

DAFTAR PUSTAKA

- Aulia Mohamad Donie. 2007. *Analisis Kebutuhan Jalan Di Kawasan Kota Baru Tegalluar Kabupaten Bandung*. Bandung: Universitas Komputer Indonesia.
- Abdullah, Febriyanti. 2018. *Analisis Konsentrasi Udara Ambien CO di Jalan Alternatif Car Free Day Kota Makassar Menggunakan Program Caline4*. Makassar : Departemen Teknik Lingkungan FT-UH.
- Arifin Rizqah Nur Auliyah. 2020. *Tugas Akhir Analisis Tingkat Kebisingan pada Kawasan Kuliner di Kota Makassar*. Makassar : Universitas Hasanuddin.
- Badan Pusat Statistik. 2021. *Kota Makassar Dalam Angka*. Makassar: BPS Kota.
- Benson, P. 1989. *Caline4-A Dispersion Model for Predicting Air Pollutant Concentrations Near Roadway*. Sacramento, CA: California Department of Transportation.
- Colls, Jeremy. 2002. *Air pollution (2002) 2nd ed*. London: Spon Press.
- Constantya, Qory. 2017. *Studi Pola Konsetrasi Kualitas Udara Ambien Kota Surabaya (Parameter NO, NO2, O3)*. Surabaya : Departemen Teknik Lingkungan Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Elizabeth, Ortorita, 2015. *Manfaat Dan Kegunaan Surfer*. Yogyakarta : Universitas Pembangunan Pembangunan Nasional Veteran.
- Fadholi, Akhmad. 2013. *Analisis Data Arah dan Kecepatan Angin Landas Pacu Menggunakan Aplikasi WRPLOT*. Pangkal Pinang.
- Fardiaz, Srikandi. 1992. *Polusi Air dan Udara*. Yogyakarta: Kanisius
- Grey,G.W and FJ Deneke. 1978. *Urban Forestry*. John Wiley and Sons, Inc: New York.
- Huboyo, Haryono S. & Hadiwidodo, M. 2006. *Pola Penyebaran Gas No2 Di Udara Ambien Kawasan Utara Kota Semarang Pada Musim Kemarau Menggunakan Program ISCSTI3*. Jurnal Presipitasi Fakultas Teknik Lingkungan Universitas Diponegoro, 1(1).
- Kamal Nahla Mustafa. 2015. *Studi Tingkat Kualitas Udara Pada Kawasan Mall Panakukang Di Makassar*. Makassar:Universitas Hasanuddin.

- Kemala Nanda, Gani Asri & Mahidin. 2019. *Evaluasi Pengaruh Kendaraan Bermotor Terhadap Kualitas Udara Ambien Pada Berbagai Tipe Ruas Jalan Kota Banda Aceh*. Banda Aceh: Universitas Syiah Kuala.
- Kurniawan Tri Yari. 2017. *Jumlah Kendaraan Bermotor di Makassar (Online)*, (<https://www.wartaekonomi.co.id/read148010/jumlah-kendaraan-bermotor-di-makassar-tembus-146-juta-unit>, diakses 15 April 2021).
- Kusuma Yusmiati. 2013. *Pengaruh Bahan Bakar Pada Aktivitas Transportasi Terhadap Pencemaran Udara*. Bandung: Politeknik Negeri Bandung.
- Kusuma, I.M.W.W., Sukadana, I.G.K., Adnyana, I.W.B., 2017. *Kajian Eksperimental Unjuk Kerja Mesin Menggunakan Bahan Bakar Arak Bali*. J. Ilm. Tek. DESAIN Mek. Vol 6, 227–231.
- Maharany Ulfah Azhaar. 2020. *Analisis Tingkat Konsentrasi Karbon Monoksida (CO) Dan Nitrogen Dioksida (NO₂) Kawasan Sekolah Di Kota Makassar*. Makassar: Universitas Hasanuddin.
- Makbul Ghina Fauziah. 2020. *Analisis Konsentrasi CO Dan NO₂ Dalam Menentukan Kualitas Udara Di Kawasan Perumahan Bumi Tamalanrea Permai Kota Makassar*. Makassar: Universitas Hasanuddin.
- Marheni Adijanti, dkk. 2017. *Teori Dan Konsep Dasar Statistika Dan Lanjut*. Denpasar: Universitas Udayana
- Melissa. 2007. *Validasi dan Aplikasi Model Caline4 Pada Ruas Jalur Trans-Jakarta Busway*. Bandung: Program Studi Teknik Lingkungan Institut Teknologi Bandung.
- Menteri Kesehatan Republik Indonesia. 2002. Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No : 1407/MENKED/SK/XI/2002 Tentang Pedoman Pengendalian Dampak Pencemaran Udara. Jakarta.
- Menteri Negara Lingkungan. 2010. *Pelaksanaan Pengendalian Udara di Daerah*. Jakarta : Menteri Negara Lingkungan Hidup
- Menurut Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 38 Tahun 2004 Tentang Jalan.
- Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia. 2010. Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia No. 12 Tahun 2010 Tentang Pelaksanaan Pengendalian Pencemaran Udara di Daerah. Jakarta

- Muchtar Fakhri. 2018. *Analisis Emisi Kendaraan Berbasis Model Caline-4 Di Jalan Nasional Pada Kawasan Maminasata*. Makassar : Universitas Hasanuddin.
- Munazar, A, H., Zulfah, Farid, A. 2012. *Analisa Pemakaian Vacuum Tube Pada Intake Manifoald Terhadap Konsumsi Bahan Bakar dan Emisi Gas Buang*. Tegal: Universitas Pancasakti Tegal.
- Muziansyah., D, Sulistyorini, R., & Sebayang, S. (2015). *Model Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor Akibat Aktivitas Transportasi (Studi Kasus: Terminal Pasar Bawah Ramayana Kota Bandar Lampung)*. Lampung: Jurnal Universitas Lampung.
- Nasrullah, N. 2001. "Seleksi Tanaman Lanskap yang Berpotensi Tinggi Menyerap Polutan Gas NO₂ dengan Menggunakan Gas NO₂ Bertanda 15N". *Bulletin Tanaman dan Lanskap Indonesia* Vol.4 Nomor 1.
- Noviani, Elaeis R. 2013. *Pengaruh Jumlah Kendaraan Dan Faktor Metereologi (Suhu, Kelembaban, Kecepatan Angin) Terhadap Peningkatan Konsentrasi Gas Pencemar NO₂ (Nitrogen Dioksida) Pada Persimpangan Jalan Kota Semarang (Studi Kasus Jalan Karangrejo Raya, Sukun Raya, Dan Ngesrep Timur V)*. Semarang: Program Studi Teknik Lingkungan Universitas Diponegoro.
- Pemerintah Republik Indonesia. 2021. Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 22 Tahun 2021 Tentang Pengendalian Pencemaran Udara. Jakarta.
- Pemerintah Republik Indonesia. 1999. Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 41 Tahun 1999 Tentang Pengendalian Pencemaran Udara. Jakarta.
- Pemerintah Republik Indonesia. 2012. Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 55 Tahun 2012 tentang Kendaraan. Jakarta.
- Putri Iriyanti Dwi. 2016. *Analisis Hubungan Emisi CH₄, SO_x, NO_x Terhadap Karakteristik Operasional Kendaraan Ringan*. Makassar: Universitas Hasanuddin.
- Putri Nidya Yuliana. 2017. *Analisis Pengaruh Beban Emisi CO Dan NO₂ Dari Kendaraan Bermotor Terhadap Kualitas Udara Ambien Roadside (Studi Kasus: Jalan SM.Raja, Jalan Gatot Subroto, dan Jalan Balai Kota)*. Medan: Universitas Sumatera Utara.
- Pohan, Nurhasmawaty. 2002. *Pencemaran Udara dan Hujan Asam*. Sumatera Utara : Program Studi Teknik Kimia FT-USU.

- Rahadi Bambang, Kurniati E. & Imaya. 2019. *Analisis Sebaran Polutan SO₂, NO_x dan PM10 dari Sumber Bergerak pada Jalan Arteri Kota Malang*. Malang: Universitas Brawijaya.
- Ratnani. 2008. Teknik Pengendalian Pencemaran Udara yang Diakibatkan oleh Partikel. *Momentum* Vol. 4 : 27 – 32. Semarang : Jurusan Teknik Kimia FT-Univ. Wahid Hasyim.
- Safety and Environmental Services. (2016). Material Safety Data Sheet (Nitrogen dioxide MSDS). Diakses dari: <http://www.praxair.ca> (Disitasi tanggal 12 Juli 2017).
- Salatin Astri, Arif C. & Rachmawati. 2019. *Analisis Tingkat Risiko Paparan NO_x terhadap Pekerja di Gardu Tol Akibat Volume Kendaraan di Pintu Tol Jagorawi, Bogor*. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Sidjabat Filson Maratur & Driejana. 2017. *Model Spasial Sebaran Pencemar Udara Dari Sumber Transportasi Dan Pengaruhnya Pada Kualitas Udara Di Dalam Rumah Di Sekitar Jalan Raya (Studi Kasus di Wilayah Karees dan Cibeunying Kidul, Bandung)*. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Syech, R, dkk. (2014). *Faktor-faktor Fisis yang Mempengaruhi Akumulasi Nitrogen Monoksida dan Nitrogen Dioksida di Udara Pekan Baru*. *Komunikasi Fisika Indonesia* 10(7), 516-523
- Suyono. (2014). *Pencemaran Kesehatan Lingkungan*. Jakarta: Penerbit Buku Kedokteran EGC.
- Soepangkat. 1994. *Pengantar Meteorologi*. Jakarta : BPLMG
- Tugaswati, A.T., 2007. *Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor dan Dampaknya Terhadap Kesehatan*. Surabaya: Jurusan Teknik Lingkungan ITS.
- Wijayanti, D., N. (2012). *Gambaran dan Analisis Risiko Nitrogen Dioksida (NO₂) Per-Kota/ Kabupaten dan Provinsi di Indonesia (Hasil Pemantauan Kualitas Udara Ambien dengan Metode Pasif di Pusarpedal Tahun 2011)*. Jakarta : Universitas Indonesia.
- Winardhy, Denissa Yuliana. 2018. *Analisis Kuantitas Emisi di Kawasan Sekolah Berbasis Caline4*. Makassar : Universitas Hasanuddin
- Yuliasuti, Ambar. 2008. *Estimasi Sebaran Keruangan Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor Di Kota Semarang*. Semarang: Universitas Diponegoro.

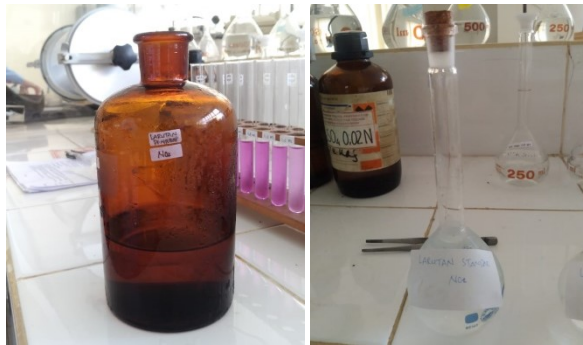
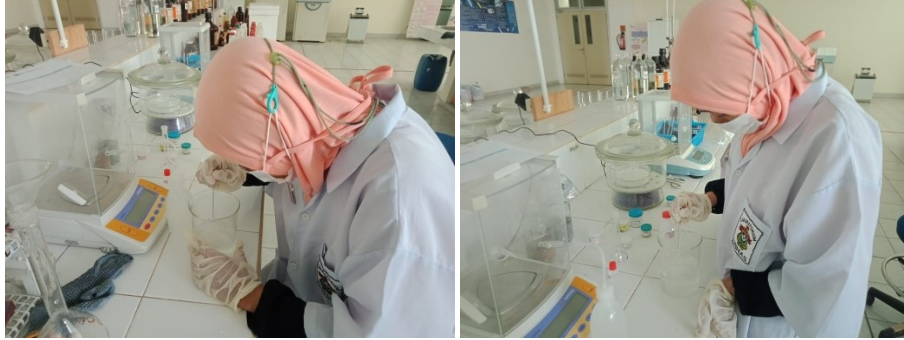
Yunita Ria D & Kiswandono Agung A. 2017. *Kajian Indeks Standar Pencemar Udara (Ispu) Sulfur Dioksida (SO₂) Sebagai Polutan Udara Pada Tiga Lokasi Di Kota Bandar Lampung*. Lampung: Universitas Lampung.

Zakaria Nurdin & Azizah. 2013. *Analisis Pencemaran Udara (SO₂), Keluhan Iritasi Tenggorokan Dan Keluhan Kesehatan Iritasi Mata Pada Pedagang Makanan Di Sekitar Terminal Joyoboyo Surabaya*. Surabaya: Universitas Airlangga.

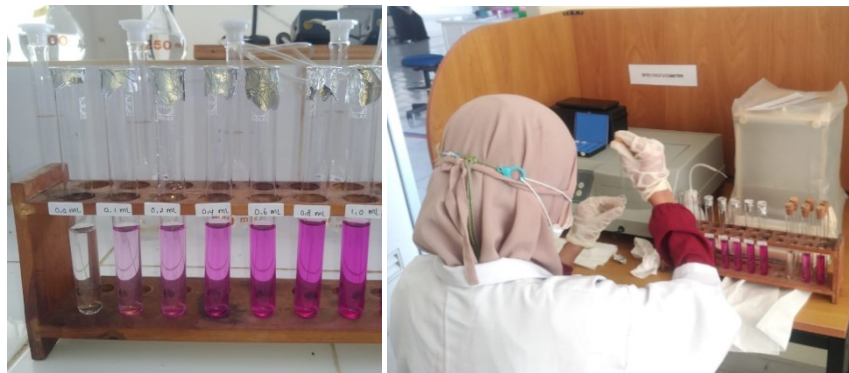
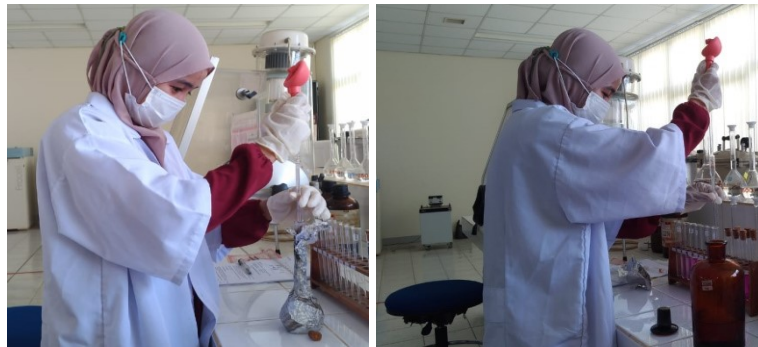
LAMPIRAN

Lampiran 1. DOKUMENTASI PENELITIAN

1. Pembuatan Larutan



2. Kurva Kalibrasi





3. Dokumentasi Pengukuran



4. Dokumentasi Pengujian Sampel



Lampiran 2. DATA TITIK KOORDINAT RESEPTOR

1. Jalan Perintis Kemerdekaan

Interval Waktu	Reseptor	Koordinat	
Pagi	R1	5° 8'30.03"S	119°28'45.41"E
	R2	5° 8'29.66"S	119°28'49.07"E
	R3	5° 8'28.01"S	119°28'54.84"E
	R4	5° 8'28.21"S	119°29'0.94"E
Siang	R1	5° 8'30.03"S	119°28'45.41"E
	R2	5° 8'33.46"S	119°28'40.81"E
	R3	5° 8'36.57"S	119°28'37.42"E
	R4	5° 8'39.52"S	119°28'32.07"E
Sore	R1	5° 8'30.03"S	119°28'45.41"E
	R2	5° 8'34.02"S	119°28'48.41"E
	R3	5° 8'35.05"S	119°28'51.33"E
	R4	5° 8'36.89"S	119°28'54.75"E

2. Jalan Sultan Alauddin

Interval Waktu	Reseptor	Koordinat	
Pagi	R1	5°10'32.79"S	119°26'5.46"E
	R2	5°10'34.85"S	119°26'3.62"E
	R3	5°10'38.08"S	119°26'0.81"E
	R4	5°10'42.26"S	119°25'58.20"E
Siang	R1	5°10'32.79"S	119°26'5.46"E
	R2	5°10'39.66"S	119°26'5.88"E
	R3	5°10'42.56"S	119°26'5.47"E
	R4	5°10'47.86"S	119°26'5.58"E
Sore	R1	5°10'32.79"S	119°26'5.46"E
	R2	5°10'39.66"S	119°26'5.88"E
	R3	5°10'42.56"S	119°26'5.47"E
	R4	5°10'47.86"S	119°26'5.58"E

3. Jalan Andi Pangeran Pettarani

Interval Waktu	Reseptor	Koordinat	
Pagi	R1	5°10'21.33"S	119°25'56.13"E
	R2	5°10'24.29"S	119°26'0.04"E
	R3	5°10'28.64"S	119°26'1.84"E
	R4	5°10'30.25"S	119°26'6.78"E
Siang	R1	5°10'21.33"S	119°25'56.13"E
	R2	5°10'26.70"S	119°25'50.54"E
	R3	5°10'29.41"S	119°25'48.28"E
	R4	5°10'33.03"S	119°25'46.12"E
Sore	R1	5°10'21.33"S	119°25'56.13"E
	R2	5°10'24.29"S	119°26'0.04"E
	R3	5°10'28.64"S	119°26'1.84"E
	R4	5°10'30.25"S	119°26'6.78"E

4. Jalan Urip Sumoharjo

Interval Waktu	Reseptor	Koordinat	
Pagi	R1	5° 8'46.49"S	119°28'8.58"E
	R2	5° 8'50.69"S	119°28'12.84"E
	R3	5° 8'54.58"S	119°28'16.55"E
	R4	5° 8'59.15"S	119°28'19.52"E
Siang	R1	5° 8'46.49"S	119°28'8.58"E
	R2	5° 8'51.58"S	119°28'9.56"E
	R3	5° 8'54.71"S	119°28'7.82"E
	R4	5° 8'58.87"S	119°28'8.65"E
Sore	R1	5° 8'46.49"S	119°28'8.58"E
	R2	5° 8'50.20"S	119°28'4.20"E
	R3	5° 8'53.49"S	119°28'2.14"E
	R4	5° 8'56.37"S	119°27'58.52"E

5. Jalan Veteran Selatan

Interval Waktu	Reseptor	Koordinat	
Pagi	R1	5° 9'47.24"S	119°25'15.54"E
	R2	5° 9'50.30"S	119°25'14.05"E
	R3	5° 9'53.56"S	119°25'11.96"E
	R4	5° 9'47.24"S	119°25'15.54"E
Siang	R1	5° 9'42.22"S	119°25'17.90"E
	R2	5° 9'47.24"S	119°25'15.54"E
	R3	5° 9'50.30"S	119°25'14.05"E
	R4	5° 9'53.56"S	119°25'11.96"E
Sore	R1	5° 9'42.22"S	119°25'17.90"E
	R2	5° 9'42.24"S	119°25'11.52"E
	R3	5° 9'43.75"S	119°25'7.99"E
	R4	5° 9'40.87"S	119°25'4.77"E

6. Jalan Veteran Utara

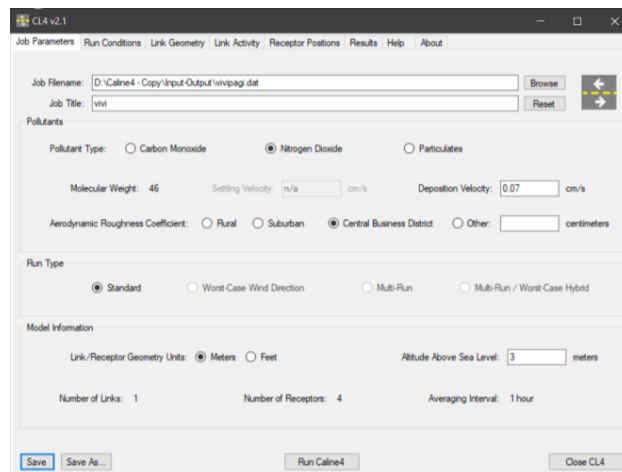
Interval Waktu	Reseptor	Koordinat	
Pagi	R1	5° 8'40.81"S	119°25'29.23"E
	R2	5° 8'45.88"S	119°25'29.23"E
	R3	5° 8'50.31"S	119°25'27.94"E
	R4	5° 8'54.90"S	119°25'27.96"E
Siang	R1	5° 8'40.81"S	119°25'29.23"E
	R2	5° 8'41.09"S	119°25'22.94"E
	R3	5° 8'39.61"S	119°25'18.98"E
	R4	5° 8'42.20"S	119°25'14.28"E
Sore	R1	5° 8'40.81"S	119°25'29.23"E
	R2	5° 8'41.09"S	119°25'22.94"E
	R3	5° 8'39.61"S	119°25'18.98"E
	R4	5° 8'42.20"S	119°25'14.28"E

Lampiran 3. Tutorial PENGGUNAAN CALINE-4

Berikut merupakan contoh cara penginputan data menggunakan pemodelan Caline-4 dan Permodelan Caline-4 meliputi memasukan data input dan eksekusi. Output dari permodelan ini berupa besaran nilai pencemaran udara pada masing masing reseptor. File input tersedia untuk membantu dalam proses data, yakni cakupan data input, tombol tombol radio, daftar input dan tabulasi halaman. File input dalam penggunaan model Caline-4 terdiri dari lima yaitu (Melissa, 2007) :

1. *JOB PARAMETERS*

Layar *Job* parameter berisi informasi umum yang menggambarkan cara kerja, pembagian model parameter secara umum, mengatur satuan (feet atau meter) yang akan digunakan untuk memasukkan data ke link geometri dan layar receptor positions. Masukan Job Parameter terdiri dari beberapa bagian, yakni:



File Name : Berupa nama file yang setelah file disave dalam format (*.dat), file name akan terisi dengan sendirinya.

Job Tittle : Merupakan icon tambahan untuk menjelaskan model yang dibuat (dapat terisi hingga 40 karakter)

Pollutant Type : Pilih satu jenis polutan untuk di modelkan

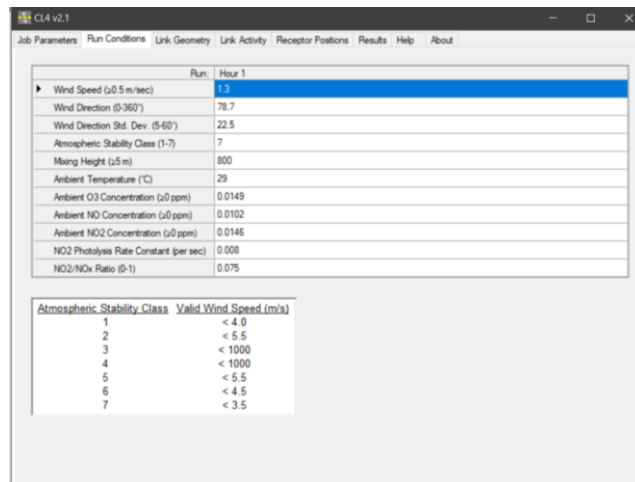
Aerodynamic : Pilihan dalam menentukan jumlah turbulensi udara lokal

Roughness Coefficient : Pilihan yang dapat digunakan (1) *Rural*, (2) *Suburban*, (3) *Central Business District*

- Run Type* : Merupakan pilihan dalam menentukan periode rata-rata untuk konsentrasi pencemar dengan sudut angin rata-rata per jam. Pilihan yang digunakan
- Link/Receptor* : (1) STANDARD yang menghitung konsentrasi NO₂ rata-rata 1 jam pada reseptor dan users harus memasukkan arah arah pada layar Run Condition,
 (2) MULTI RUN yang menghitung konsentrasi rata-rata selama 8 jam pada reseptor dan users harus memasukkan arah 9ngina setiap jamnya,
 (3) WORST-CASE WIND ANGLE yang menghitung konsentrasi rata-rata NO₂ selama 1 jam pada reseptor dan model akan memilih sudut 9ngina yang menghasilkan konsentrasi NO₂ tertinggi pada setiap reseptor serta pilihan yang tepat bagi kebanyakan users,
 (4) MULTI-RUN/WORST-CASE HYBRID yang menghitung konsentrasi rata-rata NO₂ selama 8 jam pada reseptor dan model akan memilih sudut 9ngina yang menghasilkan konsentrasi NO₂ tertinggi pada setiap reseptor
- Link/Receptor : Untuk menentukan satuan dari geometri link dan Geometry Unit reseptor dalam satuan meter atau feet
- Geometry Unit : Untuk mendefinisikan ketinggian di atas rata- rata
- Altitude Above Sea Level: Untuk mendefinisikan ketinggian di atas rata- rata permukaan laut

2. RUN CONDITIONS

Layar Run Condition berisikan parameter meteorologi yang dibutuhkan untuk menjalankan Caline-4



Run: Hour 1	
Wind Speed (≥0.5 m/sec)	1.3
Wind Direction (0-360°)	78.7
Wind Direction Std. Dev. (5-60°)	22.5
Atmospheric Stability Class (1-7)	7
Mixing Height (≥5 m)	800
Ambient Temperature (°C)	29
Ambient O3 Concentration (≥0 ppm)	0.0149
Ambient NO Concentration (≥0 ppm)	0.0102
Ambient NO2 Concentration (≥0 ppm)	0.0146
NO2 Photolysis Rate Constant (per sec)	0.008
NO2/NOx Ratio (0-1)	0.075

Atmospheric Stability Class	Valid Wind Speed (m/s)
1	< 4.0
2	< 5.5
3	< 1000
4	< 1000
5	< 5.5
6	< 4.5
7	< 3.5

Wind Speed : Berupa kecepatan angin dalam meter per detik dengan nilai minimum kecepatan angin $\geq 0,5$ m/s

Wind Direction : Arah angin dominan yang bertiup searah jarum jam selama pengukuran yang telah ditentukan ($0^\circ - 360^\circ$)

Wind Direction Std Deviation : Berupa standar deviasi arah angin atau “sigma theta” ($5^\circ - 60^\circ$)

Atmosphere Stability Class : Merupakan ukuran turbulensi atmosfer dengan nilai 1-7, berdasarkan ketentuan Caline-4

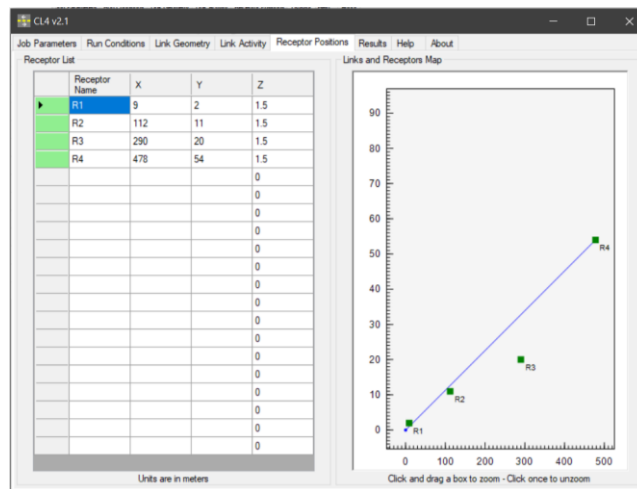
Mixing Height : Berupa ketinggian turbulensi termal yang terjadi (≥ 5 m).

Ambient Temperature : Merupakan temperatur ambien yang secara signifikan mempengaruhi emisi pencemar dalam unit derajat celcius

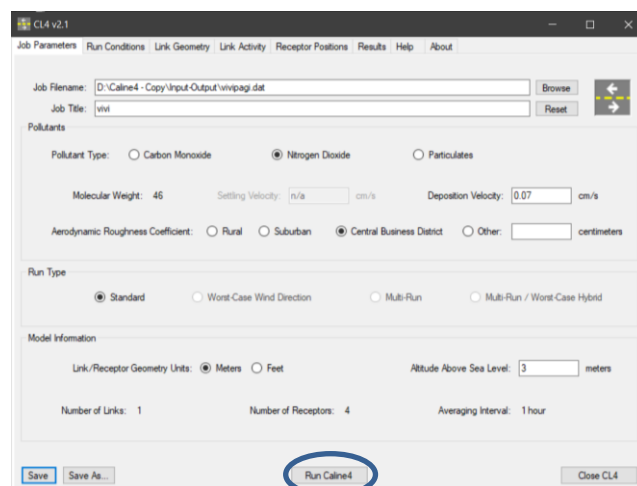
Ambien Pollutant Concentration : Merupakan gambaran tingkat konsentrasi polutan alami ketika tidak ada aktivitas

5. RECEPTOR POSITIONS

Pada pilihan input ini, masukan data nama reseptor dan koordinatnya. Hasil pemetaan jalan yang dilakukan oleh Caline-4 berdasarkan Link Geometry dan Receptor Positions kemudian dapat dilihat pada bagian ini. Untuk satu kali input Caline-4 hanya maksimal 20 reseptor



Setelah memasukkan semua data tersebut, selanjutnya kembali ke halaman paling awal yaitu *Job Parameter*, kemudian pilih “save” karena Caline-4 hanya dapat menjalankan hitungan ketika *file* tersebut telah disimpan. Setelah *file* disimpan, selanjutnya pilih “Run Caline4” untuk melihat hasil dari data yang telah *diinput*.



6. RESULT

Kemudian akan muncul nilai besaran konsentrasi polutan pada bagian Result seperti pada gambar

```
CL4.v01
Job Parameters  Run Conditions  Link Geometry  Link Activity  Receptor Positions  Results  Help  About

CALINE4: CALIFORNIA LINE SOURCE DISPERSION MODEL
JUNE 1989 VERSION
PAGE 1

JOB: vlv1
RUN: Hour 1
POLLUTANT: Nitrogen Dioxide

I. SITE VARIABLES
U= 1.3 W/S          ZD= 400. CM          ALT= 3. (M)
BRG= 78.7 DEGREES  VD= 0.0 CM/S
CLAS= 7 (G)         VS= 0.0 CM/S
WZD= 800. M         TMP= 29.0 DEGREE (C)
SICHT= 23. DEGREES

NOX VARIABLES
NO2= 0.01 PPM      NO= 0.01 PPM      O3= 0.01 PPM      KR= 0.008 1/SEC

II. LINK VARIABLES
LINK * LINK COORDINATES (M) *
DESCRIPTION * X1 Y1 X2 Y2 * TYPE VPH (G/M) H W
----- *----- *----- *----- *----- *----- *----- *-----
A. Perintis Kem * 0 0 478 54 * AG 12574 0.73 0.0 32.5

III. RECEPTOR LOCATIONS AND MODEL RESULTS
* * *
* COORDINATES (M) * PRED
RECEPTOR * X Y Z * CONC
----- *----- *----- *----- *-----
1. R1 * 9 2 1.5 * 0.05
2. R2 * 117 11 1.5 * 0.05
3. R3 * 290 62 1.5 * 0.02
4. R4 * 478 54 1.5 * 0.01

Open in Notepad
```