meteorologi dan elevasi tiap lokasi penelitian.

E. Uji-T Independent Sample Test

Untuk mengetahui bagaimana hubungan antara konsentrasi NH_3 di udara ambien melalui pengukuran langsung dengan konsentrasi hasil dispersi *software* AERMOD. Data yang digunakan dapat dilihat pada tabel 11.

Tabel 10. Konsentrasi Udara Ambien dan Hasil Pemodelan NH₃

Titik Pengukuran	Konsentrasi NH ₃	
	Menggunakan Impinger (µg/Nm ³)	Menggunakan AERMOD (µg/m ³)
T1	7.22	4.79
T2	3.00	3.25
T3	5.37	1.55
T4	4.05	7.18
T5	4.74	5.13
T6	2.84	12
T7	8.09	13.3
T8	3.51	5.59
T9	5.12	4.01

Perbedaan konsentrasi hasil pengukuran menggunakan impinger dengan hasil pemodelan disebabkan karena konsentrasi hasil pengukuran dipengaruhi oleh sumber NH₃ dari lokasi lain seperti Jalan pada *Frontage* Jalan Tol yang tidak dimasukan kedalam AERMOD. Pada penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Natsir (2017) mengenai perbedaan hasil yang diperoleh antara pengukuran dan pemodelan pada parameter CO di Kota Yogyakarta disebabkan adanya pengaruh emisi dari lokasi lain. Selain itu, faktor lain yang mempengaruhi adanya perbedaan nilai konsentrasi adalah pengukuran udara ambien yang lebih banyak dipengaruhi oleh faktor klimatologi, sedangkan pemodelan cenderung dipengaruhi oleh faktor dari transportasi dan pemakaian faktor emisi yang mempengaruhi perhitungan emisi rata-rata serta volume lalu lintas yang ada (Maulana, 2012). Berdasarkan hal tersebut, maka dilakukan uji hipotesis (Uji T) untuk mengetahui ada atau tidak adanya perbedaan yang signifikan antara konsentrasi hasil pengukuran dan pemodelan.

Hasil pengujian hipotesis (Uji T) menggunakan program SPSS 16.0 dengan input konsentrasi NH₃ dari pengukuran langsung dan konsentrasi NH₃ dari hasil pemodelan menggunakan *software* AERMOD. Hasil uji dapat dilihat pada tabel sebagai berikut

Tabel 11. *Independent Samples Test* Hasil Konsentrasi

		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference
Hasil Konsentrasi	Equal variance assumed	9.822	0.006	-1.468	16	0.162	-2.525	1.72
	Equal variance not assumed			-1.468	10.214	0.172	-2.525	1.72

Hasil pengujian hipotesis (Uji T) menggunakan program SPSS dimana dasar pengambilan keputusan adalah sebagai berikut:

- nilai Sig. (2-tailed) < 0.05, maka terdapat perbedaan yang signifikan.
- nilai Sig. (2-tailed) > 0.05 maka tidak terdapat perbedaan yang signifikan.

Berdasarkan tabel 11, nilai signifikansi menunjukkan nilai 0.162 maka dapat disimpulkan tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara konsentrasi NH₃ dari pengukuran langsung menggunakan impinger dan konsentrasi NH₃ dari hasil dispersi pemodelan AERMOD.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

1. Nilai besaran emisi yang terbesar terdapat di titik pengukuran 6 yaitu Jalan Tol Ir. Sutami (km 5) sebesar 0.1043 gr/km dengan total jumlah kendaraan sebesar 2421 unit/jam.
2. Konsentrasi NH_3 tertinggi sebesar $8.09 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ yang terdapat di titik pengukuran 7 yaitu Jalan Ir. Sutami (km 6-400).
3. Hasil pemodelan menunjukkan bahwa titik pengukuran 7 yang terletak di Jalan Tol Ir. Sutami (km 6-400) merupakan titik yang memiliki konsentrasi NH_3 paling besar yaitu $13.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

B. Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, saran yang dapat di berikan adalah perlu adanya pengukuran emisi untuk parameter amonia (NH_3) pada tiap jenis kendaraan secara langsung untuk mengetahui kisaran konsentrasi amonia yang dihasilkan dari tiap kendaraan. Selain itu, pengukuran baiknya dilakukan lebih dari 1 kali pada tiap titik agar menjadi pembanding untuk nilai konsentrasi yang telah di dapatkan sebelumnya, sehingga hasil yang didapat lebih akurat

DAFTAR PUSTAKA

- Aristya, Ancilla. Pengaruh Penggunaan Bahan Bakar Alternatif Terhadap Voc (Volatile Organic Compounds) Dan Persebarannya di Industri Semen (PT.X). Bandung : Institut Teknologi Bandung
- Assegaf, Alimuddin Hamzah dan Erwin Azizi Jayadipraja. 2015. Pemodelan Disepersi CO dari Cerobong Pabrik Semen Tonasa dengan Menggunakan Model AERMOD. Universitas Hasanuddin: Center for Environmental Studies (CES)
- Badan Pusat Statistik. 2017. Makassar Dalam Angka. Kota Makassar
- Badan Pusat Statistik. 2019. *Jumlah Kendaraan*
- Bauer, Susanne E. 2016. *Significant atmospheric aerosol pollution caused by world food cultivation*. Geophysical Research Letters. Lett, 43 (5394-5400).
- Behera, S.N and Sharma, M. 2010. Investigating the potential role of ammonia in ion chemistry of fine particulate matter for an urban environment. *Sci. Total Environ.* 408, 3569-3575.
- Chao, G., Zi-fa, W., & Gbaguidi, E. A. (2010). Ammonium Variational Trends and the Ammonia Neutralization Effect on Acid Rain over East Asia. *Atmospheric and Oceanic Science Letters*, 3, 120 - 126.
- Colls, Jeremy. 2002. *Air pollution (2002) 2nd ed.* London: Spon Press.
- Didik Sodikin. 2020. Kualitas Udara Ambien di Kawasan Puspiptek Serpong. Jakarta : Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah
- Erisman, J. W., and M. Schaap (2004), The need for ammonia abatement with respect to secondary PM reductions in Europe, *Environ. Pollut.*, 129(1), 159–163.
- European Environment Agency (EEA/EMEP). 2019. Air Pollution Emission Inventory Guidebook.
- Fadholi, Akhmad. 2013. Analisis Data Arah dan Kecepatan Angin Landas Pacu Menggunakan Aplikasi WRPLOT. Pangkal Pinang.

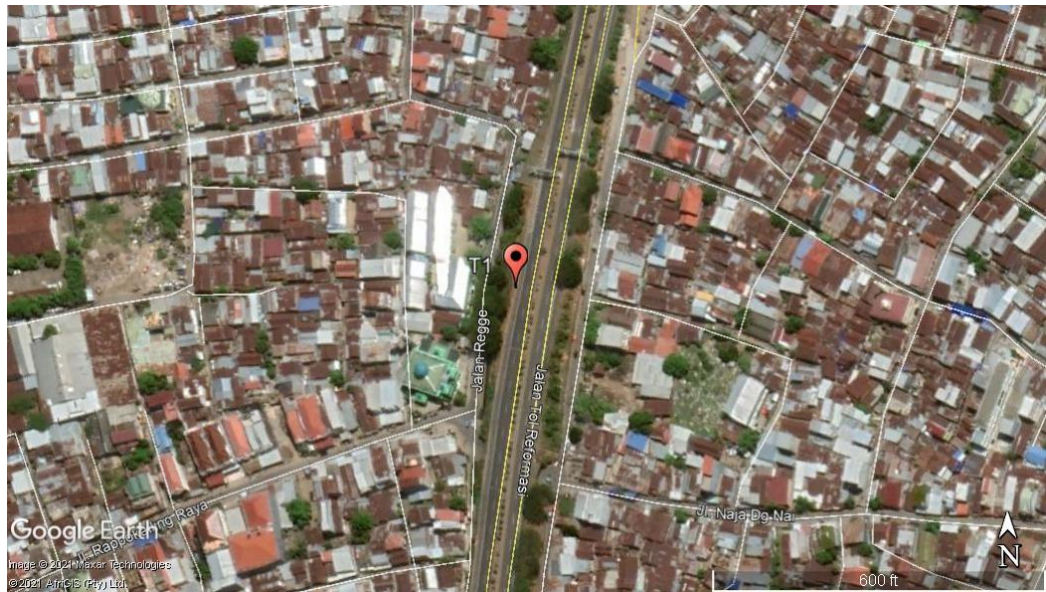
- Finn, D., Clawson, K.L., Carter, R.G., Rich, J.D., Bilstoft, C., dan Leach, M., 2010. *Analysis of Urban Atmosphere Plume Concentration Fluctuation. Boundary Layer Meteorol*, 136:431-456
- Gurjar, Bholar R, Luisa T. Molina dan C.S.P Ojha. 2010. 1st Edition *Air Pollution Health and Environmental Impacts*. CRC Press
- Idriss, Ahmed. 2004. *Assessment Report On Ammonia For Developing Ambient Air Quality Objectives Volume I*. Alberta Environment
- Ilmiawan, Dwiki Fahmi. 2019. Proyeksi Penurunan Beban Emisi CO Sumber Transportasi di Beberapa Ruas Jalan Kota Medan dengan Skenario Sistem *Bus Rapid Transit* (BRT).
- Kim T. K. (2015). T test as a parametric statistic. *Korean journal of anesthesiology*, 68(6), 540–546. <https://doi.org/10.4097/kjae.2015.68.6.540>
- Kirby T. 2016. WHO: 92% of the world's population breathe polluted air. *Lancet Respiratory Medicine* Vol.4 (11) : P862. [https://doi.org/10.1016/S2213-2600\(16\)30330-7](https://doi.org/10.1016/S2213-2600(16)30330-7)
- Konkel, Lindsey. 2018. *The Surprising Way Fumes From Farms Are Harming Our Health (Ammonia from farm animal waste and fertilizers plays a little-known role in producing health-harming air pollution)*. Food & Environment Reporting Network.
- Krupa. S.V. 2002. Effects of Atmospheric ammonia (NH₃) on terrestrial vegetation: A review. *Environmental Pollution* ;124(2):179-221
- Liu, Tengyu, dkk. 2014. *Emission Factor of Ammonia (NH₃) From On-Road Vehicles in China: Tunnel Tests in Urban Guangzhou*. *Environmental Research Letters*. doi:10.1088/1748-9326/9/6/064027
- Maulana, Ahmad Zaky. 2012. Analisis Beban Pencemar Udara SO₂, NO₂ dan HC Dengan Pendekatan *Line Source Modeling* (Studi Kasus Di Jalan Magelang Yogyakarta). Banjarmasin : Penelitian Balitbangda.
- Meng, Z, Y. 2011. Characteristics of atmospheric ammonia over Beijing, China. *Atmos.Chem. phys.* 11, 6139-6151
- Mukono, H.J. (2008). Pencemaran Udara dan Pengaruhnya Terhadap Gangguan Saluran Pernapasan. Surabaya : Airlangga University Press.

- National Center for Biotechnology Information. 2021. PubChem Compound Summary for CID 222, Ammonia. Retrieved April 18, 2021 from <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Ammonia>.
- Natsir, Taufik Abdillah. 2017. Penggunaan AERMOD Untuk Kajian Simulasi Dampak Pencemaran Karbon Monoksida di Kota Yogyakarta Akibat Emisi Kendaraan Bermotor. *J. Manusia & Lingkungan* 24(1): 11-16
- Paramitadevi, Y. V, Yuwono, A. S., & Widyarti, M. 2014. 2014. Simulation and Validation of Carbon Monoxide Dispersion Model In the Vicinity of Baranangsiang Toll Gates in Bogor. *J.Appl.Environ.Biol.Sci.*, 4(6)110-117
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 15 Tahun 2005 tentang Jalan Tol
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup.
- Phan, N.-T., Kim, Ki-Hyun, Shon, Zang-Ho, Jeon, Eui-Chan, Jung, Kweon & Kim, Nam-Jin. 2013. Analysis of ammonia variation in the urban atmosphere. *Atmospheric Environment*, 65, 177–185. doi:10.1016/j.atmosenv.2012.10.049
- Plautz, Jazon. 2018. *Ammonia, a Poorly Understood Smog Ingredient, Could Be Key To Limiting Deadly Pollution*. Climate, Environment, Science and Policy.
- Prabowo, Kuat dan Burhan Muslim. 2018. Bahan Ajar Kesehatan Lingkungan Penyehatan Udara. Pusat Pendidikan Sumber Daya Manusia Kesehatan Edisi Tahun 2018
- Puspita, Anita Dwi. 2011. Pola Spasial Pencemaran Udara dari Sumber Pencemar PLTU dan PLTGU Muara Karang. Depok: Universitas Indonesia
- Said, Lambang Basri, S.T Maryam dan Sriwati. 2019. Pengaruh Pertumbuhan Kendaraan dan Kapasitas Jalan Terhadap Kemacetan di Ruas Jalan Perintis Kemerdekaan. Universitas Muslim Indonesia : Makassar
- Soepangkat. 1994. Pengantar Meteorologi. Jakarta : BPLMG
- Suprayitno, Bambang. Privatisasi Jalan Tol Sebagai Solusi Dalam Mempercepat Terwujudnya Infrastruktur Jalan Tol yang Memadai di Indonesia. Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta Indonesia

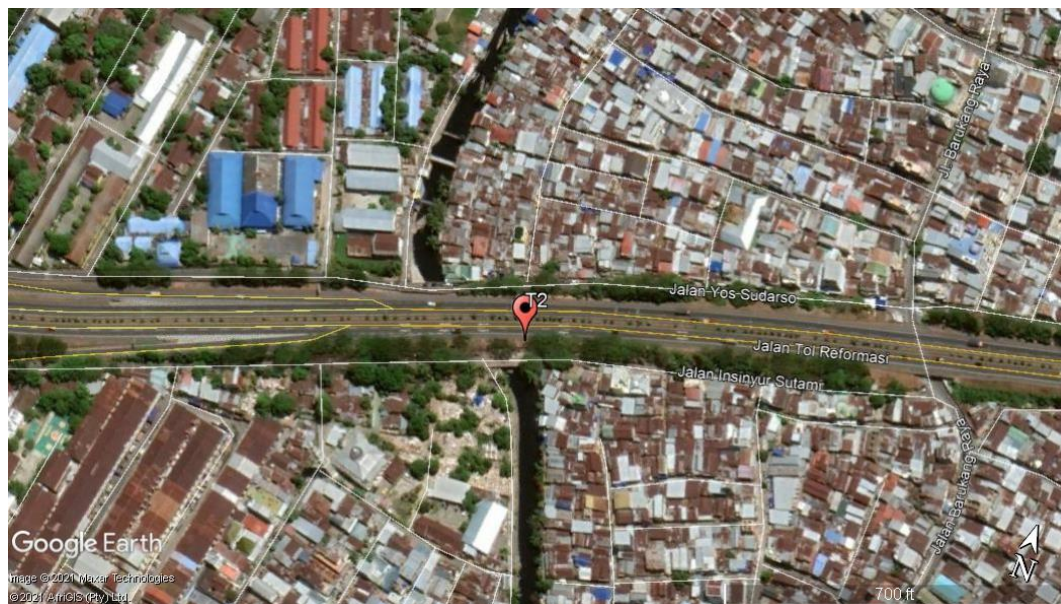
- Sutton M, Mark and Howard D. 2018. Satellite Pinpoints Ammonia Source Globally. *Nature* 49-50, 564(7734)
- Syahrial, Ego. 2017. Kajian Penggunaan Faktor Emisi Lokal (Tier 2) dalam Inventarisasi GRK Sektor Energi : Pusat Data dan Teknologi Informasi ESDM Kementrian Energi dan Sumber Daya Mineral
- Tarigan, Abner. 2009. Estimasi Emisi Kendaraan Bermotor di Beberapa Ruas Jalan Kota Medan. Medan: Universitas Sumatera Utara
- U.S Department Of Health and Human Service. 2004. Toxicological Profile For Ammonia. Agency for Toxic Substances and Disease Registry
- Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 38 Tahun 2004 Tentang Jalan
- Wark and Warner. 1981. *Analysis of Air Pollutants*. John Wiley and Sons. USA.

Lampiran 1

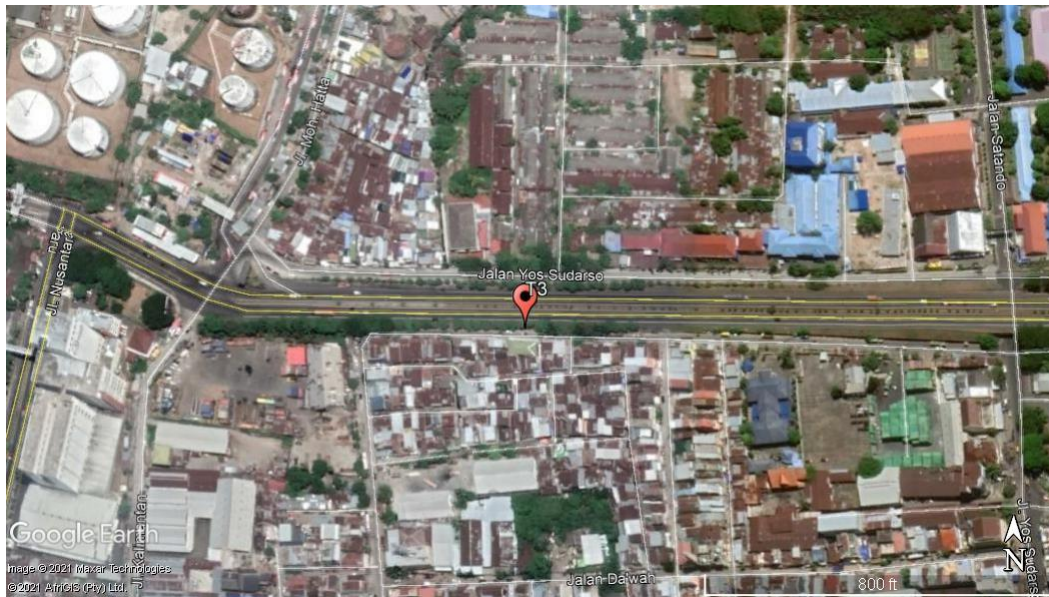
Layout Titik Pengambilan Data



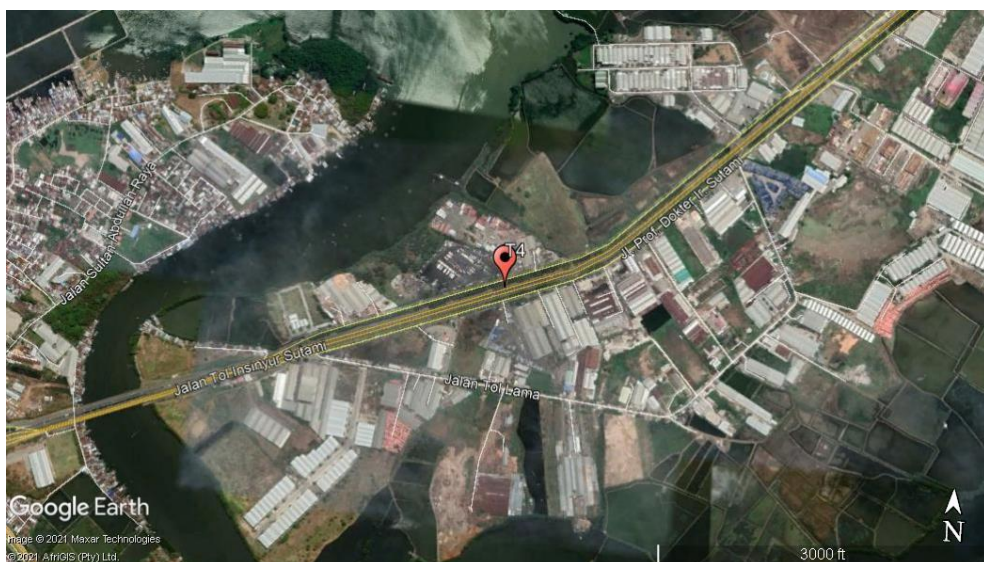
Titik Pengamatan 1 Tol Reformasi Km 4 (600 m)



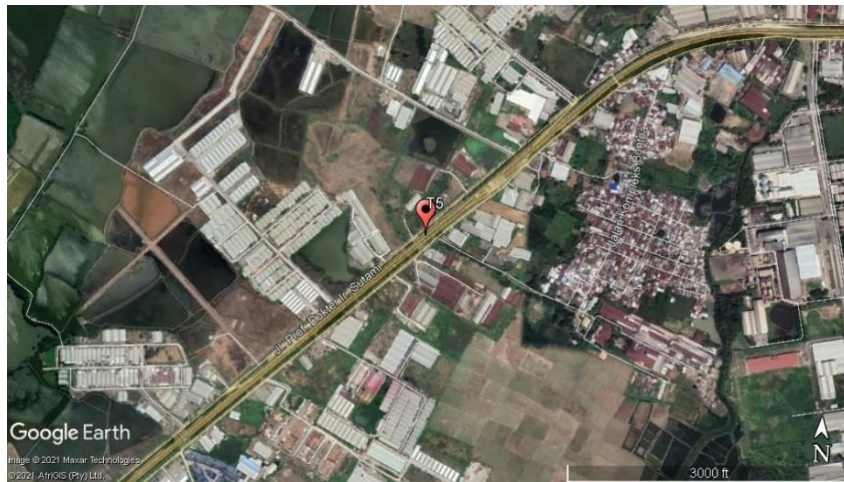
Titik Pengamatan 2 Tol Reformasi Km 1



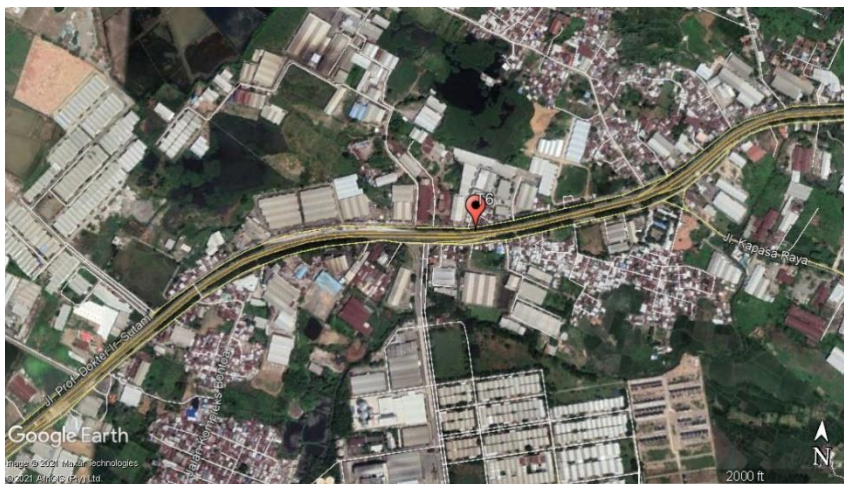
Titik Pengamatan 3 Tol Reformasi Km 0 (400 m)



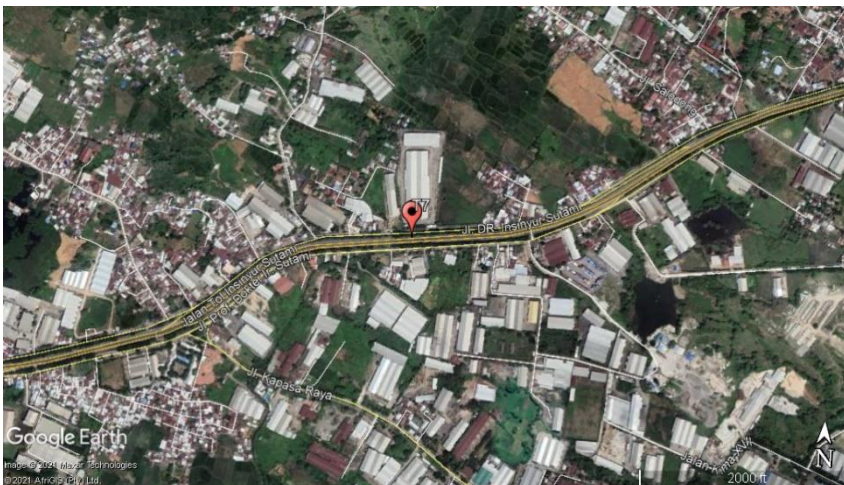
Titik Pengamatan 4 Tol Ir. Sutami Km 1 (600 m)



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 Meteorologi

Titik Pengamatan 1 Tol Reformasi Km 4 (600 m)

Tahun	Bulan	Hari	Jam	Temperatur	Kelembapan	Presipitasi	Arah Angin	Tekanan		Kecepatan Angin	Tutupan Awan	CH	Radiasi
				C	%	mm		mmHg	mb	km/jam	tenths	m	
2021	4	27	0	26	80	0	315	756.06	1008	7	5	9100	0
2021	4	27	1	26	82	0	315	756.06	1008	7	6	9100	0
2021	4	27	2	26	83	0	315	756.06	1008	7	5	9100	0
2021	4	27	3	25	84	0	315	756.06	1007	7	6	9100	0
2021	4	27	4	24	85	0	315	756.06	1008	11	6	9100	0
2021	4	27	5	24	85	0	270	756.06	1008	11	7	9100	0
2021	4	27	6	24	84	0	315	756.06	1008	11	7	9100	0
2021	4	27	7	25	84	0	270	756.06	1008	7	6	5900	0.4
2021	4	27	8	26	75	0	270	756.81	1009	7	8	2000	1.6
2021	4	27	9	27	65	0	315	756.81	1009	7	5	2000	4.1
2021	4	27	10	28	63	0	90	756.81	1009	4	0.5	2000	7.2
2021	4	27	11	29	62	0	90	756.81	1009	4	0.5	2000	9.7
2021	4	27	12	29	61	0	90	756.06	1008	4	0.5	2000	9
2021	4	27	13	30	61	0	90	756.06	1008	11	0.5	5900	8.3
2021	4	27	14	29	61	0	90	755.31	1007	11	5	5900	6.3
2021	4	27	15	29	64	0	90	753.81	1005	7	7	5900	2.8
2021	4	27	16	29	68	0	315	753.81	1005	7	6	5900	1.2
2021	4	27	17	28	72	0	315	756.06	1007	11	0.5	5900	0.3
2021	4	27	18	28	75	0	315	756.06	1007	4	0	5900	0
2021	4	27	19	28	76	0	135	756.06	1008	11	1	5900	0
2021	4	27	20	28	77	0	135	756.06	1008	7	3	5900	0
2021	4	27	21	27	78	0	270	756.06	1008	7	2	9100	0
2021	4	27	22	26	82	0	270	756.06	1008	7	1	9100	0
2021	4	27	23	26	85	0	270	756.06	1008	7	1	9100	0

Titik Pengamatan 2 Tol Reformasi Km 1

Tahun	Bulan	Hari	Jam	Temperatur	Kelembapan	Presipitasi	Arah Angin	Tekanan		Kecepatan Angin	Tutupan Awan	CH	Radiasi
				C	%	mm		mmHg	mb	km/jam	tenths	m	
2021	4	28	0	26	85	0	270	1009	756.81	7	3.8	9100	0
2021	4	28	1	26	86	0	270	1008	756.06	7	3.2	9100	0
2021	4	28	2	26	86	0	270	1008	756.06	7	2.6	9100	0
2021	4	28	3	26	86	0	270	1008	756.06	7	3	9100	0
2021	4	28	4	26	87	0	270	1007	755.31	7	7	9100	0
2021	4	28	5	26	89	0	270	1008	756.06	11	7	9100	0
2021	4	28	6	26	90	0	270	1008	756.06	7	3.5	9100	0
2021	4	28	7	26	90	0	270	1009	756.81	7	3.3	9100	0.3
2021	4	28	8	27	81	0	270	1009	756.81	7	3	9100	1.4
2021	4	28	9	28	74	0	135	1009	756.81	7	4.6	9100	2.9
2021	4	28	10	28	70	0	90	1009	756.81	7	7	5900	5
2021	4	28	11	29	67	0	90	1009	756.81	4	7.8	5900	6.8
2021	4	28	12	29	67	0.1	90	1009	756.81	7	8.5	5900	8.4
2021	4	28	13	30	68	1.2	90	1008	756.06	11	9.1	5900	7.7
2021	4	28	14	30	73	1.3	90	1008	756.06	11	9.8	5900	5.9
2021	4	28	15	29	76	0	90	1007	755.31	14	9.8	5900	4.1
2021	4	28	16	29	77	0	270	1007	755.31	7	9.8	5900	1.7
2021	4	28	17	28	79	0	270	1008	756.06	7	9.5	5900	0.4
2021	4	28	18	28	80	0	45	1008	756.06	14	9.3	5900	0
2021	4	28	19	28	83	0.2	270	1009	756.81	14	9.3	5900	0
2021	4	28	20	28	84	0.2	270	1009	756.81	7	9	7600	0
2021	4	28	21	27	86	0	270	1011	758.31	11	9.2	5900	0
2021	4	28	22	27	87	0	270	1011	758.31	11	9.5	5900	0
2021	4	28	23	27	87	0	270	1011	758.31	11	9.7	7600	0

Titik Pengamatan 3 Tol Reformasi Km 0 (400 m)

Tahun	Bulan	Hari	Jam	Temperatur	Kelembapan	Presipitasi	Arah Angin	Tekanan		Kecepatan Angin	Tutupan Awan	CH	Radiasi
				°C	%	mm	°	mmHg	mb	km/jam	tenths	m	
2021	4	29	0	26	90	0.5	270	1009	756.81	11	9.7	7600	0
2021	4	29	1	26	90	0.7	270	1009	756.81	11	9.7	9100	0
2021	4	29	2	26	90	2.7	270	1009	756.81	7	9.7	9100	0
2021	4	29	3	25	90	1.2	270	1009	756.81	7	9.7	500	0
2021	4	29	4	25	89	0	270	1009	756.81	7	9.8	500	0
2021	4	29	5	25	89	1.1	270	1009	756.81	7	9.8	5900	0
2021	4	29	6	25	88	0.5	270	1009	756.81	7	9.7	5900	0.3
2021	4	29	7	25	87	0	270	1011	758.31	7	9.6	9100	0.3
2021	4	29	8	26	86	0.3	315	1011	758.31	7	9.6	5900	0.3
2021	4	29	9	27	83	0.1	315	1011	758.31	4	9.6	5900	3.7
2021	4	29	10	28	80	0	0	1011	758.31	4	9.7	5900	6.5
2021	4	29	11	28	77	0	0	1011	758.31	4	9.8	5900	8.7
2021	4	29	12	29	75	0	0	1009	756.81	7	9.8	5900	9.5
2021	4	29	13	29	72	0	0	1009	756.81	11	9.8	5900	8.8
2021	4	29	14	30	70	0.1	0	1008	756.06	11	9.9	5900	6.6
2021	4	29	15	30	71	0	270	1008	756.06	11	9.8	5900	3.7
2021	4	29	16	30	73	0	270	1007	755.31	7	9.6	5900	1.5
2021	4	29	17	29	74	0	270	1007	755.31	7	9.5	9100	0.4
2021	4	29	18	29	78	0	135	1007	755.31	7	9.6	9100	0
2021	4	29	19	28	83	0	180	1008	756.06	11	9.8	9100	0
2021	4	29	20	28	87	0	225	1008	756.06	11	9.8	5900	0
2021	4	29	21	28	88	0	225	1008	756.06	11	9.8	5900	0
2021	4	29	22	27	89	0	225	1009	756.81	7	9.9	5900	0
2021	4	29	23	27	90	0	180	1009	756.81	7	9.9	5900	0

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

Tahun	Bulan	Hari	Jam	Temperatur	Kelembapan	Presipitasi	Arah Angin	Tekanan		Kecepatan Angin	Tutupan Awan	CH	Radiasi
				C	%	mm		mmHg	mb	km/jam	tenths	m	
2021	4	30	0	26	91	0	315	1009	756.81	11	6.9	5900	0
2021	4	30	1	26	92	0	315	1008	756.06	7	4.8	9100	0
2021	4	30	2	26	92	0	270	1008	756.06	7	2.6	9100	0
2021	4	30	3	26	92	0	270	1008	756.06	7	3.7	9100	0
2021	4	30	4	26	93	0	270	1008	756.06	7	4.8	9100	0
2021	4	30	5	26	93	0	270	1008	756.06	7	5.9	9100	0
2021	4	30	6	26	91	0	270	1008	756.06	7	5	9100	0
2021	4	30	7	26	88	0	270	1009	756.81	7	4	9100	0.2
2021	4	30	8	27	86	0	270	1009	756.81	7	3	9100	0.9
2021	4	30	9	28	80	0	315	1009	756.81	4	4.8	9100	3.1
2021	4	30	10	29	75	0	0	1009	756.81	4	6.6.	5900	5.3
2021	4	30	11	30	69	0	90	1009	756.81	4	2.3	5900	7.1
2021	4	30	12	30	68	0	90	1008	756.06	11	8.5	9100	9.3
2021	4	30	13	30	66	0	90	1008	756.06	14	8.6	9100	8.6
2021	4	30	14	30	65	0.1	45	1007	755.31	14	8.7	9100	6.5
2021	4	30	15	30	67	0	45	1007	755.31	14	8.6	9100	4.2
2021	4	30	16	30	68	0	270	1007	755.31	7	8.5	9100	1.8
2021	4	30	17	29	70	0	270	1007	755.31	7	8.4	9100	0.4
2021	4	30	18	29	74	0	90	1007	755.31	11	7	9100	0
2021	4	30	19	28	78	0	135	1008	756.06	4	5.6	9100	0
2021	4	30	20	28	82	0	180	1008	756.06	4	4.2	9100	0
2021	4	30	21	28	83	0	225	1008	756.06	4	5.6	9100	0
2021	4	30	22	28	83	0	270	1008	756.06	7	7.1	9100	0
2021	4	30	23	27	84	0	270	1008	756.06	7	8.6	9100	0

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

Tahun	Bulan	Hari	Jam	Temperatur	Kelembapan	Presipitasi	Arah Angin	Tekanan		Kecepatan Angin	Tutupan Awan	CH	Radiasi
				C	%	mm		mmHg	mb	km/jam	tenths	m	
2021	4	30	0	26	86	0	225	1008	756.06	7	7.3	9100	0
2021	4	30	1	26	87	0	270	1008	756.06	7	7.7	9100	0
2021	4	30	2	26	89	0	315	1008	756.06	7	7.4	9100	0
2021	4	30	3	25	91	0	315	1008	756.06	7	6.2	9100	0
2021	4	30	4	25	91	0	315	1008	756.06	7	4.9	9100	0
2021	4	30	5	25	92	0	270	1008	756.06	7	3.6	9100	0
2021	4	30	6	25	92	0	270	1008	756.06	7	5.3	9100	0
2021	4	30	7	26	91	0	270	1008	756.06	4	6.9	9100	0.3
2021	4	30	8	27	86	0	315	1009	756.81	4	8.6	9100	1.6
2021	4	30	9	27	83	0	45	1009	756.81	7	8.6	9100	4.1
2021	4	30	10	28	78	0	90	1009	756.81	4	8.6	9100	7
2021	4	30	11	29	74	0	90	1008	756.06	7	8.6	9100	9.5
2021	4	30	12	30	71	0	90	1008	756.06	7	8.6	9100	10.2
2021	4	30	13	30	70	0	90	1007	755.31	7	8.6	9100	9.4
2021	4	30	14	30	70	0.1	90	1005	753.81	11	8.6	9100	7.1
2021	4	30	15	30	70	0.2	90	1005	753.81	11	6.4	9100	4.4
2021	4	30	16	30	71	0	315	1005	753.81	7	4.1	9100	1.8
2021	4	30	17	29	73	0	315	1007	755.31	7	1.9	9100	0.4
2021	4	30	18	29	76	0	90	1007	755.31	11	1.5	9100	0
2021	4	30	19	28	81	0	315	1007	755.31	14	1.2	9100	0
2021	4	30	20	28	84	0	180	1008	756.06	14	8	9100	0
2021	4	30	21	28	84	0	270	1008	756.06	14	2.7	9100	0
2021	4	30	22	27	83	0	315	1009	756.81	11	4.6	9100	0
2021	4	30	23	27	83	0	0	1009	756.81	11	6.5	9100	0

Titik Pengamatan 6 Tol Ir. Sutami Km 5

Tahun	Bulan	Hari	Jam	Temperatur	Kelembapan	Presipitasi	Arah Angin	Tekanan		Kecepatan Angin	Tutupan Awan	CH	Radiasi
				C	%	mm		mmHg	mb	km/jam	tenths	m	
2021	5	2	0	27	87	0	270	1009	756.81	7	4.7	9100	0
2021	5	2	1	27	88	0	315	1008	756.06	7	2.9	9100	0
2021	5	2	2	26	89	0	315	1008	756.06	7	1.1	9100	0
2021	5	2	3	26	91	0	270	1008	756.06	7	1.6	9100	0
2021	5	2	4	26	91	0	270	1008	756.06	7	2.1	9100	0
2021	5	2	5	25	92	0	270	1008	756.06	4	2.6	9100	0
2021	5	2	6	25	92	0	270	1009	756.81	4	4.1	9100	0
2021	5	2	7	26	91	0	270	1009	756.81	7	5.7	9100	0.3
2021	5	2	8	27	89	0	315	1011	758.31	7	7.2	9100	1.6
2021	5	2	9	28	77	0	45	1011	758.31	4	7.5	9100	4.1
2021	5	2	10	29	70	0	90	1009	756.81	4	7.8	9100	7.1
2021	5	2	11	30	66	0	90	1009	756.81	7	8.1	9100	9.5
2021	5	2	12	30	64	0.1	90	1008	756.06	11	6.7	9100	10.4
2021	5	2	13	30	62	1.2	90	1008	756.06	11	5.3	9100	9.6
2021	5	2	14	29	58	1.3	90	1007	755.31	11	3.9	9100	7.3
2021	5	2	15	29	76	1.5	90	1005	753.81	7	4.4	9100	4.1
2021	5	2	16	28	77	0.1	315	1005	753.81	7	4.9	9100	1.7
2021	5	2	17	28	79	0	315	1007	755.31	7	5.4	9100	0.4
2021	5	2	18	28	80	0	315	1007	755.31	4	6.6	9100	0
2021	5	2	19	29	83	0	90	1008	756.06	7	7.7	9100	0
2021	5	2	20	29	74	0	270	1009	756.81	11	8.9	9100	0
2021	5	2	21	28	76	0	270	1009	756.81	11	9.1	9100	0
2021	5	2	22	27	80	0	270	1009	756.81	11	9.4	9100	0
2021	5	2	23	27	82	0	270	1009	756.81	11	9.7	9100	0

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

Tahun	Bulan	Hari	Jam	Temperatur	Kelembapan	Presipitasi	Arah Angin	Tekanan		Kecepatan Angin	Tutupan Awan	CH	Radiasi
				C	%	mm		mmHg	mb	km/jam	tenths	m	
2021	5	3	0	27	84	0	270	1009	756.81	11	9.8	9100	0
2021	5	3	1	27	84	0	270	1008	756.06	7	9.9	9100	0
2021	5	3	2	27	85	0	270	1008	756.06	7	9.9	9100	0
2021	5	3	3	26	85	0	315	1008	756.06	7	9.7	5900	0
2021	5	3	4	26	86	0	315	1008	756.06	7	9.5	5900	0
2021	5	3	5	26	87	0	315	1008	756.06	7	9.2	5900	0
2021	5	3	6	26	87	0	315	1008	756.06	7	8.4	5900	0
2021	5	3	7	26	87	0	315	1009	756.81	7	7.5	5900	0.3
2021	5	3	8	27	83	0	0	1009	756.81	7	6.7	9100	1.3
2021	5	3	9	28	75	0	90	1011	758.31	7	7.7	9100	3.8
2021	5	3	10	29	71	0	90	1011	758.31	7	8.8	5900	6.5
2021	5	3	11	30	67	0	90	1009	756.81	7	9.8	5900	8.8
2021	5	3	12	30	65	0	90	1009	756.81	11	9.8	5900	9.3
2021	5	3	13	30	66	0	135	1008	756.06	11	9.9	5900	8.6
2021	5	3	14	30	68	0.1	90	1008	756.06	11	9.9	5900	6.5
2021	5	3	15	30	71	0	90	1007	755.31	7	9.9	5900	3.8
2021	5	3	16	30	72	0	225	1007	755.31	7	9.8	5900	1.6
2021	5	3	17	30	74	0	225	1007	755.31	7	9.8	5900	0.4
2021	5	3	18	29	77	0.3	225	1008	756.06	4	9.8	9100	0
2021	5	3	19	29	80	0	225	1008	756.06	7	9.8	9100	0
2021	5	3	20	28	82	0	270	1008	756.06	11	9.9	9100	0
2021	5	3	21	28	84	0	270	1008	756.06	14	9.9	9100	0
2021	5	3	22	27	86	0	270	1009	756.81	11	9.9	9100	0
2021	5	3	23	27	88	0.3	315	1009	756.81	11	9.9	9100	0

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

Tahun	Bulan	Hari	Jam	Temperatur	Kelembapan	Presipitasi	Arah Angin	Tekanan		Kecepatan Angin	Tutupan Awan	CH	Radiasi
				C	%	mm		mmHg	mb	km/jam	tenths	m	
2021	5	4	0	27	84	0	315	1009	756.81	7	9.5	5900	0
2021	5	4	1	27	84	0	315	1008	756.06	7	9.1	7600	0
2021	5	4	2	26	86	0	315	1008	756.06	11	8.7	7600	0
2021	5	4	3	26	87	0	315	1007	755.31	7	8.7	7600	0
2021	5	4	4	26	87	0	270	1007	755.31	7	8.7	7600	0
2021	5	4	5	26	88	0	270	1007	755.31	7	8.7	5900	0
2021	5	4	6	26	88	0	270	1008	756.06	7	8.9	5900	0
2021	5	4	7	26	87	0	315	1008	756.06	7	9.1	9100	0.2
2021	5	4	8	27	82	0	315	1009	756.81	7	9.3	9100	1.1
2021	5	4	9	28	76	0	0	1009	756.81	7	9	9100	2.8
2021	5	4	10	28	70	0	0	1008	756.06	4	8.8	9100	4.9
2021	5	4	11	29	70	0	45	1008	756.06	4	8.5	9100	6.6
2021	5	4	12	30	64	0	45	1008	756.06	4	8.6	9100	10.4
2021	5	4	13	30	63	0	45	1007	755.31	11	8.7	9100	9.6
2021	5	4	14	31	63	0.3	45	1007	755.31	14	8.8	9100	7.3
2021	5	4	15	30	64	0	0	1007	755.31	14	8.3	9100	4.2
2021	5	4	16	30	66	0	315	1007	755.31	11	7.8	9100	1.8
2021	5	4	17	30	68	0	315	1007	755.31	7	7.3	9100	0.4
2021	5	4	18	29	72	0	315	1007	755.31	7	5.8	9100	0
2021	5	4	19	29	77	0	315	1008	756.06	11	4.3	9100	0
2021	5	4	20	28	81	0	315	1008	756.06	11	2.8	9100	0
2021	5	4	21	28	83	0	315	1008	756.06	14	4.2	9100	0
2021	5	4	22	27	84	0	315	1009	756.81	11	5.5	9100	0
2021	5	4	23	27	86	0.4	315	1009	756.81	11	6.9	7600	0

Titik Pengamatan 9 Tol Ir. Sutami Km 10

Tahun	Bulan	Hari	Jam	Temperatur	Kelembapan	Presipitasi	Arah Angin	Tekanan		Kecepatan Angin	Tutupan Awan	CH	Radiasi
				C	%	mm		mmHg	mb	km/jam	tenths	m	
2021	5	5	0	27	81	0	315	1009	756.81	11	5.8	5900	0
2021	5	5	1	26	82	0	315	1008	756.06	11	5.8	7600	0
2021	5	5	2	26	83	0	315	1008	756.06	11	5.8	7600	0
2021	5	5	3	25	84	0	315	1008	756.06	11	5.8	7600	0
2021	5	5	4	25	84	0	315	1008	756.06	11	5.8	7600	0
2021	5	5	5	25	85	0	315	1008	756.06	11	5.8	5900	0
2021	5	5	6	25	83	0	315	1008	756.06	11	5.8	5900	0
2021	5	5	7	26	80	0	315	1009	756.81	11	5.8	9100	0.4
2021	5	5	8	27	78	0	315	1009	756.81	11	5.8	9100	1.6
2021	5	5	9	28	73	0	0	1009	756.81	11	5.8	9100	4.1
2021	5	5	10	29	68	0	0	1009	756.81	14	5.8	9100	7
2021	5	5	11	30	63	0.1	0	1009	756.81	14	5.8	9100	9.5
2021	5	5	12	30	63	0	0	1008	756.06	14	7.1	9100	10.1
2021	5	5	13	30	64	0	0	1008	756.06	18	7.1	9100	9.3
2021	5	5	14	30	64	0	0	1007	755.31	18	7.1	9100	7
2021	5	5	15	30	64	0	0	1007	755.31	18	7.1	9100	4.3
2021	5	5	16	29	65	0	0	1007	755.31	14	9.7	9100	1.8
2021	5	5	17	29	65	0	0	1007	755.31	14	9.7	9100	0.4
2021	5	5	18	28	69	0	0	1007	755.31	14	9.7	9100	0
2021	5	5	19	28	74	0	0	1008	756.06	11	9.7	9100	0
2021	5	5	20	28	78	0	0	1008	756.06	11	9.2	9100	0
2021	5	5	21	27	81	0	0	1008	756.06	11	9.2	9100	0
2021	5	5	22	26	83	0	315	1009	756.81	11	9.2	9100	0
2021	5	5	23	26	86	0	315	1009	756.81	7	9.2	7600	0

Lampiran 3

Pengolahan WRPLOT *View*

1. Data Angin dilah dalam Format Microsoft Excel 97 Workbook 2003 dengan contoh format sebagai berikut

T1.xlsx

alfhazzahra.bf@gmail.com

Share

FileHomeMenuInsertPage LayoutFormulasDataReviewViewOffice TabHelp

Tell me what you want to do

Find & ReplaceConditional FormattingTable StylesCell StylesInsertDeleteFormatCellsEditing

PasteClipboard

Calibri9A⁺

BU**I**

Font

Wrap Text

Alignment

General

\$ % &

Number

A3

T1.xlsx

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W
1	Tahun	Bulan	Hari	Jam	Temperatur °C	Kelembapan %	Precipitasi mm	Arus Angin m/s	Arus Angin km/jam	Tekanan mb	kecerahan Angin km/jam	Tutupan Awan %	Radiasi m										
2	2021	4	27	0	26	80	0	315	756.06	1008	7	5	9100	0									
3	2021	4	27	1	26	82	0	315	756.06	1008	7	6	9100	0									
4	2021	4	27	2	26	81	0	315	756.06	1008	7	5	9100	0									
5	2021	4	27	3	25	84	0	315	756.06	1007	7	6	9100	0									
6	2021	4	27	4	24	85	0	315	756.06	1008	11	6	9100	0									
7	2021	4	27	5	24	85	0	270	756.06	1008	11	7	9100	0									
8	2021	4	27	6	24	84	0	315	756.06	1008	11	7	9100	0									
9	2021	4	27	7	23	84	0	270	756.06	1008	7	6	5900	0.4									
10	2021	4	27	8	26	75	0	270	756.81	1009	7	8	2000	1.6									
11	2021	4	27	9	27	65	0	315	756.81	1009	7	5	2000	4.1									
12	2021	4	27	10	28	63	0	90	756.81	1009	4	0.5	2000	7.2									
13	2021	4	27	11	29	62	0	90	756.81	1009	4	0.5	2000	9.7									
14	2021	4	27	12	29	61	0	90	756.06	1008	4	0.5	2000	9									
15	2021	4	27	13	30	61	0	90	756.06	1008	11	0.5	5900	8.3									
16	2021	4	27	14	29	61	0	90	753.31	1007	11	5	5900	4.3									
17	2021	4	27	15	29	64	0	90	753.81	1005	7	7	5900	2.8									
18	2021	4	27	16	34	68	0	90	753.81	1005	2	6	5900	1.2									
19	2021	4	27	17	35	72	0	45	756.06	1007	2	0.5	5900	0.3									
20	2021	4	27	18	38	76	0	135	756.06	1007	4	0	5900	0									
21	2021	4	27	19	28	76	0	135	756.06	1008	11	1	5900	0									
22	2021	4	27	20	28	77	0	135	756.06	1008	7	3	5900	0									
23	2021	4	27	21	27	78	0	270	756.06	1008	7	2	9100	0									
24	2021	4	27	22	26	82	0	270	756.06	1008	7	1	9100	0									
25	2021	4	27	23	26	85	0	270	756.06	1008	7	1	9100	0									
26	2021	4	27	23	26	85	0	270	756.06	1008	7	1	9100	0									
27																							
28																							
29																							
30																							

2. Membuat SAMSON File

- Menginput data angin yang telah diolah diexcel

AERMET View 8.9.0 - [D:\SKRIPS\SKRIPSWEET QU\PEMODELAN AERMOD\UNTUK T1\TITIK T1.AMF]

File Mode Data Run Tools Help

New Open Save Print

Hourly Surface Data ASOS

Hourly Surface Data File

Format: SCRAM (M)

File:

Surface Station Information

Station ID:

State:

Name:

☐ Station is ASOS Site

Surface Station Location

Latitude:

Longitude:

Base Elevation (MSL): [m]

Met Data Reported Time

Is Surface Data Reported in Local Standard Time (LST)?

☒ Yes (Default) ☐ No

Adjustment to Local Standard Time (LST):

0 hours

Search Stations... ASOS Stations... Dates...

- Import Surface Data from Excel**

Import Surface Data From (Excel File):
D:\SKRPS\ISKRPSWEET\QUIPEMODLAN AERMOD\UNTUK T1\T1.xlsx

Save Surface File As (SAMSON Format):
D:\SKRPS\ISKRPSWEET\QUIPEMODLAN AERMOD\UNTUK T1\T1.sam

Data Fields: Station Information:

#	Data Field Name	Excel Column Name	Missing Indicator in Excel File	Unit in Excel File	Number Type
1	Year	A		N/A	YY, YYYY
2	Month	B		N/A	1 to 12
3	Day	C		N/A	1 to 31
4	Hour	D		00 to 23	00 to 23, 01 to 24

First Row to Import: 1 Set Last Row to Import: 28 Set

Import

Excel File: SAMSON File

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S
1	Location	Bulan	Hari	Jam	Temperatur	Kelambatan	Presipitasi	Arah Angin	Tekanan	kecepatan Angin	Tutupan Awan	Chl	Radiasi						
2					°C	%	mm	°	mmHg	mb	km/jam	tenths	m						
3	2021	4	27	0	28	80	0	315	756	1008	7	5	9100	0					
4	2021	4	27	1	26	82	0	315	756	1008	7	6	9100	0					
5	2021	4	27	2	26	83	0	315	756	1008	7	5	9100	0					
6	2021	4	27	3	25	84	0	315	756	1007	7	6	9100	0					
7	2021	4	27	4	24	85	0	315	756	1008	11	6	9100	0					
8	2021	4	27	5	24	85	0	270	756	1008	11	7	9100	0					
9	2021	4	27	6	24	84	0	315	756	1008	11	7	9100	0					
10	2021	4	27	7	25	84	0	270	756	1008	7	6	5900	0.4					
11	2021	4	27	8	26	75	0	270	756.81	1009	7	8	2000	1.6					
12	2021	4	27	9	27	65	0	315	756.81	1009	7	5	2000	4.1					
13	2021	4	27	10	28	63	0	90	756.81	1009	4	0.5	2000	7.2					
14	2021	4	27	11	29	62	0	90	756.81	1009	4	0.5	2000	9.7					
15	2021	4	27	12	29	61	0	90	756	1008	4	0.5	2000	9					
16	2021	4	27	13	30	61	0	90	756	1008	11	0.5	5900	8.3					
17	2021	4	27	14	29	61	0	90	755.31	1007	11	5	5900	6.3					

< >

Help Close

- Import Surface Data From Excel File**

Import Surface Data From (Excel File): D:\SKRPS\ASKRIPSWEET QU\PEMODELAN AERMODUNTUK T1T1.xlsx Save Surface File As (SAMSON Format): D:\SKRPS\ASKRIPSWEET QU\PEMODELAN AERMODUNTUK T1T1.sam

Data Fields Station Information

Station ID: 97180 City: HASANUDDIN State: ID

Latitude: 05° 04' 0" N Longitude: 119° 32' 0" W Time Zone: UTC+8 (Beijing)

Station Elevation (MSL) [m]: 14 (Optional) Search Stations...

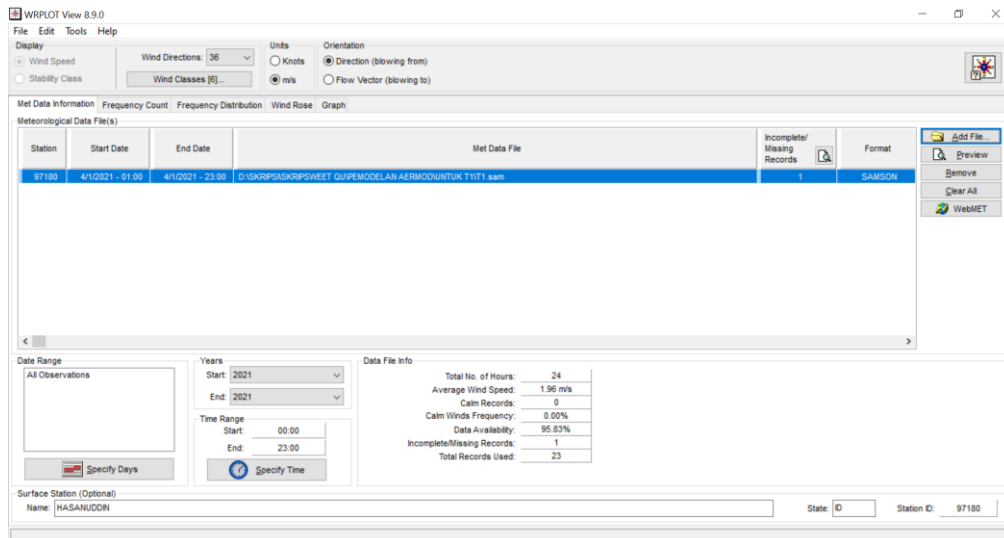
First Row to Import: 1 Set Last Row to Import: 27 Set

Excel File SAMSON File

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S
1	Tahun	Bulan	Hari	Jam	Temperatur	Celembapan	Presipitasi	Arah Angin	Tekanan	kecepatan Angin	Tutupan Awan	CH	Radiasi						
2	2021	4	27	0	26	80	0	315	1008	7	5	89	0						
3	2021	4	27	1	26	82	0	315	1008	7	6	89	0						
4	2021	4	27	2	26	83	0	315	1008	7	5	89	0						
5	2021	4	27	3	25	84	0	315	1007	7	6	89	0						
6	2021	4	27	4	24	85	0	315	1008	11	6	89	0						
7	2021	4	27	5	24	85	0	270	1008	11	7	89	0						
8	2021	4	27	6	24	84	0	315	1008	11	7	98	0						
9	2021	4	27	7	25	84	0	270	1008	7	6	98	0.4						
10	2021	4	27	8	26	75	0	270	1009	7	8	98	1.6						
11	2021	4	27	9	27	65	0	315	1009	7	5	98	4.1						
12	2021	4	27	10	28	63	0	90	1009	4	0.5	98	7.2						
13	2021	4	27	11	29	62	0	90	1009	4	0.5	98	9.7						
14	2021	4	27	12	29	61	0	90	1008	4	0.5	98	9						
15	2021	4	27	13	30	61	0	90	1008	11	0.5	98	8.3						
16	2021	4	27	14	29	61	0	90	1007	11	5	98	6.3						
17	2021	4	27	15	29	64	0	90	1005	7	7	98	2.8						

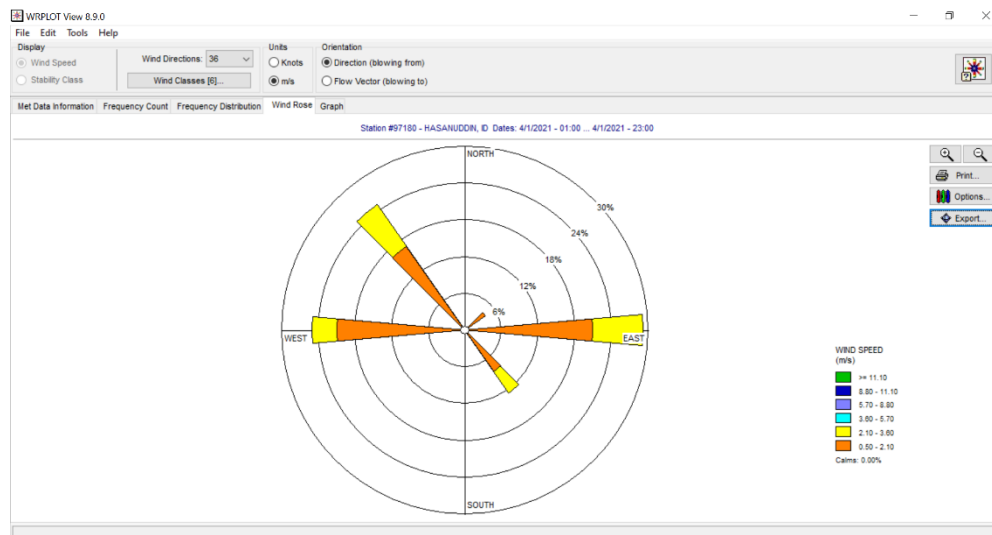
3. Membuat *Windrose*

Memasukkan file SAMSON yang telah dibuat dengan cara memilih menu *Add File* kemudian pilih *Tab Wind Rose*



4. Mengatur *Windrose*

- Mengatur arah sesuai yang diinginkan pada menu Wind Direction. Selanjutnya pada menu Units mengubah satuan menjadi m/s dan pada menu Orientation memilih Flow Vector (*blowing to*)



Lampiran 4
Pengolahan AERMET *View*

1. Data meteorologi diolah dalam format Microsoft Excel 97-Workbook 2003 dengan contoh format sebagai berikut

Tahun	Bulan	Hari	Jam	Temperatur	Kelembapan	Presipitasi	Arah Angin	Tekanan	Kecepatan Angin	Tutupan Awan	CH	Radiasi
2021	4	27	0	26	80	0	315	756.06	1008	7	5	9100
2021	4	27	1	26	82	0	315	756.06	1008	7	6	9100
2021	4	27	2	26	83	0	315	756.06	1008	7	5	9100
2021	4	27	3	25	84	0	315	756.06	1007	7	6	9100
2021	4	27	4	24	85	0	315	756.06	1008	11	6	9100
2021	4	27	5	24	85	0	270	756.06	1008	11	7	9100
2021	4	27	6	24	84	0	315	756.06	1008	11	7	9100
2021	4	27	7	25	84	0	270	756.06	1008	7	6	5900
2021	4	27	8	26	75	0	270	756.81	1009	7	8	2000
2021	4	27	9	27	65	0	315	756.81	1009	7	5	2000
2021	4	27	10	28	63	0	90	756.81	1009	4	0.5	2000
2021	4	27	11	29	62	0	90	756.81	1009	4	0.5	2000
2021	4	27	12	29	61	0	90	756.06	1008	4	0.5	2000
2021	4	27	13	30	61	0	90	756.06	1008	11	0.5	5900
2021	4	27	14	29	61	0	90	755.31	1007	11	5	5900
2021	4	27	15	29	64	0	90	753.81	1005	7	7	5900
2021	4	27	16	34	68	0	90	753.81	1005	2	6	5900
2021	4	27	17	35	72	0	45	756.06	1007	2	0.5	5900
2021	4	27	18	28	75	0	135	756.06	1007	11	0	5900
2021	4	27	19	28	76	0	135	756.06	1008	11	1	5900
2021	4	27	20	28	77	0	135	756.06	1008	7	3	5900
2021	4	27	21	27	78	0	270	756.06	1008	7	2	9100
2021	4	27	22	26	82	0	270	756.06	1008	7	1	9100
2021	4	27	23	26	85	0	270	756.06	1008	7	1	9100

2. Penginputan file Excel pada AERMET View untuk membuat Data Samson

Import Surface Data from Excel

Import Surface Data From (Excel File): D:\SKRIPSI\SKRIPSWET\QUIPEMODELAN AERMOD\UNTUK T1T1.xlsx

Save Surface File As (SAMSON Format): D:\SKRIPSI\SKRIPSWET\QUIPEMODELAN AERMOD\UNTUK T1T1.sam

Data Fields Station Information

#	Data Field Name	Excel Column Name	Missing Indicator in Excel File	Unit in Excel File	Number Type
1	Year	A		N/A	YY, YYYY
2	Month	B		N/A	1 to 12
3	Day	C		N/A	1 to 31
4	Hour	D		00 to 23	00 to 23, 01 to 24

First Row to Import: 1 Set Last Row to Import: 28 Set

Excel File SAMSON File

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S
Tahun	Bulan	Hari	Jam	Temperatur	Kelembapan	Presipitasi	Arah Angin	Tekanan	Kecepatan Angin	Tutupan Awan	CH	Radiasi						
2021	4	27	0	26	80	0	315	756	1008	7	5	9100	0					
2021	4	27	1	26	82	0	315	756	1008	7	6	9100	0					
2021	4	27	2	26	83	0	315	756	1008	7	5	9100	0					
2021	4	27	3	25	84	0	315	756	1007	7	6	9100	0					
2021	4	27	4	24	85	0	315	756	1008	11	6	9100	0					
2021	4	27	5	24	85	0	270	756	1008	11	7	9100	0					
2021	4	27	6	24	84	0	315	756	1008	11	7	9100	0					
2021	4	27	7	25	84	0	270	756	1008	7	6	5900	0.4					
2021	4	27	8	26	75	0	270	756.81	1009	7	8	2000	1.6					
2021	4	27	9	27	65	0	315	756.81	1009	7	5	2000	4.1					
2021	4	27	10	28	63	0	90	756.81	1009	4	0.5	2000	7.2					
2021	4	27	11	29	62	0	90	756.81	1009	4	0.5	2000	9.7					
2021	4	27	12	29	61	0	90	756	1008	4	0.5	2000	9					
2021	4	27	13	30	61	0	90	756.06	1008	11	0.5	5900	8.3					
2021	4	27	14	29	61	0	90	755.31	1007	11	5	5900	6.3					
2021	4	27	15	29	64	0	90	753.81	1005	7	7	5900	2.8					
2021	4	27	16	34	68	0	90	753.81	1005	2	6	5900	1.2					
2021	4	27	17	35	72	0	45	756.06	1007	2	0.5	5900	0.3					
2021	4	27	18	28	75	0	135	756.06	1007	11	0	5900	0					
2021	4	27	19	28	76	0	135	756.06	1008	11	1	5900	0					
2021	4	27	20	28	77	0	135	756.06	1008	7	3	5900	0					
2021	4	27	21	27	78	0	270	756.06	1008	7	2	9100	0					
2021	4	27	22	26	82	0	270	756.06	1008	7	1	9100	0					
2021	4	27	23	26	85	0	270	756.06	1008	7	1	9100	0					

3. Penginputan data stasiun kedalam AERMET dapat dilihat di bawah ini

Import Surface Data from Excel

Import Surface Data From (Excel File): D:\SKRIPS\SKRIPSWEET QU\PEMODELAN AERMOD\UNTUK T1\T1.xlsx Save Surface File As (SAMSON Format): D:\SKRIPS\SKRIPSWEET QU\PEMODELAN AERMOD\UNTUK T1\T1.sam

Data Fields Station Information

Station ID: 97180 City: HASANUDDIN State: ID

Latitude: 05° 04' 0" N Longitude: 119° 32' 0" W Time Zone: UTC+8 (Beijing)

Station Elevation (MSL) [m]: 14 (Optional) Search Stations...

First Row to Import: 1 Set Last Row to Import: 27 Set Import

Excel File SAMSON File

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S
1	Tahun	Bulan	Hari	Jam	Temperatur	Kelembapan	Pesipitasi	Arah Angin	Tekanan	kecepatan Angin	Tutupan Awan	CH	Radiasi						
2	2021	4	27	0	26	80	0	315	1008	7	5	89	0						
3	2021	4	27	1	26	82	0	315	1008	7	6	89	0						
4	2021	4	27	2	26	83	0	315	1008	7	5	89	0						
5	2021	4	27	3	25	84	0	315	1007	7	6	89	0						
6	2021	4	27	4	24	85	0	315	1008	11	6	89	0						
7	2021	4	27	5	24	85	0	270	1008	11	7	89	0						
8	2021	4	27	6	24	84	0	315	1008	11	7	98	0						
9	2021	4	27	7	25	84	0	270	1008	7	6	98	0.4						
10	2021	4	27	8	26	75	0	270	1009	7	8	98	1.6						
11	2021	4	27	9	27	65	0	315	1009	7	5	98	4.1						
12	2021	4	27	10	28	63	0	90	1009	4	0.5	98	7.2						
13	2021	4	27	11	29	62	0	90	1009	4	0.5	98	9.7						
14	2021	4	27	12	29	61	0	90	1008	4	0.5	98	9						
15	2021	4	27	13	30	61	0	90	1008	11	0.5	98	8.3						
16	2021	4	27	14	29	61	0	90	1007	11	5	98	6.3						
17	2021	4	27	15	29	64	0	90	1005	7	7	98	2.8						

Help Close

4. Penginputan file . SAM

AERMET View 8.9.0 - [D:\SKRIPS\SKRIPSWEET QU\PEMODELAN AERMOD\UNTUK T1\T1.AMF]

File Mode Data Run Tools Help

New Open Save Run Surface Grate Upper Air Sectors Output WRPLOT Export

Hourly Surface Data ASOS 1-Minute QA Surface Variables Surface Variables Ranges

Hourly Surface Data File

Format: SAMSON Year: 2021 WebMET Multi-Year

File: T1.sam

Surface Station Information

Station ID: 97180 State: ID Search Stations...

Name: HASANUDDIN ASOS Stations...

Station is ASOS Site

Surface Station Location

Latitude: 5.078333 Longitude: 119.549444 Base Elevation (MSL): 14 [m]

Met Data Reported Time

Is Surface Data Reported in Local Standard Time (LST)?

☒ Yes (Default) ☐ No

Adjustment to Local Standard Time (LST):

0 hours Tip: (+ for W) (- for E)

Help Previous Next

5. Penginputan data *Upper Air* menggunakan file format .FSL.

AERMET View 8.9.0 - [D:\SKRIPS\SKRIPSWEET\QU\PEMODELAN AERMOD\UNTUK T1\TITIK T1.AMF]

File Mode Data Run Tools Help

New Open Save Run Surface Onsite Upper Air Sectors Output WRPLOT Export

Upper Air Data QA Upper Air Variables Upper Air Variables Ranges

Mode
☒ Standard AERMET
☐ Upper Air Estimator

Tip
Standard AERMET - Process using specified upper air data.
Upper Air Estimator - Process using modified Stage 3 which estimates upper air data from the hourly surface data.

Upper Air Data File
Format: FSL Year: 2021 WebMET Multi-Year
File: UNTUK T1.txt

Upper Air Station Information
Station ID: 97180 State: ID
Name: HASANUDDIN

Upper Air Station Location
Latitude: 5.069722 Longitude: 119.568056
Adjust Sounding Data (MODIFY)?
☐ Yes ☒ No (Default)

Met Data Reported Time
Is Upper Air Data Reported in Greenwich Mean Time (GMT)?
☒ Yes (Default) ☐ No
Adjustment from GMT to Local Time:
8 hours Tip... (+ for W) (- for E)

Dates to be Retrieved (YYYY/MM/DD)
Start Date: 2021/04/01
End Date: 2021/04/01

Help Previous Next

6. Pembagian dan pemilihan sektor

AERMET View 8.9.0 - [D:\SKRIPS\SKRIPSWEET\QU\PEMODELAN AERMOD\UNTUK T1\TITIK T1.AMF]

File Mode Data Run Tools Help

New Open Save Run Surface Onsite Upper Air Sectors Output WRPLOT Export

Processing Options Sectors (Surface) Output Files

AERSURFACE Output File (Surface)
☐ Use the File Instead of Sector & Surface Parameters in the AERMET Input File

Specify Sectors [deg]

North (0 deg)

Period: Annual
Sectors: 2 Max

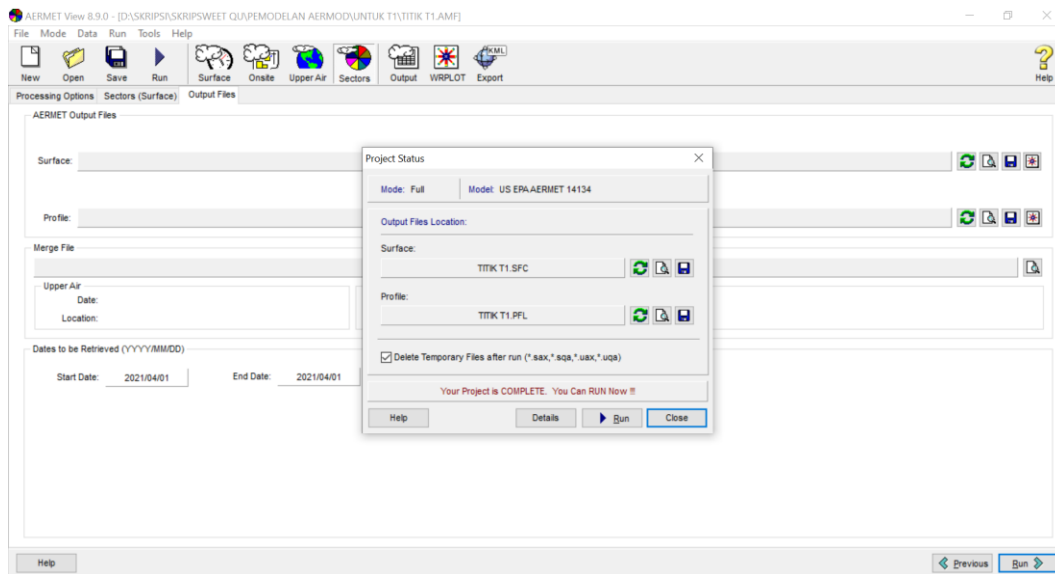
	Start	End
1	0	180
2	180	0

Specify Surface Parameters for Each Sector
Hemisphere: South Sector No: 2
Land Use Type: AERSURFACE

	Albedo	Bowen Ratio	Surface Roughness
1	0.2075	1.625	1

Help Previous Next

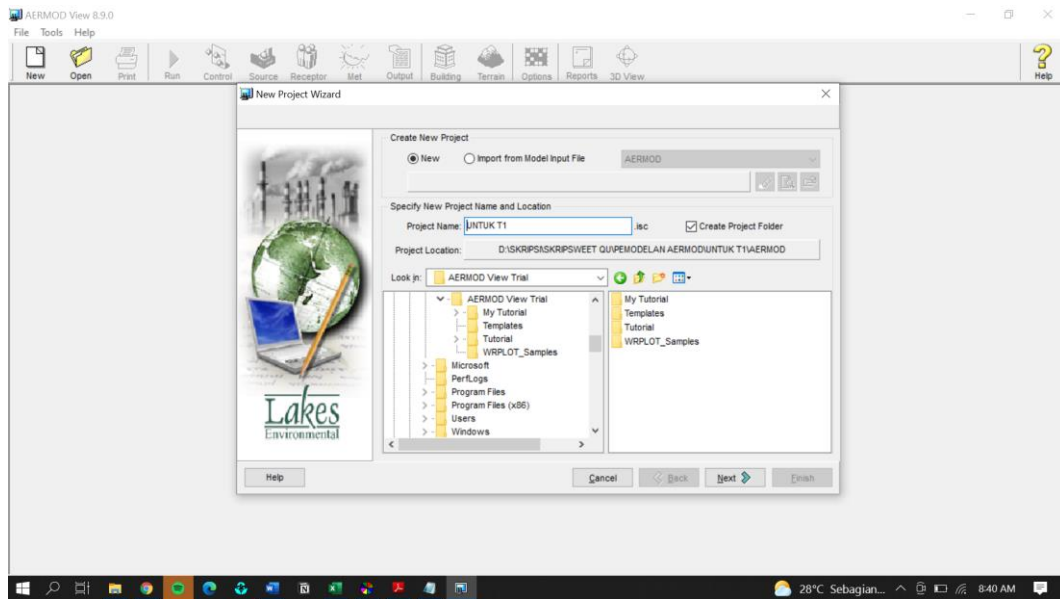
7. Running AERMET



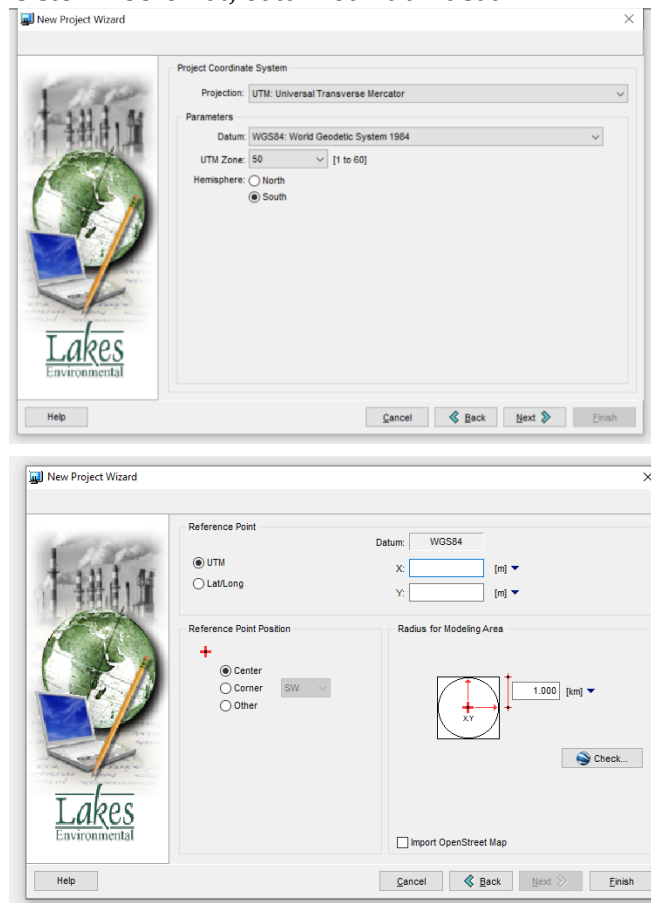
Lampiran 5

Pengolahan AERMOD *View*

1. Memulai AERMOD

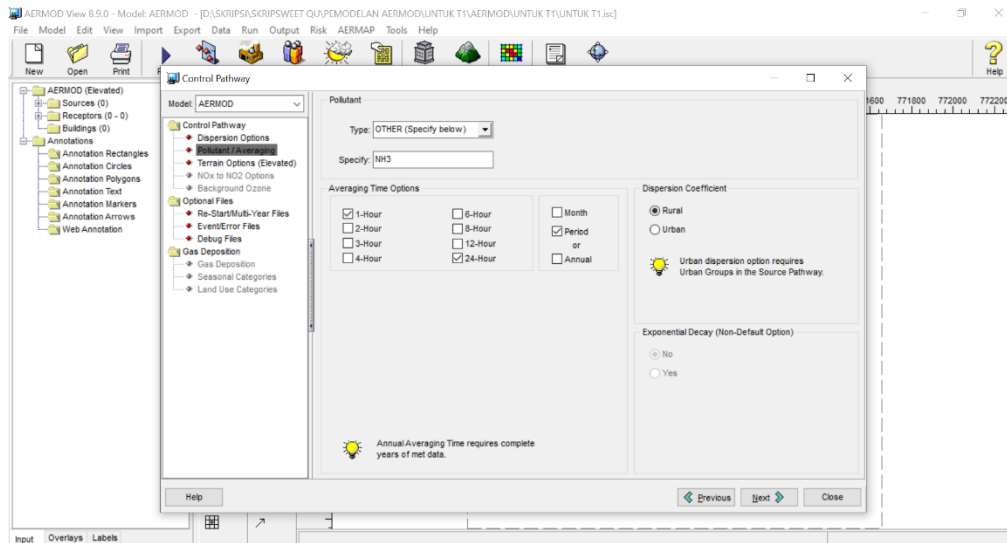


2. Menentukan sistem koordinat, datum dan titik acuan

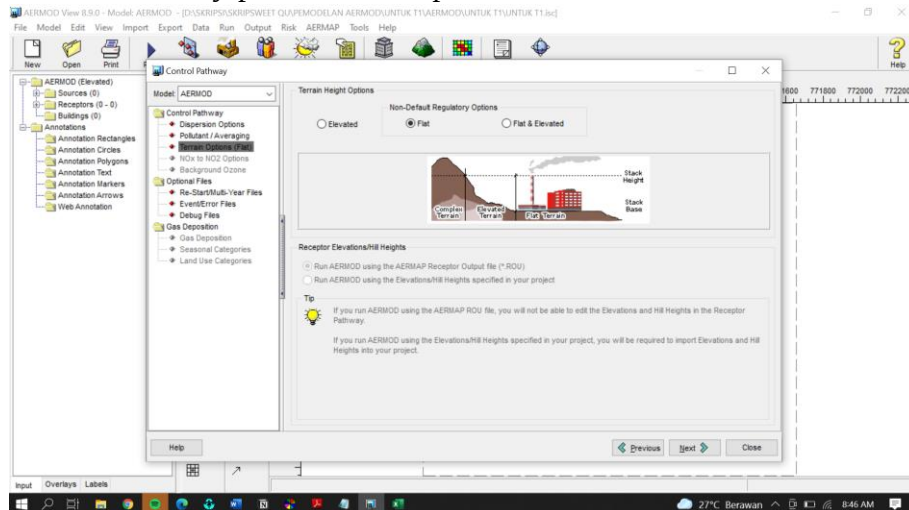


3. Menentukan Control Pathway

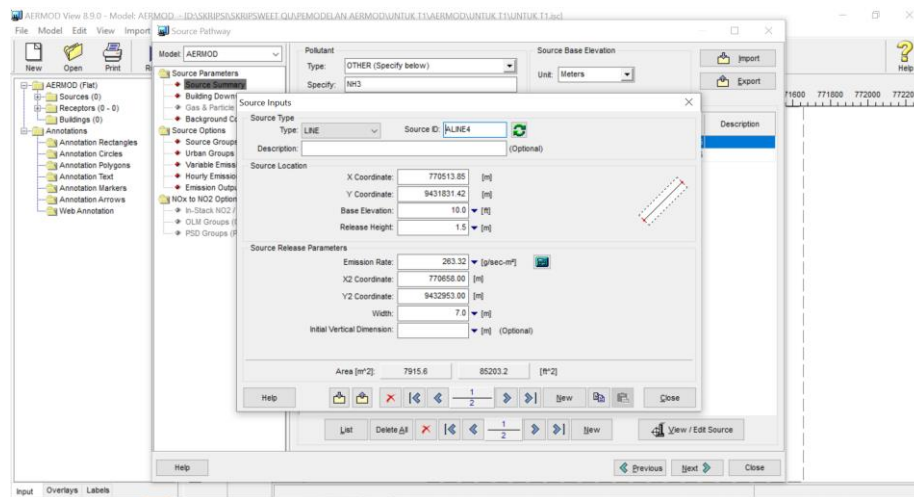
- *Control Pathway* pada *Pollutant/Averaging*



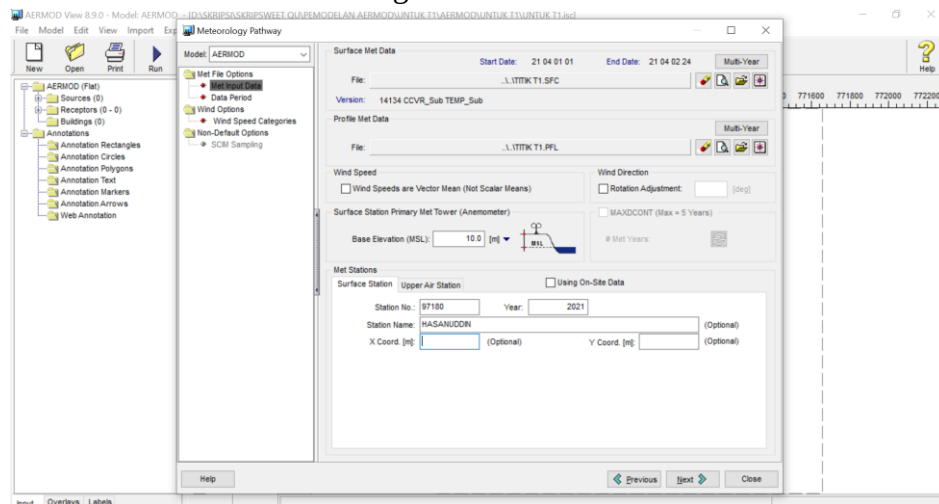
- *Control Pathway* pada *Terrain Option*



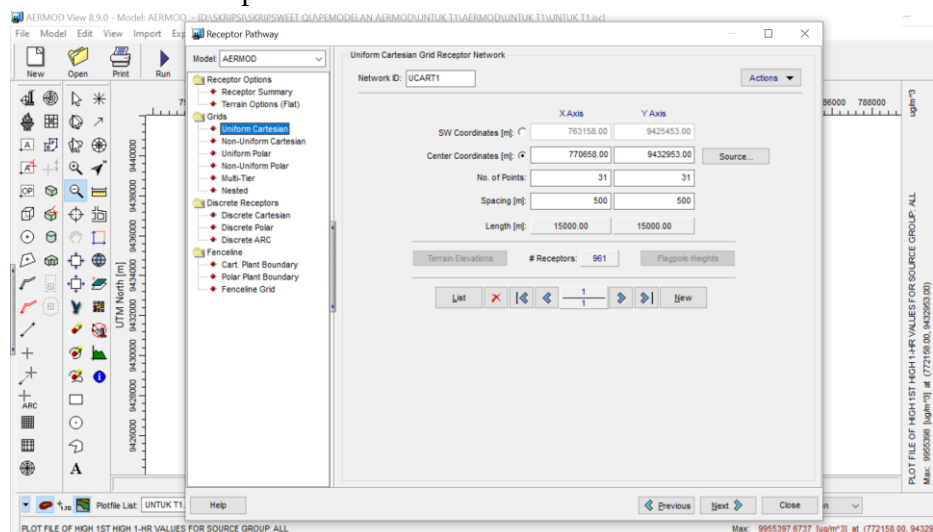
4. Memasukkan Data Sumber Emisi



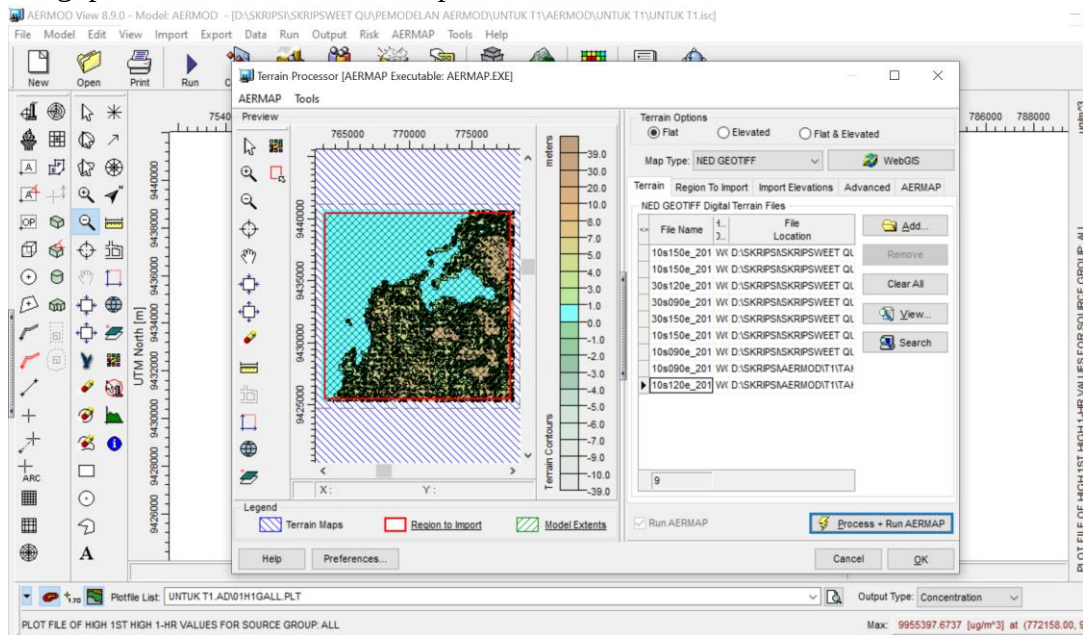
5. Memasukkan Data Meteorologi



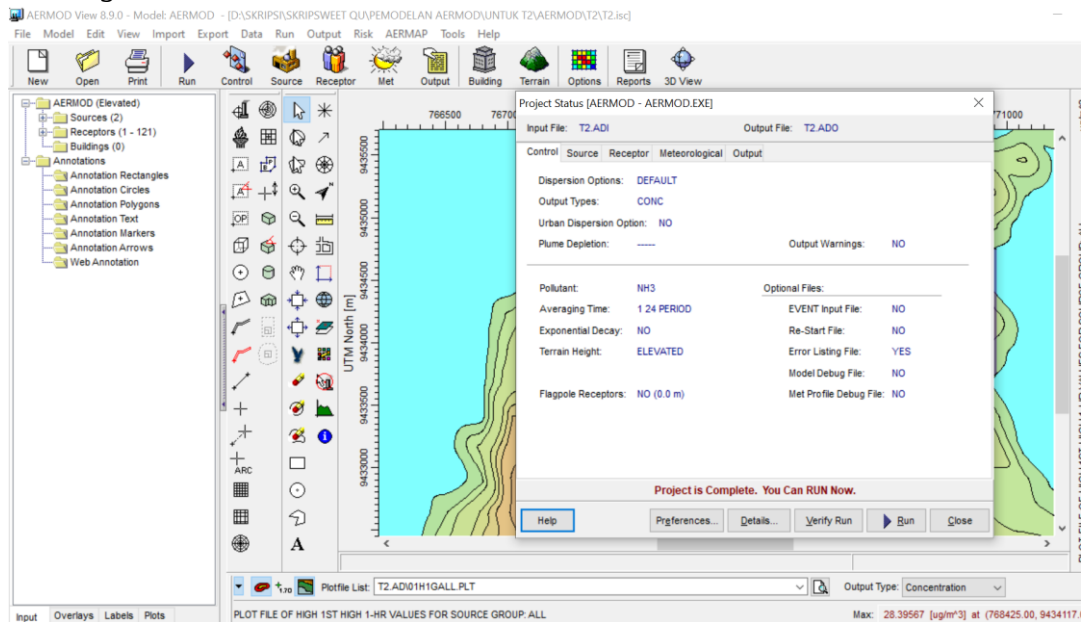
6. Menentukan Reseptor



7. Pengoperasian Terrain Processor pada AERMAP



8. Running AERMOD



Lampiran 6

Tabel Perhitungan Konsentrasi

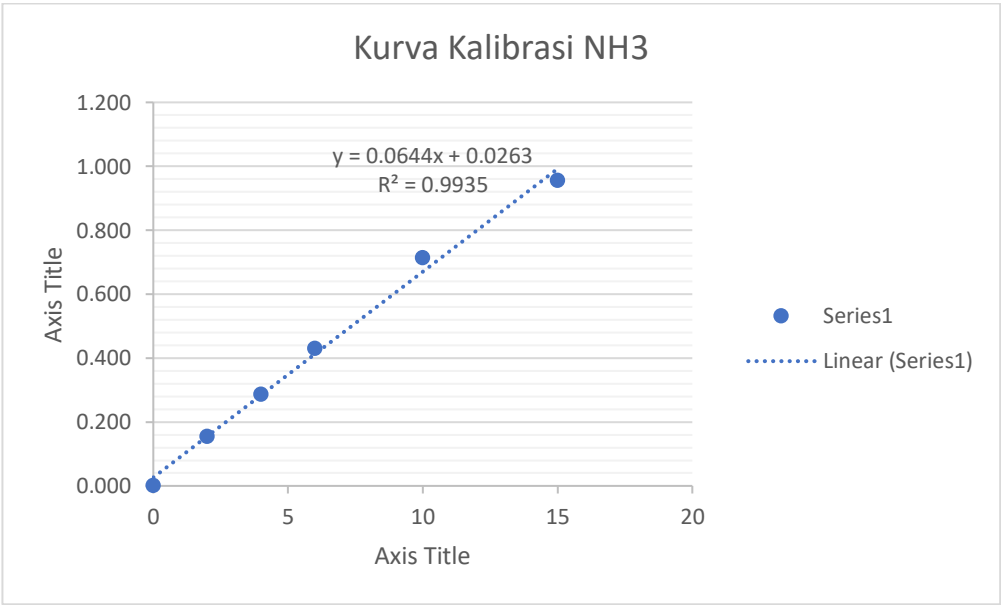
NH₃ Udara Ambien

Konsentrasi NH3 di Impinger										
Hari / Lokasi	Laju Alir		Suhu			P	t	V	a	C
	L1	L2	°C	°K	T					
Hari Ke-1 Km 4(600)	1.8	1.8	34.643	307.643	0.969	0.993315789	60	103.9155457	1.5839	15.24219
Hari Ke-2 Km 1	1.8	1.6	39.486	312.486	0.954	0.994815789	60	96.76737001	0.61335	6.338397
Hari Ke-3 Km 0(400)	1.8	1.8	34.729	307.729	0.968	0.994815789	60	104.0434797	1.18015	11.34285
Hari Ke-4 1(600)	1.8	1.8	32.729	305.729	0.975	0.993328947	60	104.5675865	0.89285	8.538497
Hari ke-5 Km 3(400)	1.8	1.8	30.271	303.271	0.983	0.994815789	60	105.5725939	1.0559	10.00165
Hari ke-6 Km 5	1.8	1.8	27.843	300.843	0.991	0.993328947	60	106.2657733	0.63665	5.991111
Hari ke-7 Km 6(400)	1.8	1.8	32.971	305.971	0.974	0.994815789	60	104.640984	1.7857	17.06502
Hari ke-8 Km 7(800)	1.8	1.8	29.100	302.100	0.986	0.994815789	60	105.9819641	0.78415	7.3989
Hari ke-9 Km 10	1.8	1.8	29.957	302.957	0.984	0.994815789	60	105.6821142	1.1413	10.79937

Lampiran 7

Kurva Kalibrasi

Kurva Kalibrasi			
Kode	Volume Larutan STD	Konsentrasi	Adsorbansi
Std1	0	0	0.000
Std2	0.2	2	0.155
Std3	0.4	4	0.286
Std4	0.6	6	0.430
Std5	1	10	0.713
Std6	1.5	15	0.956



Lampiran 8
Tabel Perhitungan Emisi Kendaraan
Bermotor

TS	Jumlah Kendaraan (Unit)						Total	L (km)	Besaran Emisi NH ₃ (gr/jam)						Total
	PC-CC	PC-SUV	LCV-P	LCV-D	HDV-D	BUS			PC-CC	PC-SUV	LCV-P	LCV-D	HDV-D	BUS	
TS 1	215	650	42	64	47	0	1018	2.48	55.613	168.132	9.479	0.190	0.338	0.000	0.0649
TS 2	57	763	90	138	303	1	1352	1.97	11.712	156.774	16.134	0.326	1.731	0.006	0.0519
TS 3	79	883	97	55	242	0	1356	1.02	8.404	93.939	9.004	0.067	0.716	0.000	0.0311
TS 4	375	670	60	32	81	0	1218	3.160	123.596	220.824	17.254	0.121	0.742	0.000	0.1007
TS 5	242	695	56	49	52	0	1094	3.450	87.080	250.085	17.581	0.203	0.520	0.000	0.0987
TS 6	485	1532	82	124	197	1	2421	2.890	146.192	461.786	21.565	0.430	1.651	0.008	0.1755
TS 7	220	1576	76	101	131	0	2104	2.710	62.184	445.461	18.742	0.328	1.030	0.000	0.1466
TS 8	264	714	44	30	99	0	1151	3.640	100.228	271.072	14.575	0.131	1.045	0.000	0.1075
TS 9	204	697	61	42	43	0	1047	3.180	67.661	231.177	17.652	0.160	0.397	0.000	0.0881

Lampiran 9

Dokumentasi Kegiatan

1. Pembuatan Larutan Penjerap dan Larutan Uji



2. Hasil Kurva Kalibrasi



3. Pengambilan Sampel



4. Pengujian Sampel dengan Spektrofotometer

