



TUGAS AKHIR – RE 141581

**STUDI DISPERSI EMISI NO_x PESAWAT KOMERSIL DARI
SUMBER GARIS (LINE SOURCE) DI BANDAR UDARA
INTERNASIONAL JUANDA**

**MUHAMMAD ALIF HIDAYAT
3313100021**

**Dosen Pembimbing
Dr. Eng. Arie Dipareza Syafei, ST., MEPM**

**DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2017**



TUGAS AKHIR – RE 141581

**STUDI DISPERSI EMISI NO_x PESAWAT KOMERSIL DARI
SUMBER GARIS (LINE SOURCE) DI BANDAR UDARA
INTERNASIONAL JUANDA**

**MUHAMMAD ALIF HIDAYAT
3313100021**

**Dosen Pembimbing
Dr. Eng. Arie Dipareza Syafei, ST., MEPM**

**DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2017**



FINAL PROJECT – RE 141581

***NO_x DISPERSION OF COMMERCIAL AIRCRAFT FROM LINE
SOURCE EMISSION IN INTERNATIONAL JUANDA AIRPORT***

***MUHAMMAD ALIF HIDAYAT
3313100021***

***SUPERVISOR
Dr. Eng. Arie Dipareza Syafei, ST., MEPM***

***DEPARTMENT OF ENVIRONMENTAL ENGINEERING
Faculty of Civil Engineering and Planning
Institute of Technology Sepuluh Nopember
Surabaya 2017***

LEMBAR PENGESAHAN

STUDI DISPERSI EMISI NO_x PESAWAT KOMERSIL DARI SUMBER GARIS (*LINE SOURCE*) DI BANDAR UDARA INTERNASIONAL JUANDA

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar
Sarjana Teknik

pada

Program Studi S-1 Departemen Teknik Lingkungan
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

MUHAMMAD ALIF HIDAYAT
NRP: 3313100021

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir



Dr. Ir. Eng. Arie Dipareza Syafei, ST., MEPM

NIP: 19820804 200501 1 001



STUDI DISPERSI EMISI NO_x PESAWAT KOMERSIL DARI SUMBER GARIS (*LINE SOURCE*) DI BANDAR UDARA INTERNASIONAL JUANDA

Nama Mahasiswa : Muhammad Alif Hidayat
NRP : 3313100021
Jurusan : Teknik Lingkungan
Dosen Pembimbing : Dr. Eng. Arie Dipareza Syafei, ST.,
MEPM

ABSTRAK

Bandara Internasional Juanda merupakan salah satu bandara yang paling sibuk yang berada di Jawa Timur. kegiatan penerbangan yang tinggi di bandara juanda menimbulkan potensi pencemaran udara yang dihasilkan oleh pesawat melalui pembakaran bahan bakar avtur pada mesin jet pesawat. Hal ini menimbulkan potensi pencemaran udara apalagi jika dilihat total penerbangan yang ada di juanda rata rata 137.051 pertahun. Kegiatan penerbangan per harinya mencapai 380 kegiatan. Emisi yang dikeluarkan dari pesawat salah satunya adalah NO_x. NO_x yang tertimbun dalam jumlah yang besar dalam waktu yang lama di dalam tubuh. Pada bandara juanda belum terdapat stasiun pemantau kualitas udara. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui sebaran dari polutan NO_x pada sekitar bandar udara Juanda. Sebaran polutan NO_x akan disesuaikan dengan arah angin dominannya. Peta sebaran polutan nantinya akan menjadi sebuah rekomendasi kepada pihak otoritas bandara untuk dapat menanggulangi dampaknya. Penelitian ini juga bertujuan untuk melihat seberapa besar pengaruh dari kondisi meteorologi.

Penelitian kali ini menggunakan pemodelan *gaussian finite line source* untuk mendapatkan persebaran dispersi dari polutan NO_x. Model ini dipengaruhi oleh beberapa hal, yaitu kondisi meteorologi, arah angin, kecepatan angin, laju emisi, panjang sumber emisi. Model dapat digunakan dengan baik, maka faktor faktor tersebut harus dimiliki datanya secara lengkap. Pengumpulan data dilakukan dengan menggunakan data sekunder melalui pihak terkait. Data laju emisi diambil data dari angkasa pura dari jumlah pesawat yang melakukan aktifitas di bandar udara Juanda. Data data arah angin, kecepatan angin, dan cuaca didapatkan dari BMKG ataupun BLH kota Surabaya.

Data yang sudah terkumpul akan di olah menjadi *windrose* yang berfungsi untuk mengetahui arah angin dominan dan kecepatannya. *Windrose* digunakan sebagai acuan untuk menentukan lokasi titik reseptor dari model yang akan dibuat. Sampling lapangan dilakukan untuk membandingkan hasil model yang telah dibuat.

Hasil yang didapatkan dari model dengan beberapa skenario menunjukkan bahwa di beberapa tempat terdapat titik yang konsentrasinya melebihi baku mutu. Model dispersi jika dibandingkan dengan hasil sampling dengan menggunakan impinger terlihat angka yang jauh berbeda. Hasil sampling yang dihitung dengan menggunakan RSMPE error yang didapat mencapai 73,67% dan yang terendah adalah 47,62%. Hal ini dapat disebabkan oleh beberapa hal, diantaranya adalah sumber emisi lain yang masuk semisalkan dari kendaraan, keadaan meteorologi, dan juga tidak diperhitungkannya disposisi.

Kata kunci : Bandara, Dispersi, NO_x, Sumber garis, Pesawat komersil

NO_x DISPERSION OF COMMERCIAL AIRCRAFT FROM LINE SOURCE EMMISON IN INTERNATIONAL JUANDA AIRPORT

Name : Muhammad Alif Hidayat
NRP : 3313100021
Study Progamme : Teknik Lingkungan
Supervisor : Dr. Eng. Arie Dipareza Syafei, ST.,
MEPM

ABSTRACT

International Juanda Airport is one of the most busy airport in East Java. Juanda airport potential to make air pollution because its high activity in aviation. Air pollution is caused by avtur combustion which is emmited by jet engine in every airplane. As we can see there are 137.051 per year. If we count there is 380 airplane that using Juanda International Airport each day. pollutant that emmited by airplane is NO_x. If NO_x is concentrate with high level in body can in a long period time can cause illness. Therefore there are no air monitoring stasion in Juanda Airport. This research is to see how much airplane activity and meterological condition is affect to dispersion of pollutant in some area near airport focusing on NO_x emmision.

In this research to calculate dispersion of NO_x emmision that emmited by airplane is using gaussian finite line source. This model is affec with several condition such as, wind direction, wind speed, emmision rate, length of emmision source. If we want to calculate we have to make sure we can get all of those data. All of data we need is collect given by related agency. Emmision rate data is collect from angkasa pura, calculate from airplane number that landing or take off in bandara juanda. Wind speed and wind direction is collect from BMKG or BLH surabaya. After all data is collected so we can continue to make windrose. Windrose is calculate to know dominant wind speed and direction. After that we can put reseptor point to calculate dispersion NO_x concentration. After dispersion model is calculate we need to do air sampling with impinger to know that model we calculate is accurate or not.

Model calculate result from different scenario show that some reseptor point is above threeshold. But if we compare with air sampling with impinger the result is difference by +-100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. If we count with RSMPE error percentage is 73,67% and 47,62%. This condition is caused by emmision near sampling site, meterological condition and not considerable disposition of emmision.

Key Word : Airport, Gaussian Dispersion, NO_x, Line source, Commercial Aircraft

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah SWT berkat Rahmat, Hidayah, dan Karunia-Nya kepada kita semua, sehingga saya dapat menyelesaikan tugas akhir dengan judul “STUDI DISPERSI EMISI NOX PESAWAT KOMERSIL DARI SUMBER GARIS (*LINE SOURCE*) DI BANDAR UDARA INTERNASIONAL JUANDA”. Penulis menyadari dalam penyusunan proposal skripsi ini tidak akan selesai tanpa bantuan dari berbagai pihak. Karena itu pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Eng. Arie Dipareza Syafei, ST., MEPM selaku dosen pembimbing saya dalam mengerjakan tugas akhir ini yang selalu membimbing saya dalam pengerjaan tugas akhir ini.
2. Bapak Agus Slamet, Ir., MSc.,Dr, Bapak Rachmat Boedisantoso, Dr. Ir., MT. dan Bapak Alfian Purnomo, ST, MT selaku dosen penguji saya yang juga banyak memberikan saran dan masukan kepada tugas akhir saya.
3. Kedua orang tua saya ayahanda Hery Kristianto dan ibunda Supris Yulianti yang selalu mendoakan dan memberikan penulis semangat dalam mengerjakan tugas akhir ini.
4. Angkasa Pura sebagai fasilitator saya mengerjakan tugas akhir. Tanpa adanya dukungan dari angkasa pura saya tidak dapat melaksanakan tugas akhir dengan baik.
5. Adinda Sri Sulistyawati yang sudah menemani dan memberikan semangat selama pengerjaan tugas akhir ini.
6. Teman teman angkatan 2013 teknik lingkungan yang saya sayangi yang menjadi sumber informasi dan teman diskusi saat mengerjakan tugas akhir yang tidak bisa saya sebutkan satu per satu.

Penulis menyadari tugas akhir ini tidak luput dari berbagai kekurangan dan kesalahan. Maka dari itu penulis mengharapkan saran dan kritik demi perbaikan dari penelitian dan tugas akhir ini. Harapannya laporan tugas akhir ini dapat memberikan manfaat dan dapat dikembangkan lagi lebih lanjut. Amiin.

“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”

DAFTAR ISI

ABSTRAK.....	i
ABSTRACT	iii
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan.....	2
1.4 Ruang Lingkup	2
1.5 Manfaat.....	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Pencemaran Udara	5
2.2 Pencemaran Udara Oleh NO _x	6
2.2.1 Karakteristik NO _x	6
2.2.2 Dampak NO ₂ Terhadap Kesehatan.....	7
2.2.3 Baku Mutu Udara Ambien	7
2.3 Emisi Pesawat Terbang Komersial	8
2.4 Faktor Emisi.....	9
2.5 Tingkat Ketelitian Perhitungan	13
2.5.1 Metode <i>Tier</i> 1	13
2.5.2 Metode <i>Tier</i> 2.....	14
2.5.3 Metode <i>Tier</i> 3.....	14
2.6 Model Dispersi udara.....	15
2.7 Pemodelan Gauss dengan Sumber Garis	16
2.8 Faktor yang Mempengaruhi Dispersi Udara	18
2.8.1 Karakteristik Sumber	18
2.8.2 Kondisi Meteorologi	18
2.9 Arah Angin Dominan (<i>Windrose</i>)	22
2.10 Tumbuhan Penyerap Polutan	24
BAB 3 METODE PENELITIAN	27

3.1 Tahap – Tahap Penelitian	27
3.2 Alat dan Bahan	31
3.3 Persiapan Penelitian	31
3.4 Pelaksanaan Penelitian.....	31
3.4.1 Pengumpulan Data	31
3.4.2 Analisis Data Sekunder	32
3.5 Pembuatan <i>Windrose</i>	32
3.6 Pembuatan Model	33
3.7 Validasi Hasil Perhitungan	34
3.8 Pembuatan Kontur Dispersi	35
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	37
4.1 Data Penerbangan Bandara Internasional Juanda ..	37
4.2 Data Arah dan Kecepatan Angin	39
4.3 Arah Angin Dominan (<i>Windrose</i>)	40
4.4 Perhitungan Beban Emisi.....	41
4.5 Perhitungan <i>Plume Rise</i>	43
4.6 Perhitungan Parameter Dispersi.....	47
4.7 Perhitungan Konsentrasi Dispersi	47
4.8 Pembuatan Kontur Dengan Menggunakan <i>Surfer</i> ...	66
4.9 Hasil Sampling	87
4.10 Ruang Terbuka Hijau (RTH)	92
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	97
5.1 Kesimpulan.....	97
5.2 Saran	97
DAFTAR PUSTAKA.....	99
LAMPIRAN 1	103
LAMPIRAN 2	129
BIODATA PENULIS.....	143

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Pergub Jatim Nomor 10 Tahun 2009.....	8
Tabel 2.2 Baku Mutu Ambien Menurut PP no 14 tahun 1999.....	8
Tabel 2.3 Faktor emisi pesawat terbang.....	10
Tabel 2.3 Faktor emisi pesawat terbang (lanjutan).....	11
Tabel 2.3 Faktor emisi pesawat terbang (lanjutan).....	12
Tabel 2.4 Faktor emisi CO ₂ tier 1	13
Tabel 2.5 Faktor emisi non CO ₂ tier 1	14
Tabel 2.6 Kriteria Stability Class menurut Pasquill – Gifford	19
Tabel 2.7 Nilai Parameter untuk model	20
Tabel 2.8 Rumus Sigma Y berdasarkan kelas stabilitas	20
Tabel 2.9 Nilai Parameter berdasarkan tempatnya	21
Tabel 2.9 Nilai Parameter berdasarkan tempatnya	25
Tabel 4.1 Data kedatangan pesawat bandara juanda	37
Tabel 4.2 Data keberangkatan pesawat bandara juanda	38
Tabel 4.3 Data keberangkatan pesawat bandara juanda	38
Tabel 4.4 Data kedatangan pesawat bandara juanda	39
Tabel 4.4 Data kedatangan pesawat bandara juanda (lanjutan)	40
Tabel 4.5 Data keberangkatan pesawat bandara juanda	41
Tabel 4.6 Data keberangkatan pesawat bandara juanda	41
Tabel 4.7 Beban emisi rekapan satu hari	42
Tabel 4.8 Rekap Beban Emisi Bandara Juanda	43
Tabel 4.9 Data Spesifikasi Mesin Pesawat Terbang	44
Tabel 4.9 Data Spesifikasi Mesin Pesawat Terbang (lanjutan) ..	45
Tabel 4.9 Data Spesifikasi Mesin Pesawat Terbang (lanjutan) ..	46
Tabel 4.10 Skenario Model.....	49
Tabel 4.11 Konsentrasi Skenario d1, d2 dan d3.....	50
Tabel 4.11 Konsentrasi Skenario d1, d2 dan d3 (lanjutan).....	51
Tabel 4.11 Konsentrasi Skenario d1, d2 dan d3 (lanjutan).....	52
Tabel 4.12 Konsentrasi Skenario d4, d5 dan d6.....	53
Tabel 4.12 Konsentrasi Skenario d4, d5 dan d6 (lanjutan).....	54
Tabel 4.12 Konsentrasi Skenario d4, d5 dan d6 (lanjutan).....	55
Tabel 4.13 Konsentrasi Skenario d7, d8 dan d9.....	56
Tabel 4.13 Konsentrasi Skenario d7, d8 dan d9 (lanjutan).....	57
Tabel 4.14 Konsentrasi Skenario w1, w2 dan w3.....	58
Tabel 4.13 Konsentrasi Skenario d7, d8 dan d9 (lanjutan).....	58
Tabel 4.14 Konsentrasi Skenario w1, w2 dan w3 (lanjutan)	59
Tabel 4.14 Konsentrasi Skenario w1, w2 dan w3 (lanjutan)	60
Tabel 4.15 Konsentrasi Skenario w4, w5 dan w6	61

Tabel 4.16 Konsentrasi Skenario w7, w8 dan w9	64
Tabel 4.16 Konsentrasi Skenario w7, w8 dan w9 (lanjutan)	65
Tabel 4.17 Tabel Perbandingan Skenario	66
Tabel 4.16 Konsentrasi Skenario w7, w8 dan w9 (lanjutan)	66
Tabel 4.18 Hasil Absoransi titik sampel	90
Tabel 4.19 Data Absorbansi semua titik sampel	90
Tabel 4.20 Hasil Konsentrasi Titik Sampel	91
Tabel 4.21 konversi hasil titik sampel ke $\mu\text{g}/\text{m}^3$	91

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Siklus terbang standar pesawat.....	9
Gambar 2.2 Contoh Dispersi	15
Gambar 2.3 Persebaran Polutan dari Sumber	17
Gambar 2.4 Contoh diagram windrose (supriyadi, E, 2009).....	24
Gambar 3.1 Lokasi Bandar Udara Internasional Juanda.....	27
Gambar 3.2 Diagram Alir Penelitian	28
Gambar 3.3 Lokasi Titik Sampling.....	35
Gambar 4.1 Arah Angin Dominan	40
Gambar 4.2 Arah Angin Dominan Pada Bandara.....	48
Gambar 4.3 Garis Acuan Sudut	48
Gambar 4.4 Kontur Dispersi Skenario d1	69
Gambar 4.5 Kontur Dispersi Skenario d2	70
Gambar 4.6 Kontur Dispersi Skenario d3.....	71
Gambar 4.7 Kontur Dispersi Skenario d4.....	72
Gambar 4.8 Kontur Dispersi Skenario d5.....	73
Gambar 4.9 Kontur Dispersi Skenario d6.....	74
Gambar 4.10 Kontur Dispersi Skenario d7.....	75
Gambar 4.11 Kontur Dispersi Skenario d8.....	76
Gambar 4.12 Kontur Dispersi Skenario d9.....	77
Gambar 4.13 Kontur Dispersi Skenario w1	78
Gambar 4.14 Kontur Dispersi Skenario w2	79
Gambar 4.15 Kontur Dispersi Skenario w3	80
Gambar 4.16 Kontur Dispersi Skenario w4	81
Gambar 4.17 Kontur Dispersi Skenario w5	82
Gambar 4.18 Kontur Dispersi Skenario w6	83
Gambar 4.19 Kontur Dispersi Skenario w7	84
Gambar 4.20 Kontur Dispersi Skenario w8	85
Gambar 4.21 Kontur Dispersi Skenario w9	86
Gambar 4.22 Peta Titik Sampling.....	87
Gambar 4.23 Dokumentasi Sampling Titik 1	88
Gambar 4.24 Dokumentasi Sampling Titik 2	89
Gambar 4.25 Tanaman Akalipa Merah.....	93
Gambar 4.26 Tanaman Dadap Kuning.....	93
Gambar 4.27 Tanaman Kol Banda.....	94
Gambar 4.28 Alternatif Lokasi RTH.....	95

“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”

DAFTAR LAMPIRAN

Data arah dan kecepatan angin	103
Data penerbangan pada hari minggu tanggal 19 maret 2017 ..	129

“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Lalu lintas penerbangan di Indonesia meningkat dengan pesat setiap tahunnya. Hal ini dibuktikan pada tahun 2013 sampai dengan 2015 jumlah penerbangan di Indonesia bertambah 72.753 penerbangan dalam dua tahun. Dengan total penerbangan pada tahun 2015 adalah sebesar 791.783 penerbangan (laporan penerbangan domestik dan non domestik BPS, 2015). Dengan jumlah penerbangan sebanyak 137.051 pada tahun 2015. Bandar udara internasional Juanda bertanggung jawab atas 17% penerbangan yang ada di Indonesia. Bandar udara internasional Juanda menjadi bandara yang paling sibuk kedua setelah bandar udara internasional Soekarno-Hatta di pulau Jawa (Laporan Tahunan Angkasa Pura, 2015).

Kegiatan yang berkaitan dengan bandara terutama penerbangan menjadi sumber emisi dari polutan yang dapat mengakibatkan efek kepada lingkungan maupun kesehatan dari masyarakat. Diantara polutan yang dihasilkan dari kegiatan penerbangan adalah nitrogen oksida (NO_x), hidrokarbon (HC), partikulat (PM), karbon monoksida (CO). Nitrogen oksida (NO_x) dan hidrokarbon adalah polutan yang tersebar di bagian bawah lapisan ozon dan dapat menyebabkan iritasi pada paru-paru bahkan dapat menyebabkan penyakit seperti asma, bronkitis dan emfisema. Popescu dkk (2011) Pergerakan udara yang keluar dari suatu sumber dan tersebar di udara ambien dengan pengaruh angin dan meteorologi disebut dispersi. Dispersi terjadi pada sumber emisi pada cerobong ataupun sumber emisi lainnya seperti dari sumber buangan kendaraan bermotor (Vesilind, 1994).

Beberapa model digunakan untuk memprediksi konsentrasi polutan dari jalan, yang disebut dengan sumber garis (*line source*). Model yang banyak digunakan adalah berdasarkan model CALINE-3 model, EPA's HIWAY-2. Sementara itu *Gauss Finite Line Source* (GLFS) model adalah hasil perkembangan dari model GM yang telah disempurnakan dan telah disederhanakan dalam perhitungannya. Keuntungan lainnya dari model GLFS adalah model ini dapat diaplikasikan

untuk memprediksi polutan dalam jangka panjang. Data tambahan yang dibutuhkan dari model ini adalah *windeose*, dan model ini dapat memprediksi untuk seluruh stabilitas atmosfer. Prediksi jangka panjang dibutuhkan untuk merencanakan kebijakan lingkungan yang dibutuhkan (Luhar dan Patil, 1988).

Dengan dibuatnya pemodelan dispersi pada kegiatan penerbangan di bandara akan diketahui pola persebarannya dengan menggunakan kontur yang akan dibuat mengikuti arah angin dominan dan stabilitas atmosfer. Menurut Moussiopoulos dkk (1997) akan lebih baik apabila pemodelan diikuti dengan adanya observasi secara langsung ataupun dengan menggunakan stasiun pemantau yang ada. Hal ini dilakukan bertujuan untuk membandingkan hasil pemodelan dan hasil dari stasiun pemantau agar dapat diketahui hasil dari model dapat mendekati kondisi yang sesungguhnya.

1.2 Rumusan Masalah

Masalah yang akan dikaji dalam tugas akhir ini adalah:

1. Belum terdapatnya informasi pola sebaran NO_x di sekitar bandara Juanda.

1.3 Tujuan

Tujuan dari laporan tugas akhir ini adalah:

1. Menentukan sebaran NO_x berdasarkan rata-rata harian, perbedaan hari kerja dan akhir minggu, dan pengaruhnya pada lingkungan di dalam dan di luar bandar udara dengan metode *gaussian finite line source*.
2. Membandingkan model *gaussian finite line source* dengan hasil sampling.
3. Menentukan lokasi Ruang Terbuka Hijau (RTH) sebagai penyerap polutan.

1.4 Ruang Lingkup

Ruang lingkup dari tugas akhir ini antara lain:

1. Metode yang digunakan berdasarkan Rumus Gauss yaitu pemodelan matematis dengan menggunakan data meteorologi dan data karakteristik emisi.
2. Jenis model yang digunakan adalah *Gaussian Finite Line Source*.

3. Parameter kualitas udara yang digunakan adalah NO_x ($\text{NO}_{2+} + \text{NO}$).
4. Objek penelitian meliputi Kecamatan Waru Kabupaten Sidoarjo.
5. Sumber emisi berasal dari kegiatan pesawat komersil di bandar udara Internasional Juanda Terminal 1 dan Terminal 2.

1.5 Manfaat

Manfaat dari tugas akhir ini antara lain:

1. Mendapatkan model persebaran kualitas udara pencemar NO_x pada kawasan bandara juanda, dimana dengan adanya visual persebaran ini maka otoritas bandara dapat melakukan berbagai tindakan untuk mengurangi dampaknya terhadap pegawai dan ekosistem sekitarnya. Sebaliknya, bagi masyarakat sekitar kontur persebarannya dapat digunakan sebagai program lingkungan antara lain penanaman pohon atau barrier untuk mengurangi sebaran polutan ke daerah pemukiman.
2. Dengan menggunakan pemodelan dispersi kualitas udara dapat mengetahui konsentrasi polutan, karena sedikitnya alat pemantau kualitas udara yang ada di Kota Surabaya.
3. Dapat menjadi referensi bagi penelitian selanjutnya. Karena masih sedikit penelitian mengenai efek dari polutan yang dihasilkan dari kegiatan penerbangan dan dampaknya bagi lingkungan sekitarnya.

“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini akan disertakan teori teori pendukung yang akan digunakan dalam tugas akhir studi dispersi emisi (NO_x) pesawat komersil dari sumber garis (*Line Source*) di bandar udara Internasional Juanda.

Menurut KBBI, dispersi merupakan pergerakan untuk perpindahan individual, atau dapat juga diartikan sebagai penguraian Hassan dkk (2000). Sementara Oxford (2005) mendefinisikan dispersi secara umum sebagai kegiatan atau proses mendistribusikan sesuatu ke area lain yang luas. Proses dispersi sendiri juga merupakan menipisnya atau atau menghilangnya suatu zat.

Ketika keluar dari sumbernya, emisi polutan akan bergerak mengikuti arah angin, dan menyebar ke arah samping dan vertikal. Konsentrasi polutan akan besar pada garis searah dengan arah sebaran, dan rendah di bagian tepi Anggraeni (2012). Proses dispersi menimbulkan pengenceran zat pencemar di udara dari suatu sumber. Proses ini menyebabkan emisi yang konsentrasinya besar ketika meninggalkan cerobong menjadi lebih rendah di lingkungan sekitar Soedomo (2001).

2.1 Pencemaran Udara

Setiap aktivitas manusia dan proses alami menghasilkan polusi udara, namun tidak semua polusi udara menimbulkan masalah, tapi kebanyakan menimbulkan masalah yang serius. Diperkirakan polusi udara menyebabkan kematian sepuluh dari seribu kematian bayi di Amerika Selatan dan sekitar satu juta kematain bayi prematur di dunia. (visscher,2014)

Pencemaran udara menurut supriyadi (2009) adalah kondisi atmosfer ketika suatu zat pencemar konsentrasinya melebihi batas konsentrasi udara ambien normal yang menyebabkan dampak terukur pada manusia, hewan, tumbuhan, dan material. Zat pencemar udara dapat ditimbulkan oleh kegiatan alami atau kegiatan manusia (*anthropogenic*), pencemaran dapat dibedakan menjadi dua, yaitu pencemar indikatif dan spesifik.

Pencemar indikator adalah zat pencemar yang telah dijadikan indikator pencemaran udara secara umum antara lain

- Debu (*Particulate matter*)
- Karbon monoksida (CO)
- Total hidrokarbon (THC)
- Oksida nitrogen (NO₂)
- Sulfur oksida (SO₂)
- Oksida fotokimia (ozon)

Sedangkan untuk zat pencemar udara yang bersifat spesifik yang diemisikan dari sumbernya antara lain:

- Gas klor
 - Ammonia
 - Hidrogen sulfida
 - Merkaptan
 - Formaldehida
- (vallero, 2008)

2.2 Pencemaran Udara Oleh NO_x

Pencemaran udara oleh NO_x yang disebabkan dari kegiatan penerbangan pesawat terbang masih tergolong tinggi. Hal ini disebabkan karena belum adanya teknologi reduksi untuk polutan NO_x dari mesin pesawat terbang. Berbeda dengan hidrokarbon ataupun karbon monoksida yang sudah direduksi mulai dari mesin pesawat terbang. (Moussiopoulos, 1997)

2.2.1 Karakteristik NO_x

Perbedaan karakteristik dari Nitrogen dioksida (NO₂) dan Oksida nitrogen (NO_x) yang kita kenal sebagai salah satu pencemar udara yang berasal pembakaran mesin adalah sebagai berikut. Jika NO₂ berbau tajam dan berwarna coklat kemerahan sementara NO merupakan gas yang tidak berbau dan tidak berwarna. Di udara gas NO beroksidasi kuat dengan ozon dan bereaksi lemah dengan oksigen membentuk NO₂.

Nitrat Oksida (NO) diemisikan dari alam maupun dari kegiatan manusia. Sedangkan nitrogen dioksida (NO₂) diemisikan dalam jumlah yang kecil dari proses pembakaran bersamaan dengan NO. namun di wilayah perkotaan, NO_x tertinggi dihasilkan dari sektor transportasi dan penyebarannya dipengaruhi oleh

topografi lokal. Nitrogen Oksida merupakan polutan yang mengambil bagian penting dari pembentukan ozon dan kabut fotokimia. (Luhar dan Patil, 1988)

Sebagai salah satu pencemar udara yang cukup populer, efek dari NO_2 cukup berbahaya untuk manusia. Bagian tubuh yang terserang terutama paru-paru dan dapat mengakibatkan kesulitan bernafas pada penderita asma, batuk pada anak-anak dan orang tua, dan berbagai gangguan sistem pernafasan, serta dapat menurunkan visibilitas.

NO_x juga merupakan salah satu penyebab dari hujan asam, apabila turun bersama hujan ke permukaan bumi dapat membahayakan tanaman, pertanian, ekosistem perairan dan hutan. Hujan asam yang terbawa kedalam danau dan sungai dapat melepaskan logam berat dari tanah serta dapat mengubah komposisi kimia air. Hal inilah menjadi penyebab utama menurunnya bahkan menghilangnya kehidupan di air. (Departemen PU DIY, 2013)

2.2.2 Dampak NO_2 Terhadap Kesehatan

Nitrogen dioksida (NO_2) merupakan gas yang paling beracun. Karena larutan NO_2 dapat menembus kedalam darah dengan cepat melalui paru paru. Terutama akan menyerang paru paru melalui aliran darah.

Data lengkap mengenai dampak dari NO_2 secara langsung terhadap kesehatan manusia belum dapat diketahui secara langsung, namun melalui studi menggunakan binatang percobaan didapatkan. Radang saluran pernafasan dapat terjadi setelah mengalami paparan sebesar $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Untuk paparan dari NO_2 antara $250 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dan $500 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dapat menyebabkan gangguan fungsi saluran pernafasan pada penderita asma dan orang sehat. (Tugaswati, 2004)

2.2.3 Baku Mutu Udara Ambien

Udara ambien adalah udara bebas dipermukaan bumi pada lapisan troposfir yang berada di dalam wilayah yuridiksi Republik Indonesia yang dibutuhkan dan mempengaruhi kesehatan manusia, makhluk hidup dan unsur lingkungan hidup lainnya.

Berdasarkan peraturan gubernur tentang baku mutu udara ambien dan emisi sumber tidak bergerak di Jawa Timur, untuk baku mutu NO_x adalah sebagai berikut.

Tabel 2.1 Pergub Jatim Nomor 10 Tahun 2009

no	parameter	waktu pengukuran	baku mutu	metode analisis	peralatan
1	Oksida Nitrogen	24 jam	0,05 ppm	Saltzman	sprektrofotometer
			92,5 ug/Nm ²	NIDR	NO_2 analiyser

Sumber: Peraturan Gubernur Jawa Timur No. 10 tahun 2009

Sedangkan untuk baku mutu NO_2 terdapat pada PP no14 tahun 1999. Berikut adalah tabel baku mutu untuk NO_2 .

Tabel 2.2 Baku Mutu Ambien Menurut PP no 14 tahun 1999

no	parameter	waktu pengukuran	baku mutu	metode analisis	peralatan
1	NO_2 (Nitrogen Dioksida)	1 jam	400 ug/Nm ²	Saltzman	sprektrofotometer
		24 jam	150 ug/Nm ²		
		1 tahun	100 ug/Nm ²		

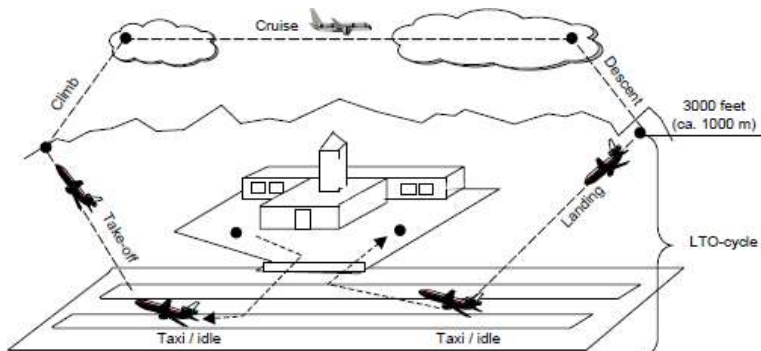
Sumber : Peraturan Pemerintah No. 14 tahun 1999

2.3 Emisi Pesawat Terbang Komersial

Emisi dari pesawat terbang berasal dari pembakaran mesin jet yang berasal dari bahan bakar pesawat. Pesawat terbang mengeluarkan emisi yang terdiri dari 70 persen CO_2 , dan sisa 30 persen kurang terdiri dari H_2O dan kurang dari 1 persen terdiri dari NO_x , CO , SO_2 . Emisi yang dihasilkan dihasilkan dari turbin mesin pesawat pada saat terbang maupun saat mesin siaga. Emisi pesawat juga berdasarkan dari tipe yang digunakan dan juga dari efisiensi dari mesin pesawat itu sendiri dan juga

berdasarkan dari jenis bahan bakar yang dipakainya. Penyebaran emisi dapat dibagi berdasarkan dari tahapan terbang dari pesawat tersebut, secara garis besar tahapan tersebut dibagi menjadi dua tahap yaitu pada saat *Landing-Take Off* (LTO) adalah tahapan saat pesawat dalam posisi untuk lepas landas dan mendarat menuju bandara yang sama yang dijadikan satu siklus dan tahapan yang kedua saat mengudara di ketinggian (*Cruise*). Emisi yang keluar pun berbeda pada saat LTO hanya 10 persen dari total emisi mesin pesawat terbang, sisanya terbang pada saat *cruise*. (IPCC, 2006)

Emisi penting yang dikeluarkan oleh pesawat terbang yang berupa gas rumah kaca yang berasal dari hasil pembakaran bahan bakar adalah CO_2 dan NO_x adalah dua gas yang paling penting. Namun ada juga hasil sampingan seperti metana, N_2O dan gas lain yang dikeluarkan. Emisi dari bahan bakar dapat dipengaruhi oleh bahan bakar yang digunakan, tipe pesawat yang digunakan, mesin pesawat yang digunakan, beban pesawat dan juga ketinggian terbang dari pesawat tersebut. (Rypdal, 2000)



Gambar 2.1 Siklus terbang standar pesawat

2.4 Faktor Emisi

Faktor emisi adalah emisi yang dihasilkan oleh suatu proses ataupun kegiatan dengan rentang waktu ataupun jumlah dari bahan bakar yang telah dikonsumsi. Dalam *Intergovernmental Panel On Climate Change* (IPCC) terdapat berbagai jenis faktor emisi yang dapat dijadikan panduan untuk menghitung emisi yang dapat digunakan menjadi dasar untuk menghitung emisi

yang dihasilkan dari berbagai sektor, antara lain dari sektor energi, sektor proses industri dan penggunaan produk, sektor agrikultur penggunaan lahan dan hutan, dan sektor limbah buangan. Biasanya panduan yang ada dalam IPCC digunakan untuk menghitung inventarisasi emisi dalam jangka waktu tertentu.

Faktor emisi dari pesawat terbang sendiri masuk didalam sektor energi yang berada dalam kategori transportasi dan sudah ada faktor emisi yang berasal dari IPCC yang dapat dijadikan dasar dalam perhitungan emisi berikut ini adalah daftar tabel dari IPCC yang menunjukkan faktor emisi dari jenis jenis pesawat yang umum digunakan dalam penerbangan komersil. Faktor emisi ini yang akan nantinya digunakan dalam penelitian kali ini. Sebagai acuan untuk menentukan beban emisi dari kegiatan penerbangan yang ada di Bandar Udara Internasional Juanda.

Tabel 2.3 Faktor emisi pesawat terbang

Jenis pesawat	faktor emisi pada saat LTO (kg/LTO)							konsumsi saat LTO
	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	NO _x	CO	NM VOC	SO ₂	
A300	5450	0,12	0,2	25,86	14,8	1,12	1,72	1720
A310	4760	0,63	0,2	19,46	28,3	5,67	1,51	1510
A319	2310	0,06	0,1	8,73	6,35	0,54	0,73	730
A320	2440	0,06	0,1	9,01	6,19	0,51	0,77	770
A321	3020	0,14	0,1	16,72	7,55	1,27	0,96	960
A330-200/300	7050	0,13	0,2	35,57	16,2	1,15	2,23	2230
A340-200	5890	0,42	0,2	28,31	26,19	3,78	1,86	1860
A340-300	6380	0,39	0,2	34,81	25,23	3,51	2,02	2020
A340-500/600	10660	0,01	0,3	64,45	15,31	0,13	3,37	3370
707	5890	9,75	0,2	10,96	92,37	87,7	1,86	1860

Tabel 2.3 Faktor emisi pesawat terbang (lanjutan)

Jenis pesawat	faktor emisi pada saat LTO (kg/LTO)							konsumsi saat LTO
	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	NO _x	CO	NM VOC	SO ₂	
717	2140	0,01	0,1	6,68	6,78	0,05	0,68	680
727-100	3970	0,69	0,1	9,23	24,44	6,25	1,26	1260
727-200	4610	0,81	0,1	11,97	27,16	7,32	1,46	1460
737-100/200	2740	0,45	0,1	6,74	16,04	4,06	0,87	870
737-300/400/500	2480	0,08	0,1	7,19	13,03	0,75	0,78	780
737-600	2280	0,1	0,1	7,66	8,65	0,91	0,72	720
737-700	2460	0,09	0,1	9,12	8	0,78	0,78	780
737-800/900	2780	0,07	0,1	12,3	7,07	0,65	0,88	880
747-100	10140	4,84	0,3	49,17	114,5	43,6	3,21	3210
747-200	11370	1,82	0,4	49,52	79,78	16,4	3,6	3600
747-300	11080	0,27	0,4	65	17,84	2,46	3,51	3510
747-400	10240	0,22	0,3	42,88	26,72	2,02	3,24	3240
757-200	4320	0,02	0,1	23,43	8,08	0,2	1,37	1370
757-300	4630	0,01	0,1	17,85	11,62	0,1	1,46	1460
767-200	4620	0,33	0,1	23,76	14,8	2,99	1,46	1460
767-300	5610	0,12	0,2	28,19	14,47	1,07	1,77	1780
767-400	5520	0,1	0,2	24,8	12,37	0,88	1,75	1750
777-200/300	8100	0,07	0,3	52,81	12,76	0,59	2,56	2560
DC-8-50/60/70	5360	0,15	0,2	15,62	26,31	1,36	1,7	1700
DC-10	7290	0,24	0,2	35,65	20,59	2,13	2,31	2310
DC-9	2650	0,46	0,1	6,16	16,29	4,17	0,84	840

Tabel 2.3 Faktor emisi pesawat terbang (lanjutan)

Jenis pesawat	faktor emisi pada saat LTO (kg/LTO)							konsumsi saat LTO
	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	NO _x	CO	NM VOC	SO ₂	
L-1011	7300	7,4	0,2	31,64	103,33	66,5	2,31	2310
MD-11	7290	0.24	0.2	35.65	20.59	2.13	2.31	2310
MD-80	3180	0.19	0.1	11.97	6.46	1.69	1.01	1010
MD-90	2760	0.01	0.1	10.76	5.53	0.06	0.87	870
TU-134	2930	1.8	0.1	8.68	27.98	16.1	0.93	930
TU-154-M	5960	1.32	0.2	12	82.88	11.8	1.89	1890
BAE 146	1800	0.14	0.1	4.07	11.18	1.27	0.57	570
CRJ-100ER	1060	0.06	0.03	2.27	6.7	0.56	0.33	330
ERJ-145	990	0.06	0.03	2.69	6.18	0.5	0.31	310
Fokker 100/70/28	2390	0.14	0.1	5.75	13.84	1.29	0.76	760
BAC111	2520	0.15	0.1	7.4	13.07	1.36	0.8	800
Dornier 328 Jet	870	0.06	0.03	2.99	5.35	0.52	0.27	280
Gulfstream IV	2160	0.14	0.1	5.63	8.88	1.23	0.68	680
Gulfstream V	1890	0.03	0.1	5.58	8.42	0.28	0.6	600
Yak-42M	2880	0.25	0.1	10.66	10.22	2.27	0.91	910
Cessna 525/560	1070	0.33	0.03	0.74	34.07	3.01	0.34	340
Beech King Air	230	0.06	0.01	0.3	2.97	0.58	0.07	70
DHC8-100	640	0	0.02	1.51	2.24	0	0.2	200
ATR72-500	620	0.03	0.02	1.82	2.33	0.26	0.2	200

Sumber: IPCC 2006 Chapter 3

Dari tabel diatas maka dapat dilanjutkan perhitungan sesuai dengan tingkat ketelitiannya. Data yang dihimpun dari IPCC sudah terbukti valid dan dapat dijadikan dasaran prediksiksi emisi yang dikeluarkan oleh suatu proses ataupun kegiatan. (IPCC, 2006)

2.5 Tingkat Ketelitian Perhitungan

Dalam panduan yang berada di IPCC terdapat beberapa metode perhitungan emisi yang disesuaikan dengan tingkat ketelitian akurasi dengan jumlah data yang dipunya oleh peneliti ataupun instansi yang akan melakukan perhitungan emisi ataupun inventarisasi emisi.

Dari tingkatannya sendiri IPCC membagi tingkat ketelitian menjadi tiga tingkat dengan metode perhitungan yang berbeda. Berikut adalah penjelasan dari masing masing *tier*.

2.5.1 Metode *Tier 1*

Perhitungan tingkat satu menurut IPCC (2006) dapat dilakukan dengan cara mengkalikan jumlah bahan bakar yang terpakai oleh pesawat terbang pada saat LTO maupun *cruise* dikalikan dengan faktor emisi rata rata. Berikut adalah formula dari tingkat 1

$$Emissions = Fuel Consumption \cdot Emission Factor$$

Dengan faktor emisi CO₂ untuk dua jenis bahan bakar yang digunakan pada pesawat terbang jenis apapun dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 2.4 Faktor emisi CO₂ *tier 1*

faktor emisi CO ₂			
bahan bakar	default (kg/TJ)	lower	upper
bahan bakar penerbangan	700000	67500	73000
bahan bakar jet	71500	69800	74400

Sumber: IPCC 2006 *Chapter 3*

Untuk faktor emisi dari CH₄ N₂O dan NO_x dengan jenis bahan bakar apapun untuk pesawat jenis apapun dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 2.5 Faktor emisi non CO₂ tier 1

faktor emisi selain CO ₂			
bahan bakar	faktor CH ₄ (dalam kg/TJ)	faktor N ₂ O (dalam kg/TJ)	faktor NO _x (dalam kg/TJ)
semua bahan bakar	0.5	2	250

Sumber: IPCC 2006 *Chapter 3*

Dengan mengalikan jumlah bahan bakar yang terpakai melalui data yang telah didapat ataupun dari pendekatan matematis maka dapat ditentukan emisi yang dikeluarkan oleh pesawat terbang dari jenis apapun pada kegiatan LTO maupun *cruise*.

2.5.2 Metode Tier 2

Pada perhitungan metode *tier 2* menurut panduan perhitungan emisi IPCC (2006) metode emisi dari pesawat terbang sudah dipisah perhitungan antara perhitungan emisi pada saat LTO dan pada saat *cruise*. Maka dari itu dapat dibuat langkah langkah perhitungan untuk perhitungan tingkat dua adalah sebagai berikut.

1. Menghitung/menentukan jumlah bahan bakar yang terpakai total dalam penerbangan
2. Menghitung/menentukan jumlah bahan bakar yang terpakai dalam proses LTO
3. Menghitung/menentukan jumlah bahan bakar yang terpakai dalam proses *cruise*
4. Menghitung emisi dari proses LTO dan *cruise*

Menghitung emisi dapat dilakukan dengan persamaan sebagai berikut.

Emisi LTO = jumlah pesawat melakukan LTO x Faktor emisi LTO (2.1)

2.5.3 Metode Tier 3

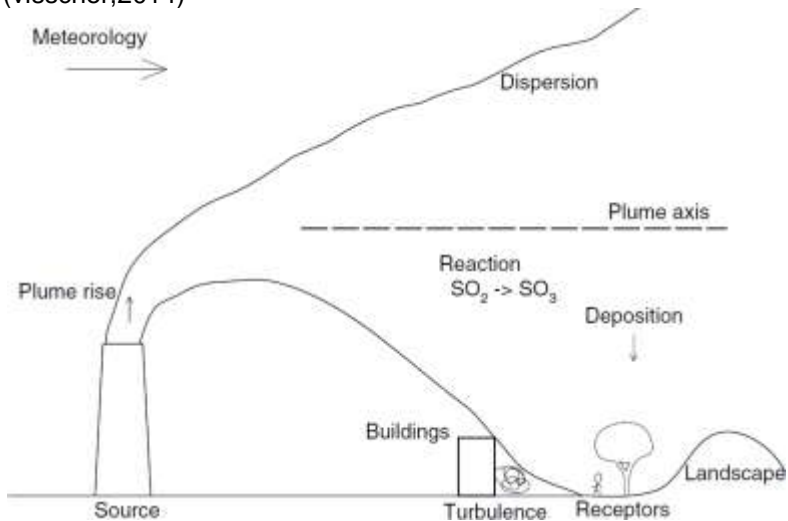
Pada perhitungan metode *tier 3* menurut panduan emisi IPCC (2006) menggunakan data aktual pergerakan pesawat. Biasanya pada perhitungan metode *tier 3* dapat dilakukan apabila sudah ada catatan yang baik akan data pesawat berasal dan data tempat pesawat akan mendarat (*origin and destination*). Pada

perhitungan metode tingkat tiga akan berbeda beda pada setiap penerbangan sesuai dengan jarak dari fase saat mengudara (*cruise*).

2.6 Model Dispersi udara

Konsentrasi polusi udara yang sampai pada pemukiman warga tergantung dari dispersi dari polutan itu sendiri. Dispersi adalah proses penyebaran molekul yang mengalir dan menghasilkan gerakan yang acak. Dalam bahasan yang lain istilah ini juga biasa disebut difusi atau difusi turbulen.

Model dispersi udara adalah cara yang sangat baik untuk mengevaluasi apakah sumber polusi udara menyebabkan masalah atau tidak. Sumber polusi udara dapat ditentukan dari hasil permodelan ditambahkan dengan konsentrasi yang sudah ada di ambien sebelumnya dan dapat ditentukan selanjutnya apakah nilai tersebut masih dapat diterima. Konsentrasi yang dapat diterima berdasarkan regulasi, toksikologi, ekotoksikologi, atau dengan cara sederhana apakah pencemaran tersebut mengganggu warga lokal disekitar sumber atau tidak (visscher,2014)



Gambar 2.2 Contoh Dispersi

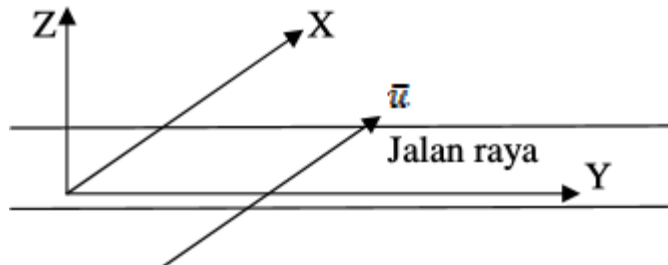
Gambar 2.2 adalah gambar yang menunjukkan contoh dari dispersi dari sumber yang berupa cerobong. Digambarkan udara yang keluar dari cerobong terjadi persebaran ke arah atas dan bawah secara vertikal dan juga terbawa arah angin secara horizontal. Udara akan naik sejauh *plume rise* dari polutan itu sendiri, *plume rise* sendiri akan dibahas selanjutnya. Polutan yang terbawa angin akan menuju titik reseptor, titik tersebut adalah titik dimana polutan akan menimbulkan dampak kepada manusia ataupun lingkungan. Desposisi terjadi seiring jauhnya polutan dan juga efek dari bangunan ataupun tanaman penyerap yang ada pada jalur melintasnya polutan.

Pemodelan kualitas udara adalah suatu metodologi numeris, untuk mengestimasi konsentrasi polutan sebagai fungsi dari persebaran polutan di udara dan dipengaruhi oleh kondisi meteorologi Hassan dkk (2000).

Pemodelan kualitas udara membantu untuk memprediksi dampak dari kegiatan yang mengemisikan polutan ke udara terhadap lingkungan. Suatu model kualitas udara dapat menyediakan gambaran mengenai persebaran polutan di udara dengan cepat dan murah, dibandingkan dengan pengamatan langsung di lapangan. Pemodelan ini akan sangat membantu ketika tersedia data yang dibutuhkan dalam pemodelan. Maka dari itu, model – model kualitas udara adalah salah satu alat untuk pemantauan kualitas udara Putut dan widodo(2011).

2.7 Pemodelan Gauss dengan Sumber Garis

Salah satu alasan dalam penggunaan model Gauss dalam perhitungan konsentrasi polutan di berbagai sumber adalah karena tidak banyak data meteorologi yang dimasukkan dalam persamaan. Data meteorologi yang dibutuhkan antara lain terkait angin yaitu arah dan kecepatan angin pada sumber saja Rahmawati (2003).



Gambar 2.3 Persebaran Polutan dari Sumber

Putut dan widodo (2011) menjelaskan hubungan antara arah angin yang tegak lurus terhadap sumbu y atau arah dari sumber garis. Sesuai dengan prinsip dispersi yang terdispersi ke tiga arah yaitu x, y, dan z. *Gaussian Finite Line Source* dapat digunakan untuk memprediksikan emisi yang dihasilkan secara kontinu.

Pada persamaan Gauss, banyaknya polutan yang dikeluarkan secara tetap dari sumber emisi (Q) kadarnya akan berkurang sesuai dengan bertambahnya jarak. Selanjutnya polutan akan terbawa angin dengan kecepatan u dalam arah horizontal. Namun karena turbulensi atmosfer, polutan yang terbawa ini akan tersebar ke arah horizontal dan vertikal Nauli (2002).

Model sumber garis terbatas merupakan modifikasi dari sumber garis terbatas. Pada kenyatannya tidak semua sumber memiliki garis yang panjang. Beberapa polutan yang dikeluarkan transportasi berasal dari sumber garis yang pendek. Menurut Supriyadi (2009), istilah *finite length line source* sebenarnya berasal dari model kualitas udara sumber bergaris bernama CALINE yang dikembangkan oleh Departemen Transportasi California. Hingga saat ini model CALINE yang telah dikembangkan hingga versi 4 Hassan dkk (2000). Berikut persamaan *finite length line source* menurut Ashok dan Patil (1988):

$$C = \frac{q}{2 \pi \sigma z \sigma y} \left[EXP \left\{ -\frac{1}{2} \left(\frac{z-H}{\sigma z} \right)^2 \right\} + EXP \left\{ -\frac{1}{2} \left(\frac{z-H}{\sigma z} \right)^2 \right\} \right]$$

$$EXP \left\{ -\frac{1}{2} \left(\frac{\sin \theta (L/2 + y)}{\sigma y^2} \right)^2 \right\}$$

Dimana,

C = Konsentrasi Pencemaran udara pada titik, g/m³

Q = Laju emisi / laju pancaran, g/det

ue = Kecepatan angin di tinggi efektif, m/det

σz = Koefisien dispersi arah vertikal, m

σy = Koefisien dispersi arah horisontal, m

ho = tinggi sumber efektif (m)

z = tinggi penerima

Berikut beberapa catatan yang harus diperhatikan :

☐ Kecepatan angin yang digunakan adalah kecepatan di tinggi efektif sumber, karena kecepatan angin dipengaruhi oleh ketinggian.

2.8 Faktor yang Mempengaruhi Dispersi Udara

Karakteristik dari sumber emisi dan juga kondisi meteorologi mempengaruhi dalam persebaran polutan di udara. Berikut adalah beberapa faktor dari emisi dan meteorologi yang berpengaruh dalam dispersi udara.

2.8.1 Karakteristik Sumber

Karakteristik dari sumber yang mempengaruhi dispersi udara antara lain :

- Beban emisi polutan
- Ketinggian cerobong
- Kecepatan gas keluar
- Suhu gas yang keluar
- Diameter cerobong Modi dkk (2013)

2.8.2 Kondisi Meteorologi

Kondisi meteorologi yang mempengaruhi dispersi udara antara lain :

- Kecepatan angin
- Arah angin

- Suhu ambien
- Stabilitas atmosfer Modi dkk (2013)

a. Stabilitas Atmosfer

Parameter dispersi yaitu nilai σ_z , berkaitan erat dengan kondisi cuaca di lokasi emisi. Kebanyakan perhitungan dispersi udara didasarkan atas *stability class*. Klasifikasi stabilitas atmosfer yang paling banyak digunakan adalah klasifikasi yang dikembangkan oleh Pasquill dan Gifford. Dalam klasifikasi tersebut, terbagi atas 6 kelas, kelas A&B yang merupakan kelas untuk yang paling tidak stabil, kelas C&D untuk yang stabil, dan kelas E&F untuk yang paling stabil.

A = Sangat tidak stabil

B = Cukup tidak stabil

C = Agak tidak stabil

D = Netral

E = Agak Stabil

F = Stabil

Visscher (2014)

Tabel 2.6 Kriteria Stability Class menurut Pasquill – Gifford

Kecepatan	Siang			Malam	
	Radiasi Sinar Matahari			Tutupan Awan	
Angin(m/s) ^a	Kuat(b)	Sedang (c)	Rendah	Berawan	Cerah
				($\geq 4/8$)(d)	($\leq 3/8$)(e)
<2	A	A-B	B	E	F
2-3	A-B	B	C	E	F
3-5	B	B-C	C	D	E
5-6	C	C-D	D	D	D
>6	C	D	D	D	D

Sumber: Air Dispersion Modelling (Visccher 2014)

Keterangan :

Catatan : selalu gunakan kelas D untuk kondisi mendung

Koehn (2013)

Tabel 2.7 Nilai Parameter untuk model

parameter	Stabil (E-F)	Netral (C-D)	Tidak Stabil (A-B)
a	1,49	1,14	1,14
b	0,15	0,1	0,05
c	0,77	0,97	1,33
α	20,7	11,1	11,1
β	5,82	3,46	3,46
γ	3,57	3,5	3,5
U1	0,18	0,27	0,27
U0	0,23	0,38	0,63

Sumber: Air Dispersion Modelling (Visccher 2014)

Keterangan :

Tabel ini digunakan untuk menghitung σ_z dimana x adalah jarak *downwind* dari sumber dalam satuan meter, dan variabel yang lain dapat dilihat pada tabel 2.7. Visscher (2014)

$$\sigma_z = (a + b \left[\frac{x}{\sin\theta} \right]^c) \dots \dots \dots (2.3)$$

dimana :

- a,b,c = Parameter yang ditentukan dalam stabiitas atmosfer
- x = Jarak antara stasiun pemantau dengan *line source* (m)
- θ = Arah angin

parameter dispersi y atau yang biasa disebut dengan sigma y dengan simbol σ_z memiliki rumus yang berbeda beda sesuai dengan kelas stabilitasnya, maka dari itu untuk rumus sigma y ditampilkan dalam tabel berikut ini.

Tabel 2.8 Rumus Sigma Y berdasarkan kelas stabilitas

kelas stabilitas	σ_z
A-B	$0,32x(1+0,0004x)^{-0,5}$
C	$0,22x(1+0,0004x)^{-0,5}$
D	$0,16x(1+0,0004x)^{-0,5}$
E-F	$0,11x(1+0,0004x)^{-0,5}$

(2.4) sumber: Air Dispersion Modelling (Visccher 2014)

ue atau kecepatan angin efektif pada rumus pemodelan diatas dapat diganti dengan rumus

$$ue = u \left(\frac{z2}{z1} \right)^p \dots \dots \dots (2.5)$$

Dimana ue adalah kecepatan angin yang sudah dikoreksi dari penyempurnaan model sebelumnya yaitu model GM. Dari rumus kecepatan angin koreksi diatas dapat u adalah kecepatan angin pada tinggi penerima. Dan $z2$ adalah tinggi sumber sementara $z1$ adalah tinggi dari penerima ataupun reseptor. Sementara P adalah konstanta yang dapat dilihat pada tabel berikut ini menurut kepada kelas stabilitas dan daerah.

Tabel 2.9 Nilai Parameter berdasarkan tempatnya

kelas stabilitas	p untuk daerah rural	p untuk daerah urban
A	0,11	0,15
B	0,12	0,15
C	0,12	0,2
D	0,17	0,25
E	0,29	0,4
F	0,45	0,6

Air Dispersion Modelling (Visccher 2014)

Pada rumus 2.2 terdapat ho yang berarti ketinggian efektif dari sumber, ho dapat diganti dengan rumus berikut menurut Ashok.

$$ho = (H + Hp) \dots \dots \dots (2.6)$$

dimana H adalah tinggi dari sumber dan Hp adalah *plume rise*. *Plume rise* sendiri harus dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut menurut Visscher:

$$Hp = \frac{1,6 Fb^{1/3} x f^{2/3}}{u} \dots \dots \dots (2.7)$$

Dimana Fb adalah *Flux buoyancy*, dan x adalah jarak penerima atau titik reseptor dan u adalah kecepatan angin yang telah dihitung sebelumnya. Nilai dari *flux buoyancy* dapat dihitung dengan menggunakan rumus menurut visscher sebagai berikut:

$$Fb = \left(1 - \frac{T2}{T1}\right) gr^2ws \dots \dots \dots (2.8)$$

Dimana T2 adalah suhu udara ambien dan T1 adalah suhu keluarnya gas dari sumber, g adalah percepatan gravitasi, r adalah jari-jari sumber, dan ws adalah kecepatan dari gas buang. Xf adalah rumus dimana lokasi *flux buoyancy* berada di titik tertingginya selanjutnya pergerakan udara dianggap konstan, berikut adalah rumus xf untuk fb lebih besar dari 55 m⁴s⁻³ menurut visscher 2014:

$$xf = 119 Fb^{2/5} \dots \dots \dots (2.9)$$

Untuk membandingkan hasil model dengan hasil sampling digunakan rumus valdasi RSMPE (*Root Mean Square Percent Error*). Metode ini digunakan untuk mengkuantifikasi beasa dan sifat error yang terjadi, RSMPE mengukur rata-rata prosentase perbedaan antara data aktual dan hasil simulasi model. berikut adalah rumus RSMPE menurut ranga dkk, 2014 :

$$RMSPE = \sqrt{\frac{1}{n} \left[\sum_{n=1}^n \left(\frac{St - At}{At} \right)^2 \right]}$$

Dimana:

- RSMPE: *Root Mean Square Percent Error*
- St : Nilai simulasi pada waktu t
- At : Nilai aktual pada waktu t
- n : Jumlah pengamatan (t=1,2.....,n)

dari rumus tersebut kita dapat mengetahui berapa persen error berdasarkan data pengukuran aktual dan simulasi model.

2.9 Arah Angin Dominan (*Windrose*)

Windrose adalah sebutan untuk diagram lingkaran yang menunjukkan arah angin dominan pada rentang waktu tertentu. Pada *windrose* menunjukkan beberapa tampilan data yaitu arah angin dominan dan kecepatan angin.

Arah dan kecepatan angin merupakan hal penting yang dibutuhkan untuk setiap landasan pacu dalam operasi penerbangan. Data arah dan kecepatan angin dapat dikumpulkan melalui stasiun pengamatan meteorologi yang ada di daerah tersebut. Analisa tersebut dilakukan untuk mendapatkan data

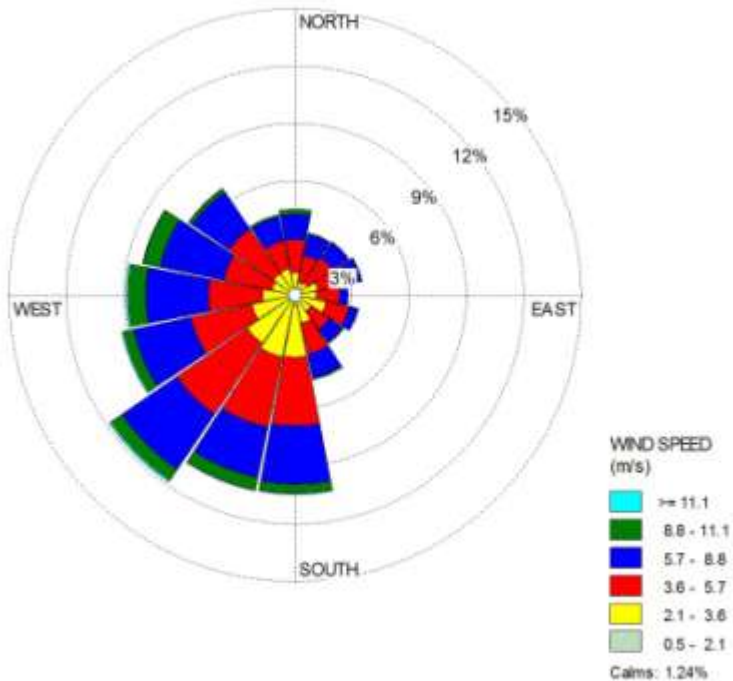
crosswind atau angin yang memotong landasan. Data tersebut nantinya akan ditampilkan dalam bentuk diagram yang berbentuk mawar atau biasa disebut *windrose*. Fadholi (2013)

Applikasi WRPLOT View adalah aplikasi yang dapat mengoperasikan *windrose* berdasarkan data meteorologi. aplikasi ini dapat menampilkan penempatan *windrose* dengan berbagai analisa. (<http://www.weblakes.com>, 2017). Data arah angin dominan yang di gambarkan pada *windrose* juga dibutuhkan dalam pemodelan dispersi dengan menggunakan sumber garis. Arah angin dominan yang diketahui dari *windrose* dipakai untuk menentukan sudut antara arah angin dan sumber garis dari sumber.

Pemodelan dispersi seperti GFLSM, CALINE-3, dan GM menggunakan *windrose* sebagai salah satu data yang dibutuhkan untuk membuat model. Walaupun sebenarnya kebanyakan model dapat menghitung nilai konsentrasi ke semua arah. *Windrose* tetap digunakan untuk memperbesar akurasi dari hitungan pemodelan yang akan dibuat. (Luhar dan Patil, 1988)

Arah angin umumnya dinamakan sesuai dengan arah angin tersebut berhembus atau darimana angin tersebut datang dan dinyatakan dengan satuan derajat. Semisalkan angin berhembus dari utara maka angin akan disebut angin utara. Kecepatan arah angin biasanya dinyatakan dalam satuan meter per sekon, kilometer per jam, atau knot.

Berikut ini adalah contoh gambar *windrose* yang akan dipakai pada penelitian kali ini. *Windrose* tersebut menyediakan info arah angin dominan ditandai dengan gambar sudut yang paling panjang diantara yang lain. Perbedaan warna dalam diagram *windrose* menunjukkan perbedaan kecepatan angin sesuai dengan keterangan yang ada pada gambar.



Gambar 2.4 Contoh diagram windrose (supriyadi, E, 2009)

2.10 Tumbuhan Penyerap Polutan

Salah satu cara untuk mengatasi pencemaran udara adalah dengan menanam tumbuhan sebagai penyerap polusi udara di kota-kota. Berbagai macam jenis tanaman telah digunakan untuk menyerap polusi udara. Selain untuk menambah estetika jalur hijau juga berfungsi sebagai penyaring udara kotor.

Beberapa tumbuhan diketahui dapat menyerap polutan tertentu. Dalam penyerapan polutan NO_2 tumbuhan mempunyai faktor-faktor yang mempengaruhi, di antara lain suhu, konsentrasi gas NO_2 serta faktor tanaman (kerapatan stomata). Tanaman yang dapat menyerap polusi udara di antara lain adalah tanaman jati super, mahoni, asam jawa, cemara angin, jati putih,

saga pohon, gayam, tusam, palaqium, kol banda, akalipa merah, dan dadap kuning. Tiap tiap jenis tanaman memiliki kekuatan penyerapan yang berbeda beda, berikut adalah kekuatan penyerapan N oleh tanaman berdasarkan penelitian dari dwi patra pada tahun 2004.

Tabel 2.9 Nilai Parameter berdasarkan tempatnya

no	spesies tanaman	serapan	
		kondisi gelap	kondisi terang
1	jati super (<i>Tectona grandis</i>)	81,94	96,63
2	Mahoni (<i>Sweitenia mahagoni</i>)	29,57	39,02
3	Asam jawa (<i>Tamarindus indica</i>)	37,15	80,47
4	Cemara angin casuarina (<i>quisetifolia</i>)	28,62	33,84
5	Jati putih (<i>Gimelina arborea</i>)	98,87	199,57
6	Saga pohon (<i>Adhenanthera pavonin</i>)	33,12	39,5
7	Gayam (<i>Inocarpus vagiferus</i>)	29,46	38,36
8	Tusam (<i>Agatis alba</i>)	22,17	23,22
9	Palaquium (<i>Palaquium arbonesis</i>)	27,07	31,2
10	Kol banda (<i>Pisionia alba</i>)	62,55	78,92
11	Akalipa merah (<i>Acalypha wilkesiana</i>)	56,57	77,41
12	Dadap kuning (<i>Grythrina variegata</i>)	54,52	73,29

“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”

BAB 3 METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan pemodelan dispersi *Gaussian Finite Line Source* yang berasal dari kegiatan penerbangan pesawat komersil bandar udara internasional Juanda terminal satu dan dua. Kawasan bandar udara juanda ini terletak di kecamatan sedati, Kabupaten Sidoarjo. Dalam satu kawasan ini terdapat 2 terminal. Gambar 3.1 merupakan gambaran lokasi penelitian yaitu kawasan Bandar udara Internasional Juanda dan sekelilingnya.

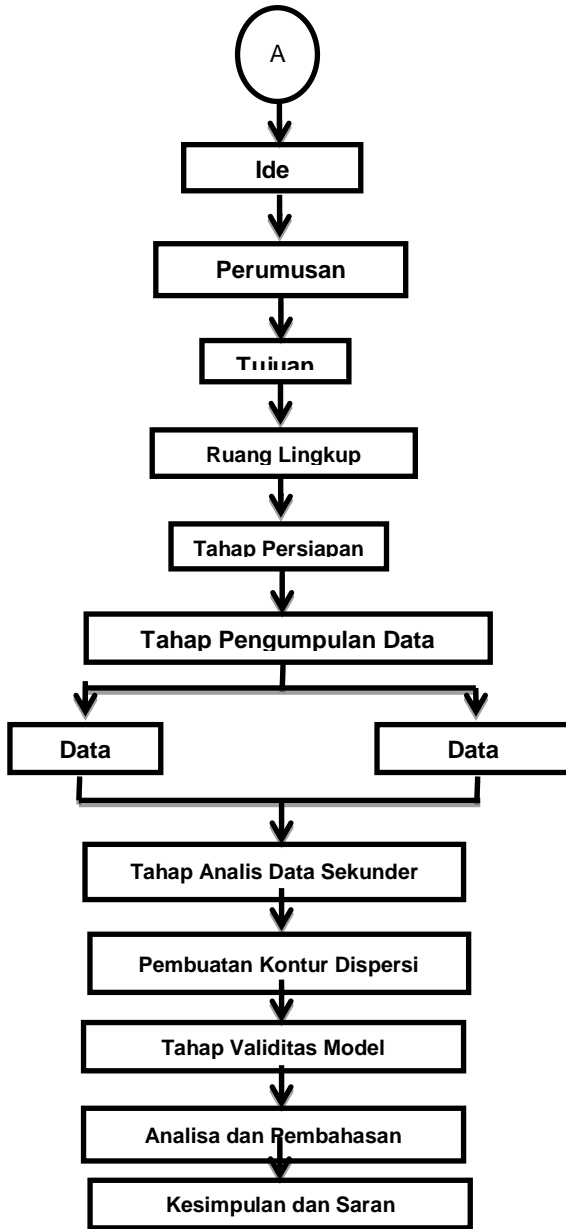


Gambar 3.1 Lokasi Bandar Udara Internasional Juanda

Dalam pemodelan ini, digunakan persamaan Gauss dengan *finiteline source* untuk mengetahui konsentrasi polutan di berbagai titik di sekitar kawasan Bandar Udara Internasional Juanda. Untuk polutan yang dimodelkan dispersinya adalah NO_x . Selanjutnya hasil pemodelan dibandingkan dengan pengukuran udara di ambien. Dari penelitian ini akan diketahui jarak dimana konsentrasi maksimum terjadi.

3.1 Tahap – Tahap Penelitian

Penelitian ini bermula dari munculnya permasalahan dari ide penelitian. Untuk menjawab permasalahan tersebut, makadirencanakan tahapan penelitian yang akan digunakan. Gambar3.2 menunjukkan tahapan dalam penelitian ini. Berikut ini adalah penjelasan dari diagram alir pada gambar 3.2.



Gambar 3.2 Diagram Alir Penelitian

Tahap pertama dimulai dengan mencari ide penelitian. Ide penelitian didapat dari studi literatur yang membuktikan bahwa di Indonesia masih sangat sedikit penelitian tentang moda transportasi penerbangan. Terutama dalam bidang pencemaran udara. Salah satu gas buang dari pesawat terbang adalah NO_x yang cukup berbahaya bagi manusia dan juga lingkungan sekitar bandara.

Dari rumusan masalah yang ada maka dapat ditentukan tujuan dari penelitian ini adalah. Pertama menentukan sebaran NO_x berdasarkan rata-rata harian penerbangan. Perbedaan antara hari aktif kerja dan akhir pekan, dan pengaruhnya pada lingkungan di dalam dan di luar bandar udara. Yang kedua adalah menentukan performa dari model *gaussian finite line source* dengan cara membandingkan model dengan hasil sampling. Dan yang ketiga adalah menentukan pengendalian emisi polutan dari bandar udara Juanda sebagai rekomendasi kebijakan lingkungan bandar udara Juanda.

Selanjutnya menentukan ruang lingkup penelitian agar penelitian dapat dilakukan secara mendalam. Yang pertama adalah penggunaan metode pada penelitian kali ini berdasarkan rumus gauss yaitu pemodelan matematis dengan menggunakan data meteorologi yang didapat dari BLH Kota Surabaya dan data karakteristik emisi yang didapatkan dari panduan IPCC. Yang kedua jenis model yang digunakan adalah *gaussian finite line source model*. Yang ketiga parameter kualitas udara yang diteliti adalah Nitrogen Oksida (NO_x). Yang keempat objek penelitian meliputi Kecamatan Waru Kabupaten Sidoarjo dan pemukiman yang berada dalam radius 3 kilometer dari bandara Juanda. Ruang lingkup yang terakhir adalah sumber emisi berasal dari terminal 1 dan terminal 2 bandar udara internasional Juanda.

Setelah mendapatkan dasar penelitian, langkah selanjutnya adalah pada tahap penelitian. Pada tahap penelitian dilakukan studi literatur mengenai emisi dari pesawat terbang maupun penggunaan dari model *gauss finite line source*. Pada tahap persiapan juga dilakukan proses perijinan kepada pihak pihak terkait. Pihak terkait pada penelitian ini adalah angkasa pura 1 sebagai penanggung jawab dari operasional bandar udara Juanda. Perizinan juga dilakukan kepada pihak BMKG/BLH Kota

Surabaya agar dapat dilakukan pengambilan data sekunder mengenai cuaca dan juga arah angin.

Apabila proses perizinan telah disetujui oleh pihak terkait sudah disetujui maka dilanjutkan dengan pengumpulan data. Data yang dikumpulkan terdiri dari dua jenis, data primer dan data sekunder. Untuk data primer meliputi data konsentrasi NO_x . Sedangkan untuk data sekunder meliputi data *traffic* pesawat, data jenis pesawat, data konsumsi bahan bakar, data arah angin, data kecepatan angin, dan data cuaca.

Tahapan berikutnya adalah proses menganalisis data sekunder. Analisis data sekunder dimaksudkan untuk mencari beban emisi yang berasal dari kegiatan penerbangan bandar udara Juanda. Dengan menggunakan panduan yang ada di IPCC agar mendapatkan rata-rata beban emisi harian, beban emisi maksimal, dan perbedaan pada hari aktif kerja dan akhir pekan. Tahap analisis yang lain adalah membuat *windrose* dari data kecepatan angin dan arah angin yang didapatkan dari BMKG/BLH. Dilanjutkan dengan menghitung konsentrasi pada titik reseptor sejauh 3 km dari sumber emisi.

Pembuatan kontur dispersi mengikuti arah angin dominan (*windrose*) sebagai acuannya. Kontur dibuat sejauh 3 km searah angin dominan dengan jumlah titik reseptor yang disesuaikan agar terbentuk kontur. Setelah kontur terbentuk lalu akan di overlay pada peta yang diambil dari citra satelit *google maps*. Overlay pada peta bertujuan agar dapat diketahui apakah konsentrasi polutan pada pemukiman melebihi ambang batas yang ditetapkan oleh pergub jatim no. 10 tahun 2009.

Tahap validasi dilakukan dengan cara sampling dengan menggunakan *impinger*. Setelah hasil sampling di dapatkan, hasil tersebut di bandingkan dengan model yang telah dibuat. Model yang dibandingkan harus menyesuaikan keadaan pada saat sampling, dari arah angin, kecepatan angin hingga stabilitas atmosfernya. Hasil perbandingan akan dibahas lebih lanjut dalam bagian pembahasan, apabila terdapat perbedaan model dengan observasi maka akan dicari faktor faktor yang mempengaruhinya.

3.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain :

1. Microsoft Excel
2. Impinger
3. WRPLOT VIEW

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain :

1. Data Trafic Pesawat
2. Data jenis pesawat
3. Data beban emisi per pesawat
4. Data arah dan kecepatan angin
5. Data karakteristik atmosfer
6. Data Kualitas udara/ Beban emisi bandara
7. Data pemakaian bahan bakar pesawat

3.3 Persiapan Penelitian

Tahapan persiapan disini meliputi perizinan yang harus dilakukan untuk pengumpulan data. Berikut adalah perusahaan yang akan dimintai izin.

1. PT. Angkasapura I
2. Kantor Otoritas Bandar Udara
3. Kantor BMKG
4. Kantor Pertamina *aviation section*

3.4 Pelaksanaan Penelitian

Pada tahap pelaksanaan penelitian ini terdapat dua tahapan. Yang pertama adalah tahapan pengumpulan data. Selanjutnya adalah tahap analisis data sekunder.

P3.4.1 Pengumpulan Data

Pengumpulan data pada tahap ini meliputi data sekunder. Untuk data yang dibutuhkan disini meliputi data kondisi meteorologi daerah dan data mengenai jumlah pesawat yang ada di bandara Juanda. Data kondisi meteorologi meliputi arah dan kecepatan angin harian yang didapatkan dari BMKG, dan data pemakaian bahan bakar yang didapatkan dari Pertamina *aviation section*. Sedangkan data sumber emisi meliputi :

1. Beban emisi/ Kualitas udara Bandar udara dari terminal 1 dan 2 yang merupakan *time series* dari hasil rekaman selama 2 bulan.

2. Jumlah pesawat *take off* dan *landing* di bandara juanda
3. Jumlah bahan bakar yang dikonsumsi oleh pesawat pada saat *take off*, *landing*, dan *taxiing*.

Untuk data beban emisi didapatkan dari hasil perhitungan pendekatan dengan pedoman yang ada pada IPCC.

3.4.2 Analisis Data Sekunder

Untuk analisis data sekunder disini dilakukan untuk menentukan data yang akan dimasukkan dalam proses pemodelan. Untuk analisis data disini dilakukan untuk data beban emisi.

1. Analisis data beban emisi untuk analisis data beban emisi ini, akan dilakukan dengan menggunakan perhitungan dengan mengacu kepada panduan yang ada pada IPCC pada *Tier 2*. Dengan kebutuhan data bahan bakar yang terpakai, dan model pesawat terbang yang melakukan *take off*, dan *landing* pada bandara juanda. Data diolah menggunakan rumus (2.1). Setelah itu data dihitung sesuai dengan data yang didapatkan dan dibuat grafik untuk mendapatkan sebaran emisi berdasarkan waktu, dan dapat ditentukan berapa emisi maksimum, minimum dan rata-rata dari jumlah keseluruhan pesawat di bandara juanda. Data ini akan digunakan untuk acuan membuat model.
2. Pembuatan model yang dilanjutkan dengan membuat kontur dispersi agar bisa di ketahui persebaran dari emisi NO_x dari kegiatan pesawat komersil di juanda. Dengan menghitung variabel variabel yang dibutuhkan untuk mencari konsentrasi dengan rumus (2.3) untuk parameter dispersi, rumus (2.5) dan (2.6) untuk perhitungan tinggi efektif dan perhitungan konsentrasi dengan rumus (2.2).

3.5 Pembuatan *Windrose*

Pembuatan *windrose* pada penelitian kali ini akan dibantu dengan menggunakan aplikasi WRPLOT. Data yang dibutuhkan oleh WRPLOT adalah data kecepatan angin tiap jamnya dan arah angin tiap jam. Setelah data dimasukkan kedalam maka secara otomatis akan membentuk diagram berbentuk lingkaran yang menyerupai mawar. Dalam gambarnya *windrose* menyajikan arah

angin dominan yang ditunjukkan dalam lingkaran, dan warna yang membedakan kecepatan angin rata rata pada arah dominan.

3.6 Pembuatan Model

Model yang dibuat pada penelitian ini meliputi sembilan skenario. Skenario dengan beban minimum kegiatan penerbangan tiap harinya. Beban rata-rata kegiatan penerbangan setiap harinya. Beban maksimum kegiatan penerbangan tiap harinya. Lalu pada masing masing beban emisi dibuat dengan tiga kondisi atmosfer yang berbeda, yaitu pada kondisi stabil, tidak stabil dan netral.

Pembuatan model disini terdiri dari 2 tahap, yaitu tahap perhitungan konsentrasi di berbagai titik dan pembuatan kontur dispersi. Untuk perhitungan konsentrasi ke berbagai titik reseptor. Dilakukan akumulasi beban emisi pada landasan pacu bandara juanda yang menjadi sumber garis yang akan dibuat persebaran emisinya. Berikut adalah penjelasan mengenai tahapan pemodelan. Berikut ini adalah tahapan dari perhitungan konsentrasi di berbagai titik.

a) Penentuan Titik Reseptor

Titik reseptor ini merupakan titik penerima dari polutan yang akan dihitung konsentrasinya. Pada penelitian ini akanditentukan titik reseptor yang mengelilingi bandar udara juanda agar dapat membentuk kontur dengan diameter 3 Km dari titik *runway* bandara udara juanda. 3 km diambil untuk mengetahui seberapa besar pengaruh dari emisi pesawat terbang pada pemukiman terdekat yang ada di sekitar bandar udara juanda. Jumlah dari titik yang akan dihitung menyesuaikan dengan kebutuhan untuk pada akhirnya dapat menggambar kontur.

b) Penentuan kecepatan angin dan arah angin rata-rata

Data kecepatan angin dan arah angin berupa data sekunder yang didapat dari BMKG, lalu data diinput ke aplikasi WRPLOT VIEW untuk mendapatkan data arah angin rata-rata dan kecepatan angin rata-rata pada rentang waktu satu hari.

c) Penentuan stabilitas atmosfer

Stabilitas atmosfer disini ditentukan berdasarkan Kriteria Stability Class menurut Pasquill – Gifford. Dalam tabel tersebut,

penentuan stabilitas didasarkan pada kecepatan angin dan radiasi sinar matahari atau tutupan awan. Data kecepatan angin didapatkan dari analisis data angin, dan radiasi sinar matahari didapat dari BMKG.

d) Perhitungan parameter dispersi (σ_z)

Parameter dispersi merupakan parameter yang berpengaruh dalam persebaran vertikal oleh σ_z dengan menggunakan rumus (2.3). Perhitungan parameter dispersi dilakukan di semua titik yang akan dicari konsentrasinya sesuai dengan radius pemodelan yang sudah ditentukan di tahap "a").

e) Perhitungan konsentrasi di berbagai titik

Nilai konsentrasi polutan di berbagai titik ini dihitung dengan persamaan Gauss untuk *finite line source* yaitu rumus (2.2) untuk *runway* dengan akumulasi beban yang telah dihitung sebelumnya. Perhitungan konsentrasi ini dilakukan untuk semua titik reseptor yang direncanakan di tahap "a)". Untuk memudahkan perhitungan, digunakan Microsoft Excel. Selanjutnya nilai polutan pada setiap titik akan diakumulasikan.

3.7 Validasi Hasil Perhitungan

Validasi hasil perhitungan disini dimaksudkan untuk menentukan hasil perhitungan yang akan dibuat kontur untuk melihat apakah hasil perhitungan sesuai dengan kondisi aslinya. Dalam validasi ini dibandingkan antara data kualitas udara ambien yang didapatkan dari sampling dengan menggunakan *impinger* yang akan dilakukan di sekitaran bandara disesuaikan dengan kondisi model yang akan dibuat.

Model yang akan dibandingkan dengan hasil sampling harus mengikuti keadaan kondisi di lapangan agar dapat dibandingkan dan diketahui apakah hasil sampling mendekati model atau tidak.

Untuk penentuan titik sampling akan disesuaikan dengan arah angin agar lokasi titik sampling dapat ditentukan. Pada saat penelitian nanti titik sampling yang digunakan mengikuti arah angin yang bertiup dari arah timur ke barat dan sebaliknya. Maka apabila digambarkan titik sampling nantinya akan seperti gambar berikut ini.



Gambar 3.3 Lokasi Titik Sampling

Panah warna biru pada gambar 3.3 menandakan arah angin berhembus, yaitu angin barat. Maka dari itu dua titik sampling akan diambil sesuai dengan arah angin dan satu titik samplingnya akan melawan arah angin. Apabila arah angin berhembus sebaliknya, yaitu angin berhembus ke arah timur maka titik sampling diambil sebaliknya. Titik sampling diambil dua titik di arah timur, dan satu titik berkebalikan dengan arah angin yaitu di sebelah barat. Pengambilan titik sampling ini untuk mempermudah jalannya sampling dengan menggunakan impinger.

3.8 Pembuatan Kontur Dispersi

Setelah mengetahui konsentrasi di berbagai titik, selanjutnya dibuat kontur dispersi. Gambaran ini akan memberikan informasi mengenai persebaran polutan di area penelitian dengan garis kontur yang menghubungkan antar nilai polutan yang sama. Kontur dispersi ini dibuat dengan *software* pembuat kontur. Data yang dimasukkan di *software* ini adalah data titik–titik perhitungan konsentrasi dan hasil perhitungan konsentrasi polutan. Selain menghubungkan nilai polutan yang sama.

“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini membahas mengenai hasil dari pengumpulan data, pengolahan data, dan pengamatan lapangan yang telah dilakukan setelah proposal disetujui. Tahap pengumpulan data diantaranya mengumpulkan data *traffic* pesawat terbang pada Bandar Udara Internasional Juanda, data arah dan kecepatan angin, dan juga data data lain yang dibutuhkan untuk perhitungan model. Pengolahan data yang dilakukan meliputi pembuatan *windrose*, dan perhitungan model.

4.1 Data Penerbangan Bandara Internasional Juanda

Data penerbangan yang didapatkan berbentuk format file *microsoft excel* dan berisi data pesawat yang melakukan *take-off* dan *landing* pada Bandar Udara Internasional Juanda. Rincian data yang didapat adalah kode penerbangan pesawat tersebut, tipe pesawat yang digunakan pada penerbangan tersebut, asal pesawat tersebut, dan yang terakhir adalah jam kedatangan ataupun jam keberangkatan. Berikut ini adalah contoh data kedatangan pada hari selasa tanggal 14 maret 2017 pada jam 13.00 sampai dengan 14.00.

Tabel 4.1 Data kedatangan pesawat bandara juanda

<i>Ident</i>	<i>Type</i>	<i>Origin</i>	<i>Arrival</i>
GIA314	A332	Jakarta-Soekarno-Hatta Int'l (CGK / WIII)	Tue 01:56PM WIB
GIA347	B738	Ngurah Rai/Bali Intl (DPS / WADD)	Tue 01:50PM WIB
LNI313	B739	Syamsudin Noor (BDJ / WAOO)	Tue 01:10PM WIB
JSA247	A320	Singapore Changi (SIN / WSSS)	Tue 01:07PM WIB
SJY555	B733	Babullah (TTE / WAEE)	Tue 01:00PM WIB

Tabel keberangkatan terpisah dengan tabel kedatangan untuk memudahkan membaca data yang akan diolah nantinya. Berikut adalah data keberangkatan pesawat di Bandar Udara Internasional Juanda. Tidak jauh berbeda dengan data

kedatangan tabel keberangkatan berisi kode penerbangan, tipe pesawat yang digunakan, tujuan penerbangan, dan jam keberangkatan. Berikut adalah tabel 4.2 yang menunjukkan keberangkatan pesawat bandara juanda pada hari minggu tanggal 19 maret 2017 pada jam 8.00 sampai dengan jam 9.00.

Tabel 4.2 Data keberangkatan pesawat bandara juanda

Ident	Type	Destination	Departure
CTV902	A320	Jakarta-Soekarno-Hatta Int'l (CGK / WIII)	Sun 08:47PM WIB
LNI990	B739	Ngurah Rai/Bali Intl (DPS / WADD)	Sun 08:40PM WIB
CTV184	A320	Halim Perdanakusuma Int'l (HLP / WIHH)	Sun 08:35PM WIB
GIA327	B738	Jakarta-Soekarno-Hatta Int'l (CGK / WIII)	Sun 08:02PM WIB

Tabel data selengkapnya ada pada lampiran berisikan data penerbangan keberangkatan dan kedatangan di Bandar Udara Internasional Juanda dari tanggal 12 sampai dengan 19 maret 2017. Setelah dilakukan rekapitulasi maka jumlah kegiatan penerbangan di bandar udara internasional juanda berjumlah sesuai dengan tabel 4.3.

Tabel 4.3 Data keberangkatan pesawat bandara juanda

tanggal	hari	kedatangan	keberangkatan
12/03/17	minggu	123	122
13/03/17	senin	125	128
14/03/17	selasa	121	104
15/03/17	rabu	135	143
16/03/17	kamis	136	143
17/03/17	jumat	138	151
18/03/17	sabtu	126	138
19/03/17	minggu	137	153

4.2 Data Arah dan Kecepatan Angin

Data arah dan kecepatan angin didapatkan dari BLH Kota Surabaya. Data yang didapatkan adalah data kecepatan angin dan arah angin dari bulan januari hingga bulan desember pada tahun 2016. Sementara itu data yang akan digunakan adalah data pada bulan april 2016, digunakan bulan april karena menyesuaikan kondisi pada saat ini yaitu antara bulan maret dan april. Berikut adalah contoh data arah dan kecepatan angin yang akan digunakan pada tanggal 1 bulan april 2016.

Tabel 4.4 Data kedatangan pesawat bandara juanda

tahun	bulan	tanggal	jam	arah	kecepatan
2016	4	1	1	347,83	0,45
2016	4	1	2	258,01	0,45
2016	4	1	3	38,73	0,15
2016	4	1	4	348,33	0,11
2016	4	1	5	228,29	0,21
2016	4	1	6	228,47	0,84
2016	4	1	7	227,46	0,70
2016	4	1	8	198,46	1,33
2016	4	1	9	204,69	1,62
2016	4	1	10	158,09	1,13
2016	4	1	11	194,37	2,43
2016	4	1	12	214,27	0,78
2016	4	1	13	196,85	1,09
2016	4	1	14	110,49	0,35
2016	4	1	15	83,72	0,72
2016	4	1	16	91,35	1,27
2016	4	1	17	107,41	1,08
2016	4	1	18	89,23	0,40
2016	4	1	19	86,09	0,22
2016	4	1	20	312,60	0,08

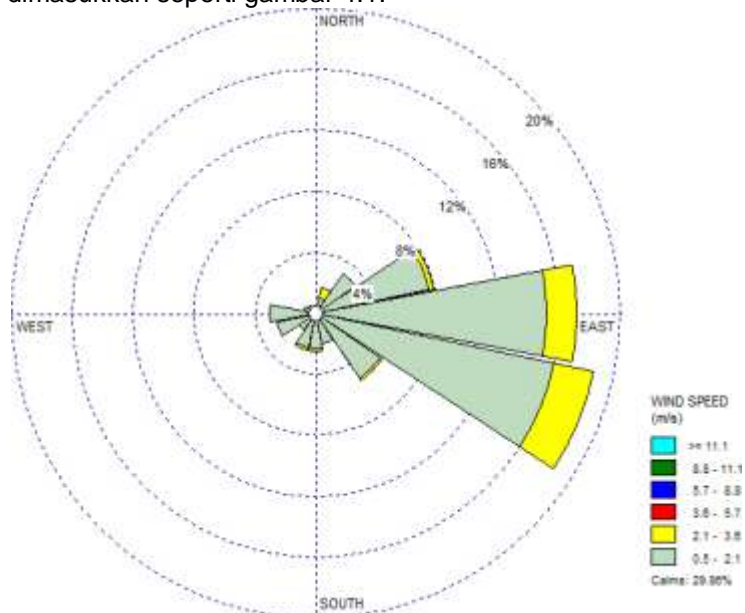
Tabel 4.4 Data kedatangan pesawat bandara juanda (lanjutan)

tahun	bulan	tanggal	jam	arah	kecepatan
2016	4	1	21	102,51	0,01
2016	4	1	22	305,10	0,03
2016	4	1	23	236,06	0,22
2016	4	1	24	249,11	0,02

Data ini dibuat untuk membuat *windrose* dengan menggunakan aplikasi WRPLOT view versi 7.0.0. Untuk keseluruhan data yang digunakan akan dilampirkan.

4.3 Arah Angin Dominan (*Windrose*)

Proses pembuatan *windrose* menggunakan aplikasi WRPLOT view versi 7.0.0 dengan menggunakan data arah angin dan data kecepatan angin yang telah didapat sebelumnya. Dengan memasukkan data kedalam aplikasi tersebut maka akan didapat grafik arah angin dominan sesuai dengan data yang dimasukkan seperti gambar 4.1.



Gambar 4.1 Arah Angin Dominan

Berikut ini adalah arah angin dominan menggunakan data pada bulan april 2016. Arah angin dominan berhembus dari arah tenggara dengan kecepatan dominan 0,5-2,1 m/s dan sedikit di 2,1-2,6 m/s.

4.4 Perhitungan Beban Emisi

Perhitungan beban emisi dilakukan dalam jangka waktu tiap jam untuk keseluruhan penerbangan yang ada di Bandar Udara Internasional Juanda. Berikut adalah contoh perhitungan beban emisi tiap jam di bandar udara internasional juanda, Dari data penerbangan yang didapatkan data tersebut dikelompokkan tiap jam nya seperti pada tabel 4.4.

Tabel 4.5 Data keberangkatan pesawat bandara juanda

Ident	Type	Destination	Departure
CTV902	A320	Jakarta-Soekarno-Hatta Int'l (CGK / WIII)	Sun 08:47PM WIB
LNI990	B739	Ngurah Rai/Bali Intl (DPS / WADD)	Sun 08:40PM WIB
CTV184	A320	Halim Perdanakusuma Int'l (HLP / WIHH)	Sun 08:35PM WIB
GIA327	B738	Jakarta-Soekarno-Hatta Int'l (CGK / WIII)	Sun 08:02PM WIB

Dari data tersebut di catat tipe pesawatnya untuk dapat dikalikan dengan faktor emisi masing masing tipe pesawat. Contohnya seperti pada tabel 4.5

Tabel 4.6 Data keberangkatan pesawat bandara juanda

tipe	waktu kedatangan	faktor emisi (Kg)
A320	Sun 08:47PM WIB	9,01
B739	Sun 08:40PM WIB	12,3
A320	Sun 08:35PM WIB	9,01
B738	Sun 08:02PM WIB	12,3
total (Kg/jam)		42,62

Pada jam 8.00 sampai jam 9.00 terdapat 2 jenis pesawat tipe A320, 1 pesawat tipe B739 dan 1 pesawat tipe B738. Perhitungan beban emisi pada jam 20.00-21.00 adalah sebagai berikut

Emisi *LTO* = jumlah pesawat melakukan *LTOx* Faktor emisi *LTO*
Maka,

$$\text{Emisi } LTO = (2 \times 9,01) + (1 \times 12,3) + (1 \times 12,3)$$

$$\text{Emisi } LTO = 42,62 \text{ kg/jam}$$

Maka beban emisi untuk jam 8.00-9.00 adalah sebesar 42.62 kg/jam.

Perhitungan dilanjutkan sehingga mendapatkan data tiap jam pada hari tersebut. Hal yang sama dilakukan pada data penerbangan untuk kegiatan keberangkatan pada hari minggu. Perhitungan untuk beban emisi NO_x pada hari minggu dapat dilihat pada tabel 4.6

Tabel 4.7 Beban emisi rekapan satu hari

tanggal	jam	beban emisi (kg/jam)
3/19/2017 (minggu)	21.00-22.00	67,22
	20.00-21.00	42,62
	19.00-20.00	78,5
	18.00-19.00	127,39
	17.00-18.00	58,21
	16.00-17.00	118,38
	15.00-16.00	128,19
	14.00-15.00	69,49
	13.00-14.00	76,23
	12.00-13.00	147,68
	11.00-12.00	125,43
	10.00-11.00	102,79
	09.00-10.00	147,23
	08.00-09.00	85,08
	07.00-08.00	113,13
06.00-07.00	166	
05.00-06.00	105,53	

Dari perhitungan yang telah dilakukan maka didapatkan beban emisi maksimum pada hari kerja adalah sebesar 71,49 g/s pada hari senin, dan untuk beban emisi minimum sebesar 9,34 g/s pada hari selasa. Untuk perhitungan akhir pekan beban emisi maksimum sebesar 78,59 g/s terdapat pada hari minggu, dan beban emisi minimum sebesar 16,71 terdapat pada hari minggu di jam yang berbeda. Berikut ini adalah rekapitan beban emisi setiap hari yang telah dihitung mulai dari tanggal 12 maret sampai dengan 19 maret 2017

Tabel 4.8 Rekap Beban Emisi Bandara Juanda

tanggal	hari	total (kg/jam)			total (g/s)		
		max	min	ave	max	min	ave
12/03/17	minggu	214,8	60,2	158,1	59,7	16,7	43,9
13/03/17	senin	257,4	94,9	168,8	71,5	26,4	46,9
14/03/17	selasa	249,9	33,6	162,7	69,4	9,3	45,2
15/03/17	rabu	254,2	44,6	175,5	70,6	12,4	48,8
16/03/17	kamis	249,7	92,4	181,5	69,4	25,7	50,4
17/03/17	jumat	255,0	129,3	191,2	70,8	35,9	53,1
18/03/17	sabtu	282,9	105,2	174,3	78,6	29,2	48,4
19/03/17	minggu	266,2	114,5	194,4	74,0	31,8	54,0

4.5 Perhitungan *Plume Rise*

Perhitungan *Plume Rise* dan parameter dilakukan dengan menggunakan rumus 2.6 dan juga 2.7. *Plume Rise* dihitung untuk melihat seberapa jauh gas yang keluar dari suatu sumber dapat mencapai titik maksimum di udara ambien. Salah satu hal yang berpengaruh adalah *flux buoyancy* atau momen yang terjadi karena perbedaaan suhu dan tekanan saat keluarnya gas buang dari suatu sumber. Berikut adalah langkah perhitungan *plume rise* yang diawali dengan perhitungan *flux buoyancy*. Berikut adalah contoh perhitungan *flux buoyancy*:

$$Fb = \frac{gds^2ws(T2-T1)}{4.T2}$$

dengan data data yang dibutuhkan adalah sebagai berikut.

Tabel 4.9 Data Spesifikasi Mesin Pesawat Terbang

Type	Engine		SUHU/EG T (C)	KEC GAS BUANG (m/s)	r (m)
A319	Turbofan	CFM International CFM56-4	622	53,31	0,75
A320	Turbofan	CFM International CFM56-4	622	53,31f	0,75
A332 (330-200)	Turbofan	Pratt & Whitney Canada PW4000	434	75,88	1,2
A333 (330-300)	Turbofan	General Electric CF6-80E, Pratt & Whitney Canada PW4000, Rolls-Royce Trent 700	434	75,88	1,2
ATR72	Turboprop	General Electric GE38	396	28,83	0,5
B733 (737-300)	Turbofan	CFM International CFM56-3	622	53,31	0,75

Tabel 4.9 Data Spesifikasi Mesin Pesawat Terbang (lanjutan)

Type	Engine		SUHU/EG T (C)	KEC GAS BUANG (m/s)	r (m)
B735 (737-500)	Turbofan	CFM Internat ional CFM56-3	622	53,31	0,75
B738 (737-800)	Turbofan	CFM Internat ional CFM56-7	652	53,31	0,75
B739 (737-900)	Turbofan	CFM Internat ional CFM56-7	652	53,31	0,75
CRJ1000	Turbofan	General Electric CF34-8C1	459	52,02	0,65
A332 (330-200)	Turbofan	General Electric CF6-80E, Pratt & Whitney Canada PW4000 , Rolls-Royce Trent 700	434	58,52	1,2
H25B (Hawker 800)	Turbofan	Garrett TFE731	353	32,47	0,5

Tabel 4.9 Data Spesifikasi Mesin Pesawat Terbang (lanjutan)

Type	Engine	SUHU/EG T (C)	KEC GAS BUANG (m/s)	r (m)
B744 (747-400)	Turbofan Pratt & Whitney PW4056 , General Electric CF6-80C2B1 F, Rolls-Royce RB211-524G/H	434	58,52	1,4

Dengan ini maka dapat dihitung;

$$Fb = \frac{9,81 \cdot 0,75^2 \cdot 53,31(622 - 30)}{4,622}$$

$$Fb = 70 \text{ m}^4/\text{s}^3$$

Dilanjutkan dengan perhitungan X_f dari data yang sudah didapatkan dari karakteristik pesawat, untuk menghitung rumus plume rise

$$xf = 119 Fb^{2/5}$$

$$xf = 119 70^{2/5}$$

$$xf = 651,1 \text{ m}^4/\text{s}^3$$

Setelah itu dilanjutkan dengan menghitung *plume rise* dengan menggunakan rumus

$$Hp = \frac{1,6 Fb^{1/3} x^{2/3}}{u}$$

$$Hp = \frac{1,6 70^{1/3} 651,1^{2/3}}{2,77}$$

$$Hp = 178,81 \text{ m}$$

Maka didapatkan tinggi plume rise yang akan digunakan pada perhitungan konsentrasi di rumus selanjutnya.

4.6 Perhitungan Parameter Dispersi

Perhitungan parameter dispersi atau yang selanjutnya akan disebut σ_z (sigma-z) dan σ_y (sigma-y). masing masing harus dihitung untuk bisa menghitung konsentrasi dispersinya. Parameter dispersi disesuaikan dengan kondisi meteorologinya yaitu yang menentukan kelas A-F. Pada pengerjaan kali ini akan dihitung semua kelas parameter dispersi agar memudahkan perhitungan data untuk konsentrasi dispersi.

Berikut adalah contoh perhitungan sigma z kelas A dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\sigma_z = (a + b \left[\frac{x}{\sin\theta} \right])^c$$

nilai parameter a,b, dan c dapat dilihat pada tabel 2.8. Nilai $\sin\theta$ adalah sudut antara arah angin dominan dan sumber garis emisi yaitu 23,07 derajat, maka:

$$\sigma_z = (1,14 + 0,05 \left[\frac{100}{\sin 23,07} \right])^{1,33}$$

$$\sigma_z = 33,12 \text{ m}$$

selanjutnya menghitung parameter dispersi sigma-y dengan menggunakan rumus 2.4. Sama dengan perhitungan sigma-z akan dihitung pada semua kelas dari A hingga F. berikut adalah contoh perhitungan sigma-z dengan kelas stabilitas A

$$\sigma_y = 0,32x (1 + 0,0004x)^{-0,5}$$

$$\sigma_y = 0,32 \cdot 100 (1 + 0,0004 \cdot 100)^{-0,5}$$

$$\sigma_y = 31,38 \text{ m}$$

nilai dari sigma-y dan sigma-z akan digunakan untuk perhitungan nilai konsentrasi dari dispersi.

4.7 Perhitungan Konsentrasi Dispersi

Perhitungan konsentrasi dispersi akan dihitung dengan berbagai skenario. Skenario yang pertama adalah dengan beban emisi maksimum pada hari kerja dan akhir pekan. Beban emisi rata-rata pada hari kerja dan akhir pekan. Dan beban emisi minimum pada hari kerja dan akhir pekan. Semua skenario dihitung dengan jarak 3 kilometer dari sumber emisi.

Sebelum menghitung konsentrasi terlebih dahulu menghitung sudut antara sumber emisi dan arah angin, hal ini diperlukan di dalam perhitungan konsentrasi. Untuk menghitung

besar sudutnya *windrose* diletakkan pada tengah-tengah runway seperti gambar 4.2 berikut ini



Gambar 4.2 Arah Angin Dominan Pada Bandara

Dari gambar ini diketahui arah angin dominan dan posisi runway. Selanjutnya ditarik garis lurus dari awal runway dengan arah angin dominan menggunakan garis lurus seperti gambar 4.3 berikut ini.



Gambar 4.3 Garis Acuan Sudut

Dapat dilihat dari gambar 4.3 antara *runway* dan garis putih membentuk sudut yang dapat dihitung dengan menggunakan aplikasi *google earth* didapatkan sudut sebesar 23,07°. Angka sudut ini akan digunakan sebagai dasar untuk menghitung konsentrasi dispersi untuk semua titik.

Skenario yang akan digunakan menggunakan variasi dari perbedaan pada hari kerja dan akhir pekan, lalu menggunakan perbedaan beban emisi maksimal, rata-rata, dan minimum pada masing-masing hari. Perbedaan keadaan atmosfer juga menjadi pengaruh kepada nilai dispersinya, maka dibuat varian perbedaan keadaan atmosfer dalam keadaan tidak stabil (AB), netral (CD), dan stabil (EF). Maka apabila dibuat dalam bentuk tabel maka kesimpulan dari semua skenarionya adalah sebagai berikut:

Tabel 4.10 Skenario Model

hari	beban emisi	keadaan atmosfer	kode
hari kerja	maksimal	AB	d1
		CD	d2
		EF	d3
	rata-rata	AB	d4
		CD	d5
		EF	d6
	minimum	AB	d7
		CD	d8
		EF	d9
akhir pekan	maksimal	AB	w1
		CD	w2
		EF	w3
	rata-rata	AB	w4
		CD	w5
		EF	w6
	minimum	AB	w7

Tabel 4.10 Skenario Model (lanjutan)

hari	beban emisi	keadaan atmosfer	kode
		CD	w8
		EF	w9

Total ada 18 skenario yang akan dihitung modelnya. Tiap model akan dihitung titik reseptornya tiap 100 meter sejauh 5 kilometer dari sumber emisi. Berikut adalah contoh perhitungan untuk satu titik reseptor pada d1, d2 dan d3:

$$C = \frac{q}{2 \pi \sigma z \sigma y} \left[EXP \left\{ -\frac{1}{2} \left(\frac{z-H}{\sigma z} \right)^2 \right\} + EXP \left\{ -\frac{1}{2} \left(\frac{z-H}{\sigma z} \right)^2 \right\} \right] EXP \left\{ -\frac{1}{2} \left(\frac{\sin \theta (L/2 + y)}{\sigma y^2} \right)^2 \right\}$$

$$C = \frac{71,49}{2 \pi 269,91.197,99} EXP \left\{ -\frac{1}{2} \left(\frac{\sin 23,07 \left(\frac{2950}{2} + 0 \right)}{197,99^2} \right)^2 \right\}$$

$$\left[EXP \left\{ -\frac{1}{2} \left(\frac{1 - 218,45}{269,91} \right)^2 \right\} + EXP \left\{ -\frac{1}{2} \left(\frac{1 - 218,45}{269,91} \right)^2 \right\} \right]$$

$$c = 1,107 \times 10^{-4} g/m^3 = 110,8 \mu g/m^3$$

Setelah dihitung maka didapatkan hasil 800 titik perhitungan, namun hanya ditampilkan 50 titik reseptor dari total 800 titik reseptor yang dihitung adalah sebagai berikut ini:

Tabel 4.11 Konsentrasi Skenario d1, d2 dan d3

titik	konsentrasi ($\mu g/m^3$)		
	skenario		
	d1	d2	d3
1	4,26E-16	3,31E-27	4,46E-44
2	0,672179	1,74E-05	1,07E-13
3	53,18658	0,289054	3,84E-06
4	130,2973	7,789873	0,004653

Tabel 4.11 Konsentrasi Skenario d1, d2 dan d3 (lanjutan)

titik	konsentrasi ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		
	skenario		
	d1	d2	d3
5	147,0272	31,80506	0,173012
6	132,2762	62,23169	1,399999
7	110,7933	86,84083	5,196211
8	91,04568	101,9662	12,40371
9	74,84427	108,9042	22,61721
10	62,00199	110,1278	34,66796
11	51,89052	107,8002	47,28451
12	43,89324	103,4707	59,44518
13	37,51561	98,13809	70,49413
14	32,37462	92,42175	80,09809
15	28,18742	86,68809	88,14663
16	24,74033	81,14362	94,66702
17	21,87409	75,89899	99,7814
18	19,46976	71,00193	103,6434
19	17,4351	66,46735	106,4175
20	15,69953	62,28753	108,2702
21	14,20843	58,44756	109,3481
22	12,91829	54,92299	109,7876
23	11,79518	51,68919	109,7011
24	10,81188	48,72125	109,1902
25	9,946229	45,99513	108,3355
26	9,180556	43,48933	107,2042
27	8,500039	41,18279	105,8626
28	7,892602	39,0554	104,3509
29	7,348328	37,09174	102,7209
30	6,858584	35,27522	100,9929

Tabel 4.11 Konsentrasi Skenario d1, d2 dan d3 (lanjutan)

titik	konsentrasi ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		
	skenario		
	d1	d2	d3
31	2,65E-18	7,13E-32	9,96E-63
32	0,179826	1,07E-06	1,53E-18
33	28,96672	0,079907	2,25E-08
34	91,45474	3,683752	0,000232
35	116,3083	19,37143	0,023809
36	111,7992	43,59909	0,33728
37	97,52566	66,3023	1,765653
38	82,32328	82,39939	5,289005
39	68,95319	91,56134	11,30082
40	57,90521	95,29787	19,44017
41	48,96106	95,32965	28,91558
42	41,7449	93,04812	38,87405
43	35,9037	89,43072	48,61266
44	31,14059	85,12673	57,64867
45	27,22547	80,5482	65,70245
46	23,9784	75,94751	72,64855
47	21,26195	71,47526	78,47318
48	18,97158	67,213	83,22769
49	17,02496	63,20263	87,00016
50	15,35834	59,45827	89,89869

Berikut ini adalah contoh perhitungan dari skenario d4, d5, dan d6:

$$C = \frac{q}{2 \pi \sigma z \sigma y} \left[EXP \left\{ -\frac{1}{2} \left(\frac{z-H}{\sigma z} \right)^2 \right\} + EXP \left\{ -\frac{1}{2} \left(\frac{z-H}{\sigma z} \right)^2 \right\} \right]$$

$$EXP \left\{ -\frac{1}{2} \left(\frac{\sin \theta (L/2 + y)}{\sigma y^2} \right)^2 \right\}$$

$$C = \frac{53,11}{2 \pi 269,91 \cdot 197,99} \text{EXP} \left\{ -\frac{1}{2} \left(\frac{\sin 23,07 \left(\frac{2950}{2} + 0 \right)}{197,99^2} \right) \right\}$$

$$\left[\text{EXP} \left\{ -\frac{1}{2} \left(\frac{1 - 218,45}{269,91} \right)^2 \right\} + \text{EXP} \left\{ -\frac{1}{2} \left(\frac{1 - 218,45}{269,91} \right)^2 \right\} \right]$$

$$C = 8,23 \times 10^{-4} \text{g} / \text{m}^3 = 82,3 \text{ } \mu\text{g} / \text{m}^3$$

Setelah dihitung maka didapatkan hasil 800 titik perhitungan, namun hanya ditampilkan 50 titik reseptor dari total 800 titik reseptor yang dihitung adalah sebagai berikut ini:

Tabel 4.12 Konsentrasi Skenario d4, d5 dan d6

titik	konsentrasi($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		
	skenario		
	d4	d5	d6
1	3,16E-16	2,46E-27	3,31E-44
2	0,499362	1,29E-05	7,97E-14
3	39,51237	0,214739	2,86E-06
4	96,79798	5,787105	0,003456
5	109,2267	23,62802	0,128531
6	98,26816	46,23199	1,040061
7	82,30848	64,51415	3,860271
8	67,63794	75,75082	9,21473
9	55,60189	80,90502	16,80235
10	46,06135	81,81408	25,75487
11	38,54952	80,08486	35,12771
12	32,60834	76,86853	44,16189
13	27,87039	72,9069	52,37017

Tabel 4.12 Konsentrasi Skenario d4, d5 dan d6 (lanjutan)

titik	konsentrasi($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		
	skenario		
	d4	d5	d6
14	24,05114	68,66022	59,50496
15	20,94046	64,40068	65,48423
16	18,37962	60,28168	70,32823
17	16,25029	56,38545	74,12771
18	14,46411	52,74741	76,99677
19	12,95255	49,37867	79,05766
20	11,6632	46,27348	80,43405
21	10,55545	43,42075	81,23485
22	9,597014	40,80235	81,56135
23	8,762652	38,39996	81,49704
24	8,032156	36,19507	81,11754
25	7,389065	34,16983	80,48256
26	6,820245	32,30827	79,64212
27	6,314688	30,59474	78,64543
28	5,863423	29,0143	77,52237
29	5,459081	27,55549	76,31149
30	5,095249	26,206	75,02776
31	1,97E-18	5,29E-32	7,4E-63
32	0,133593	7,93E-07	1,14E-18
33	21,51941	0,059363	1,67E-08
34	67,94183	2,736664	0,000173
35	86,40558	14,39105	0,017688
36	83,05576	32,38982	0,250566
37	72,45192	49,25605	1,311705
38	61,15806	61,2146	3,929208
39	51,2254	68,02102	8,395388

Tabel 4.12 Konsentrasi Skenario d4, d5 dan d6 (lanjutan)

titik	konsentrasi($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		
	skenario		
	d4	d5	d6
40	43,01785	70,79689	14,44212
41	36,37322	70,8205	21,48141
42	31,01233	69,12555	28,87957
43	26,6729	66,43818	36,1144
44	23,13438	63,24074	42,82726
45	20,22583	59,83935	48,81043
46	17,81358	56,42149	53,97068
47	15,79553	53,09905	58,29781
48	14,094	49,93261	61,82994
49	12,64786	46,95331	64,63252
50	11,40972	44,17161	66,78584

Berikut ini adalah contoh perhitungan dari skenario d7, d8, dan d9:

$$C = \frac{q}{2 \pi \sigma_z \sigma_y} \left[\text{EXP} \left\{ -\frac{1}{2} \left(\frac{z-H}{\sigma_z} \right)^2 \right\} + \text{EXP} \left\{ -\frac{1}{2} \left(\frac{z-H}{\sigma_z} \right)^2 \right\} \right] \text{EXP} \left\{ -\frac{1}{2} \left(\frac{\sin\theta(L/2+y)}{\sigma_y^2} \right) \right\}$$

$$C = \frac{9,34}{2 \pi 269,91 \cdot 197,99} \text{EXP} \left\{ -\frac{1}{2} \left(\frac{\sin 23,07 \left(\frac{2950}{2} + 0 \right)}{197,99^2} \right) \right\}$$

$$\left[\text{EXP} \left\{ -\frac{1}{2} \left(\frac{1-218,45}{269,91} \right)^2 \right\} + \text{EXP} \left\{ -\frac{1}{2} \left(\frac{1-218,45}{269,91} \right)^2 \right\} \right]$$

$$C = 1,44 \times 10^{-5} \text{ g}/\text{m}^3 = 14,47 \mu\text{g}/\text{m}^3$$

Setelah dihitung maka didapatkan hasil 800 titik perhitungan, namun hanya ditampilkan 50 titik reseptor dari total 800 titik reseptor yang dihitung adalah sebagai berikut ini:

Tabel 4.13 Konsentrasi Skenario d7, d8 dan d9

titik	konsentrasi ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		
	skenario		
	d7	d8	d9
1	5,56E-17	4,33E-28	5,83E-45
2	0,087819	2,27E-06	1,4E-14
3	6,948702	0,037764	5,02E-07
4	17,02303	1,017729	0,000608
5	19,20876	4,155256	0,022604
6	17,28158	8,130424	0,182907
7	14,47489	11,34555	0,678873
8	11,8949	13,32165	1,620515
9	9,778227	14,22807	2,954885
10	8,100414	14,38794	4,529288
11	6,779374	14,08384	6,177609
12	5,734549	13,51821	7,766373
13	4,901326	12,82151	9,209892
14	4,229668	12,07468	10,46463
15	3,68262	11,32559	11,51615
16	3,232266	10,60122	12,36802
17	2,857799	9,916024	13,0362
18	2,543678	9,276234	13,54076
19	2,277855	8,683803	13,90319
20	2,051107	8,13772	14,14525
21	1,856297	7,636035	14,28608
22	1,687744	7,175559	14,34349
23	1,541012	6,753071	14,33219

Tabel 4.13 Konsentrasi Skenario d7, d8 dan d9 (lanjutan)

titik	konsentrasi ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		
	skenario		
	d7	d8	d9
24	1,412546	6,365317	14,26545
25	1,299451	6,009155	14,15378
26	1,199418	5,681778	14,00598
27	1,11051	5,380434	13,8307
28	1,03115	5,102495	13,63319
29	0,960042	4,845948	13,42025
30	0,896058	4,608624	13,19449
31	3,47E-19	9,31E-33	1,3E-63
32	0,023494	1,4E-07	2E-19
33	3,784434	0,01044	2,93E-09
34	11,94835	0,481274	3,04E-05
35	15,19541	2,530831	0,003111
36	14,6063	5,696119	0,044065
37	12,7415	8,662239	0,230678
38	10,75534	10,76529	0,690996
39	9,008571	11,96227	1,476425
40	7,56518	12,45044	2,539812
41	6,396647	12,45459	3,777752
42	5,453872	12,15652	5,078803
43	4,690734	11,68391	6,351129
44	4,068445	11,12161	7,531663
45	3,556943	10,52343	8,583871
46	3,132722	9,922363	9,491361
47	2,777824	9,338074	10,25234
48	2,478592	8,78122	10,8735
49	2,22427	8,257275	11,36637

Tabel 4.13 Konsentrasi Skenario d7, d8 dan d9 (lanjutan)

titik	konsentrasi ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		
	skenario		
	d7	d8	d9
50	2,00653	7,768082	11,74505

Berikut ini adalah contoh perhitungan dari skenario w1, w2, dan w3:

$$C = \frac{q}{2 \pi \sigma z \sigma y} \left[\text{EXP} \left\{ -\frac{1}{2} \left(\frac{z-H}{\sigma z} \right)^2 \right\} + \text{EXP} \left\{ -\frac{1}{2} \left(\frac{z-H}{\sigma z} \right)^2 \right\} \right] \text{EXP} \left\{ -\frac{1}{2} \left(\frac{\sin \theta (L/2 + y)}{\sigma y^2} \right)^2 \right\}$$

$$C = \frac{78,59}{2 \pi 269,91.197,99} \text{EXP} \left\{ -\frac{1}{2} \left(\frac{\sin 23,07 \left(\frac{2950}{2} + 0 \right)}{197,99^2} \right)^2 \right\}$$

$$\left[\text{EXP} \left\{ -\frac{1}{2} \left(\frac{1 - 218,45}{269,91} \right)^2 \right\} + \text{EXP} \left\{ -\frac{1}{2} \left(\frac{1 - 218,45}{269,91} \right)^2 \right\} \right]$$

$$C = 1,218 \times 10^{-4} \text{ g}/\text{m}^3 = 121,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$$

Setelah dihitung maka didapatkan hasil 800 titik perhitungan, namun hanya ditampilkan 50 titik reseptor dari total 800 titik reseptor yang dihitung adalah sebagai berikut ini:

Tabel 4.14 Konsentrasi Skenario w1, w2 dan w3

titik	konsentrasi ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		
	skenario		
	w1	w2	w3
1	4,68E-16	3,64E-27	4,9E-44
2	0,738936	1,91E-05	1,18E-13
3	58,46879	0,317761	4,23E-06
4	143,2377	8,563521	0,005115
5	161,6291	34,96377	0,190195

Tabel 4.14 Konsentrasi Skenario w1, w2 dan w3 (lanjutan)

titik	konsentrasi ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		
	skenario		
	w1	w2	w3
6	145,4132	68,41221	1,539039
7	121,7967	95,46539	5,71227
8	100,0878	112,093	13,63558
9	82,27739	119,7199	24,86343
10	68,15969	121,0651	38,111
11	57,044	118,5063	51,98055
12	48,25248	113,7469	65,34895
13	41,24145	107,8846	77,49523
14	35,58989	101,6006	88,053
15	30,98684	95,29748	96,90088
16	27,19741	89,20236	104,0688
17	24,04651	83,43687	109,6911
18	21,40339	78,05345	113,9367
19	19,16666	73,06853	116,9863
20	17,25872	68,4736	119,023
21	15,61953	64,25225	120,208
22	14,20127	60,37764	120,6911
23	12,96661	56,82268	120,596
24	11,88565	53,55998	120,0344
25	10,93403	50,56311	119,0948
26	10,09232	47,80845	117,8511
27	9,344217	45,27284	116,3763
28	8,676453	42,93417	114,7144
29	8,078125	40,77549	112,9226
30	7,539741	38,77856	111,023
31	2,92E-18	7,84E-32	1,09E-62

Tabel 4.14 Konsentrasi Skenario w1, w2 dan w3 (lanjutan)

titik	konsentrasi ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		
	skenario		
	w1	w2	w3
32	0,197686	1,17E-06	1,69E-18
33	31,84354	0,087843	2,47E-08
34	100,5375	4,049603	0,000256
35	127,8594	21,29529	0,026173
36	122,9025	47,92912	0,370777
37	107,2114	72,88708	1,941008
38	90,49918	90,58285	5,81428
39	75,80125	100,6547	12,42315
40	63,65605	104,7623	21,37086
41	53,8236	104,7973	31,78732
42	45,89077	102,2892	42,73481
43	39,46947	98,31249	53,44061
44	34,23331	93,58106	63,37402
45	29,92935	88,54781	72,22767
46	26,35981	83,4902	79,86361
47	23,37357	78,57379	86,26671
48	20,85573	73,88823	91,49341
49	18,71578	69,47958	95,64055
50	16,88364	65,36334	98,82694

Berikut ini adalah contoh perhitungan dari skenario w4, w5, dan w6:

$$C = \frac{q}{2 \pi \sigma z \sigma y} \left[EXP \left\{ -\frac{1}{2} \left(\frac{z-H}{\sigma z} \right)^2 \right\} + EXP \left\{ -\frac{1}{2} \left(\frac{z-H}{\sigma z} \right)^2 \right\} \right]$$

$$EXP \left\{ -\frac{1}{2} \left(\frac{\sin \theta (L/2 + y)}{\sigma y^2} \right)^2 \right\}$$

$$C = \frac{54,01}{2 \pi 269,91 \cdot 197,99} \text{EXP} \left\{ -\frac{1}{2} \left(\frac{\sin 23,07 \left(\frac{2950}{2} + 0 \right)}{197,99^2} \right) \right\}$$

$$\left[\text{EXP} \left\{ -\frac{1}{2} \left(\frac{1 - 218,45}{269,91} \right)^2 \right\} + \text{EXP} \left\{ -\frac{1}{2} \left(\frac{1 - 218,45}{269,91} \right)^2 \right\} \right]$$

$$C = 8,37 \times 10^{-5} \text{ g/m}^3 = 83,7 \text{ } \mu\text{g/m}^3$$

Setelah dihitung maka didapatkan hasil 800 titik perhitungan, namun hanya ditampilkan 50 titik reseptor dari total 800 titik reseptor yang dihitung adalah sebagai berikut ini:

Tabel 4.15 Konsentrasi Skenario w4, w5 dan w6

titik	konsentrasi ($\mu\text{g/m}^3$)		
	skenario		
	w4	w5	w6
1	3,21E-16	2,5E-27	3,37E-44
2	0,507824	1,31E-05	8,11E-14
3	40,18195	0,218378	2,9E-06
4	98,43831	5,885173	0,003515
5	111,0776	24,02841	0,130709
6	99,93341	47,01544	1,057686
7	83,70327	65,6074	3,925687
8	68,78413	77,03449	9,370882
9	56,54412	82,27603	17,08708
10	46,8419	83,20049	26,19131
11	39,20278	81,44198	35,72298
12	33,16092	78,17114	44,91026
13	28,34268	74,14238	53,25763
14	24,45871	69,82373	60,51333
15	21,29532	65,49201	66,59392

Tabel 4.15 Konsentrasi Skenario w4, w5 dan w6

titik	konsentrasi ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		
	skenario		
	w4	w5	w6
16	18,69108	61,30322	71,52001
17	16,52566	57,34095	75,38388
18	14,70921	53,64127	78,30156
19	13,17205	50,21544	80,39736
20	11,86084	47,05763	81,79708
21	10,73433	44,15656	82,61145
22	9,759645	41,49378	82,94348
23	8,911144	39,05068	82,87809
24	8,168268	36,80843	82,49215
25	7,51428	34,74887	81,84642
26	6,935821	32,85576	80,99173
27	6,421697	31,11319	79,97815
28	5,962784	29,50597	78,83606
29	5,551591	28,02245	77,60466
30	5,181593	26,65008	76,29918
31	2E-18	5,38E-32	7,52E-63
32	0,135857	8,07E-07	1,16E-18
33	21,88407	0,060369	1,7E-08
34	69,09317	2,783039	0,000176
35	87,86981	14,63492	0,017987
36	84,46322	32,93869	0,254812
37	73,67969	50,09074	1,333933
38	62,19444	62,25194	3,995792
39	52,09346	69,1737	8,537656
40	43,74683	71,99661	14,68686
41	36,9896	72,02062	21,84544

Tabel 4.15 Konsentrasi Skenario w4, w5 dan w6

titik	konsentrasi ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		
	skenario		
	w4	w5	w6
42	31,53786	70,29695	29,36897
43	27,1249	67,56404	36,72639
44	23,52642	64,31242	43,55301
45	20,56858	60,85338	49,63757
46	18,11545	57,3776	54,88527
47	16,0632	53,99886	59,28573
48	14,33284	50,77877	62,87771
49	12,86219	47,74897	65,72778
50	11,60307	44,92014	67,91759

Berikut ini adalah contoh perhitungan dari skenario w7, w8, dan w9:

$$C = \frac{q}{2 \pi \sigma z \sigma y} \left[\text{EXP} \left\{ -\frac{1}{2} \left(\frac{z-H}{\sigma z} \right)^2 \right\} + \text{EXP} \left\{ -\frac{1}{2} \left(\frac{z-H}{\sigma z} \right)^2 \right\} \right] \text{EXP} \left\{ -\frac{1}{2} \left(\frac{\sin \theta (L/2 + y)}{\sigma y^2} \right) \right\}$$

$$C = \frac{29,23}{2 \pi 269,91 \cdot 197,99} \text{EXP} \left\{ -\frac{1}{2} \left(\frac{\sin 23,07 \left(\frac{2950}{2} + 0 \right)}{197,99^2} \right) \right\}$$

$$\left[\text{EXP} \left\{ -\frac{1}{2} \left(\frac{1 - 218,45}{269,91} \right)^2 \right\} + \text{EXP} \left\{ -\frac{1}{2} \left(\frac{1 - 218,45}{269,91} \right)^2 \right\} \right]$$

$$C = 4,53 \times 10^{-5} \text{ g}/\text{m}^3 = 45,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$$

Setelah dihitung maka didapatkan hasil 800 titik perhitungan, namun hanya ditampilkan 50 titik reseptor dari total 800 titik reseptor yang dihitung adalah sebagai berikut ini:

Tabel 4.16 Konsentrasi Skenario w7, w8 dan w9

titik	konsentrasi ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		
	skenario		
	w7	w8	w9
1	1,74E-16	1,35E-27	1,82E-44
2	0,27483256	7,1E-06	4,39E-14
3	21,7463117	0,118185	1,57E-06
4	53,27442876	3,185033	0,001902
5	60,11476738	13,00408	0,070739
6	54,08356905	25,44457	0,572415
7	45,29988311	35,50647	2,124566
8	37,22570084	41,69076	5,071485
9	30,60145361	44,52746	9,247461
10	25,35065272	45,02778	14,17463
11	21,21639111	44,07608	19,33314
12	17,94655927	42,30592	24,30525
13	15,33894538	40,12556	28,82282
14	13,23695832	37,78833	32,74957
15	11,52494306	35,44402	36,04037
16	10,11553941	33,17706	38,70635
17	8,943624997	31,0327	40,79746
18	7,960568751	29,03044	42,3765
19	7,128660704	27,1764	43,51074
20	6,419041507	25,4674	44,26826
21	5,809375686	23,89736	44,70899
22	5,281881335	22,45627	44,88869

Tabel 4.16 Konsentrasi Skenario w7, w8 dan w9 (lanjutan)

titik	konsentrasi ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		
	skenario		
	w7	w8	w9
23	4,822675939	21,13408	44,8533
24	4,420634651	19,92058	44,64443
25	4,066698599	18,80595	44,29496
26	3,753639067	17,78141	43,83241
27	3,475397004	16,83834	43,28386
28	3,227035472	15,96852	42,66577
29	3,004499091	15,16564	41,99934
30	2,804257973	14,42292	41,29282
31	1,0847E-18	2,91E-32	4,07E-63
32	0,073525344	4,37E-07	6,27E-19
33	11,84357511	0,032671	9,18E-09
34	37,39295196	1,50617	9,51E-05
35	47,55479452	7,920364	0,009735
36	45,711163	17,82629	0,137903
37	39,87515955	27,10891	0,72192
38	33,65938577	33,69051	2,162507
39	28,19277782	37,43654	4,620546
40	23,67561051	38,96428	7,948469
41	20,01862767	38,97728	11,82266
42	17,06816795	38,04443	15,89437
43	14,67988925	36,56539	19,87618
44	12,7324038	34,80563	23,57072
45	11,13163237	32,93361	26,86366
46	9,804010373	31,05253	29,70369
47	8,693339287	29,22397	32,0852
48	7,756877205	27,48127	34,02917

Tabel 4.16 Konsentrasi Skenario w7, w8 dan w9 (lanjutan)

titik	konsentrasi ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		
	skenario		
	w7	w8	w9
49	6,960966029	25,84156	35,57161
50	6,279537628	24,3106	36,75673

Setelah semua hitungan selesai, maka tahap selanjutnya adalah membandingkan tingkat emisi pada hari kerja dan akhir pekan. Hal ini bertujuan untuk melihat seberapa besar pengaruh dari penerbangan di bandara juanda. Untuk melakukan perbandingan diambil beberapa titik lalu dibandingkan dengan menggunakan tabel konsentrasi mana yang lebih besar.

Tabel 4.17 Tabel Perbandingan Skenario

titik	konsentrasi ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)					
	skenario					
	d1	w1	d4	w4	d7	w7
34	91,45	100,54	67,94	69,09	11,95	37,39
35	116,31	127,86	86,41	87,87	15,20	47,55
36	111,80	122,90	83,06	84,46	14,61	45,71
37	97,53	107,21	72,45	73,68	12,74	39,88
38	82,32	90,50	61,16	62,19	10,76	33,66
39	68,95	75,80	51,23	52,09	9,01	28,19

Terlihat pada beban maksimal di skenario d1 dan w1 tidak terlihat jauh perbedaannya hanya sekitar 9-10 $\mu\text{g NO}_x / \text{m}^3$ dan kebanyakan nilai di titik ini melebihi baku mutu. Sementara untuk skenario d4 dan w4 dimana perhitungan menggunakan beban emisi rata-rata juga tidak terlihat perbedaan yang terlalu signifikan. Pada perbandingan skenario d7 dan w7 terlihat perbedaan dari beban emisi pada saat akhir pekan lebih besar dua sampai tiga kali lipat dari pada hari kerja.

4.8 Pembuatan Kontur Dengan Menggunakan Surfer

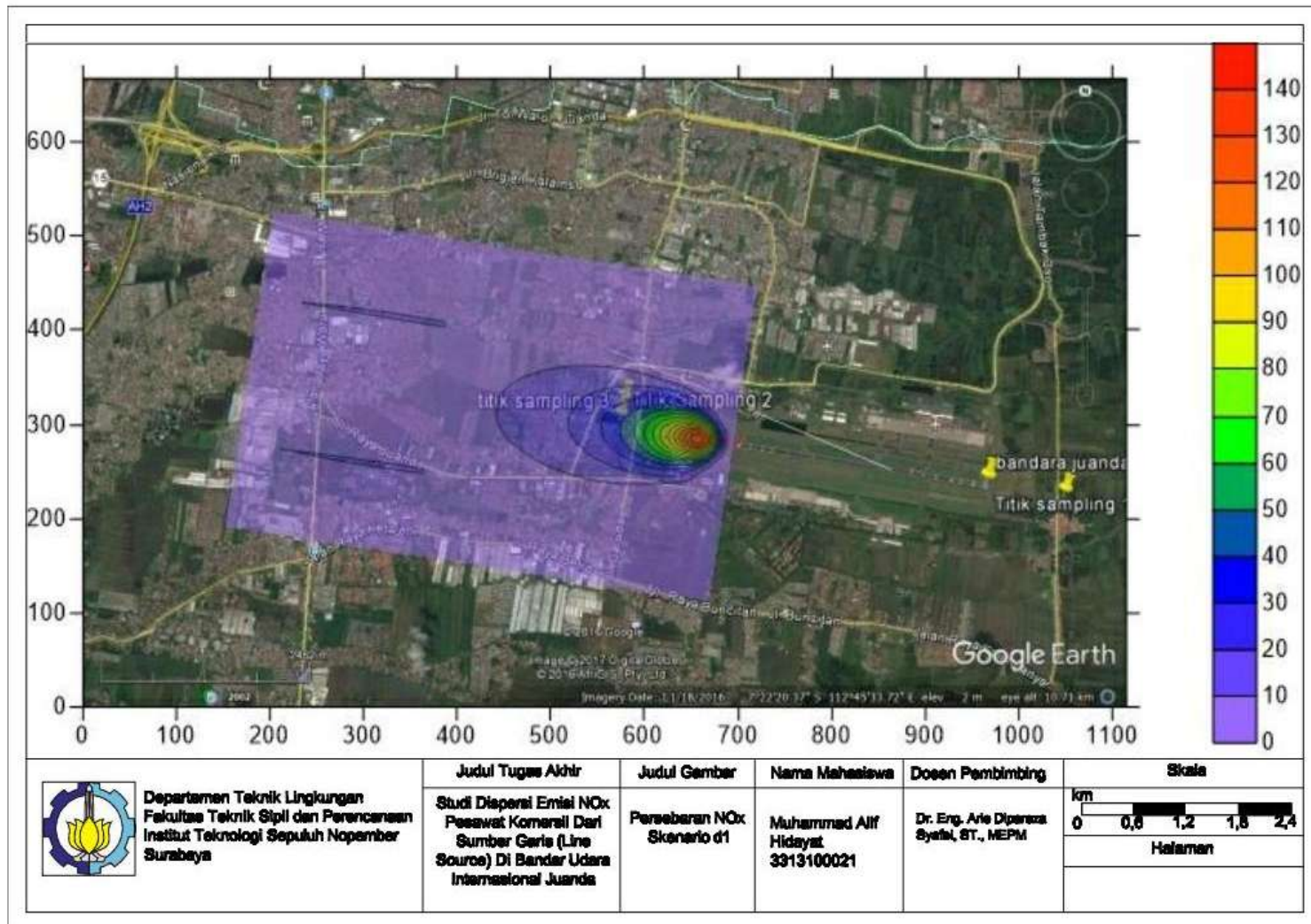
Setelah mendapatkan hasil perhitungan konsentrasi dari perhitungan sebelumnya, maka langkah selanjutnya adalah membuat garis kontur dengan menggunakan bantuan *software surfer* 11. Dengan bantuan dari *software* ini maka data konsentrasi yang sudah dihitung dengan radius sejauh 5 km

sesuai dengan arah angin. Berikut ini adalah beberapa gambar dari hasil pembuatan kontur dengan menggunakan surfer dan sudah di *overlay* pada peta citra satelit dari *google earth*.

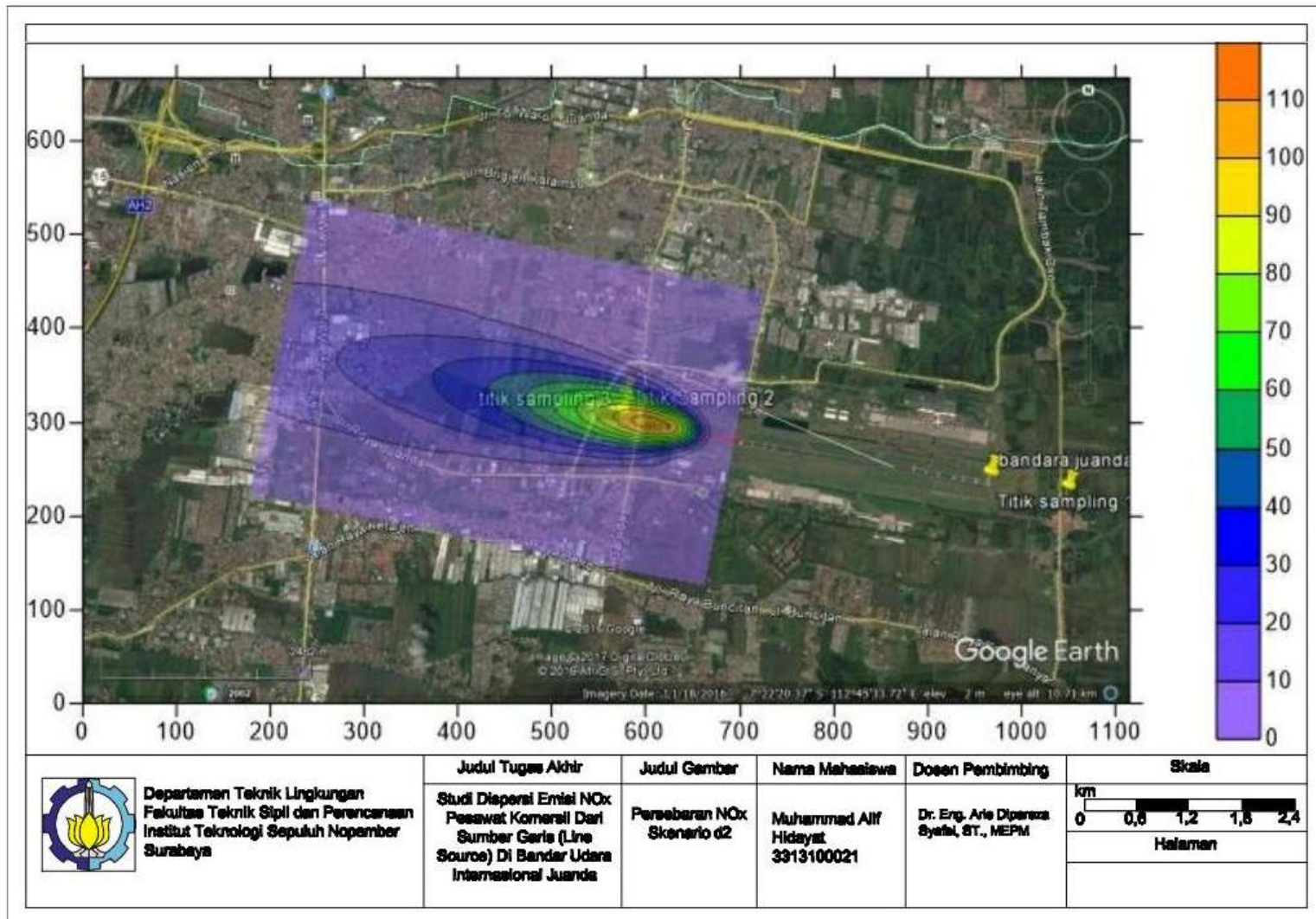
Gambar 4.2 hingga 4,19 merupakan gambar kontur dispersi yang dibuat dari perhitungan titik reseptor model. Dari gambar tersebut dapat dibandingkan persebaran dispersi antara hari kerja dan akhir pekan.

“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”

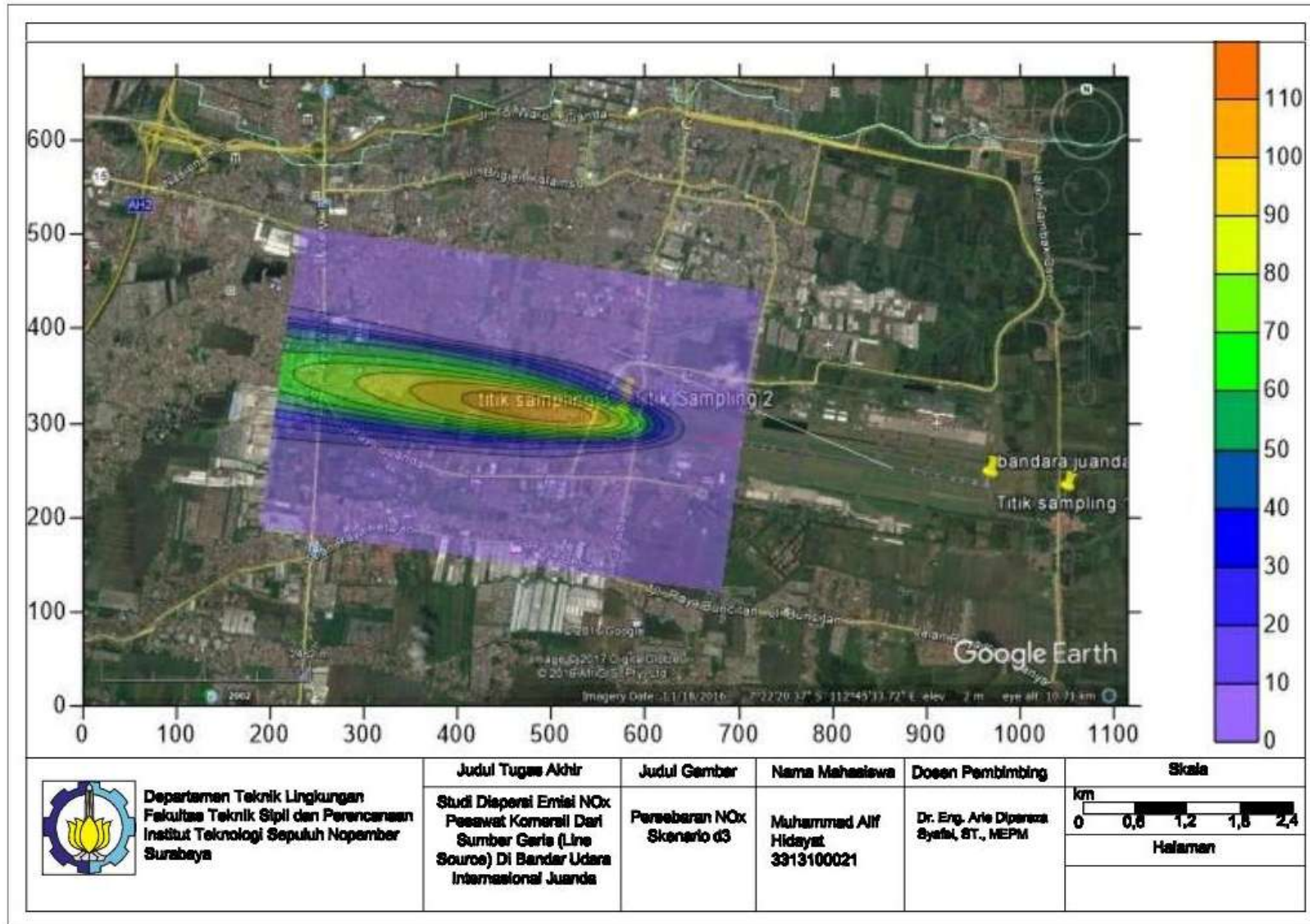
Gambar 4.4 Kontur Dispersi Skenario d1



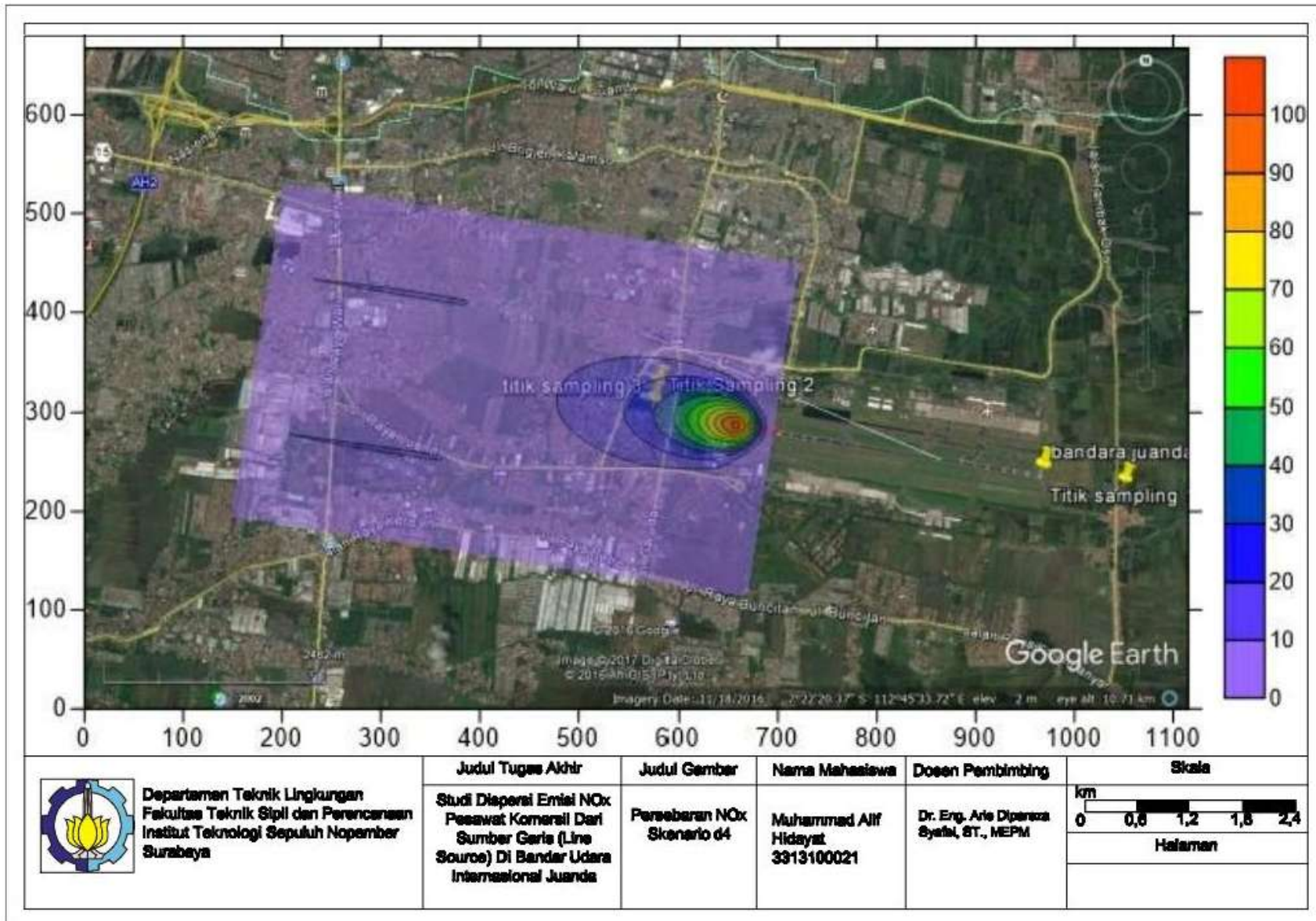
Gambar 4.5 Kontur Dispersi Skenario d2



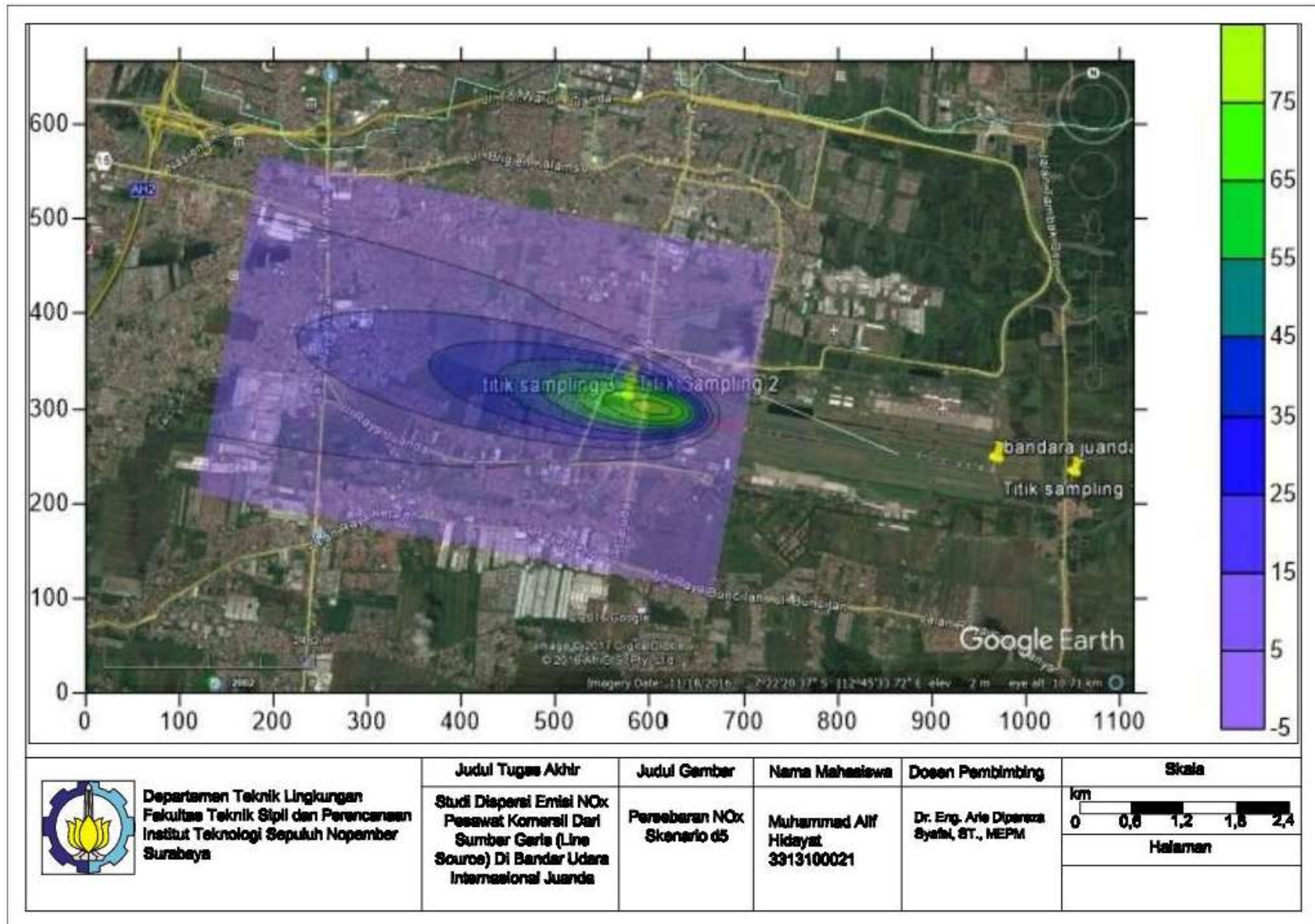
Gambar 4.6 Kontur Dispersi Skenario d3



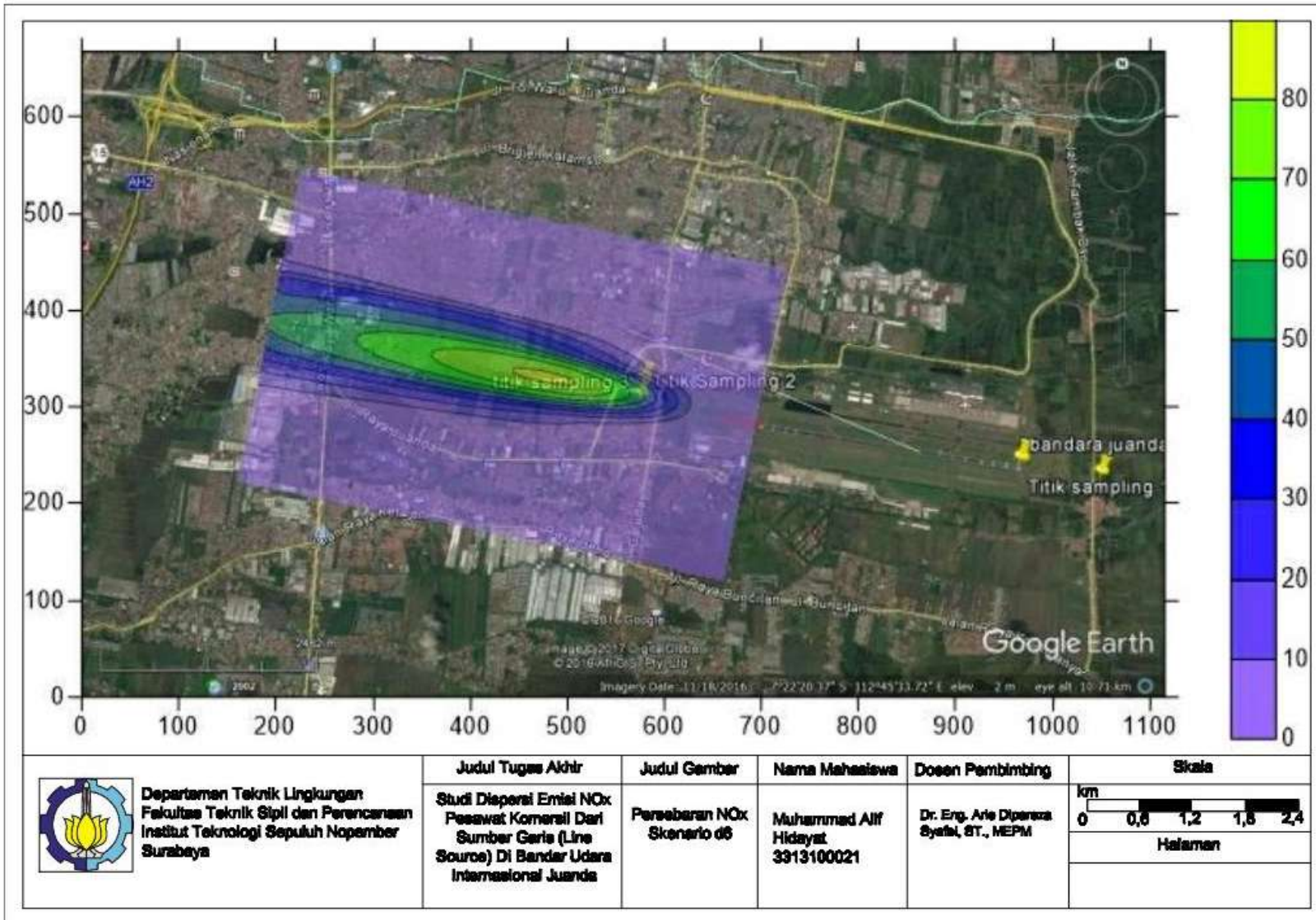
Gambar 4.7 Kontur Dispersi Skenario d4



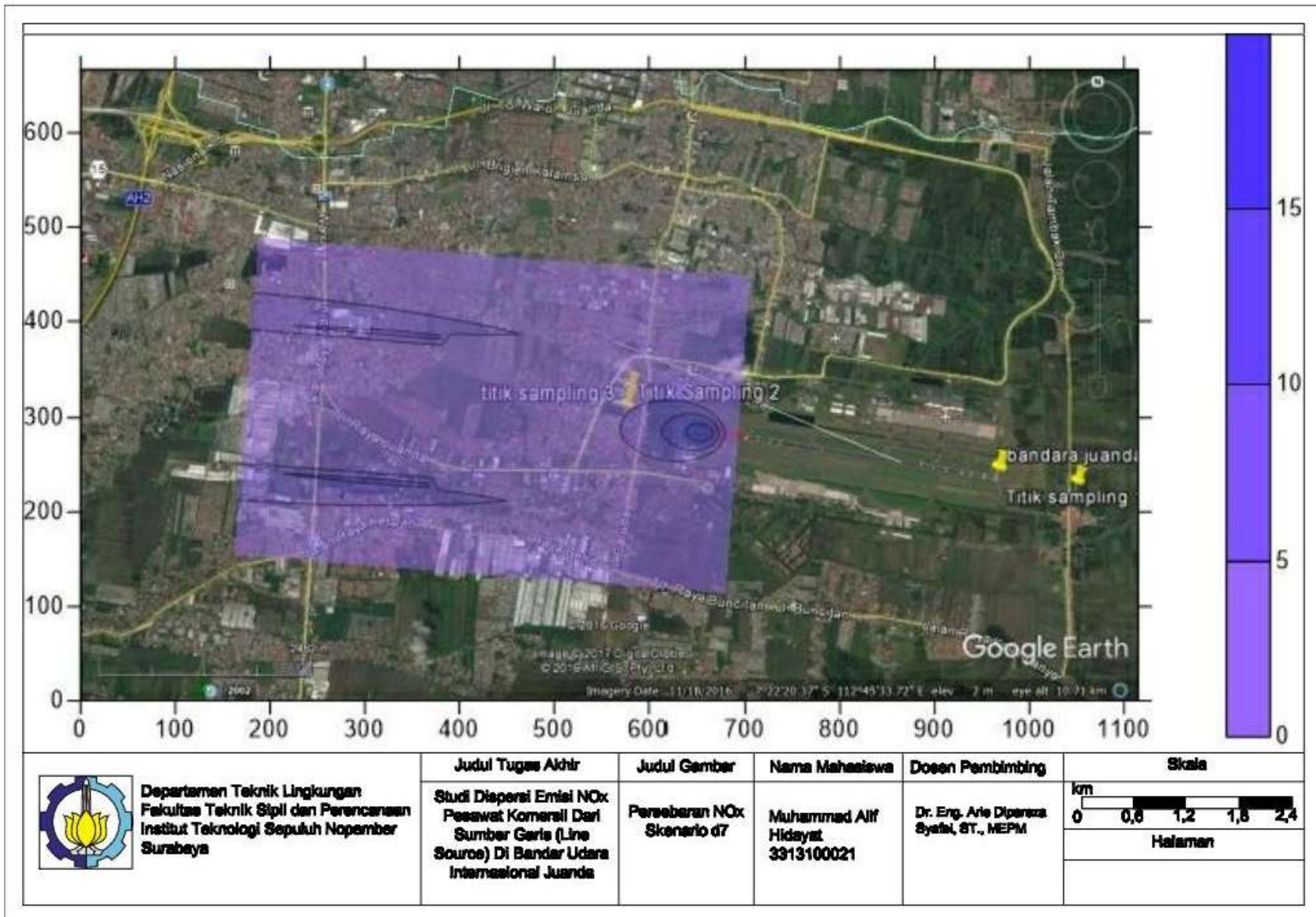
Gambar 4.8 Kontur Dispersi Skenario d5



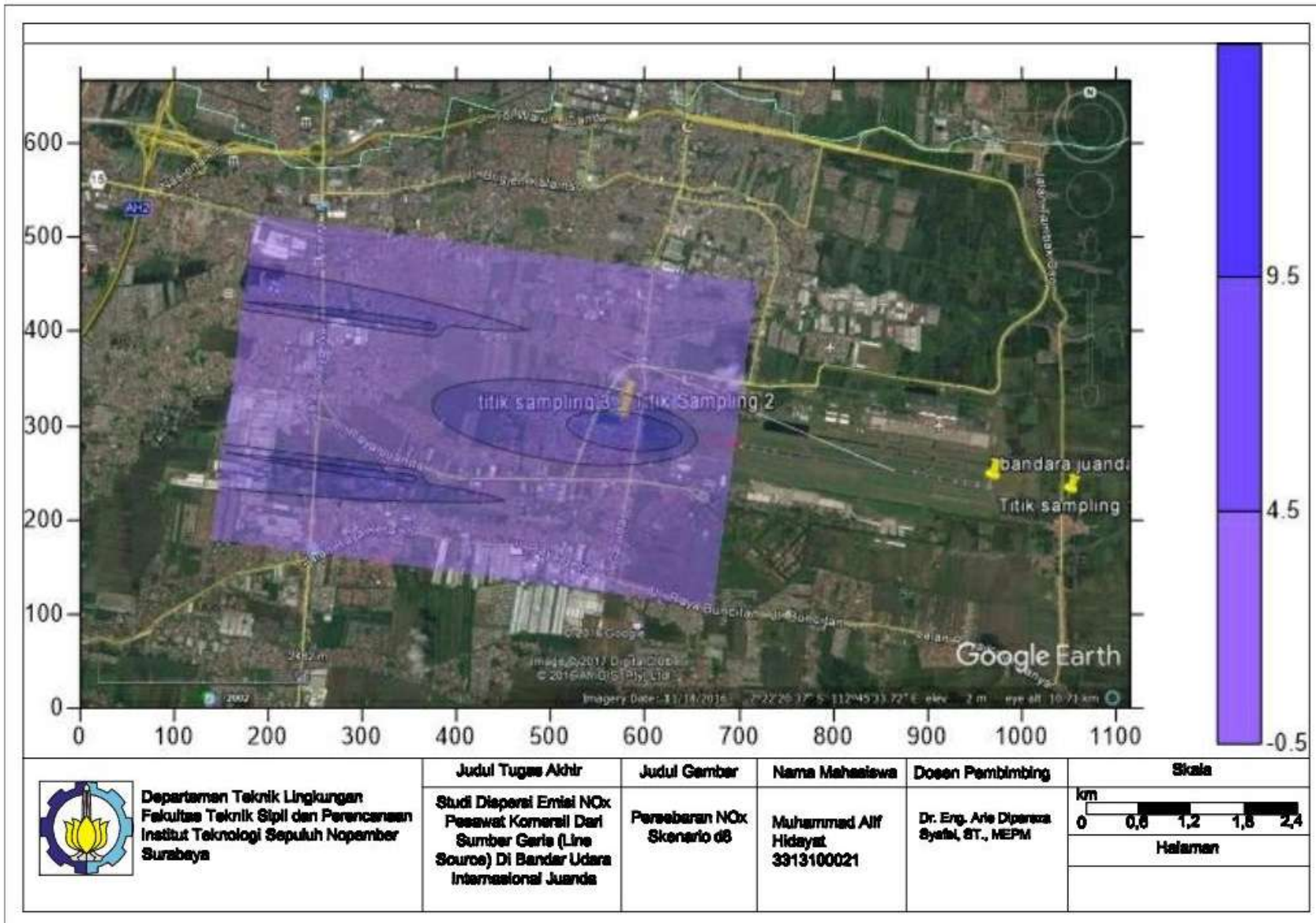
Gambar 4.9 Kontur Dispersi Skenario d6



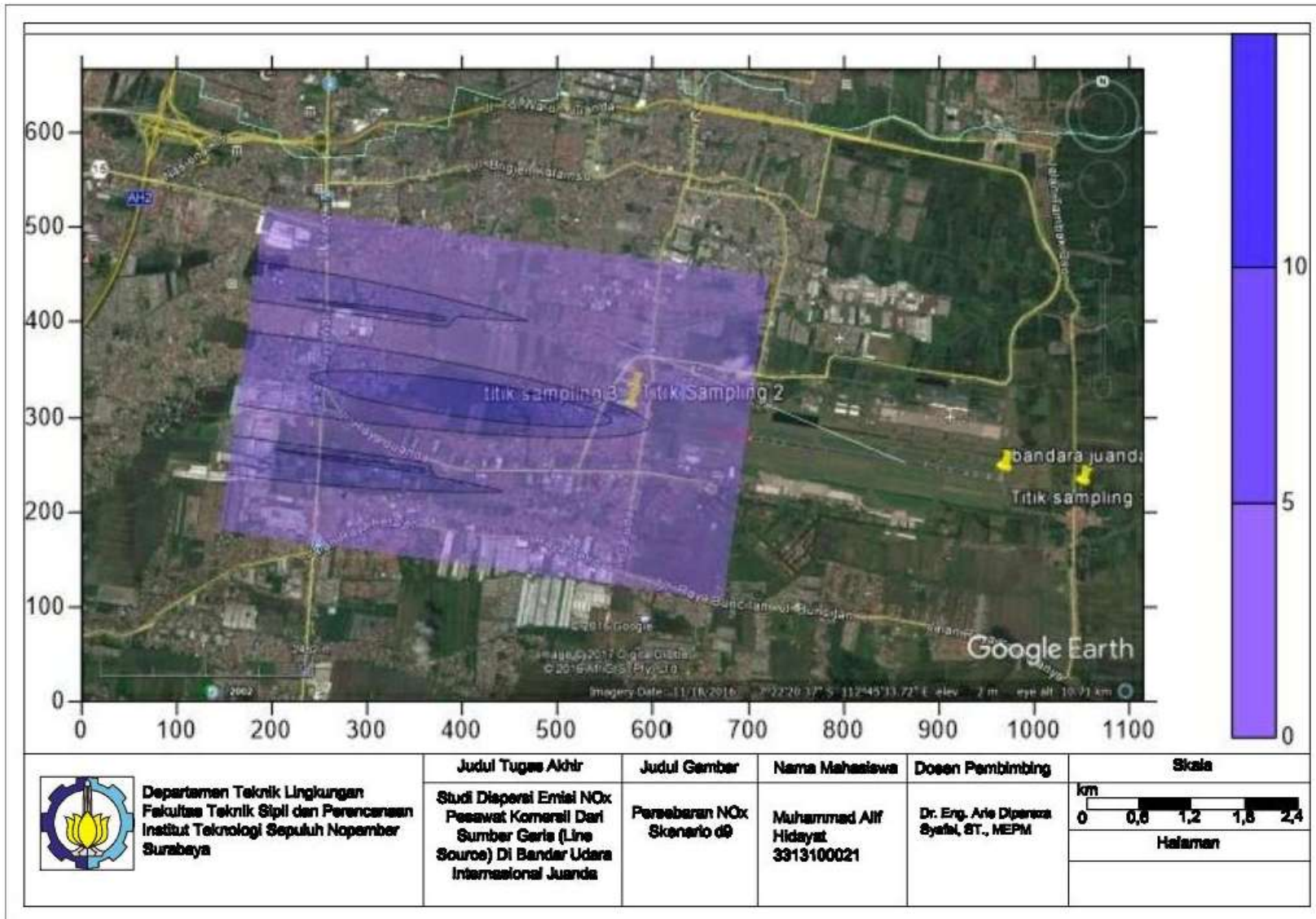
Gambar 4.10 Kontur Dispersi Skenario d7



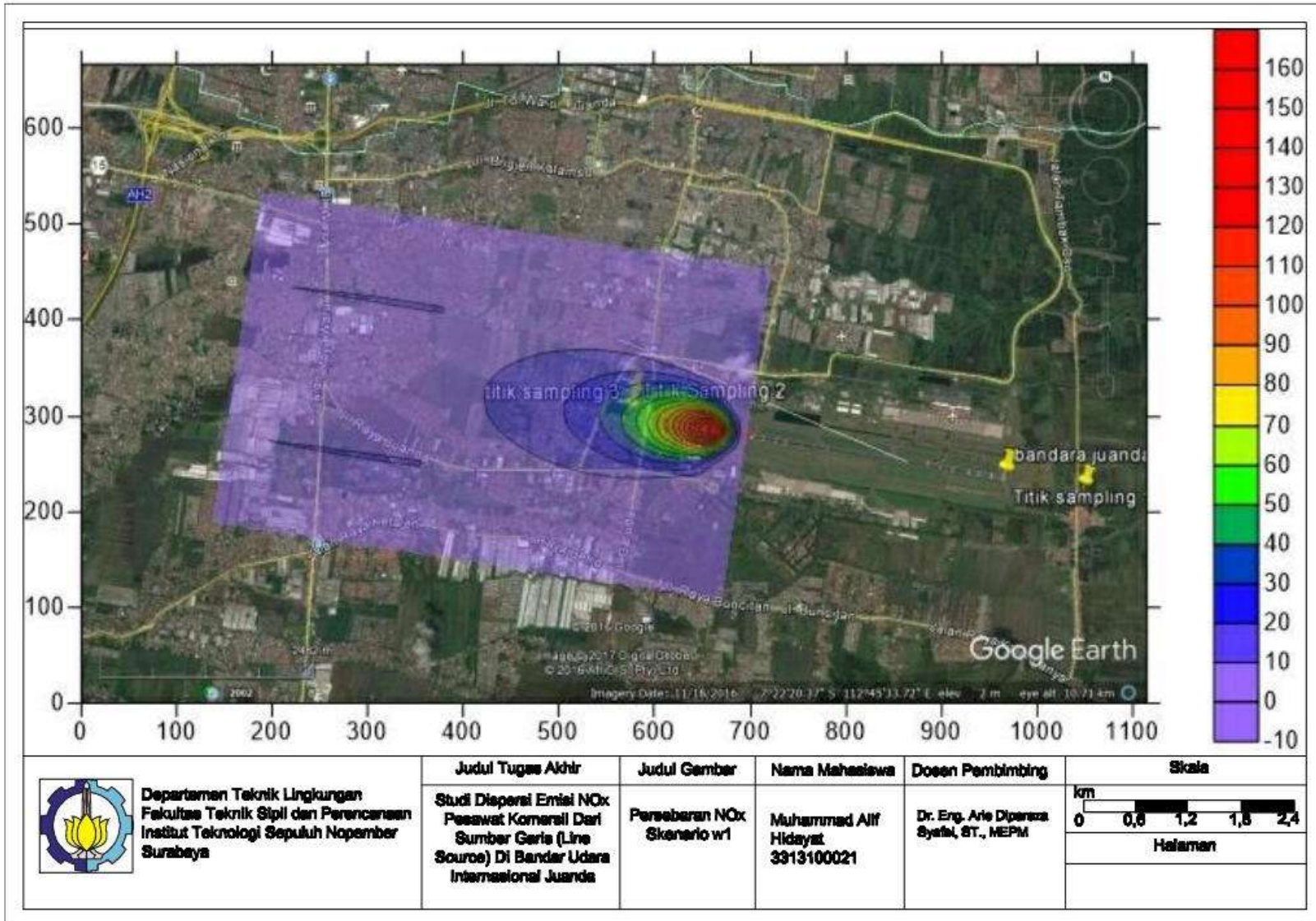
Gambar 4.11 Kontur Dispersi Skenario d8



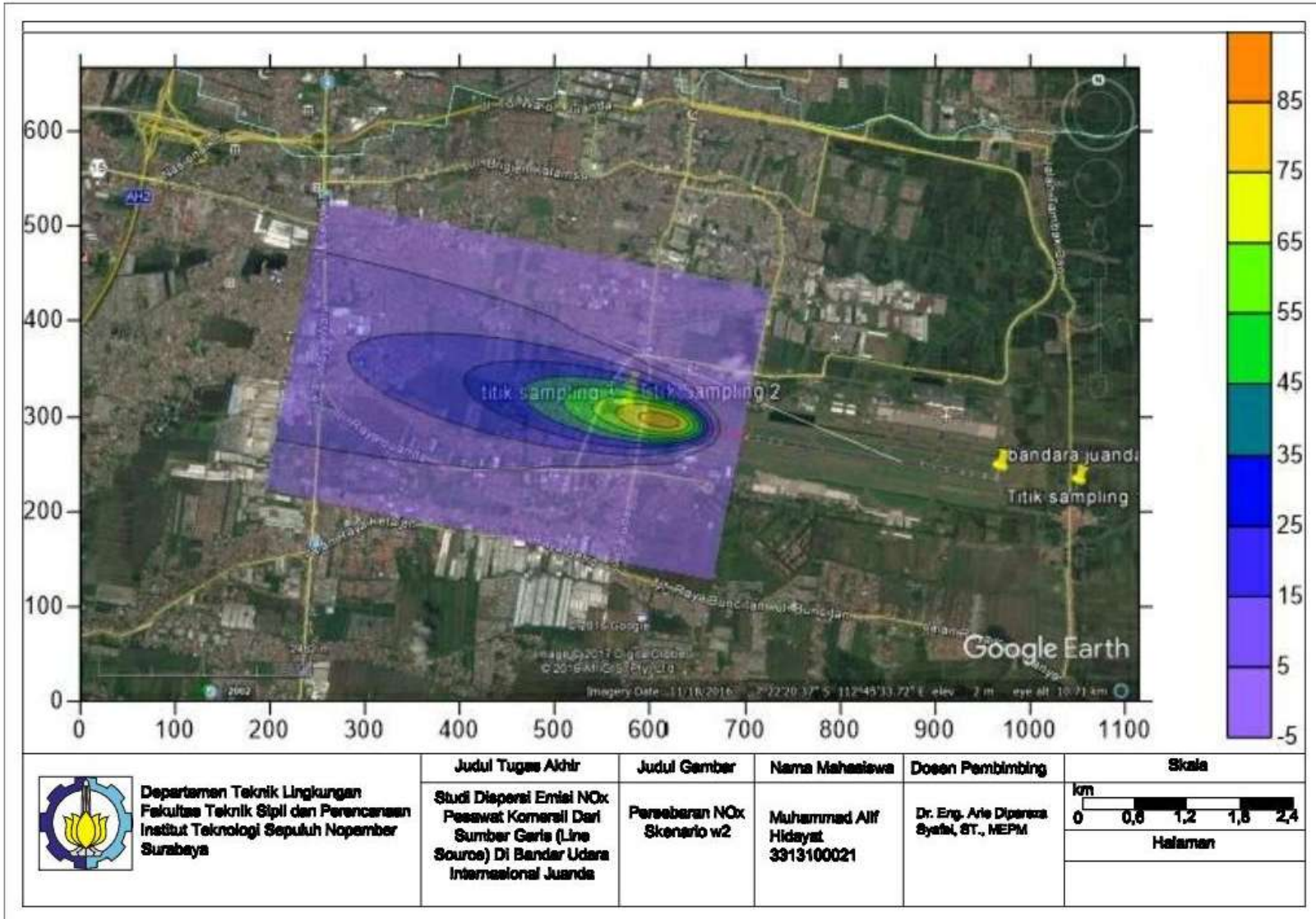
Gambar 4.12 Kontur Dispersi Skenario d9



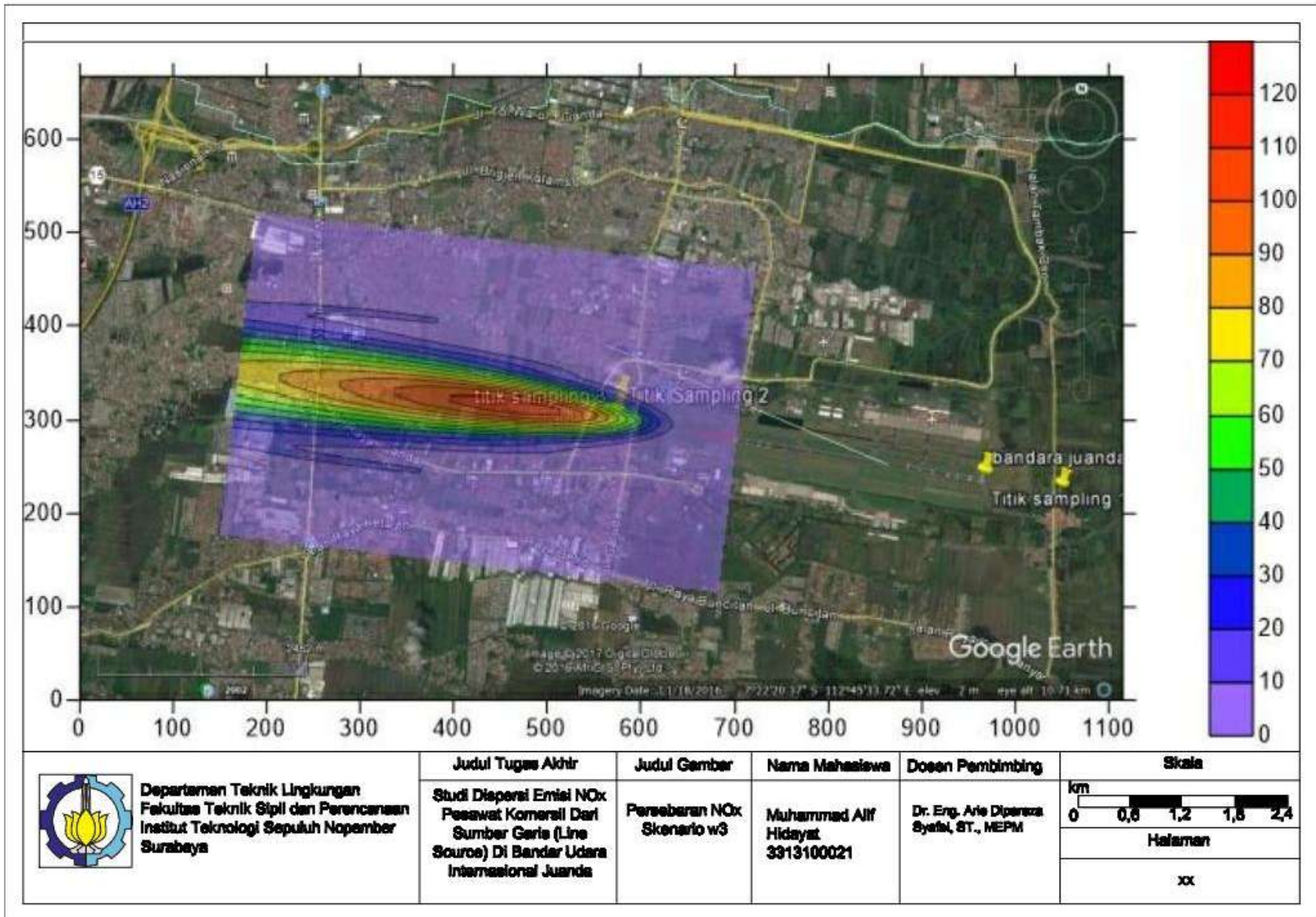
Gambar 4.13 Kontur Dispersi Skenario w1



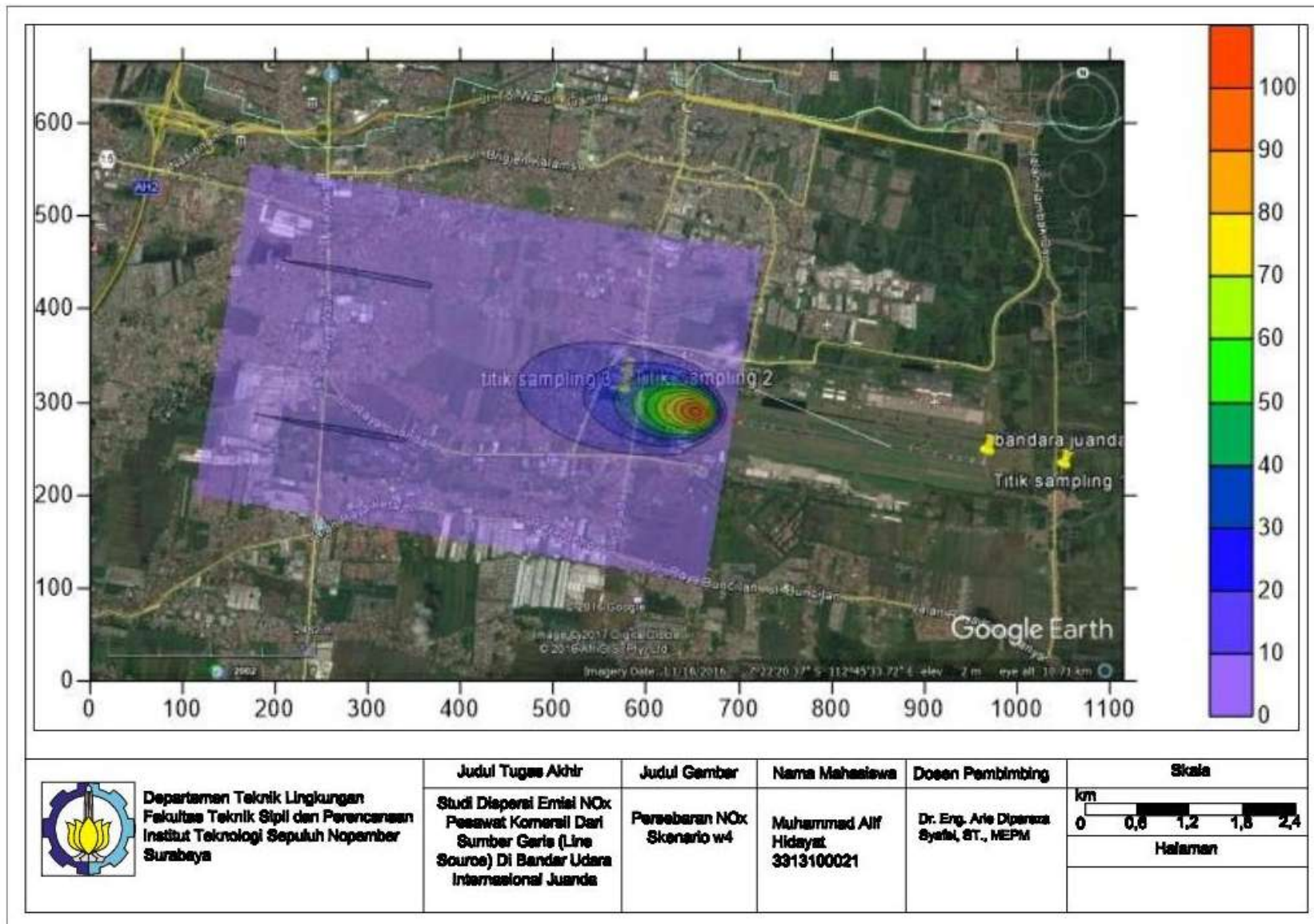
Gambar 4.14 Kontur Dispersi Skenario w2



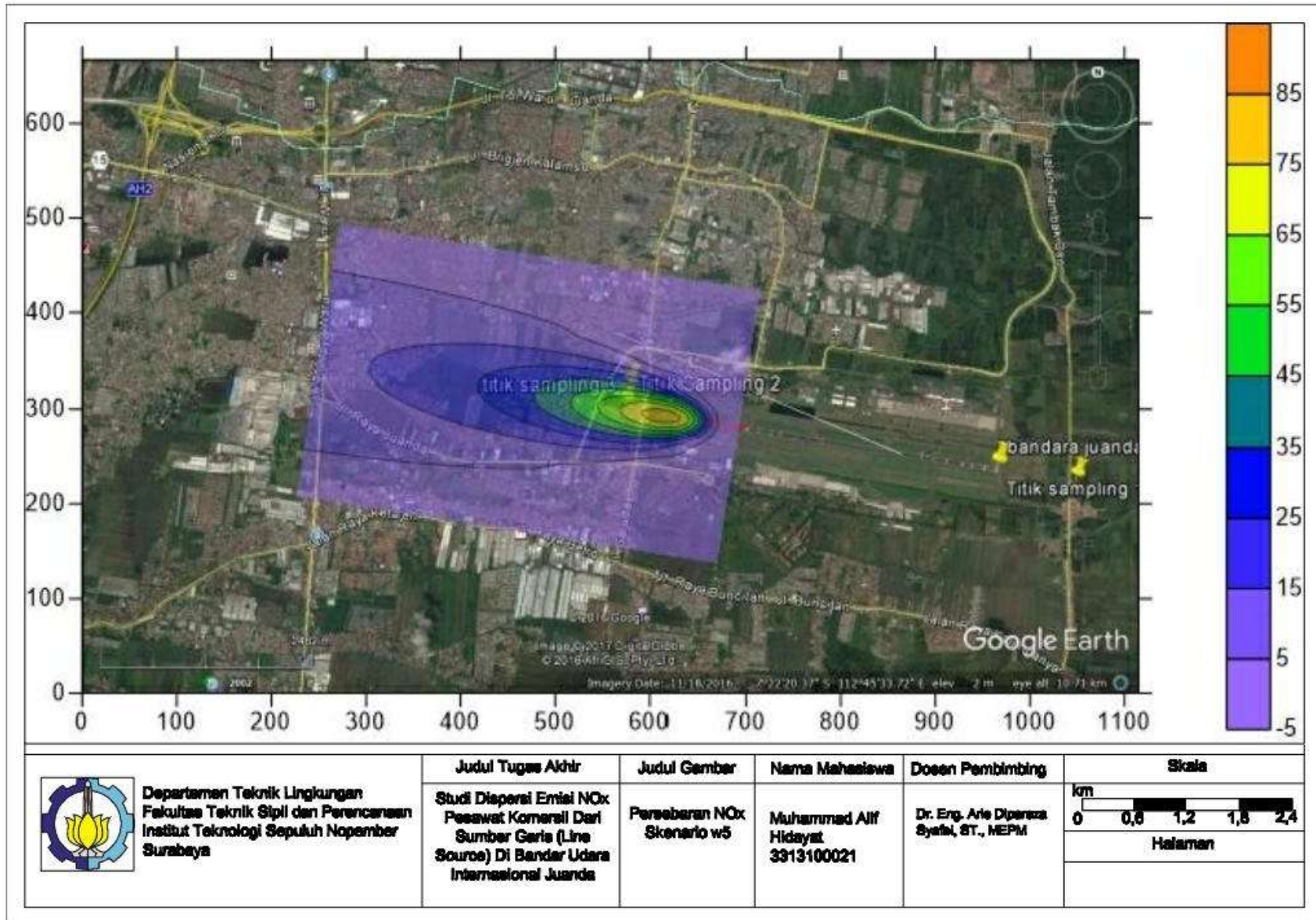
Gambar 4.15 Kontur Dispersi Skenario w3



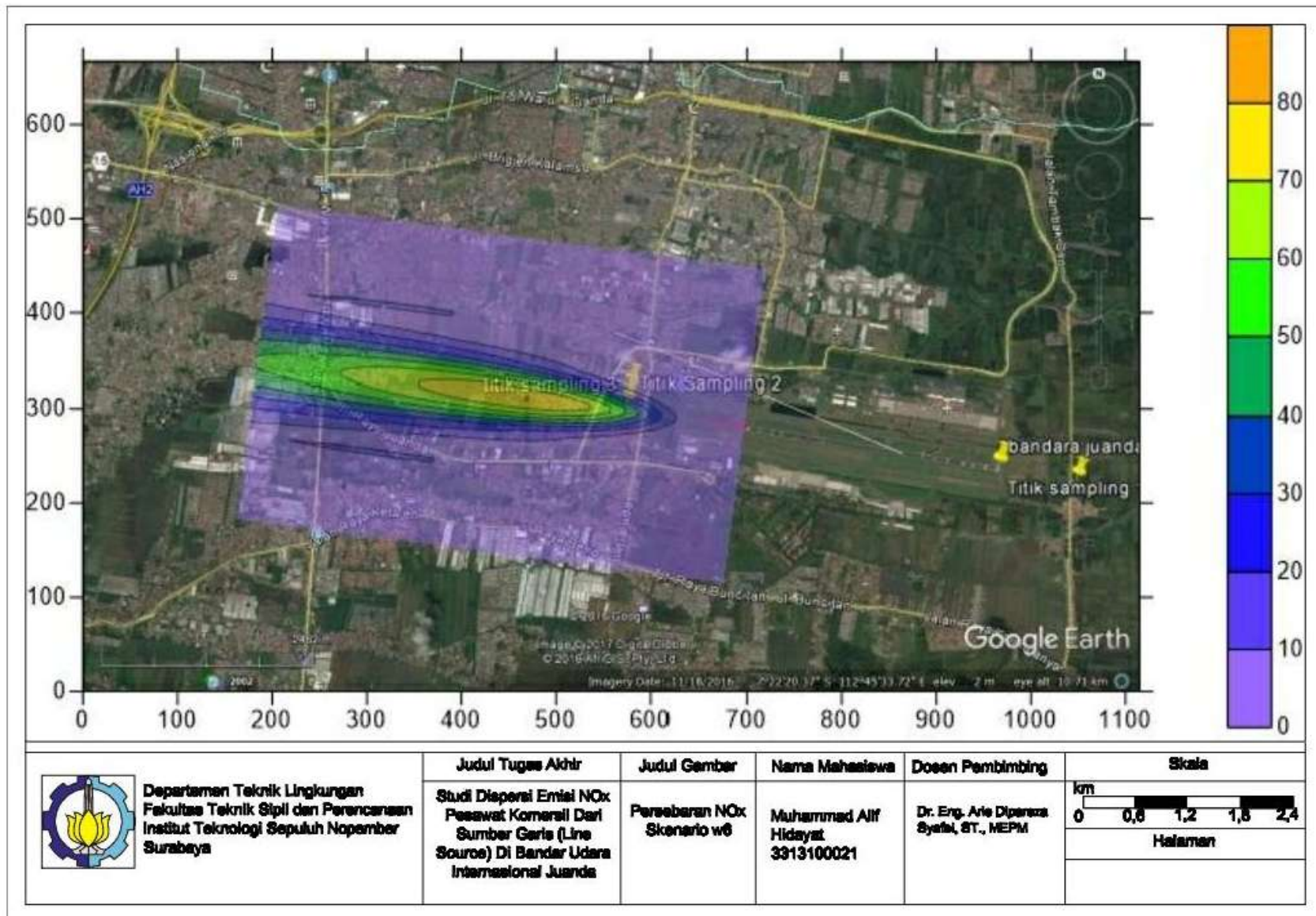
Gambar 4.16 Kontur Dispersi Skenario w4



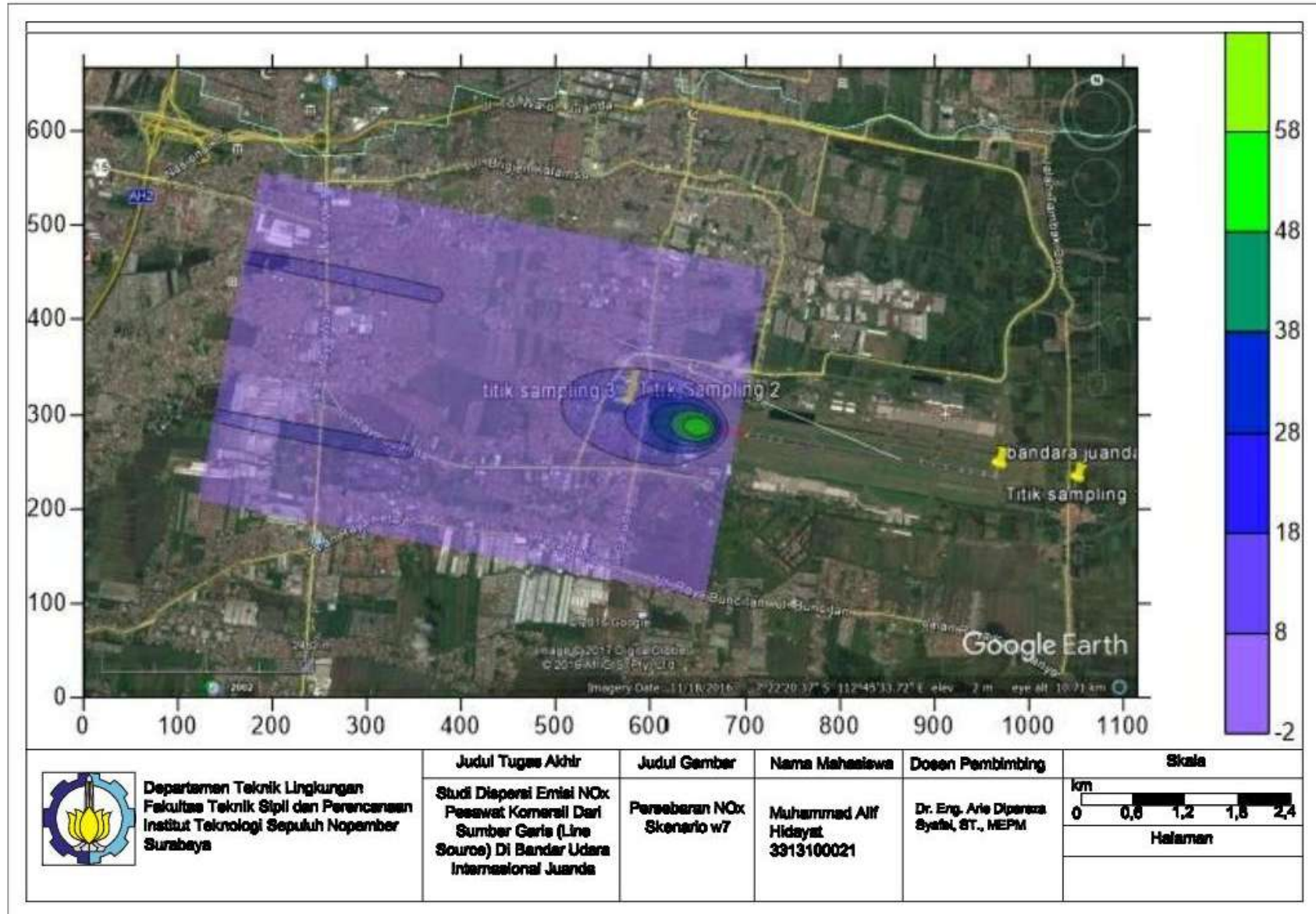
Gambar 4.17 Kontur Dispersi Skenario w5



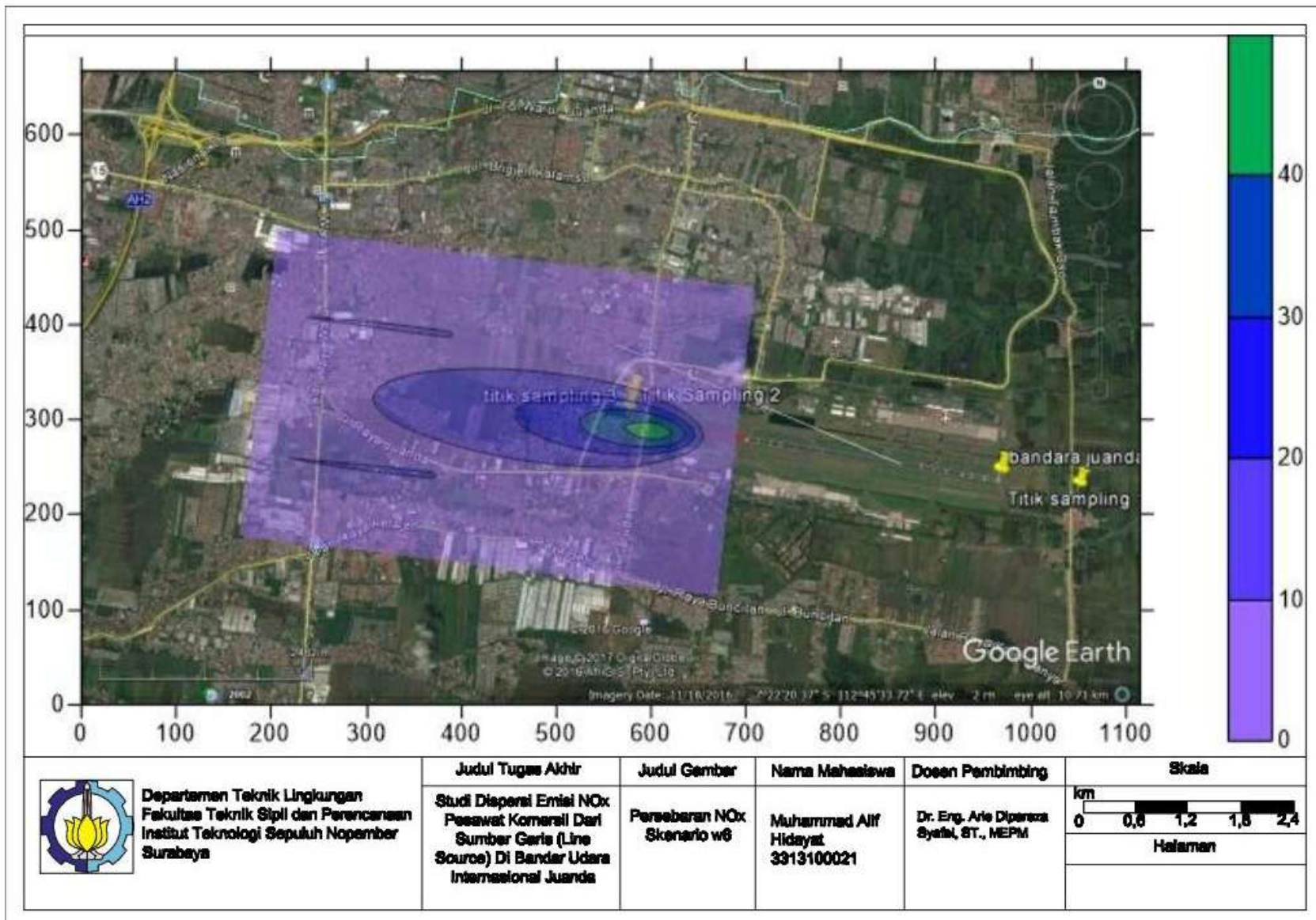
Gambar 4.18 Kontur Dispersi Skenario w6



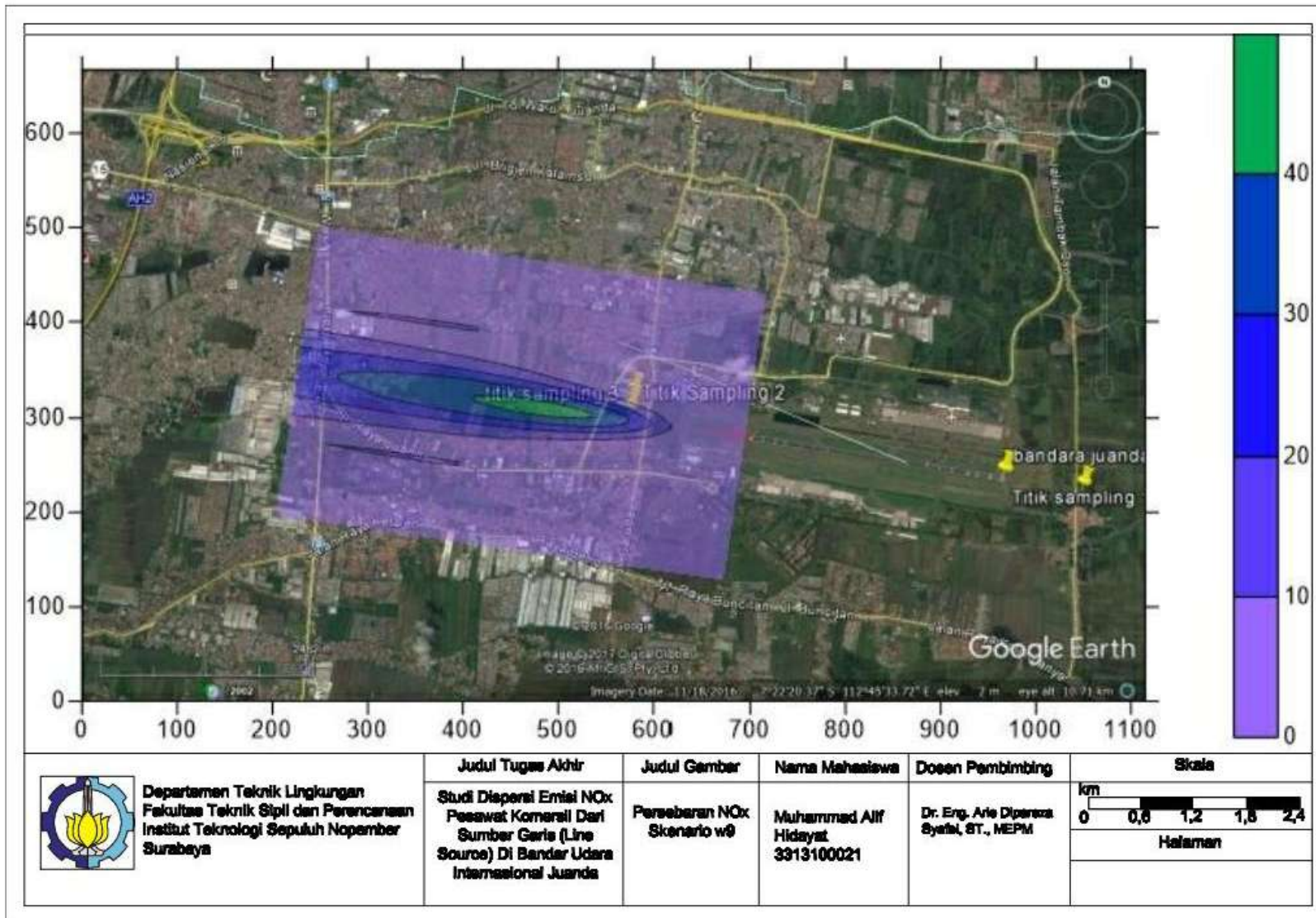
Gambar 4.19 Kontur Dispersi Skenario w7



Gambar 4.20 Kontur Dispersi Skenario w8



Gambar 4.21 Kontur Dispersi Skenario w9



Gambar perbandingan diatas memperlihatkan kecenderungan bahwa persebaran polutan NO_x pada akhir pekan lebih tinggi dibandingkan dengan hari kerja. Namun untuk seberapa jauh sebaran dari sumber emisi tergantung pada kondisi atmosfer. Pada kondisi atmosfer EF atau pada kondisi atmosfer stabil sebaran emisi NO_x lebih jauh dibandingkan dengan pada kondisi atmosfer AB atau tidak stabil.

4.9 Hasil Sampling

Sampling dilakukan untuk melakukan validasi, yaitu mengecek apakah hasil perhitungan menggunakan model mendekati dengan hasil sampling lapangan atau tidak. Apabila tidak mendekati maka akan dibahas penyebabnya.

Sampling dilakukan dua hari, yaitu pada hari kamis untuk mewakili keseluruhan hari pada hari kerja. Hari kamis dipilih karena memiliki jumlah penerbangan paling banyak diantara hari kerja lainnya. Untuk akhir pekan sendiri diambil pada hari minggu dengan alasan yang sama. Sampling udara ambien menggunakan alat *impinger* merek lamotte dengan reagen yang khusus untuk mereaksikan NO_x yaitu reagen yang terdiri dari campuran sulfanilic acid dan dilarutkan lalu ditambahkan NED. Titik sampling terdiri dari tiga titik sesuai dengan gambar sebagai berikut



Gambar 4.22 Peta Titik Sampling

Dua titik sampling searah dengan arah angin, hal ini dapat diketahui dari pesawat yang melakukan lepas landas ataupun mendarat pada bandara Juanda, apabila di titik pertama pesawat terlihat melakukan proses lepas landas maka dapat dipastikan jika arah angin berhembus terbalik dengan pesawat tersebut melakukan proses lepas landas. Maka titik selanjutnya harus dilakukan dua titik di sisi bandar udara yang berbeda.

Sampling hari pertama dilakukan pada hari minggu tanggal 12 maret 2017. Sampling dilakukan pada tiga titik, dua titik searah dengan arah angin sedangkan satu titik lainnya berlawanan arah angin. Titik pertama yang diambil pada koordinat $7^{\circ}22'59.90''S$ dan $112^{\circ}48'30.50''E$. Yaitu terletak pada daerah tambak dan pemancingan yang tepatnya terletak pada jalan cemandi kelurahan banjar kemuning kecamatan sedati Kabupaten Sidoarjo. Sampling dilakukan dengan menggunakan *impinger* dengan durasi waktu selama 30 menit dengan kecepatan masuk udara ke alat *impinger* adalah sebesar 0,5 liter udara per menitnya. Berikut adalah gambar pada saat sampling di titik pertama:



Gambar 4.23 Dokumentasi Sampling Titik 1

Setelah menyelesaikan pengambilan sampel di titik pertama maka dilanjutkan di titik kedua dan ke tiga yang searah

dengan arah angin di sisi sebelah barat bandara Juanda yaitu terletak di koordinat $7^{\circ}22'25.00''\text{S}$ dan $112^{\circ}45'40.90''\text{E}$. Terletak pada daerah perumahan yang masih terdapat sawah/tanah lapang, tepatnya terletak di kelurahan Sedati Gede, Kecamatan Sedati, Kabupaten Sidoarjo. Pada titik kedua juga dilakukan pengambilan sampel dengan *impinger* dengan durasi 30 menit dan kecepatan masuknya udara ke alat adalah 0,5 liter per menit. Berikut adalah gambar saat melakukan sampling di titik kedua.

Pengambilan sampel dilanjutkan ke titik ketiga yang berjarak hanya 200 meter dari lokasi pengambilan titik sampel kedua. Dengan koordinat $7^{\circ}22'30.90''\text{S}$ dan $112^{\circ}45'39.50''\text{E}$ dan terletak pada alamat yang sama dengan titik sampel kedua. Dengan durasi yang sama 30 menit dan dengan kecepatan yang sama yaitu 0,5 liter per menit. Setelah mendapatkan tiga sampel tersebut maka sampel tadi dibawa ke laboratorium pengendalian pencemaran udara dan perubahan iklim untuk dilakukan pengukuran absorbansi.



Gambar 4.24 Dokumentasi Sampling Titik 2

Langkah selanjutnya membaca absorbansi dengan menggunakan spektrofotometer dengan panjang gelombang 540 nm dan dengan menggunakan blanko yang dibuat dengan reagen yang sama namun tidak dilewatkan dengan udara pada *impinger*. Setelah dibaca ketiga sampel tersebut maka didapatkan absorbansi sebagai berikut.

Tabel 4.18 Hasil Absoransi titik sampel

	Titik 1	Titik 2	Titik 3
Absorbansi 1	0,016	0,064	0,088
Absorbansi 2	0,027	0,088	0,068

Setelah mendapatkan nilai absorbansi, nilai tersebut dihitung menggunakan rumus berikut ini untuk mendapatkan konsentrasinya:

$$\frac{A1 \times 0,663 \times 20}{\text{volume udara}} + \frac{A2 \times 0,663 \times 20}{\text{volume udara}} = \dots \text{ppm}$$

Pengambilan sampel udara selanjutnya dilakukan pada tanggal 16 maret 2017. Namun karena pada saat sampling pada hari minggu 12 maret 2017 terjadi hujan pada saat di titik kedua dan pengambilan sampel tertunda hingga 1 jam lamanya maka pengambilan sampel hari minggu diulang di tanggal 16 maret 2017.

Berikut ini adalah hasil absorbansi yang diukur dengan menggunakan spektrofotometer dari tiga hari pengambilan sampel pada tanggal 16 maret, 19 maret dan 26 maret 2017.

Tabel 4.19 Data Absorbansi semua titik sampel

		T1	T2	T3
16 maret	absorbansi 1	0,016	0,064	0,088
2017	absorbansi 2	0,027	0,088	0,068
26 maret	absorbansi 1	0,014	0,016	0,059
2017	absorbansi 2	0,071	0,068	0,062

Ketika dihitung dengan rumus diatas dan dirubah menjadi nilai konsentrasi maka nilainya adalah sebagai berikut.

Tabel 4.20 Hasil Konsentrasi Titik Sampel

		T1	T2	T3
16 maret	ppm	0,038012	0,134368	0,137904
26 maret	ppm	0,07514	0,074256	0,106964

Nilai konsentrasi tersebut yang masih dalam nilai ppm di konversi ke nilai $\mu\text{g}/\text{m}^3$ dengan cara membagi nilai ppm dengan 0,00053195. Maka didapatkan hasil sebagai berikut

Tabel 4.21 konversi hasil titik sampel ke $\mu\text{g}/\text{m}^3$

		T1	T2	T3
16 maret	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	71,45784	252,5952	259,2424
26 maret	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	141,2539	139,5921	201,079

Dari data yang didapat terlihat bahwa hampir semua titik melebihi baku mutu kecuali pada titik pertama di hari kamis 16 maret 2017. Apabila data tersebut dibandingkan dengan hasil perhitungan menggunakan model hasilnya jauh berbeda. Nilai pada titik sampling sangat jauh tinggi sekali hal ini dapat disebabkan oleh beberapa hal. Diantara lain hal hal yang berpengaruh adalah, emisi lain yang bersumber bukan dari bandara juanda ikut terhisap oleh alat *impinger*. Hal ini dapat terjadi karena lokasi titik sampling berada di jalan pemukiman tempat warga sekitar melakukan aktifitas. Lokasi sampling juga hanya berjarak kurang lebih 2,5 kilometer dari jalan utama yang. Selain itu pengaruh desposisi dari konsentrasi diabaikan dan dianggap tidak ada. Akhirnya tidak ada penurunan konsentrasi ataupun tambahan konsentrasi dari kegiatan sekitar yang sudah ada.

Apabila dihitung validasinya menggunakan RMSPE (*Root Mean Square Percent Error* maka

$$RMSPE = \sqrt{\frac{1}{n} \left[\sum_{n=1}^n \left(\frac{St - At}{At} \right)^2 \right]}$$

Tabel 4.22 Hasil Perhitungan Validasi RSMPE

no	tanggal	hasil pengukuran lapangan	hasil simulasi model	RSMPE
t2	16 maret	252,60	66,52	73,67
	26 maret	139,59	73,12	47,62
t3	16 maret	259,24	92,42	64,35
	26 maret	201,08	101,60	49,47

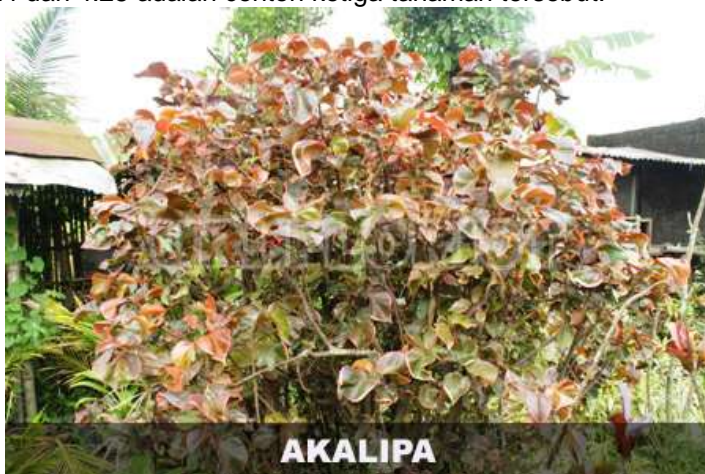
Hasil RSMPE dikatakan baik jika nilai pesennya dibawah 10%. Dari semua titik tidak ada yang memenuhi dan error bahkan hingga 73,67 persen. Jika di rata rata dari empat nilai tersebut maka rata rata error nilai validasi dari penelitian ini adalah sebesar 58,78%. hal ini disebabkan model ini tidakmemperhitungkan disposisi dari polutan, dan tidak memperhitungkan bangunan yang berada pada jalur dispersi polutan.

4.10 Ruang Terbuka Hijau (RTH)

Ruang Terbuka Hijau berdasarkan Undang-Undang Nomor 26 Tahun 2007 tentang Penataan Ruang dan Pedoman Penyediaan dan Pemanfaatan Ruang Terbuka Hijau di Kawasan Perkotaan. Luas ruang terbuka hijau minimal 30% dari luas kota di dalam rencana tata ruang wilayah kota. Fungsi utama dari RTH adalah untuk meningkatkan kualitas lingkungan untuk kelangsungan kehidupan kota dalam menciptakan kota yang lestari.

Ruang Terbuka Hijau yang ditanami oleh tanaman jenis tertentu dapat menjadi penyerap polutan yang baik. Polutan jenis NO_x dapat diserap oleh beberapa tumbuhan, diantaranya dadap kuning, akalipa merah, dan kol banda. Berdasarkan dwi patra dkk dalam penelitiannya menyatakan bahwa tanaman jenis akalipa merah, kol banda, dan dadap kuning dapat melakukan penyerapan NO_2 . Berdasarkan laksono dan alia (2005) tanaman akalipa merah dipakai di Surabaya pada jalan A. Yani sebagai penyerap polutan. Hal ini juga didukung oleh penelitian yang dilakukan santoso (2012) tanaman akalipa merah juga salah satu tanaman yang ditanam oleh dinas pertamanan Kota Surabaya,

maka dalam penelitian kali ini digunakan variasi tanaman kol banda, dadap kuning, dan akalipa merah. Pada gambar 4.23, 4.24 dan 4.25 adalah contoh ketiga tanaman tersebut.



Gambar 4.25 Tanaman Akalipa Merah



Gambar 4.26 Tanaman Dadap Kuning



Gambar 4.27 Tanaman Kol Banda

Menurut Dwi Patra dkk kemampuan menyerap N untuk akalipa merah adalah sebesar $77,41 \mu\text{g/g}$, dadap kuning sebesar $73,29 \mu\text{g/g}$, dan kol banda sebesar $78,92 \mu\text{g/g}$ dalam kondisi terang. Ketiga tanaman ini dipilih juga karena tidak menyalahi KKOP (Kawasan Keselamatan Operasi Penerbangan) yang menyebutkan bahwa dalam radius 4 kilometer di sekitar *runway* tidak boleh ada bangunan yang melebihi tinggi 46 meter. Radius 6 kilometer dari ujung *runway* bandara ketinggian maksimal gedung 151 meter. Penyerapan NO_2 oleh tumbuhan saat ini diketahui hanya sebatas gas yang masuk melalui stomata dengan cara difusi mengalami disporporasi, dalam fase cair untuk diubah menjadi nitrat dan nitrit. Namun reaksi disporporasi cenderung berjalan lambat menurut Teklemariam dan jed pada tahun 2005.

Lokasi yang dipilih untuk meletakkan RTH dibagi menjadi dua alternatif sesuai dengan kondisi lahan pada saat ini. Pada gambar 4,24 adalah alternatif dari dua lokasi penempatan RTH tersebut



Gambar 4.28 Alternatif Lokasi RTH

Lokasi tanam 1 masih berada di dalam kawasan Bandar Udara Internasional Juanda yang di kelola oleh angkasa pura 1 dengan luas 186.914 m^2 . Lokasi tanam 2 berada pada pemukiman warga dengan luas 32.000 m^2 . Dengan pertimbangan luasan yang lebih luas maka titik tanam 1 dipilih untuk menanam variasi tiga pohon kol banda, dadap kuning, dan akalipa merah. Lokasi titik tanam 1 juga masih berada dalam kawasan angkasa pura 1 sehingga penanaman RTH bisa menjadi sebuah rekomendasi untuk penurunan polusi agar tidak mengganggu pemukiman sekitar.

Penurunan emisi dan jumlah pohon yang dibutuhkan belum dapat dihitung karena masih sedikitnya penelitian mengenai laju penyerapan NO_x . Jumlah pohon baru dapat dihitung apabila ada penelitian mengenai laju penyerapan NO_x

“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bagian ini akan di tampilkan kseimpulan dari penelitian yang berjudul studi dispersi studi dispersi emisi NO_x pesawat komersil dari sumber garis (*line source*) di bandar udara internasional juanda. Pada bagian ini juga akan disertakan saran saran apabila di kemudian hari dilaksanakan penelitian lanjutan.

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian ini adalah

1. Sebaran NO_x pada bandara internasional juanda memiliki nilai yang berbeda antara akhir pekan dan hari kerja dengan nilai sebaran NO_x di akhir pekan lebih tinggi dibandingkan hari kerja.
2. Performa model dispersi gauss setelah di validasi memiliki nilai error sebesar 58,78% dengan tidak mempertimbangkan masuknya emisi dari sumber yang lain dan tidak mempertimbangkan disposisi oleh bangunan yang ada pada jalur dispersi.
3. Ruang Terbuka Hijau untuk penyerap polutan pada daerah sekitar bandara ditempatkan pada daerah hijau yang ada pada kawasan bandar udara Internasional Juanda. Luas dari Ruang Terbuka Hijau yang akan ditanam adalah seluas 186.914 m². Tanaman yang digunakan adalah variasi dari tiga tanaman yaitu kol banda, dadap kuning, dan akalipa merah.

5.2 Saran

Penelitian ini perlu dilakukan sampling pada sekitar lokasi bandar udara. Sampling udara ambien harus dilakukan dekat dengan *runway* agar data yang didapatkan lebih mendukung penelitian dan dapat mendapatkan akurasi perbandingan yang tinggi. Mengingat bandar udara adalah kawasan terbatas, maka dari itu proses perijinan dari sampling sendiri harus dilakukan jauh sebelum penelitian dimulai agar mendapatkan jawaban yang pasti terkait perijinan sampling di kawasan bandar udara.

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut terhadap penyerapan NO_x dengan menggunakan tumbuhan. Literatur mengenai laju serapan NO_x oleh tumbuhan masih sedikit, maka dari itu harus diperbanyak literatur pendukung agar dapat menghitung jumlah tanaman secara tepat.

Model dispersi *line source* harus dikaji lebih lanjut untuk dapat membuat persebaran dispersi yang baik. Kontur dispersi yang dibuat pada penelitian ini mengacu kepada model *line source* yang kurang relevan terhadap konsep persebaran *line source*.

DAFTAR PUSTAKA

- Anggraeni, D. 2012. **Pola Keruangan Emisi Karbondioksida Pembangkit Listrik Tenaga Uap di Provinsi Banten**. Jakarta: FMIPA UI
- Anonim. 1999. **Peraturan Pemerintah no. 14 tahun 1999 Tentang Baku Mutu Udara Ambient**
- Anonim. 2015. **Pengembangan Perusahaan Pengelola Bandar Udara Berkinerja Tinggi**. Laporan Tahunan 2015Laporan Tahunan. PT ANGKASA PURA I (PERSERO)
- Anonim. 2009. **Peraturan Gubernur no 10 Tahun 2009 Tentang Baku Mutu Udara Ambien dan Emisi Tidak Bergerak di Jawa Timur**.
- Anonim. 2006. **IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories**. Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press. Cambridge
- Anonim. 2015. **Laporan Penerbangan Domestik dan Non Domestik di Indonesia**. Badan Pusat Statistik.
- Anonim. 2017. **WRPLOT VIEW**. [URL:http:// ://www.weblakes.com](http://www.weblakes.com)
- Baklacioglu T. 2016. **Metaheuristic and Machine Learning Models for TFE-731-2, PW 4056 and JT8D-9 Cruise Thrust**. NewYork. NewYork University Bobst Libray Technical Services.
- Bilien J, Matta R. 1989. **The CFM56 venture**. Ohio. The American Institute of Aeronautics and Astronautics
- Boy, R, dkk. 2014. **Analisis Dispersi Gas Karbon Monoksida (CO) Dari Sumber Transportasi Menggunakan Model METI-LIS**. Program studi Teknik Lingkungan Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura. Pontianak. 1-11
- CF34-8C Turbofan Propulsion System**. Ohio. General Electric:www.ge.com/aviation
- Departemen PU DIY. 2013. **Laporan Pemantauan Kualitas Udara Tahun 2013**. Daerah Istimewa Yogyakarta: Departemen PU
- EASA, 2013. **Type-Certificate Data Sheet : Honeywell International Inc**. USA. European Aviation Safety Agency

- EASA, 2012. **Type-Certificate Data Sheet : Pratt & Whitney PW4000 Series**. USA. European Aviation Safety Agency
- Fadholi, A. 2013. **Analisis Data Arah dan Kecepatan Angin Landas Pacu (Runway) Menggunakan Aplikasi**
- Gallagher D. et al. 2004. **Airport Adaptive Transport -100**. Virginia. Team Bacchus:AAt Series.
- Windrose Plot (WRPLOT)**. Pangkal Pinang: Jurnal Ilmu Komputer Vol 9 no.2.
- Hassan, H. dkk . 2000. **Application of a line source air quality model to the study of traffic carbon monoxide in Brunei Darussalam**. ASEAN Journal on Science and Technology for Development, Vol. 17 No 1
- <http://theflyingengineer.com/flightdeck/pw1100g-gtf/> diakses pada 25 Februari pukul 15.18 WIB
- <https://booksite.elsevier.com/9780340741528/appendices/data-b/table-3/default.htm> diakses pada 24 Februari 2017 19:24 WIB
- Koehn, A.C. 2013. **Comparison of Atmospheric Stability Methods for Calculating Ammonia and Methane Emission Rates with Windtrax**. American society of Agricultural and Biological Engineers ISSN 1251-0032.
- Luhar A.K., dan R.S. Patil. 1988. **A General Finite Line Source Model For Vehicular Pollution Prediction**. Bombay, India :Centre for Environmental Science and Engineering (CESE), Indian Institute of Technology, Powai, Bombay. Vol. 23 no. 3, pp 555-562.
- Martin R. 2015. **Off-Design Performance Prediction of the CFM56-3 Aircraft Engine**. Lisboa. Instituto Superior Technico Portugal
- Modi, M dkk. Dispersion". Andhra Pradesh : International Journal of Pharmaceutical 2013. "A Review on Theoretical Air Pollutants
- Moussiopoulos N. dkk. 1997. **Assesing The Impact Of The New Athens Airport To Urban Air Quality With Contemporary Air Pollution Models**. Laboratory of Heat Transfer and Environmental Engineering Aristotle University Thessaloniki. Greece. Vol. 31 no, 10
- Nauli, T. 2002. **Pola Sebaran Polutan dari Cerobong Asap**. Bandung : Puslit Informatika – LIPI

- Oxford Advanced Learner's Dictionary.** 2005. Oxford: Oxford University Press
- Popescu F. dkk. 2011. **Evaluation of Air Quality in Airport Areas By Numerical Simulation.** Environmental Engineering and Management Journal. Vol 10 no. 1 115-120
- Putut, E.L.E., dan Basuki Widodo. 2011. **Simulasi Model Dispersi Polutan Karbon Monoksida di Pintu Masuk Tol (Studi Kasus Line Source di Ruas Tol Dupak Surabaya).** Surabaya: Prosiding Seminar Nasional Penelitian, Pendidikan dan Penerapan MIPA, Fakultas MIPA.
- Rahmawati, F. 2003. **Aplikasi Model Dispersi Gauss untuk Menduga Pencemaran Udara Kawasan Industri.** Bogor: Program Pascasarjana Institut Pertanian Bogor.
- Rypdal, K. 2000. **Aircraft Emissions.** Norway: Good Practice and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories.
- Soedomo, M. 2001. **Pencemaran Udara.** ITB. Bandung.
- Supriyadi, E. 2009. **Penerapan Model Finite Length Line Source Untuk Menduga Konsentrasi Polutan Dari Sumber Garis (Studi Kasus: JL. M.H Thamrin, DKI Jakarta). Tugas Akhir S1.** Bogor: Departemen Geofisika dan Meterologi Institut Pertanian Bogor.
- Teklemariam, T.A; Jed P.S. 2006. **Leaf Fluxes of NO and NO₂ in Four Herbaceous Plant Species: The Role of Ascorbic Acid.** Ecology and Evolutionary Biology, Cornell University, Ithacam NY 14853-2071. USA.
- The GE90 - An Introduction.** New York. General Electric
- Tugaswati, A Tri. 2004. **Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor dan Dampaknya terhadap Kesehatan.** Health and human ecolog jurnal.
- Vallero D. 2008. **Fundamental of Air Pollutions. 4th Edition.** New York: Elsevier
- Visscher, A. 2014. **Air Dispersion Modeling.** New Jersey : JohnWiley & Sons, Inc
- Vesilind, P. A. dkk. 1994. **Environmental Engineering 3thEdition.** Boston : Butterworth-Heinemann

“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”

LAMPIRAN 1

Data arah dan kecepatan angin

Berikut data lampiran arah dan kecepatan angin bulan april 2016

ahun	bulan	tanggal	jam	arah	kecepatan
2016	4	1	1	347,83	0,45
2016	4	1	2	258,01	0,45
2016	4	1	3	38,73	0,15
2016	4	1	4	348,33	0,11
2016	4	1	5	228,29	0,21
2016	4	1	6	228,47	0,84
2016	4	1	7	227,46	0,70
2016	4	1	8	198,46	1,33
2016	4	1	9	204,69	1,62
2016	4	1	10	158,09	1,13
2016	4	1	11	194,37	2,43
2016	4	1	12	214,27	0,78
2016	4	1	13	196,85	1,09
2016	4	1	14	110,49	0,35
2016	4	1	15	83,72	0,72
2016	4	1	16	91,35	1,27
2016	4	1	17	107,41	1,08
2016	4	1	18	89,23	0,40
2016	4	1	19	86,09	0,22
2016	4	1	20	312,60	0,08
2016	4	1	21	102,51	0,01
2016	4	1	22	305,10	0,03
2016	4	1	23	236,06	0,22
2016	4	1	24	249,11	0,02
2016	4	2	1	241,47	0,11

ahun	bulan	tanggal	jam	arah	kecepatan
2016	4	2	2	331,85	0,44
2016	4	2	3	5,72	0,15
2016	4	2	4	278,09	0,14
2016	4	2	5	162,00	0,37
2016	4	2	6	237,34	0,09
2016	4	2	7	355,73	0,01
2016	4	2	8	140,34	0,26
2016	4	2	9	98,78	0,99
2016	4	2	10	105,98	1,66
2016	4	2	11	112,92	1,22
2016	4	2	12	116,91	1,46
2016	4	2	13	109,27	1,39
2016	4	2	14	65,98	2,06
2016	4	2	15	48,81	1,44
2016	4	2	16	74,48	1,45
2016	4	2	17	80,13	1,27
2016	4	2	18	51,63	0,50
2016	4	2	19	37,80	0,15
2016	4	2	20	64,72	0,12
2016	4	2	21	106,87	0,17
2016	4	2	22	355,91	0,03
2016	4	2	23	91,81	0,16
2016	4	2	24	26,59	0,02
2016	4	3	1	350,13	0,11
2016	4	3	2	183,89	0,49
2016	4	3	3	190,32	0,53
2016	4	3	4	185,96	0,48
2016	4	3	5	147,25	0,22

ahun	bulan	tanggal	jam	arah	kecepatan
2016	4	3	6	178,39	0,15
2016	4	3	7	167,10	0,65
2016	4	3	8	131,65	1,42
2016	4	3	9	121,08	2,04
2016	4	3	10	98,88	2,52
2016	4	3	11	96,28	1,71
2016	4	3	12	109,48	1,74
2016	4	3	13	99,42	1,59
2016	4	3	14	107,12	2,00
2016	4	3	15	111,10	1,72
2016	4	3	16	122,89	1,76
2016	4	3	17	121,46	1,68
2016	4	3	18	115,92	1,67
2016	4	3	19	66,82	0,63
2016	4	3	20	70,55	0,70
2016	4	3	21	58,08	0,41
2016	4	3	22	69,90	0,63
2016	4	3	23	60,60	0,53
2016	4	3	24	45,71	0,24
2016	4	4	1	53,75	0,27
2016	4	4	2	28,51	0,30
2016	4	4	3	133,99	0,53
2016	4	4	4	277,33	0,11
2016	4	4	5	27,38	0,53
2016	4	4	6	347,47	0,23
2016	4	4	7	82,69	0,54
2016	4	4	8	116,09	0,16
2016	4	4	9	90,58	0,69

ahun	bulan	tanggal	jam	arah	kecepatan
2016	4	4	10	78,34	0,86
2016	4	4	11	113,09	1,49
2016	4	4	12	113,56	1,41
2016	4	4	13	112,51	1,76
2016	4	4	14	101,86	2,01
2016	4	4	15	95,89	1,75
2016	4	4	16	92,57	2,11
2016	4	4	17	98,21	1,84
2016	4	4	18	103,55	1,66
2016	4	4	19	123,20	1,85
2016	4	4	20	101,79	1,28
2016	4	4	21	95,29	1,51
2016	4	4	22	87,66	1,47
2016	4	4	23	74,08	1,72
2016	4	4	24	94,76	0,61
2016	4	5	1	120,39	0,59
2016	4	5	2	162,33	1,76
2016	4	5	3	179,14	0,22
2016	4	5	4	242,40	0,28
2016	4	5	5	235,83	0,52
2016	4	5	6	114,21	1,72
2016	4	5	7	111,09	0,18
2016	4	5	8	289,46	0,14
2016	4	5	9	89,60	0,49
2016	4	5	10	113,86	1,18
2016	4	5	11	113,43	1,29
2016	4	5	12	86,93	1,30
2016	4	5	13	117,47	1,31

ahun	bulan	tanggal	jam	arah	kecepatan
2016	4	5	14	102,33	1,28
2016	4	5	15	80,27	1,32
2016	4	5	16	49,68	1,24
2016	4	5	17	84,26	1,33
2016	4	5	18	71,70	0,82
2016	4	5	19	70,62	0,55
2016	4	5	20	79,14	0,07
2016	4	5	21	62,43	0,08
2016	4	5	22	4,81	0,40
2016	4	5	23	4,01	0,74
2016	4	5	24	242,32	0,79
2016	4	6	1	268,38	0,63
2016	4	6	2	191,05	1,08
2016	4	6	3	250,24	0,52
2016	4	6	4	219,45	0,20
2016	4	6	5	235,86	0,26
2016	4	6	6	328,49	0,04
2016	4	6	7	234,41	0,59
2016	4	6	8	68,06	0,35
2016	4	6	9	104,16	0,90
2016	4	6	10	92,89	1,35
2016	4	6	11	97,90	1,70
2016	4	6	12	98,64	1,85
2016	4	6	13	92,24	2,37
2016	4	6	14	72,38	1,75
2016	4	6	15	75,62	1,58
2016	4	6	16	98,40	1,81
2016	4	6	17	94,56	1,50

ahun	bulan	tanggal	jam	arah	kecepatan
2016	4	6	18	76,32	0,60
2016	4	6	19	34,17	0,28
2016	4	6	20	143,76	0,13
2016	4	6	21	26,57	0,11
2016	4	6	22	61,43	0,17
2016	4	6	23	112,00	0,00
2016	4	6	24	264,00	0,00
2016	4	7	1	219,68	0,28
2016	4	7	2	232,21	0,40
2016	4	7	3	259,19	0,46
2016	4	7	4	205,52	0,17
2016	4	7	5	175,06	0,37
2016	4	7	6	178,97	0,70
2016	4	7	7	171,42	0,67
2016	4	7	8	146,55	1,09
2016	4	7	9	146,74	1,80
2016	4	7	10	104,05	1,31
2016	4	7	11	102,32	1,90
2016	4	7	12	119,75	2,01
2016	4	7	13	113,23	1,37
2016	4	7	14	100,95	0,84
2016	4	7	15	18,02	1,03
2016	4	7	16	65,10	1,01
2016	4	7	17	63,29	0,57
2016	4	7	18	68,28	0,25
2016	4	7	19	100,27	0,49
2016	4	7	20	72,96	0,26
2016	4	7	21	145,68	0,19

ahun	bulan	tanggal	jam	arah	kecepatan
2016	4	7	22	0,00	0,00
2016	4	7	23	60,98	0,10
2016	4	7	24	315,04	0,00
2016	4	8	1	200,99	0,31
2016	4	8	2	142,28	0,68
2016	4	8	3	229,77	0,64
2016	4	8	4	185,03	0,29
2016	4	8	5	260,93	0,01
2016	4	8	6	223,90	0,18
2016	4	8	7	248,44	0,18
2016	4	8	8	88,58	0,76
2016	4	8	9	107,02	0,90
2016	4	8	10	110,22	1,42
2016	4	8	11	98,08	1,27
2016	4	8	12	95,06	1,26
2016	4	8	13	84,63	1,01
2016	4	8	14	33,09	1,89
2016	4	8	15	64,57	0,74
2016	4	8	16	89,92	1,25
2016	4	8	17	88,52	0,89
2016	4	8	18	76,44	0,75
2016	4	8	19	66,99	0,31
2016	4	8	20	277,60	1,35
2016	4	8	21	197,06	1,50
2016	4	8	22	235,06	1,55
2016	4	8	23	246,43	0,55
2016	4	8	24	264,12	0,56
2016	4	9	1	328,02	0,11

ahun	bulan	tanggal	jam	arah	kecepatan
2016	4	9	2	183,95	0,16
2016	4	9	3	186,51	0,04
2016	4	9	4	282,88	0,05
2016	4	9	5	329,82	0,09
2016	4	9	6	228,61	0,11
2016	4	9	7	274,94	0,51
2016	4	9	8	233,99	0,35
2016	4	9	9	154,80	0,65
2016	4	9	10	97,95	1,24
2016	4	9	11	97,16	1,39
2016	4	9	12	87,17	1,19
2016	4	9	13	29,62	1,04
2016	4	9	14	64,36	1,06
2016	4	9	15	54,79	1,07
2016	4	9	16	87,36	1,21
2016	4	9	17	178,87	2,11
2016	4	9	18	154,07	1,80
2016	4	9	19	353,42	0,69
2016	4	9	20	324,57	0,72
2016	4	9	21	299,59	0,99
2016	4	9	22	291,01	0,34
2016	4	9	23	259,95	0,08
2016	4	9	24	220,37	0,41
2016	4	10	1	318,18	0,21
2016	4	10	2	281,99	0,45
2016	4	10	3	286,00	0,64
2016	4	10	4	269,13	0,63
2016	4	10	5	268,00	0,23

ahun	bulan	tanggal	jam	arah	kecepatan
2016	4	10	6	315,95	0,11
2016	4	10	7	256,86	0,24
2016	4	10	8	202,53	0,32
2016	4	10	9	173,49	0,41
2016	4	10	10	124,79	0,77
2016	4	10	11	109,38	0,75
2016	4	10	12	119,75	1,03
2016	4	10	13	92,04	1,03
2016	4	10	14	84,74	1,23
2016	4	10	15	61,51	1,23
2016	4	10	16	57,13	0,77
2016	4	10	17	84,23	0,78
2016	4	10	18	123,88	0,57
2016	4	10	19	98,99	0,62
2016	4	10	20	129,88	0,19
2016	4	10	21	343,26	0,12
2016	4	10	22	76,21	0,29
2016	4	10	23	177,56	1,07
2016	4	10	24	181,95	0,74
2016	4	11	1	205,04	0,49
2016	4	11	2	206,63	0,77
2016	4	11	3	197,26	0,60
2016	4	11	4	188,85	0,41
2016	4	11	5	235,02	0,20
2016	4	11	6	222,97	0,31
2016	4	11	7	181,46	1,08
2016	4	11	8	123,62	0,84
2016	4	11	9	155,33	0,82

ahun	bulan	tanggal	jam	arah	kecepatan
2016	4	11	10	98,69	1,35
2016	4	11	11	110,97	1,26
2016	4	11	12	102,01	1,48
2016	4	11	13	94,17	1,72
2016	4	11	14	47,56	1,41
2016	4	11	15	54,72	1,19
2016	4	11	16	71,22	1,32
2016	4	11	17	69,61	1,00
2016	4	11	18	73,64	0,23
2016	4	11	19	91,17	0,09
2016	4	11	20	76,27	0,70
2016	4	11	21	94,92	0,29
2016	4	11	22	85,11	0,38
2016	4	11	23	353,17	0,30
2016	4	11	24	224,56	0,38
2016	4	12	1	194,45	0,99
2016	4	12	2	241,02	1,57
2016	4	12	3	208,55	1,15
2016	4	12	4	179,67	0,26
2016	4	12	5	57,76	0,43
2016	4	12	6	77,29	0,61
2016	4	12	7	152,14	0,15
2016	4	12	8	126,60	0,09
2016	4	12	9	105,44	0,46
2016	4	12	10	91,05	0,73
2016	4	12	11	101,08	1,23
2016	4	12	12	105,25	1,72
2016	4	12	13	106,02	1,90

ahun	bulan	tanggal	jam	arah	kecepatan
2016	4	12	14	48,06	1,74
2016	4	12	15	37,26	1,37
2016	4	12	16	59,21	0,69
2016	4	12	17	86,24	0,53
2016	4	12	18	85,15	0,07
2016	4	12	19	218,38	0,40
2016	4	12	20	208,52	1,02
2016	4	12	21	263,81	0,48
2016	4	12	22	218,85	0,44
2016	4	12	23	147,12	0,74
2016	4	12	24	253,73	0,22
2016	4	13	1	158,61	0,41
2016	4	13	2	256,81	0,14
2016	4	13	3	247,86	0,36
2016	4	13	4	275,98	0,53
2016	4	13	5	267,00	0,37
2016	4	13	6	259,20	0,55
2016	4	13	7	272,13	0,80
2016	4	13	8	258,13	0,86
2016	4	13	9	87,35	0,62
2016	4	13	10	110,32	1,09
2016	4	13	11	101,21	1,41
2016	4	13	12	101,45	0,99
2016	4	13	13	105,94	0,91
2016	4	13	14	110,77	1,59
2016	4	13	15	109,89	1,64
2016	4	13	16	122,30	1,94
2016	4	13	17	122,07	1,81

ahun	bulan	tanggal	jam	arah	kecepatan
2016	4	13	18	143,67	1,45
2016	4	13	19	135,44	0,95
2016	4	13	20	139,93	0,59
2016	4	13	21	193,40	0,75
2016	4	13	22	246,02	0,87
2016	4	13	23	248,59	1,11
2016	4	13	24	309,10	0,34
2016	4	14	1	34,33	0,40
2016	4	14	2	359,16	0,82
2016	4	14	3	291,72	0,47
2016	4	14	4	268,95	0,70
2016	4	14	5	231,86	0,77
2016	4	14	6	257,76	0,47
2016	4	14	7	184,70	0,26
2016	4	14	8	218,77	0,71
2016	4	14	9	117,48	0,12
2016	4	14	10	97,24	1,04
2016	4	14	11	115,81	1,23
2016	4	14	12	101,00	1,62
2016	4	14	13	116,12	1,87
2016	4	14	14	87,67	1,80
2016	4	14	15	31,58	2,25
2016	4	14	16	34,08	1,69
2016	4	14	17	42,11	0,89
2016	4	14	18	63,89	0,35
2016	4	14	19	119,63	0,14
2016	4	14	20	136,87	0,49
2016	4	14	21	100,33	0,29

ahun	bulan	tanggal	jam	arah	kecepatan
2016	4	14	22	22,85	0,13
2016	4	14	23	238,24	0,36
2016	4	14	24	110,26	0,09
2016	4	15	1	137,57	1,18
2016	4	15	2	142,41	0,62
2016	4	15	3	204,70	0,45
2016	4	15	4	245,11	0,83
2016	4	15	5	5,37	0,36
2016	4	15	6	335,50	0,11
2016	4	15	7	163,41	0,75
2016	4	15	8	311,48	0,60
2016	4	15	9	97,36	0,05
2016	4	15	10	61,49	0,62
2016	4	15	11	97,02	1,03
2016	4	15	12	63,97	2,46
2016	4	15	13	50,20	0,63
2016	4	15	14	112,68	1,20
2016	4	15	15	126,10	1,40
2016	4	15	16	116,76	1,64
2016	4	15	17	101,98	1,10
2016	4	15	18	115,28	0,93
2016	4	15	19	101,61	0,99
2016	4	15	20	123,50	1,30
2016	4	15	21	120,91	1,18
2016	4	15	22	122,64	0,98
2016	4	15	23	72,47	0,50
2016	4	15	24	82,03	0,72
2016	4	16	1	88,46	1,37

ahun	bulan	tanggal	jam	arah	kecepatan
2016	4	16	2	127,52	0,93
2016	4	16	3	183,26	0,81
2016	4	16	4	172,45	0,25
2016	4	16	5	357,55	0,08
2016	4	16	6	83,59	0,21
2016	4	16	7	81,19	1,19
2016	4	16	8	109,95	1,61
2016	4	16	9	92,49	1,24
2016	4	16	10	100,38	1,91
2016	4	16	11	113,66	1,74
2016	4	16	12	110,75	1,96
2016	4	16	13	124,71	1,63
2016	4	16	14	90,89	1,09
2016	4	16	15	100,87	1,31
2016	4	16	16	98,60	1,79
2016	4	16	17	93,64	1,28
2016	4	16	18	81,75	0,66
2016	4	16	19	62,16	0,78
2016	4	16	20	51,76	0,53
2016	4	16	21	40,95	0,77
2016	4	16	22	71,75	0,43
2016	4	16	23	93,50	0,08
2016	4	16	24	180,00	1,07
2016	4	17	1	194,61	0,92
2016	4	17	2	184,18	0,71
2016	4	17	3	137,23	0,62
2016	4	17	4	221,41	0,45
2016	4	17	5	236,70	0,13

ahun	bulan	tanggal	jam	arah	kecepatan
2016	4	17	6	229,53	0,13
2016	4	17	7	126,74	0,72
2016	4	17	8	110,50	1,34
2016	4	17	9	127,54	1,50
2016	4	17	10	100,11	1,70
2016	4	17	11	86,62	1,56
2016	4	17	12	134,55	1,43
2016	4	17	13	128,51	1,20
2016	4	17	14	25,98	1,98
2016	4	17	15	23,46	1,00
2016	4	17	16	67,44	0,86
2016	4	17	17	82,68	0,78
2016	4	17	18	103,32	0,23
2016	4	17	19	184,64	0,90
2016	4	17	20	164,93	0,64
2016	4	17	21	178,89	0,82
2016	4	17	22	179,74	0,25
2016	4	17	23	218,34	0,36
2016	4	17	24	234,24	0,42
2016	4	18	1	254,70	0,37
2016	4	18	2	257,74	0,26
2016	4	18	3	156,49	0,31
2016	4	18	4	240,26	0,50
2016	4	18	5	254,26	0,10
2016	4	18	6	298,75	0,05
2016	4	18	7	262,87	0,48
2016	4	18	8	293,07	0,55
2016	4	18	9	309,47	0,64

ahun	bulan	tanggal	jam	arah	kecepatan
2016	4	18	10	102,64	1,28
2016	4	18	11	102,89	1,38
2016	4	18	12	70,31	1,12
2016	4	18	13	69,73	1,65
2016	4	18	14	72,99	1,97
2016	4	18	15	33,49	1,58
2016	4	18	16	70,32	0,75
2016	4	18	17	223,28	0,06
2016	4	18	18	107,59	1,08
2016	4	18	19	161,20	0,85
2016	4	18	20	140,50	0,60
2016	4	18	21	160,87	0,30
2016	4	18	22	128,87	0,74
2016	4	18	23	188,19	0,01
2016	4	18	24	263,01	0,04
2016	4	19	1	240,14	0,56
2016	4	19	2	250,35	0,87
2016	4	19	3	266,78	0,72
2016	4	19	4	43,54	0,65
2016	4	19	5	19,90	0,24
2016	4	19	6	102,71	0,28
2016	4	19	7	16,80	0,09
2016	4	19	8	66,19	0,81
2016	4	19	9	61,09	1,41
2016	4	19	10	67,16	1,90
2016	4	19	11	78,43	2,04
2016	4	19	12	102,44	2,13
2016	4	19	13	97,63	2,06

ahun	bulan	tanggal	jam	arah	kecepatan
2016	4	19	14	90,51	2,11
2016	4	19	15	91,12	2,02
2016	4	19	16	57,01	1,64
2016	4	19	17	57,98	0,77
2016	4	19	18	76,47	0,80
2016	4	19	19	52,86	0,93
2016	4	19	20	52,26	0,88
2016	4	19	21	66,37	1,08
2016	4	19	22	56,36	1,00
2016	4	19	23	78,59	0,75
2016	4	19	24	129,73	0,50
2016	4	20	1	192,28	0,94
2016	4	20	2	202,11	0,78
2016	4	20	3	202,13	1,06
2016	4	20	4	183,38	1,08
2016	4	20	5	206,61	0,23
2016	4	20	6	194,22	0,34
2016	4	20	7	142,34	0,42
2016	4	20	8	164,44	1,51
2016	4	20	9	123,91	1,29
2016	4	20	10	121,88	2,27
2016	4	20	11	107,14	2,16
2016	4	20	12	119,35	2,41
2016	4	20	13	96,96	2,32
2016	4	20	14	111,76	2,23
2016	4	20	15	97,52	2,66
2016	4	20	16	100,52	2,29
2016	4	20	17	97,16	1,93

ahun	bulan	tanggal	jam	arah	kecepatan
2016	4	20	18	72,35	0,72
2016	4	20	19	43,51	0,52
2016	4	20	20	201,18	1,97
2016	4	20	21	292,00	0,84
2016	4	20	22	95,90	0,23
2016	4	20	23	145,36	1,16
2016	4	20	24	136,63	1,60
2016	4	21	1	178,43	0,69
2016	4	21	2	243,26	0,94
2016	4	21	3	244,27	0,69
2016	4	21	4	251,21	0,26
2016	4	21	5	248,69	0,31
2016	4	21	6	223,14	0,04
2016	4	21	7	325,12	0,33
2016	4	21	8	316,40	0,69
2016	4	21	9	79,30	1,23
2016	4	21	10	112,83	1,51
2016	4	21	11	98,34	1,39
2016	4	21	12	69,13	1,37
2016	4	21	13	82,83	1,24
2016	4	21	14	115,46	1,75
2016	4	21	15	109,64	1,88
2016	4	21	16	94,30	2,03
2016	4	21	17	90,94	1,78
2016	4	21	18	45,84	1,10
2016	4	21	19	40,63	0,71
2016	4	21	20	50,80	0,33
2016	4	21	21	343,49	0,05

ahun	bulan	tanggal	jam	arah	kecepatan
2016	4	21	22	66,09	0,10
2016	4	21	23	254,12	0,04
2016	4	21	24	41,28	0,20
2016	4	22	1	186,41	1,13
2016	4	22	2	122,04	1,03
2016	4	22	3	60,12	1,88
2016	4	22	4	88,65	0,55
2016	4	22	5	73,42	0,42
2016	4	22	6	119,35	0,69
2016	4	22	7	116,63	0,69
2016	4	22	8	107,45	1,40
2016	4	22	9	106,54	1,76
2016	4	22	10	140,41	2,36
2016	4	22	11	211,79	0,28
2016	4	22	12	102,06	1,96
2016	4	22	13	98,46	2,30
2016	4	22	14	104,86	1,87
2016	4	22	15	110,08	1,50
2016	4	22	16	103,54	1,72
2016	4	22	17	124,02	1,47
2016	4	22	18	129,02	0,87
2016	4	22	19	112,08	0,92
2016	4	22	20	81,91	0,89
2016	4	22	21	84,43	1,46
2016	4	22	22	112,26	1,48
2016	4	22	23	116,25	1,48
2016	4	22	24	68,54	0,32
2016	4	23	1	230,49	0,25

ahun	bulan	tanggal	jam	arah	kecepatan
2016	4	23	2	271,37	0,37
2016	4	23	3	255,86	0,60
2016	4	23	4	257,35	0,36
2016	4	23	5	279,99	0,12
2016	4	23	6	281,67	0,23
2016	4	23	7	270,14	0,47
2016	4	23	8	245,00	0,38
2016	4	23	9	140,63	0,95
2016	4	23	10	112,42	1,37
2016	4	23	11	113,18	1,63
2016	4	23	12	107,45	2,18
2016	4	23	13	103,10	2,49
2016	4	23	14	88,55	1,90
2016	4	23	15	90,16	1,74
2016	4	23	16	87,03	2,09
2016	4	23	17	94,35	1,67
2016	4	23	18	92,57	1,34
2016	4	23	19	96,91	1,24
2016	4	23	20	92,15	0,97
2016	4	23	21	104,26	1,19
2016	4	23	22	114,68	1,35
2016	4	23	23	110,62	1,08
2016	4	23	24	87,59	0,59
2016	4	24	1	50,28	0,10
2016	4	24	2	99,67	0,24
2016	4	24	3	55,29	0,01
2016	4	24	4	96,96	0,15
2016	4	24	5	79,87	0,27

ahun	bulan	tanggal	jam	arah	kecepatan
2016	4	24	6	79,43	0,14
2016	4	24	7	73,89	0,47
2016	4	24	8	96,97	0,91
2016	4	24	9	114,35	2,10
2016	4	24	10	130,44	1,47
2016	4	24	11	115,30	1,87
2016	4	24	12	111,86	2,34
2016	4	24	13	110,03	2,76
2016	4	24	14	93,08	2,60
2016	4	24	15	28,63	1,16
2016	4	24	16	94,38	1,25
2016	4	24	17	90,37	1,38
2016	4	24	18	100,86	1,35
2016	4	24	19	106,04	1,76
2016	4	24	20	103,00	1,65
2016	4	24	21	86,38	1,68
2016	4	24	22	84,64	1,33
2016	4	24	23	80,59	0,74
2016	4	24	24	89,43	0,98
2016	4	25	1	112,58	1,86
2016	4	25	2	114,68	1,93
2016	4	25	3	116,66	1,75
2016	4	25	4	116,81	1,74
2016	4	25	5	113,39	1,77
2016	4	25	6	113,57	1,67
2016	4	25	7	123,12	1,52
2016	4	25	8	123,49	1,77
2016	4	25	9	118,84	1,62

ahun	bulan	tanggal	jam	arah	kecepatan
2016	4	25	10	131,74	1,91
2016	4	25	11	112,74	2,08
2016	4	25	12	113,42	2,40
2016	4	25	13	105,60	2,52
2016	4	25	14	80,50	1,96
2016	4	25	15	73,18	1,65
2016	4	25	16	90,32	1,28
2016	4	25	17	52,72	1,21
2016	4	25	18	75,83	0,50
2016	4	25	19	92,16	0,72
2016	4	25	20	93,86	1,25
2016	4	25	21	82,93	0,62
2016	4	25	22	78,67	0,43
2016	4	25	23	113,33	0,43
2016	4	25	24	120,71	1,23
2016	4	26	1	120,68	1,25
2016	4	26	2	116,67	0,91
2016	4	26	3	108,50	1,34
2016	4	26	4	125,44	1,18
2016	4	26	5	145,74	0,17
2016	4	26	6	113,12	0,39
2016	4	26	7	115,98	0,76
2016	4	26	8	121,78	1,09
2016	4	26	9	106,21	1,26
2016	4	26	10	72,05	1,23
2016	4	26	11	51,57	0,96
2016	4	26	12	21,72	3,20
2016	4	26	13	21,20	2,71

ahun	bulan	tanggal	jam	arah	kecepatan
2016	4	26	14	26,47	2,21
2016	4	26	15	28,76	2,14
2016	4	26	16	3,92	1,19
2016	4	26	17	314,39	0,33
2016	4	26	18	334,08	0,11
2016	4	26	19	76,99	0,58
2016	4	26	20	27,06	0,18
2016	4	26	21	56,29	0,22
2016	4	26	22	332,39	0,12
2016	4	26	23	305,30	0,50
2016	4	26	24	269,09	0,62
2016	4	27	1	264,69	0,78
2016	4	27	2	269,41	0,61
2016	4	27	3	268,70	0,80
2016	4	27	4	256,36	0,75
2016	4	27	5	259,76	0,65
2016	4	27	6	312,42	0,19
2016	4	27	7	277,97	0,85
2016	4	27	8	278,36	1,08
2016	4	27	9	275,16	0,88
2016	4	27	10	56,04	0,42
2016	4	27	11	75,88	1,52
2016	4	27	12	71,61	1,63
2016	4	27	13	109,52	1,82
2016	4	27	14	96,76	2,02
2016	4	27	15	83,04	2,20
2016	4	27	16	100,62	1,86
2016	4	27	17	86,13	1,98

ahun	bulan	tanggal	jam	arah	kecepatan
2016	4	27	18	100,92	1,67
2016	4	27	19	96,07	1,32
2016	4	27	20	94,14	1,11
2016	4	27	21	86,10	0,35
2016	4	27	22	69,52	0,11
2016	4	27	23	52,65	0,22
2016	4	27	24	29,74	0,13
2016	4	28	1	4,55	0,43
2016	4	28	2	261,43	0,33
2016	4	28	3	247,61	1,01
2016	4	28	4	282,49	0,35
2016	4	28	5	88,19	0,29
2016	4	28	6	33,33	0,01
2016	4	28	7	282,33	0,04
2016	4	28	8	49,61	0,10
2016	4	28	9	85,36	0,82
2016	4	28	10	90,08	1,13
2016	4	28	11	104,36	1,22
2016	4	28	12	103,41	1,74
2016	4	28	13	100,87	1,75
2016	4	28	14	83,55	2,20
2016	4	28	15	75,00	1,79
2016	4	28	16	47,60	1,16
2016	4	28	17	67,15	1,34
2016	4	28	18	71,27	1,16
2016	4	28	19	70,03	0,28
2016	4	28	20	77,79	0,27
2016	4	28	21	79,22	0,27

ahun	bulan	tanggal	jam	arah	kecepatan
2016	4	28	22	42,70	0,17
2016	4	28	23	72,53	0,68
2016	4	28	24	59,86	0,72
2016	4	29	1	68,44	0,07
2016	4	29	2	37,91	0,11
2016	4	29	3	340,80	0,05
2016	4	29	4	245,80	0,51
2016	4	29	5	201,37	0,36
2016	4	29	6	180,40	0,37
2016	4	29	7	159,17	0,34
2016	4	29	8	126,41	1,37
2016	4	29	9	111,48	1,33
2016	4	29	10	109,81	1,40
2016	4	29	11	101,32	1,71
2016	4	29	12	105,17	1,71
2016	4	29	13	126,58	1,54
2016	4	29	14	121,29	1,73
2016	4	29	15	109,28	1,80
2016	4	29	16	108,22	1,72
2016	4	29	17	84,28	1,66
2016	4	29	18	92,63	0,80
2016	4	29	19	66,38	0,41
2016	4	29	20	80,72	0,52
2016	4	29	21	60,44	0,11
2016	4	29	22	100,64	0,16
2016	4	29	23	61,28	0,10
2016	4	29	24	106,75	0,80
2016	4	30	1	159,14	0,31

ahun	bulan	tanggal	jam	arah	kecepatan
2016	4	30	2	168,19	0,58
2016	4	30	3	128,37	0,55
2016	4	30	4	96,07	0,07
2016	4	30	5	245,54	0,18
2016	4	30	6	225,95	0,13
2016	4	30	7	242,12	0,69
2016	4	30	8	167,60	0,83
2016	4	30	9	140,13	1,89
2016	4	30	10	123,40	2,04
2016	4	30	11	110,13	2,46
2016	4	30	12	108,05	2,57
2016	4	30	13	111,08	2,74
2016	4	30	14	105,73	3,01
2016	4	30	15	103,66	2,98
2016	4	30	16	111,21	2,95
2016	4	30	17	101,47	2,19
2016	4	30	18	93,96	1,40
2016	4	30	19	98,14	0,98
2016	4	30	20	116,94	1,59
2016	4	30	21	117,92	1,55
2016	4	30	22	118,52	0,92
2016	4	30	23	116,16	0,90
2016	4	30	24	112,13	0,26

LAMPIRAN 2

Data penerbangan pada hari minggu tanggal 19 maret 2017

Type	Origin	Arrival
A320	Halim Perdanakusuma Int'l (HLP / WIHH)	Sun 10:04PM WIB
A320	Jakarta-Soekarno-Hatta Int'l (CGK / WIII)	Sun 09:59PM WIB
A330	Jakarta-Soekarno-Hatta Int'l (CGK / WIII)	Sun 09:54PM WIB
A320	Halim Perdanakusuma Int'l (HLP / WIHH)	Sun 09:42PM WIB
A320	Brunei Int'l (BWN / WBSB)	Sun 09:36PM WIB
A333	Singapore Changi (SIN / WSSS)	Sun 09:26PM WIB
B738	Jakarta-Soekarno-Hatta Int'l (CGK / WIII)	Sun 09:23PM WIB
A320	Sultan Mahmud Badaruddin II (PLM / WIPP)	Sun 09:15PM WIB
B739	Ngurah Rai/Bali Intl (DPS / WADD)	Sun 09:10PM WIB
B739	Sepinggan Int'l (BPN / WALL)	Sun 09:07PM WIB
B739	Jakarta-Soekarno-Hatta Int'l (CGK / WIII)	Sun 08:50PM WIB
B738	Singapore Changi (SIN / WSSS)	Sun 08:43PM WIB
A320	Kuala Lumpur Int'l (KUL / WMKK)	Sun 08:41PM WIB
B738	Jakarta-Soekarno-Hatta Int'l (CGK / WIII)	Sun 08:33PM WIB
A320	Sultan Hasanuddin Int'l (UPG / WAAA)	Sun 08:27PM WIB
B739	Syamsudin Noor (BDJ / WAOO)	Sun 08:15PM WIB
B735	Adisucipto Int'l (JOG / WAHH)	Sun 08:06PM WIB
B735	Adisucipto Int'l (JOG / WAHH)	Sun 08:06PM WIB
B739	Jakarta-Soekarno-Hatta Int'l (CGK / WIII)	Sun 08:02PM WIB
A320	Halim Perdanakusuma Int'l (HLP / WIHH)	09:05PM WIB (?)
A320	Halim Perdanakusuma Int'l (HLP / WIHH)	Sun 07:56PM WIB
A320	Halim Perdanakusuma Int'l (HLP / WIHH)	Sun 07:51PM WIB

Type	Origin	Arrival
B739	Sam Ratulangi Int'l (MDC / WAMM)	Sun 07:47PM WIB
A320	Jakarta-Soekarno-Hatta Int'l (CGK / WIII)	Sun 07:39PM WIB
B738	Hang Nadim (BTH / WIDD)	Sun 07:12PM WIB
B739	Lombok International (LOP / WADL)	Sun 07:06PM WIB
A320	Pattimura (AMQ / WAPP)	Sun 07:04PM WIB
B738	Ngurah Rai/Bali Intl (DPS / WADD)	Sun 06:55PM WIB
B738	Jakarta-Soekarno-Hatta Int'l (CGK / WIII)	Sun 06:52PM WIB
CRK	Sultan Hasanuddin Int'l (UPG / WAAA)	Sun 06:50PM WIB
A320	Lombok International (LOP / WADL)	Sun 06:43PM WIB
B739	Lombok International (LOP / WADL)	Sun 06:40PM WIB
A320	Jakarta-Soekarno-Hatta Int'l (CGK / WIII)	Sun 06:38PM WIB
A320	Sepinggan Int'l (BPN / WALL)	Sun 06:29PM WIB
A320	Supadio (PNK / WIOO)	Sun 06:25PM WIB
B739	Jakarta-Soekarno-Hatta Int'l (CGK / WIII)	Sun 06:20PM WIB
B738	Supadio (PNK / WIOO)	Sun 06:18PM WIB
A320	Kuala Lumpur Int'l (KUL / WMKK)	Sun 06:15PM WIB
B739	Sultan Hasanuddin Int'l (UPG / WAAA)	Sun 06:14PM WIB
A320	Halim Perdanakusuma Int'l (HLP / WIHH)	Sun 06:08PM WIB
CRK	Achmad Yani Int'l (SRG / WAHS)	Sun 06:05PM WIB
B739	Syamsudin Noor (BDJ / WAOO)	Sun 05:59PM WIB
A333	Hong Kong Int'l (HKG / VHHH)	Sun 05:53PM WIB
B738	Jakarta-Soekarno-Hatta Int'l (CGK / WIII)	Sun 05:46PM WIB
B738	Singapore Changi (SIN / WSSS)	Sun 05:41PM WIB
B738	Husein Sastranegara (BDO / WICC)	Sun 05:31PM WIB
B738	Jakarta-Soekarno-Hatta Int'l (CGK / WIII)	Sun 05:24PM WIB
A320	Jakarta-Soekarno-Hatta Int'l (CGK / WIII)	Sun 05:18PM WIB

Type	Origin	Arrival
A320	Hang Nadim (BTH / WIDD)	Sun 05:17PM WIB
AT72	Adisucipto Int'l (JOG / WAHH)	06:24PM WIB (?)
A320	Sultan Syarif Qasim II Int'l (Simpang Tiga) (PKU / WIBB)	Sun 05:14PM WIB
A332	Jakarta-Soekarno-Hatta Int'l (CGK / WIII)	Sun 04:52PM WIB
B738	Husein Sastranegara (BDO / WICC)	Sun 04:41PM WIB
B739	Jakarta-Soekarno-Hatta Int'l (CGK / WIII)	Sun 04:27PM WIB
B739	Jakarta-Soekarno-Hatta Int'l (CGK / WIII)	Sun 04:26PM WIB
B739	El Tari (Eltari) (KOE / WATT)	Sun 04:22PM WIB
B739	Sultan Hasanuddin Int'l (UPG / WAAA)	Sun 04:19PM WIB
B739	Jakarta-Soekarno-Hatta Int'l (CGK / WIII)	Sun 04:03PM WIB
B739	Sepinggan Int'l (BPN / WALL)	Sun 03:57PM WIB
B733	Sentani (DJJ / WAJJ)	Sun 03:56PM WIB
A320	Ngurah Rai/Bali Intl (DPS / WADD)	Sun 03:50PM WIB
B738	Halim Perdanakusuma Int'l (HLP / WIHH)	Sun 03:29PM WIB
B738	Husein Sastranegara (BDO / WICC)	Sun 03:22PM WIB
A333	Jakarta-Soekarno-Hatta Int'l (CGK / WIII)	Sun 03:19PM WIB
A320	Kuala Lumpur Int'l (KUL / WMKK)	Sun 03:08PM WIB
A320	Jakarta-Soekarno-Hatta Int'l (CGK / WIII)	Sun 03:07PM WIB
CRK	Lombok International (LOP / WADL)	Sun 03:03PM WIB
B738	Jakarta-Soekarno-Hatta Int'l (CGK / WIII)	Sun 02:48PM WIB
AT72	(BWX)	Sun 02:43PM WIB
B738	Sepinggan Int'l (BPN / WALL)	Sun 02:30PM WIB
B738	Syamsudin Noor (BDJ / WAOO)	Sun 02:27PM WIB
A320	Jakarta-Soekarno-Hatta Int'l (CGK / WIII)	Sun 02:19PM WIB
A320	Sultan Hasanuddin Int'l (UPG / WAAA)	Sun 02:13PM WIB

Type	Origin	Arrival
A320	Syamsudin Noor (BDJ / WAOO)	Sun 02:03PM WIB
B738	Ngurah Rai/Bali Intl (DPS / WADD)	Sun 02:00PM WIB
A320	Halim Perdanakusuma Int'l (HLP / WIHH)	Sun 01:54PM WIB
B739	Syamsudin Noor (BDJ / WAOO)	Sun 01:39PM WIB
CRK	Sultan Hasanuddin Int'l (UPG / WAAA)	Sun 01:37PM WIB
B738	Wolter Monginsidi (KDI / WAAU)	Sun 01:34PM WIB
A320	Singapore Changi (SIN / WSSS)	Sun 01:04PM WIB
A320	Jakarta-Soekarno-Hatta Int'l (CGK / WIII)	Sun 12:54PM WIB
B739	Tjilik Riwut (Pancarung) (PKY / WAGG)	Sun 12:47PM WIB
B738	Jakarta-Soekarno-Hatta Int'l (CGK / WIII)	Sun 12:36PM WIB
A320	Tjilik Riwut (Pancarung) (PKY / WAGG)	Sun 12:33PM WIB
B738	Supadio (PNK / WIOO)	Sun 12:29PM WIB
B739	Lombok International (LOP / WADL)	Sun 12:20PM WIB
B739	Syamsudin Noor (BDJ / WAOO)	Sun 12:13PM WIB
B739	Sultan Hasanuddin Int'l (UPG / WAAA)	Sun 12:02PM WIB
A320	Ngurah Rai/Bali Intl (DPS / WADD)	Sun 12:01PM WIB
B739	Jakarta-Soekarno-Hatta Int'l (CGK / WIII)	Sun 11:58AM WIB
A320	Lombok International (LOP / WADL)	Sun 11:49AM WIB
B738	Jakarta-Soekarno-Hatta Int'l (CGK / WIII)	Sun 11:37AM WIB
A320	Supadio (PNK / WIOO)	Sun 11:10AM WIB
AT72	(JBB)	Sun 11:05AM WIB
A320	Ei Tari (Eltari) (KOE / WATT)	Sun 11:02AM WIB
CRK	Achmad Yani Int'l (SRG / WAHS)	Sun 11:00AM WIB
A320	Hang Nadim (BTH / WIDD)	Sun 10:57AM WIB

Type	Origin	Arrival
A320	Sultan Hasanuddin Int'l (UPG / WAAA)	Sun 10:55AM WIB
B738	Halim Perdanakusuma Int'l (HLP / WIHH)	Sun 10:36AM WIB
B739	Jakarta-Soekarno-Hatta Int'l (CGK / WIII)	Sun 10:32AM WIB
A320	Kuala Lumpur Int'l (KUL / WMKK)	Sun 10:29AM WIB
B738	Jakarta-Soekarno-Hatta Int'l (CGK / WIII)	Sun 10:27AM WIB
B738	Sepinggan Int'l (BPN / WALL)	Sun 10:21AM WIB
B738	Jakarta-Soekarno-Hatta Int'l (CGK / WIII)	Sun 10:11AM WIB
A320	Ngurah Rai/Bali Intl (DPS / WADD)	Sun 10:01AM WIB
B739	Sultan Hasanuddin Int'l (UPG / WAAA)	Sun 09:58AM WIB
B738	Ngurah Rai/Bali Intl (DPS / WADD)	Sun 09:44AM WIB
B739	Lombok International (LOP / WADL)	Sun 09:38AM WIB
A320	Jakarta-Soekarno-Hatta Int'l (CGK / WIII)	Sun 09:35AM WIB
A320	Sepinggan Int'l (BPN / WALL)	Sun 09:25AM WIB
B735	Achmad Yani Int'l (SRG / WAHS)	Sun 09:16AM WIB
A320	Syamsudin Noor (BDJ / WAOO)	Sun 09:12AM WIB
A333	Singapore Changi (SIN / WSSS)	Sun 09:09AM WIB
B738	Jakarta-Soekarno-Hatta Int'l (CGK / WIII)	Sun 09:06AM WIB
A319	Singapore Changi (SIN / WSSS)	Sun 08:51AM WIB
A320	Jakarta-Soekarno-Hatta Int'l (CGK / WIII)	Sun 08:40AM WIB
B739	Lombok International (LOP / WADL)	Sun 08:34AM WIB
A320	Jakarta-Soekarno-Hatta Int'l (CGK / WIII)	Sun 08:31AM WIB
B738	Sepinggan Int'l (BPN / WALL)	Sun 08:27AM WIB
A320	Jakarta-Soekarno-Hatta Int'l (CGK / WIII)	Sun 08:23AM WIB
AT72	(BWX)	Sun 08:17AM WIB
A330	King Abdulaziz Int'l (JED / OEJN)	Sun 08:12AM WIB
B739	Ngurah Rai/Bali Intl (DPS / WADD)	Sun 08:10AM WIB

Type	Origin	Arrival
CRK	Sultan Hasanuddin Int'l (UPG / WAAA)	Sun 08:03AM WIB
A320	Husein Sastranegara (BDO / WICC)	Sun 07:57AM WIB
B738	Jakarta-Soekarno-Hatta Int'l (CGK / WIII)	Sun 07:48AM WIB
B739	Tjilik Riwut (Pananrung) (PKY / WAGG)	Sun 07:35AM WIB
B738	El Tari (Eltari) (KOE / WATT)	Sun 07:19AM WIB
B738	Husein Sastranegara (BDO / WICC)	Sun 07:10AM WIB
B739	Jakarta-Soekarno-Hatta Int'l (CGK / WIII)	Sun 07:01AM WIB
B738	Jakarta-Soekarno-Hatta Int'l (CGK / WIII)	Sun 06:57AM WIB
A320	Jakarta-Soekarno-Hatta Int'l (CGK / WIII)	Sun 06:55AM WIB
B738	Lombok International (LOP / WADL)	Sun 06:45AM WIB
B738	Sultan Hasanuddin Int'l (UPG / WAAA)	Sun 06:43AM WIB
B739	Syamsudin Noor (BDJ / WAOO)	Sun 06:25AM WIB
B739	Jakarta-Soekarno-Hatta Int'l (CGK / WIII)	Sun 06:19AM WIB

Type	Destination	Departure
B739	Jakarta-Soekarno-Hatta Int'l (CGK / WIII)	Sun 10:04PM WIB
A320	Jakarta-Soekarno-Hatta Int'l (CGK / WIII)	Sun 09:57PM WIB
B738	Jakarta-Soekarno-Hatta Int'l (CGK / WIII)	Sun 09:34PM WIB
A320	Kuala Lumpur Int'l (KUL / WMKK)	Sun 09:29PM WIB
B738	Halim Perdanakusuma Int'l (HLP / WIHH)	Sun 09:11PM WIB
B739	Jakarta-Soekarno-Hatta Int'l (CGK / WIII)	Sun 09:10PM WIB
A320	Jakarta-Soekarno-Hatta Int'l (CGK / WIII)	Sun 08:47PM WIB
B739	Ngurah Rai/Bali Intl (DPS / WADD)	Sun 08:40PM WIB
A320	Halim Perdanakusuma Int'l (HLP / WIHH)	Sun 08:35PM WIB

Type	Destination	Departure
B738	Jakarta-Soekarno-Hatta Int'l (CGK / WIII)	Sun 08:02PM WIB
A320	Jakarta-Soekarno-Hatta Int'l (CGK / WIII)	Sun 07:40PM WIB
B739	Tjilik Riwut (Pananung) (PKY / WAGG)	Sun 07:30PM WIB
B738	Halim Perdanakusuma Int'l (HLP / WIHH)	Sun 07:28PM WIB
B739	EI Tari (Eltari) (KOE / WATT)	Sun 07:28PM WIB
A320	Sepinggan Int'l (BPN / WALL)	Sun 07:25PM WIB
CRK	Sultan Hasanuddin Int'l (UPG / WAAA)	Sun 07:13PM WIB
B739	Sultan Hasanuddin Int'l (UPG / WAAA)	Sun 07:08PM WIB
A320	Ngurah Rai/Bali Int'l (DPS / WADD)	Sun 07:05PM WIB
B738	Singapore Changi (SIN / WSSS)	Sun 06:55PM WIB
B739	Jakarta-Soekarno-Hatta Int'l (CGK / WIII)	Sun 06:55PM WIB
B738	Jakarta-Soekarno-Hatta Int'l (CGK / WIII)	Sun 06:55PM WIB
B738	Halim Perdanakusuma Int'l (HLP / WIHH)	Sun 06:51PM WIB
B738	EI Tari (Eltari) (KOE / WATT)	Sun 06:32PM WIB
B738	Sepinggan Int'l (BPN / WALL)	Sun 06:29PM WIB
A320	Halim Perdanakusuma Int'l (HLP / WIHH)	Sun 06:26PM WIB
A332	Jakarta-Soekarno-Hatta Int'l (CGK / WIII)	Sun 06:14PM WIB
A320	Supadio (PNK / WIOO)	Sun 06:07PM WIB
B739	Syamsudin Noor (BDJ / WAOO)	Sun 05:58PM WIB
B738	Husein Sastranegara (BDO / WICC)	Sun 05:51PM WIB
B739	Jakarta-Soekarno-Hatta Int'l (CGK / WIII)	Sun 05:43PM WIB
A320	Sultan Hasanuddin Int'l (UPG / WAAA)	Sun 05:07PM WIB
B739	Jakarta-Soekarno-Hatta Int'l (CGK / WIII)	Sun 05:00PM WIB

Type	Destination	Departure
B738	Halim Perdanakusuma Int'l (HLP / WIHH)	Sun 04:54PM WIB
CRK2	Halim Perdanakusuma Int'l (HLP / WIHH)	Sun 04:50PM WIB
B744	King Abdulaziz Int'l (JED / OEJN)	Sun 04:49PM WIB
B738	Ngurah Rai/Bali Intl (DPS / WADD)	Sun 04:47PM WIB
B739	Jakarta-Soekarno-Hatta Int'l (CGK / WIII)	Sun 04:43PM WIB
B739	Jakarta-Soekarno-Hatta Int'l (CGK / WIII)	Sun 04:40PM WIB
A333	Jakarta-Soekarno-Hatta Int'l (CGK / WIII)	Sun 04:35PM WIB
A320	Halim Perdanakusuma Int'l (HLP / WIHH)	Sun 04:33PM WIB
B738	Kuala Namu International (KNO / WIMM)	Sun 04:26PM WIB
B738	Jakarta-Soekarno-Hatta Int'l (CGK / WIII)	Sun 04:10PM WIB
A320	Kuala Lumpur Int'l (KUL / WMKK)	Sun 03:55PM WIB
CRK	Achmad Yani Int'l (SRG / WAHS)	Sun 03:55PM WIB
B738	Ngurah Rai/Bali Intl (DPS / WADD)	Sun 03:47PM WIB
A320	Lombok International (LOP / WADL)	Sun 03:44PM WIB
B739	Syamsudin Noor (BDJ / WAOO)	Sun 03:38PM WIB
AT72	Adisucipto Int'l (JOG / WAHH)	Sun 03:36PM WIB
B739	Ngurah Rai/Bali Intl (DPS / WADD)	Sun 03:32PM WIB
A320	Halim Perdanakusuma Int'l (HLP / WIHH)	Sun 03:27PM WIB
B738	Juwata (TRK / WAQQ)	Sun 03:25PM WIB
B739	Lombok International (LOP / WADL)	Sun 03:14PM WIB
A332	Halim Perdanakusuma Int'l (HLP / WIHH)	Sun 03:08PM WIB
CRK	Sultan Hasanuddin Int'l (UPG / WAAA)	Sun 02:58PM WIB
B738	Sepinggan Int'l (BPN / WALL)	Sun 02:54PM WIB

Type	Destination	Departure
B739	Jakarta-Soekarno-Hatta Int'l (CGK / WIII)	Sun 02:45PM WIB
B738	Supadio (PNK / WIOO)	Sun 02:32PM WIB
A320	Singapore Changi (SIN / WSSS)	Sun 02:17PM WIB
B739	Sam Ratulangi Int'l (MDC / WAMM)	Sun 02:06PM WIB
A320	Jakarta-Soekarno-Hatta Int'l (CGK / WIII)	Sun 02:02PM WIB
A320	Halim Perdanakusuma Int'l (HLP / WIHH)	Sun 01:59PM WIB
B738	Jakarta-Soekarno-Hatta Int'l (CGK / WIII)	Sun 01:57PM WIB
B738	Jakarta-Soekarno-Hatta Int'l (CGK / WIII)	Sun 01:42PM WIB
A320	Ngurah Rai/Bali Int'l (DPS / WADD)	Sun 01:39PM WIB
B739	Lombok International (LOP / WADL)	Sun 01:36PM WIB
A320	Sultan Hasanuddin Int'l (UPG / WAAA)	Sun 01:32PM WIB
B739	Sepinggan Int'l (BPN / WALL)	Sun 01:29PM WIB
B739	Sultan Hasanuddin Int'l (UPG / WAAA)	Sun 12:59PM WIB
B739	Jakarta-Soekarno-Hatta Int'l (CGK / WIII)	Sun 12:55PM WIB
B738	Jakarta-Soekarno-Hatta Int'l (CGK / WIII)	Sun 12:53PM WIB
A330	Jakarta-Soekarno-Hatta Int'l (CGK / WIII)	Sun 12:39PM WIB
A320	Kuala Lumpur Int'l (KUL / WMKK)	Sun 12:29PM WIB
B739	Sepinggan Int'l (BPN / WALL)	Sun 12:26PM WIB
A320	Hang Nadim (BTH / WIDD)	Sun 12:22PM WIB
B738	Husein Sastranegara (BDO / WICC)	Sun 12:21PM WIB
B739	Hang Nadim (BTH / WIDD)	Sun 12:15PM WIB
A320	Sultan Syarif Qasim II Int'l (Simpang Tiga) (PKU / WIBB)	Sun 12:11PM WIB
CRK	Lombok International (LOP / WADL)	Sun 12:03PM WIB
A320	Jakarta-Soekarno-Hatta Int'l (CGK / WIII)	Sun 12:00PM WIB

Type	Destination	Departure
AT72	(BWX)	Sun 11:55AM WIB
B738	Halim Perdanakusuma Int'l (HLP / WIHH)	Sun 11:50AM WIB
B739	El Tari (Eltari) (KOE / WATT)	Sun 11:47AM WIB
B739	Ngurah Rai/Bali Intl (DPS / WADD)	Sun 11:40AM WIB
A320	Sultan Hasanuddin Int'l (UPG / WAAA)	Sun 11:35AM WIB
B738	Syamsudin Noor (BDJ / WAOO)	Sun 11:31AM WIB
B738	Jakarta-Soekarno-Hatta Int'l (CGK / WIII)	Sun 11:28AM WIB
B738	Ngurah Rai/Bali Intl (DPS / WADD)	Sun 11:23AM WIB
A320	Syamsudin Noor (BDJ / WAOO)	Sun 11:22AM WIB
B733	Achmad Yani Int'l (SRG / WAHS)	Sun 11:18AM WIB
B738	El Tari (Eltari) (KOE / WATT)	Sun 11:12AM WIB
B739	Syamsudin Noor (BDJ / WAOO)	Sun 11:09AM WIB
B738	Sepinggan Int'l (BPN / WALL)	Sun 10:55AM WIB
A320	Jakarta-Soekarno-Hatta Int'l (CGK / WIII)	Sun 10:43AM WIB
B738	Sepinggan Int'l (BPN / WALL)	Sun 10:41AM WIB
A320	Jakarta-Soekarno-Hatta Int'l (CGK / WIII)	Sun 10:35AM WIB
A333	Singapore Changi (SIN / WSSS)	Sun 10:31AM WIB
B738	Kuala Lumpur Int'l (KUL / WMKK)	Sun 10:19AM WIB
B738	Jakarta-Soekarno-Hatta Int'l (CGK / WIII)	Sun 10:17AM WIB
B739	Tjilik Riwut (Pancarung) (PKY / WAGG)	Sun 09:55AM WIB
A319	Singapore Changi (SIN / WSSS)	Sun 09:54AM WIB
A320	Tjilik Riwut (Pancarung) (PKY / WAGG)	Sun 09:52AM WIB
A320	Jakarta-Soekarno-Hatta Int'l (CGK / WIII)	Sun 09:43AM WIB

Type	Destination	Departure
A320	Kuala Lumpur Int'l (KUL / WMKK)	Sun 09:34AM WIB
B739	Syamsudin Noor (BDJ / WAOO)	Sun 09:30AM WIB
B738	Husein Sastranegara (BDO / WICC)	Sun 09:29AM WIB
B739	Lombok International (LOP / WADL)	Sun 09:27AM WIB
A333	Hong Kong Int'l (HKG / VHHH)	Sun 09:24AM WIB
A320	Jakarta-Soekarno-Hatta Int'l (CGK / WIII)	Sun 09:19AM WIB
B738	Wolter Monginsidi (KDI / WAAU)	Sun 09:15AM WIB
AT72	(JBB)	Sun 09:11AM WIB
B739	Sultan Hasanuddin Int'l (UPG / WAAA)	Sun 09:08AM WIB
A320	Lombok International (LOP / WADL)	Sun 08:58AM WIB
B738	Jakarta-Soekarno-Hatta Int'l (CGK / WIII)	Sun 08:56AM WIB
CRK	Achmad Yani Int'l (SRG / WAHS)	Sun 08:55AM WIB
B738	Supadio (PNK / WIOO)	Sun 08:50AM WIB
B739	Sam Ratulangi Int'l (MDC / WAMM)	Sun 08:47AM WIB
B739	Jakarta-Soekarno-Hatta Int'l (CGK / WIII)	Sun 08:29AM WIB
B738	(WII)	Sun 08:25AM WIB
B738	Husein Sastranegara (BDO / WICC)	Sun 08:22AM WIB
B738	Jakarta-Soekarno-Hatta Int'l (CGK / WIII)	Sun 07:55AM WIB
B738	Singapore Changi (SIN / WSSS)	Sun 07:51AM WIB
B739	Jakarta-Soekarno-Hatta Int'l (CGK / WIII)	Sun 07:48AM WIB
A320	Pattimura (AMQ / WAPP)	Sun 07:47AM WIB
A320	Ngurah Rai/Bali Intl (DPS / WADD)	Sun 07:41AM WIB
B739	Sepinggan Int'l (BPN / WALL)	Sun 07:33AM WIB
B738	Halim Perdanakusuma Int'l (HLP / WIHH)	Sun 07:25AM WIB

Type	Destination	Departure
A320	Sultan Hasanuddin Int'l (UPG / WAAA)	Sun 07:16AM WIB
B739	El Tari (Eltari) (KOE / WATT)	Sun 07:13AM WIB
B739	Lombok International (LOP / WADL)	Sun 07:04AM WIB
B733	Sentani (DJJ / WAJJ)	Sun 06:50AM WIB
B733	Jakarta-Soekarno-Hatta Int'l (CGK / WIII)	Sun 06:45AM WIB
B738	Sepinggan Int'l (BPN / WALL)	Sun 06:42AM WIB
A320	Syamsudin Noor (BDJ / WAOO)	Sun 06:40AM WIB
A320	El Tari (Eltari) (KOE / WATT)	Sun 06:35AM WIB
A320	Senai Int'l (Sultan Ismail Int'l) (JHB / WMKJ)	Sun 06:33AM WIB
A332	Jakarta-Soekarno-Hatta Int'l (CGK / WIII)	Sun 06:27AM WIB
A320	Hang Nadim (BTH / WIDD)	Sun 06:21AM WIB
A320	Jakarta-Soekarno-Hatta Int'l (CGK / WIII)	Sun 06:17AM WIB
A333	Singapore Changi (SIN / WSSS)	Sun 06:14AM WIB
B738	Sepinggan Int'l (BPN / WALL)	Sun 06:11AM WIB
AT72	(BWX)	Sun 06:06AM WIB
A320	Sepinggan Int'l (BPN / WALL)	Sun 06:04AM WIB
B739	Syamsudin Noor (BDJ / WAOO)	Sun 05:55AM WIB
A320	Supadio (PNK / WIOO)	Sun 05:52AM WIB
B739	Ngurah Rai/Bali Intl (DPS / WADD)	Sun 05:50AM WIB
CRK	Sultan Hasanuddin Int'l (UPG / WAAA)	Sun 05:48AM WIB
B739	Sultan Hasanuddin Int'l (UPG / WAAA)	Sun 05:46AM WIB
A320	Ngurah Rai/Bali Intl (DPS / WADD)	Sun 05:39AM WIB
B738	Jakarta-Soekarno-Hatta Int'l (CGK / WIII)	Sun 05:25AM WIB
A320	Jakarta-Soekarno-Hatta Int'l (CGK / WIII)	Sun 05:20AM WIB

Type	Destination	Departure
A320	Husein Sastranegara (BDO / WICC)	Sun 05:14AM WIB
A320	Kuala Lumpur Int'l (KUL / WMKK)	Sun 05:12AM WIB
A320	Halim Perdanakusuma Int'l (HLP / WIHH)	Sun 05:09AM WIB

“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”

BIODATA PENULIS



Penulis bernama lengkap Muhammad Alif Hidayat yang lahir pada tanggal 14 mei 1995 di Bogor, Jawa Barat. Dari lahir penulis menetap di kota hujan ini. Pasangan dari Hery Kristianto dan Supris Yulianti ini memulai pendidikan formalnya di SDN Pengadilan III Kota Bogor. Dilanjutkan di SMPN 1 Kota Bogor, dan SMAN 1 Kota Bogot hingga akhirnya duduk di bangku kuliah pada jurusan Teknik Lingkungan FTSP di Institut

Teknologi Sepuluh Nopember.

Selama perkuliahan penulis aktif di bidang kemahasiswaan yang bergerak dalam bidang lingkungan yaitu komunitas KPPL, tercatat penulis sudah aktif sebagai pengurus pada tahun 2013. Dalam komunitas KPPL penulis menjadi staff pada divisi bakti lingkungan selama dua tahun mulai dari 2014 hingga 2015. Selain itu penulis juga menjabat di Badan Eksekutif Mahasiswa di FTSP. Perjalanan Penulis dimulai di tahun 2014 ketika menjadi staff di Pengembangan Sumber Daya Manusia di BEM FTSP. Pada tahun berikutnya di amanahkan sebagai kepala departemen pada bidang yang sama. Penulis dapat dihubungi melalui email : hidayatmalif@gmail.com

“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”