

**EMISI CO DAN NO_x DARI AKTIVITAS FASE *LANDING TAKE OFF* (LTO) DI BANDAR UDARA INTERNATIONAL
HALIM PERDANAKUSUMA**

TUGAS AKHIR



PRADHIKA ARDI NUGRAHA

1152005007

**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK DAN ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS BAKRIE**

JAKARTA

2020

**EMISI CO DAN NO_x DARI AKTIVITAS FASE *LANDING TAKE OFF* (LTO) DI BANDAR UDARA INTERNATIONAL
HALIM PERDANAKUSUMA**

TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Lingkungan



PRADHIKA ARDI NUGRAHA

1152005007

**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK DAN ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS BAKRIE**

JAKARTA

2020

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

**Tugas Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri, dan
semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk
telah saya nyatakan dengan benar.**

Nama : Pradhika Ardi Nugraha

NIM : 1152005007

Tanda Tangan : 

Tanggal :

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas akhir ini diajukan oleh :

Nama : Pradhika Ardi Nugraha
NIM : 1152005007
Program Studi : Teknik Lingkungan
Fakultas : Teknik dan Ilmu Komputer
Judul TA : Emisi CO dan NO_x dari aktivitas Fase *Landing Take Off* (LTO) di Bandar Udara Internasional Halim Perdanakusuma.

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan untuk melakukan penelitian pada Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Bakrie.


DEWAN PENGUJI

Pembimbing 1 : Sirin Fairus, S.TP., M.T.

Pembimbing 2 : Aqil Azizi, Ph.D.

Penguji 1 : Deffi Ayu Puspito Sari, S.TP., M.Agr., Ph.D.

Penguji 2 : Prisma Nursetyowati, S.T., M.T.

()
()
()
()

Ditetapkan di : Jakarta

Tanggal :

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat melakukan penyusunan tugas akhir ini sebagai salah satu prasyarat dalam menyelesaikan Program Studi Teknik Lingkungan Universitas Bakrie. Pada proposal tugas akhir ini penulis membahas mengenai “**Emisi CO dan NO_x dari Aktivitas Fase *Landing Take Off* (LTO) di Bandar Udara Internasional Halim Perdanakusuma**”.

Pada proses penyusunan proposal tugas akhir ini, penulis banyak mendapat bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak. Untuk itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Orang tua, keluarga, dan rekan-rekan yang selalu mendukung dan mendoakan penulis.
2. Ibu Sirin Fairus, STP, MT. selaku Pembimbing I yang selalu memberi masukan kepada penulis.
3. Bapak Aqil Azizi, Phd. selaku Pembimbing II yang membantu memberikan masukan pada penulis.
4. Ibu Deffi Ayu Puspito Sari, S.TP., M.Agr., Ph.D. selaku penguji I yang membantu menguji kevalidan skripsi.
5. Ibu Prisma Nursetyowati, ST, MT selaku penguji II yang membantu menguji kevalidan skripsi.
6. Teman-teman penulis Teknik Lingkungan 2015 yang tidak bisa saya sebutkan namanya satu persatu.

Akhir kata, penulis menyadari bahwa masih ada kekurangan baik dalam penyusunan maupun penulisan proposal tugas akhir ini. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun demi kesempurnaan di masa yang akan datang. Penulis juga mengharapkan proposal ini dapat bermanfaat bagi diri sendiri khususnya dan bagi para pembaca umumnya.

Jakarta, Agustus 2020



Pradhika Ardi Nugraha

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Sebagai sivitas akademik Universitas Bakrie, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Pradhika Ardi Nugraha
NIM : 1152005007
Program Studi : Teknik Lingkungan
Fakultas : Teknik dan Ilmu Komputer
Jenis Tugas Akhir : Analisis Data

Demu pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Bakrie **Hak Bebas Royalti Noneksklusif** (*Non-exclusive Royalty-Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul :

Emisi CO dan NO_x dari Aktivitas Fase *Landing Take Off* (LTO) di Bandar Udara Internasional Halim Perdanakusuma

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Bakrie berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta untuk kepentingan akademis.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Jakarta

Pada tanggal :

Yang Menyatakan



Pradhika Ardi Nugraha

EMISI CO DAN NO_x DARI AKTIVITAS FASE *LANDING TAKE OFF* (LTO) DI BANDAR UDARA INTERNASIONAL HALIM PERDANAKUSUMA

Pradhika Ardi Nugraha

ABSTRAK

Industri penerbangan di Indonesia mengalami peningkatan pada beberapa tahun terakhir yang menyebabkan tingginya emisi gas buang pada sektor penerbangan yang salah satunya adalah Bandar Udara Halim Perdanakusuma. Emisi gas buang ini timbul dari fase *landing take off* (LTO) di bandara yang menghasikan emisi karbon monoksida (CO) dan Nitrogen oksida (NO_x). Emisi yang dihasilkan dari bandara ini dapat dihitung dengan menggunakan metode hibrid. Tujuan dari penelitian ini adalah menentukan emisi CO dan NO_x yang dihasilkan di bandara, membandingkan emisi yang dihasilkan dengan standar baku mutu, dan menganalisis perbedaan besar pencemar selama 24 jam pada tiap 8 jam dalam waktu 1 bulan. Dari data yang terkumpul, diperoleh waktu pada fase LTO menciptakan tingginya emisi. Pukul 16.00 – 00.00 merupakan emisi tertinggi pada fase *take off* dan pukul 08.00 – 16.00 merupakan emisi tertinggi untuk fase *landing*. Emisi rata-rata harian CO pada fase LTO diperoleh sebesar 0,79 µg/Nm³ dan NO_x sebagai NO₂ sebesar 28,4 µg/Nm³. Berdasarkan baku mutu udara ambien PP Nomor 41 Tahun 1999 emisi yang dihasilkan di bandara Halim Perdanakusuma masih di bawah baku mutu. Hasil dari penelitian ini digunakan sebagai bahan masukan untuk pemangku kepentingan di Bandara Halim Perdanakusuma.

Kata Kunci : Baku Mutu Udara Ambien, Emisi CO dan NO_x, Halim Perdanakusuma, LTO, Metode Hibrid.

CO AND NO_x EMISSIONS FROM LANDING TAKE OFF (LTO) PHASE ACTIVITIES AT HALIM PERDANAKUSUMA AIRPORT

Pradhika Ardi Nugraha

ABSTRACT

The aviation industry in Indonesia has experienced an increase in the last few years, which has resulted in high exhaust emissions in the aviation sector, one of which is Halim Perdanakusuma Airport. These exhaust emissions arise from the phase *landing take off* (LTO) at the airport which produces carbon monoxide (CO) and Nitrogen oxide (NO_x). Emissions generated from these airports can be calculated using the hybrid method. The purpose of this research is to determine the emission of CO and NO_x produced at the airport, to compare the emission produced with quality standards, and to analyze the difference in the amount of pollutants for 24 hours every 8 hours within 1 month. From the data collected, it is obtained that the time in the LTO phase creates high emissions. 16.00 - 00.00 is the highest emission in the phase *take off* and 08.00 - 16.00 is the highest emission for the phase *landing*. Average daily CO emissions in the LTO phase were 0.79 µg / Nm³ and NO_x as NO₂ was 28.4 µg / Nm³. Based on ambient air quality standards PP No. 41/1999, the emissions produced at Halim Perdanakusuma airport are still below the quality standard. The results of study this are used as input for stakeholders at Halim Perdanakusuma Airport.

Keywords : Ambient Air Quality Standards, CO and NO_x Emissions, Halim Perdanakusuma, LTO, Hybrid Method.

DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
KATA PENGANTAR.....	v
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	vi
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	3
1.3. Tujuan	3
1.4. Batasan Masalah	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1. Bandar Udara	5
2.2. Bandara Halim Perdanakusuma.....	5
2.3. Pencemaran Bandar Udara.....	6
2.4. Sumber Emisi di Bandar Udara	7
2.4.1. Emisi Pesawat Udara.....	7
2.4.2. Emisi Aircraft Handling.....	7
2.4.3. Infrastructure or Stationary Related Sources	7
2.4.4. Lalu Lintas Kendaraan Operasional Bandar Udara.....	8
2.4.5 Jenis Pekerjaan yang Terpapar Pencemaran di Bandar Udara	8
2.5. Fase Landing Take Off (LTO).....	8
2.6. Masalah Kesehatan Akibat Pencemaran di Bandar Udara	10
2.7. Nitrogen Oksida (NO _x)	11
2.8. Karbon Monoksida (CO)	12
2.9. Pendekatan Perhitungan Emisi Gas Buang Mesin Pesawat Udara.....	12
2.9.1. Pendekatan Sederhana/Simple Approach	12
2.9.2. Pendekatan Lanjutan/Advanced Approach	13
2.9.3. Pendekatan Mutakhir/Sophisticated Approach	14
2.10. Penelitian Sebelumnya.....	14

BAB 3 METODE PENELITIAN	16
3.1. Diagram Alir Penelitian	16
3.2. Persiapan Penelitian	17
3.2.1. Penentuan Waktu Penelitian	17
3.2.2. Penentuan Lokasi Penelitian	17
3.2.3. Persiapan Perizinan	17
3.3. Metode Pengambilan Data	17
3.4. Metode Pengolahan Data	18
3.4.1. Perhitungan Data CO dan NO _x Fase LTO	18
3.4.2. Pengolahan Data CO dan NO _x Udara Ambien	18
3.4.3. Menganalisis Perbedaan Beban Pencemar Selama 24 Jam	19
BAB 4 ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN	20
4.1. Data Penelitian dan Pembahasan	20
4.1.1 Tipe Mesin Pesawat Berdasarkan Tipe Pesawat	20
4.1.2 Waktu Operasi dan Emisi Pesawat Udara	21
4.1.3 Rangkuman Waktu Operasi dan Emisi Pesawat pada Tanggal 2 sampai Tanggal 30 November 2019	22
4.1.4 Total Emisi CO dan NO _x Selama 30 Hari	26
4.2. Gambar Perbandingan CO dan NO _x Emisi Tiap 8 Jam Selama 1 Bulan	29
4.3. Gambar Perubahan Emisi CO dan NO _x pada tiap 8 Jam	32
4.4. Tabel Perbandingan Emisi dengan Penelitian Sebelumnya	36
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	38
DAFTAR PUSTAKA	39
LAMPIRAN	41

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Luas Fase LTO Bandara Halim Perdanakusuma.....	6
Gambar 2.2 Ilustrasi siklus LTO	9
Gambar 2.3 Besaran <i>Thrust</i> dan <i>Time-in-mode</i> pada Fase LTO	10
Gambar 3.1. Diagram Alur Penelitian	16
Gambar 4.1 Grafik Emisi CO pada Waktu 3 x 8 Jam	29
Gambar 4.2 Grafik Emisi NO _x pada Waktu 3 x 8 Jam.....	30
Gambar 4.3 Grafik Emisi CO pada Waktu 3 x 8 Jam	30
Gambar 4.4 Grafik Emisi NO _x pada Waktu 3 x 8 Jam.....	31
Gambar 4.5 Grafik Perubahan Emisi CO dan NO _x pada Fase LTO selama 1 Bulan pada Tiap 8 jam.....	32
Gambar 4.6 Grafik Perubahan Emisi CO dan NO _x pada Fase LTO selama 1 Bulan pada Tiap 8 jam.....	33

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Jurnal Penelitian Sebelumnya	14
Tabel 4.1. Tipe Mesin Pesawat Berdasarkan Tipe Pesawat	20
Tabel 4.2 Emisi CO dan NO _x Tanggal 1 November 2019	21
Tabel 4.3. Rangkuman Waktu Operasi dan Emisi Pesawat Fase <i>take off</i> Tanggal 2 sampai Tanggal 30 November 2019	23
Tabel 4.4. Rangkuman Waktu Operasi dan Emisi Pesawat Fase <i>landing</i> Tanggal 2 sampai Tanggal 30 November 2019	25
Tabel 4.5. Total Emisi CO dan NO _x selama 1 Bulan pada Fase <i>take off</i>	26
Tabel 4.6. Total Emisi CO dan NO _x selama 1 Bulan pada Fase <i>landing</i>	28
Tabel 4.7. Tabel Perbandingan Emisi dengan Penelitian Sebelumnya	36

DAFTAR LAMPIRAN

Metode Pendekatan Perhitungan Emisi Gas Buang Pesawat	41
Waktu Operasi dan Emisi Pesawat Udara pada Tanggal 1 November 2019.....	42
Waktu Operasi dan Emisi Pesawat Udara pada Tanggal 2 November 2019.....	44
Waktu Operasi dan Emisi Pesawat Udara pada Tanggal 3 November 2019.....	46
Waktu Operasi dan Emisi Pesawat Udara pada Tanggal 4 November 2019.....	48
Waktu Operasi dan Emisi Pesawat Udara pada Tanggal 5 November 2019.....	50
Waktu Operasi dan Emisi Pesawat Udara pada Tanggal 6 November 2019.....	52
Waktu Operasi dan Emisi Pesawat Udara pada Tanggal 7 November 2019.....	54
Waktu Operasi dan Emisi Pesawat Udara pada Tanggal 8 November 2019.....	56
Waktu Operasi dan Emisi Pesawat Udara pada Tanggal 9 November 2019.....	58
Waktu Operasi dan Emisi Pesawat Udara pada Tanggal 10 November 2019.....	60
Waktu Operasi dan Emisi Pesawat Udara pada Tanggal 11 November 2019.....	62
Waktu Operasi dan Emisi Pesawat Udara pada Tanggal 12 November 2019.....	64
Waktu Operasi dan Emisi Pesawat Udara pada Tanggal 13 November 2019.....	66
Waktu Operasi dan Emisi Pesawat Udara pada Tanggal 14 November 2019.....	68
Waktu Operasi dan Emisi Pesawat Udara pada Tanggal 15 November 2019.....	70
Waktu Operasi dan Emisi Pesawat Udara pada Tanggal 16 November 2019.....	72
Waktu Operasi dan Emisi Pesawat Udara pada Tanggal 17 November 2019.....	74
Waktu Operasi dan Emisi Pesawat Udara pada Tanggal 18 November 2019.....	76
Waktu Operasi dan Emisi Pesawat Udara pada Tanggal 19 November 2019.....	78
Waktu Operasi dan Emisi Pesawat Udara pada Tanggal 20 November 2019.....	80
Waktu Operasi dan Emisi Pesawat Udara pada Tanggal 21 November 2019.....	82
Waktu Operasi dan Emisi Pesawat Udara pada Tanggal 22 November 2019.....	84
Waktu Operasi dan Emisi Pesawat Udara pada Tanggal 23 November 2019.....	86
Waktu Operasi dan Emisi Pesawat Udara pada Tanggal 24 November 2019.....	88
Waktu Operasi dan Emisi Pesawat Udara pada Tanggal 25 November 2019.....	90
Waktu Operasi dan Emisi Pesawat Udara pada Tanggal 26 November 2019.....	92
Waktu Operasi dan Emisi Pesawat Udara pada Tanggal 27 November 2019.....	94
Waktu Operasi dan Emisi Pesawat Udara pada Tanggal 28 November 2019.....	96
Waktu Operasi dan Emisi Pesawat Udara pada Tanggal 29 November 2019.....	98
Waktu Operasi dan Emisi Pesawat Udara pada Tanggal 30 November 2019.....	100