

TUGAS AKHIR
PEMODELAN KINETIKA DAN PEMANTAUAN
KUALITAS UDARA PARAMETER OZON (O₃) DI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA (UII), SLEMAN,
D.I YOGYAKARTA

Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia untuk Memenuhi Persyaratan
Memperoleh Derajat Sarjana Strata Satu (S1) Teknik Lingkungan



Rani Soraya

13513159

PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA

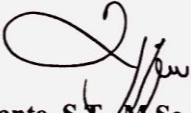
2017

TUGAS AKHIR
PEMODELAN KINETIKA DAN PEMANTAUAN
KUALITAS UDARA PARAMETER OZON (O₃) DI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA (UII), SLEMAN,
D.I YOGYAKARTA

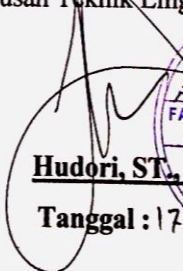
Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia untuk Memenuhi Persyaratan
Memperoleh Derajat Sarjana Strata Satu (S1) Teknik Lingkungan



Disetujui:
Dosen Pembimbing


Supriyanto, S.T., M.Sc., M.Eng
Tanggal: 17-10-2017

Mengetahui
Ketua Jurusan Teknik Lingkungan FTSP UII


Hudori, ST., M.T.
Tanggal : 17-10-2017



TUGAS AKHIR
KINETICS MODELING AND AIR QUALITY
MONITORING OF OZONE (O₃) PARAMETER IN
ISLAMIC UNIVERSITY OF INDONESIA (UII),
SLEMAN, D.I YOGYAKARTA

Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia untuk Memenuhi Persyaratan
Memperoleh Derajat Sarjana Strata Satu (S1) Teknik Lingkungan

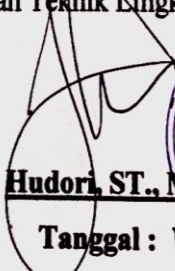


Disetujui:

Dosen Pembimbing


Suprivanto, S.T., M.Sc., M.Eng
Tanggal: 17-10-17

Mengetahui
Ketua Jurusan Teknik Lingkungan ETSP UII


Hudori, ST., M.T.
Tanggal : 17-10-17



LEMBAR PENGESAHAN

**PEMODELAN KINETIKA DAN PEMANTAUAN
KUALITAS UDARA PARAMETER OZON (O₃) DI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA (UII), SLEMAN,
D.I YOGYAKARTA**

**Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia untuk Memenuhi Persyaratan
Memperoleh Derajat Sarjana Strata Satu (S1) Teknik Lingkungan**



Telah diperiksa dan disetujui oleh:

Dosen Penguji I

Supriyanto, S.T., M.Sc., M.Eng.

Tanggal: 17-10-17

Dosen Penguji II

Asiyah Azmi, S.T., M.Si.

Tanggal: 17-10-2017

Dosen Penguji III

Qorry Nugrahayu, S.T., M.T.

Tanggal: 17-10-2017

LEMBAR PENGESAHAN

***KINETICS MODELING AND AIR QUALITY
MONITORING OF OZONE (O₃) PARAMETER IN
ISLAMIC UNIVERSITY OF INDONESIA (UII),
SLEMAN, D.I YOGYAKARTA***

**Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia untuk Memenuhi Persyaratan
Memperoleh Derajat Sarjana Strata Satu (S1) Teknik Lingkungan**



Telah diperiksa dan disetujui oleh:

Dosen Penguji I

Supriyanto, S.T., M.Sc., M.Eng.

Tanggal: 17-10-17

Dosen Penguji II

Asiyah Azmi, S.T., M.Si.

Tanggal: 17-10-2017

Dosen Penguji III

Qorry Nugrahayu, S.T., M.T.

Tanggal: 17-10-2017

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Karya tulis ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik apapun, baik di Universitas Islam Indonesia maupun di perguruan tinggi lainnya.
2. Karya tulis ini adalah merupakan gagasan, rumusan dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan Dosen Pembimbing.
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama penulis dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
4. Program *software* computer yang digunakan dalam penelitian ini sepenuhnya menjadi tanggungjawab saya, bukan tanggungjawab Univesitas Islam Indonesia. (*apabila menggunakan software khusus*)
5. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sangsi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku diperguruan tinggi.

Yogyakarta, 20 Agustus 2017

Yang membuat pernyataan,



RANI SORAYA

NIM: 13513159

KATA PENGANTAR



Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh,

Dengan mengucapkan Alhamdulillahirobbil'alamin, puji syukur atas kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya. Shalawat serta salam selalu tercurah kepada junjungan besar Nabi Muhammad SAW. Atas izin-Nya, penulis dapat menyelesaikan tugas akhir berjudul **Pemodelan Kinetika dan Pemantauan Kualitas Udara Parameter Ozon (O₃) di Universitas Islam Indonesia (Uii), Sleman, D.I Yogyakarta.**

Tugas akhir ini disusun untuk memenuhi persyaratan memperoleh derajat sarjana strata satu (S1) di Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan tugas akhir ini tidak lepas dari bimbingan dan motivasi dari segala pihak yang membantu sehingga dapat terlaksana dengan baik dan lancar. Oleh karena itu, perkenankan penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Allah SWT, yang selalu ada dalam setiap langkah dan nafas, atas karunia, hidayah, akal, pikiran, kekuatan, kesehatan dan segala kemudahan-Nya.
2. Nabi Muhammad SAW, yang memberikan pencerahan kepada umat manusia di dunia dan menjadi suri tauladan yang baik.
3. Kedua orang tua, ayahanda M.Rizal dan Ibunda Nurmali besertakakak penulis, Lusiana Amelisa, Diana Leonita Fajri, Arief Hidayat dan seluruh keluarga yang telah memberikan dukungan, semangat dan doa dalam menjalani setiap kegiatan.
4. Bapak Dr.-Ing. Ir. Widodo Brontowiyono, M.Sc, selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.
5. Bapak Hudori, S.T., M.T, selaku Ketua Jurusan Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.
6. Bapak Supriyanto, S.T., M.Sc., M.Eng selaku Dosen Pembimbing yang telah membimbing, memberi masukan, dan meluangkan waktu untuk memberi arahan dalam menjalani tugas akhir hingga selesai.
7. Seluruh dosen dan civitas Jurusan Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.

DAFTAR ISI

8. Mas Iwan Ardiyantara, Pak tasyono, Mbak Diah, Mbak Rina, Mbak Nuri, selaku laboran.
 9. Nesya V Azzahra, Rifka Aisha, Rizki YP, Putri Azizah, Marisa Batubara, Nadya MR, Siska Novianti, Fery Ardiansyah, Ferdika Andriza, Marshela, Ryvan, Farhan, Roby, sahabat yang selalu memberi kebahagiaan serta mendukung dan mendoakan dalam pengerjaan tugas akhir.
 10. Indah Suci Ramadhani yang membantu setiap pengambilan data dan memotivasi agar segera menyelesaikan laporan. Suci varista sury yang telah memotivasi dan membantu dalam pengerjaan tugas akhir ini.
 11. Teman-teman seperjuangan Teknik Lingkungan 13. Terima kasih untuk canda tawa dan bantuan teman-teman dalam pengerjaan tugas akhir yang tidak dapat penulis balas kebaikannya. Semoga kita semua sukses dan semakin kompak hingga tua nanti.
 12. Semua pihak yang ikut membantu yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.
- Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan laporan ini masih terdapat kekurangan maupun kekeliruan, untuk itu penulis meminta maaf yang sebesar-besarnya. Semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi seluruh pihak baik bagi diri penulis maupun universitas.
- Wassalaamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh**

Yogyakarta, 20 Agustus 2017


Penulis

PERNYATAAN.....	Error! Bookmark not defined.
KATA PENGANTAR.....	vii

ABSTRAK	Error! Bookmark not defined.
DAFTAR ISI.....	8
DAFTAR NOTASI.....	xi
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	14
BAB I PENDAHULUAN.....	20
1.1 Latar Belakang	20
1.2 Rumusan Masalah	22
1.3 Tujuan Penelitian.....	23
1.4 Ruang Lingkup	23
1.5 Manfaat Penelitian.....	24
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	25
2.1 Polusi	25
2.2 Polusi Udara	25
2.3 Ozon	27
2.4 Mekanisme Pembentukan Ozon.....	27
2.4 Pengaruh Ozon terhadap Lingkungan dan Kesehatan.....	28
2.5 Baku Mutu Udara Ambien	28
2.6 Pemodelan	29
2.6.1 Neraca Massa	29
2.6.2 Laju Reaksi.....	32
2.6.3 Box Model.....	32
2.7 Penelitian Terdahulu	34
BAB III METODE PENELITIAN	37
3.1 Tahap Penelitian	38
3.2 Uraian Tahap Penelitian	39
3.3 Lokasi Penelitian	40
3.4 Waktu Penelitian	41
3.5 Metode Penelitian.....	41
3.6 Metode Neraca Massa	49

3.7 Metode Laju Reaksi	50
3.8 Pemodelan Konsentrasi Ozon	51
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN ANALISIS DATA.....	52
4.1 Kondisi Lingkungan	53
4.2 Data Analisis Pengamatan di Parkiran Motor UII.....	53
4.3 Kecepatan Angin	54
4.4 Temperatur Udara	55
4.5 Tekanan Udara	56
4.6 Konsentrasi di Parkiran Motor UII.....	56
4.6 Pemodelan Fixed-Box	59
4.7 Konstanta Laju Pembentukan.....	60
4.8 Konstanta Laju Penguraian	61
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	62
5.1 Kesimpulan.....	62
5.2 Saran.....	64
DAFTAR PUSTAKA.....	64
LAMPIRAN.....	65

DAFTAR NOTASI

V	= Volume udara yang dihisap (L)
F1	= Laju alir akhir (L/menit)
F2	= Laju alir akhir (L/menit)
t	= Durasi pengambilan contoh uji (menit)
Pa	= Tekanan barometer rata-rata selama pengambilan contoh uji (mmHg)
Ta	= Temperatur rata-rata selama pengambilan contoh uji (K)
298	= Konversi temperatur pada kondisi normal (25°C) kedalam Kelvin
760	= Tekanan udara standar ($\mu\text{g}/\text{Nm}^3$)
C	= Konsentrasi sampling O_3 di udara ($\mu\text{g}/\text{Nm}^3$)
a	= Jumlah O_3 dari contoh uji yang diperoleh dari kurva kalibrasi (μg)
1000	= Konversi liter ke m^3
Q	= Debit polutan (m^3/jam)
C_{in}	= Konsentrasi udara yang masuk ($\mu\text{g}/\text{Nm}^3$)
C_{out}	= Konsentrasi udara yang keluar ($\mu\text{g}/\text{Nm}^3$)
C_p	= Konsentrasi ozon pemodelan ($\mu\text{g}/\text{Nm}^3$)
C_0	= Konsentrasi ozon sampling pada jam ke 0 ($\mu\text{g}/\text{Nm}^3$)
V	= volume box (m^3)
rf	= Laju reaksi formasi/pembentukan ($\text{mol}/\text{l.t}$)
rd	= Laju reaksi disosiasi/penguraian ($\text{mol}/\text{l.t}$)
kf	= Konstanta pembentukan (jam^{-1})
kd	= Konstanta disosiasi (jam^{-1})

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Baku Mutu Udara Ambien	8
Tabel 2.2 Jurnal Penelitian Terdahulu	13
Tabel 3.1 Titik Koordinat di Parkiran Motor UII.....	20
Tabel 4.1 Perbandingan Nilai Q dan Kd	40

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Neraca massa total dan komponen	9
Gambar 3.1 Diagram Alir Tahap Penelitian	17
Gambar 3.2 Peta Lokasi Sampling di Universitas Islam Indonesia	19
Gambar 3.3 Botol Penjerap <i>Midget Impinger</i>	22
Gambar 3.4 Rangkaian Peralatan Pengambilan Contoh Uji Oksidan, O_x	22
Gambar 3.5 Bagan Pengambilan Contoh Uji	23
Gambar 3.6 Bagan Standarisasi Larutan <i>Natrium Tiosulfat</i> 0,05 N	24
Gambar 3.7 Bagan Standarisasi Larutan <i>Iod</i> 0,05 N	25
Gambar 3.8 Bagan Pembuatan Kurva Kalibrasi	26
Gambar 3.9 Bagan Pengujian Contoh Uji	27
Gambar 4.1 Perbandingan Kecepatan Angin di Parkiran Motor UII	33
Gambar 4.2 Perbandingan Temperatur Udara di Parkiran Motor UII	34
Gambar 4.3 Perbandingan Tekanan Udara di Parkiran Motor UII	35
Gambar 4.4 Konsentrasi Ozon di 5 Titik Sampling Parkiran Motor UII	36
Gambar 4.5 Perbandingan Rata-rata Nilai Kf di wilayah Kampus Terpadu UII	39
Gambar 4.6 Perbandingan Rata-rata Nilai Kd di wilayah Kampus Terpadu UII	40

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 : Kurva kalibrasi

Lampiran 2 : Tabel Hasil Pengamatan pada 5 Titik Parkiran Motor UII Tiap 30 Menit

Lampiran 3 : Tabel Hitungan Konsentrasi Ozon

Lampiran 4 : Contoh Perhitungan Konsentrasi Ozon di Parkiran Motor UII

Lampiran 5 : Tabel Data Jumlah Kendaraan Motor dan Luas Parkiran Motor UII

Lampiran 6 : Tabel Hasil Pengamatan pada 5 Titik Parkiran Motor UII Tiap 1 Jam

Lampiran 7 : Tabel Koefisien Korelasi

Lampiran 8 : Tabel Hasil Korelasi Konsentrasi Ozon dengan Kecepatan Angin, Temperatur, Tekanan Udara

Lampiran 9 : Tabel Hasil Pengamatan pada 5 Titik Parkiran Motor UII Tiap 1 Jam

Lampiran 10 : Tabel Pemodelan Fixed Model dengan menggunakan neraca massa dan laju reaksi

Lampiran 11 : Contoh Perhitungan Pemodelan Fixed Model dengan Menggunakan Neraca Massa dan Laju Reaksi

DAFTAR ISI

PERNYATAAN.....	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
ABSTRAK	ix
DAFTAR ISI.....	8
DAFTAR NOTASI.....	xi
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	14
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1

1.2	Rumusan Masalah	2
1.3	Tujuan Penelitian.....	3
1.4	Ruang Lingkup	3
1.5	Manfaat Penelitian.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....		5
2.1	Polusi.....	5
2.2	Polusi Udara	5
2.3	Ozon	6
2.4	Mekanisme Pembentukan Ozon.....	6
2.4	Pengaruh Ozon terhadap Lingkungan dan Kesehatan.....	7
2.5	Baku Mutu Udara Ambien	7
2.6	Pemodelan	8
2.6.1	Neraca Massa	8
2.6.2	Laju Reaksi.....	11
2.6.3	Box Model.....	11
2.7	Penelitian Terdahulu	13
BAB III METODE PENELITIAN		17
3.1	Tahap Penelitian	17
3.2	Uraian Tahap Penelitian	18
3.3	Lokasi Penelitian	19
3.4	Waktu Penelitian	20
3.5	Metode Penelitian.....	20
3.6	Metode Neraca Massa	28
3.7	Metode Laju Reaksi	29
3.8	Pemodelan Konsentrasi Ozon	30
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN ANALISIS DATA.....		32
4.1	Kondisi Lingkungan	32
4.2	Data Analisis Pengamatan di Parkiran Motor UII.....	32
4.3	Kecepatan Angin	33
4.4	Temperatur Udara	34
4.5	Tekanan Udara	35

4.6	Konsentrasi di Parkiran Motor UII.....	35
4.6	Pemodelan Fixed-Box	38
4.7	Konstanta Laju Pembentukan.....	39
4.8	Konstanta Laju Penguraian	40
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		42
5.1	Kesimpulan.....	42
5.2	Saran.....	43
DAFTAR PUSTAKA		44
LAMPIRAN.....		46

DAFTAR NOTASI

V	= Volume udara yang dihisap (L)
F1	= Laju alir akhir (L/menit)
F2	= Laju alir akhir (L/menit)
t	= Durasi pengambilan contoh uji (menit)
Pa	= Tekanan barometer rata-rata selama pengambilan contoh uji (mmHg)
Ta	= Temperatur rata-rata selama pengambilan contoh uji (K)
298	= Konversi temperatur pada kondisi normal (25°C) kedalam Kelvin
760	= Tekanan udara standar ($\mu\text{g}/\text{Nm}^3$)
C	= Konsentrasi sampling O ₃ di udara ($\mu\text{g}/\text{Nm}^3$)
a	= Jumlah O ₃ dari contoh uji yang diperoleh dari kurva kalibrasi (μg)
1000	= Konversi liter ke m ³
Q	= Debit polutan (m ³ /jam)
C _{in}	= Konsentrasi udara yang masuk ($\mu\text{g}/\text{Nm}^3$)
C _{out}	= Konsentrasi udara yang keluar ($\mu\text{g}/\text{Nm}^3$)
C _p	= Konsentrasi ozon pemodelan ($\mu\text{g}/\text{Nm}^3$)
C ₀	= Konsentrasi ozon sampling pada jam ke 0 ($\mu\text{g}/\text{Nm}^3$)
V	= volume box (m ³)
r _f	= Laju reaksi formasi/pembentukan (mol/l.t)
r _d	= Laju reaksi disosiasi/penguraian (mol/l.t)
k _f	= Konstanta pembentukan (jam ⁻¹)
k _d	= Konstanta disosiasi (jam ⁻¹)

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Baku Mutu Udara Ambien	8
Tabel 2.2 Jurnal Penelitian Terdahulu	13
Tabel 3.1 Titik Koordinat di Parkiran Motor UII.....	20
Tabel 4.1 Perbandingan Nilai Q dan Kd	40

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Neraca massa total dan komponen	9
Gambar 3.2 Diagram Alir Tahap Penelitian	17
Gambar 3.2 Peta Lokasi Sampling di Universitas Islam Indonesia	19
Gambar 3.3 Botol Penjerap <i>Midget Impinger</i>	22
Gambar 3.4 Rangkaian Peralatan Pengambilan Contoh Uji Oksidan, O_x	22
Gambar 3.5 Bagan Pengambilan Contoh Uji	23
Gambar 3.6 Bagan Standarisasi Larutan <i>Sodium Tiosulfat</i> 0,05 N	24
Gambar 3.7 Bagan Standarisasi Larutan <i>Iod</i> 0,05 N	25
Gambar 3.8 Bagan Pembuatan Kurva Kalibrasi	26
Gambar 3.9 Bagan Pengujian Contoh Uji	27
Gambar 4.1 Perbandingan Kecepatan Angin di Parkiran Motor UII	33
Gambar 4.2 Perbandingan Temperatur Udara di Parkiran Motor UII	34
Gambar 4.3 Perbandingan Tekanan Udara di Parkiran Motor UII	35
Gambar 4.4 Konsentrasi Ozon di 5 Titik Sampling Parkiran Motor UII	36
Gambar 4.5 Perbandingan Rata-rata Nilai Kf di wilayah Kampus Terpadu UII	39
Gambar 4.6 Perbandingan Rata-rata Nilai Kd di wilayah Kampus Terpadu UII	40

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 : Kurva kalibrasi

Lampiran 2 : Tabel Hasil Pengamatan pada 5 Titik Parkiran Motor UII Tiap 30 Menit

Lampiran 3 : Tabel Hitungan Konsentrasi Ozon

Lampiran 4 : Contoh Perhitungan Konsentrasi Ozon di Parkiran Motor UII

Lampiran 5 : Tabel Data Jumlah Kendaraan Motor dan Luas Parkiran Motor UII

Lampiran 6 : Tabel Hasil Pengamatan pada 5 Titik Parkiran Motor UII Tiap 1 Jam

Lampiran 7 : Tabel Koefisien Korelasi

Lampiran 8 : Tabel Hasil Korelasi Konsentrasi Ozon dengan Kecepatan Angin, Temperatur, Tekanan Udara

Lampiran 9 : Tabel Hasil Pengamatan pada 5 Titik Parkiran Motor UII Tiap 1 Jam

Lampiran 10 : Tabel Pemodelan Fixed Model dengan menggunakan neraca massa dan laju reaksi

Lampiran 11 : Contoh Perhitungan Pemodelan Fixed Model dengan Menggunakan Neraca Massa dan Laju Reaksi

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Udara merupakan faktor yang penting dalam kehidupan, namun dengan pembangunan fisik kota dan pusat-pusat industri yang terus meningkat, kualitas udara telah mengalami perubahan. Perubahan lingkungan udara pada umumnya disebabkan pencemaran udara, yaitu masuknya zat pencemar (berbentuk gas-gas dan partikel kecil/aerosol) ke dalam udara. Secara alamiah, zat pencemar dapat masuk ke dalam udara, misalnya asap kebakaran hutan, akibat gunung berapi, debu

meteorit dan pancaran garam dari laut, juga sebagian besar disebabkan oleh kegiatan manusia, misalnya akibat aktivitas transportasi, industri, pembuangan sampah, baik akibat proses dekomposisi ataupun pembakaran serta kegiatan rumah tangga (Soedomo, 2001).

Pencemaran udara menurut Peraturan Pemerintah Nomor 41 Tahun 1999 adalah masuknya atau dimasukannya zat, energi, dan/atau komponen lain ke dalam udara ambien oleh kegiatan manusia, sehingga mutu udara ambien turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan udara ambien tidak dapat memenuhi fungsinya. Tingkat polusi udara oleh ozon permukaan diklasifikasikan berdasarkan konsentrasinya di udara. Bila konsentrasinya masih di bawah 100 ppbv tergolong normal. Bila lebih dari 100 ppbv dapat berbahaya bagi kesehatan manusia (Ambarsari dkk, 2008).

Ozon permukaan merupakan salah satu polutan udara yang telah lama diketahui berdampak negatif terhadap fungsi paru-paru manusia, keseimbangan hutan, pertanian, dan lingkungan baik alami maupun buatan manusia. Kesulitan mengendalikan ozon permukaan disebabkan karena pembentukannya bukan disebabkan emisi secara langsung ke atmosfer, melainkan akibat serangkaian reaksi kompleks yang melibatkan senyawa organik yang mudah menguap dan nitrogen

oksida. Konsentrasi ozon permukaan meningkat pada kondisi meteorologi tertentu (Schreiber, 1996).

Universitas Islam Indonesia merupakan perguruan tinggi yang setiap tahunnya menerima $\pm$ 5000 mahasiswa baru. Dengan meningkatnya jumlah mahasiswa setiap tahunnya, maka meningkat pula jumlah kendaraan pribadi termasuk motor yang digunakan sebagai penunjang beraktivitas. Gas buangan pada kendaraan motor dapat memberikan kontribusi yang cukup besar terhadap terjadinya peningkatan pencemaran udara khususnya ozon di wilayah Kampus Terpadu UII. Konsentrasi O_3 yang dapat setiap saat meningkat perlu diantisipasi, dikarenakan tingginya konsentrasi O_3 dapat menimbulkan dampak negatif. O_3 yang masuk ke dalam tubuh dapat menyebabkan infeksi pernafasan, radang paru-paru, asma, dan menurunkan tingkat kekebalan tubuh (Heo & Kim, 2003). Selain itu penelitian terkait ozon di Universitas Islam Indonesia masih sangat jarang sehingga penelitian ini dibutuhkan sebagai salah satu kajian mengenai kualitas udara ambien di wilayah Universitas Islam Indonesia.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kadar ozon (O_3) di kawasan Universitas Islam Indonesia (UII) yang diakibatkan kegiatan aktivitas transportasi kendaraan motor, maka penelitian ini mengangkat judul “Pemodelan Kinetika Dan Pemantauan Kualitas Udara Parameter Ozon (O_3) Di Universitas Islam Indonesia (UII), Sleman, D.I Yogyakarta”

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas maka rumusan masalah yang dikaji adalah sebagai berikut :

1. Berapa nilai konsentrasi ozon (O_3) pada daerah kawasan Universitas Islam Indonesia?
2. Berapa nilai konstanta laju pembentukan dari penyebaran gas emisi ozon (O_3) yang terjadi pada daerah yang akan diteliti?
3. Berapa nilai konstanta laju penguraian dari penyebaran gas emisi ozon (O_3) yang terjadi pada daerah yang akan diteliti?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan Penelitian ini adalah :

1. Menentukan nilai konsentrasi ozon (O_3) yang terjadi pada wilayah Kampus Terpadu Universitas Islam Indonesia
2. Menentukan nilai konstanta laju pembentukan dengan metode pemodelan kinetika menggunakan laju reaksi dan neraca massa dari penyebaran gas emisi ozon (O_3) pada daerah kawasan UII
3. Menentukan nilai konstanta laju penguraian dengan metode pemodelan kinetika menggunakan laju reaksi dan neraca massa dari penyebaran gas emisi ozon (O_3) pada daerah kawasan UII.

1.4 Ruang Lingkup

Ruang lingkup dalam penelitian kadar emisi ozon (O_3) ini meliputi :

1. Lokasi penelitian bertempat di kawasan Universitas Islam Indonesia dengan 5 titik sampling yaitu parkir motor Fakultas Kedokteran atau Rusunawa Wanita, Fakultas D3 Ekonomi atau Perpustakaan Pusat UII, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Fakultas Psikologi dan Ilmu Sosial Budaya, Fakultas Teknologi Industri
2. Parameter yang diuji yaitu besaran emisi Konsentrasi Ozon (O_3)
3. Pemodelan yang digunakan yaitu dengan menggunakan laju reaksi dan neraca massa.
4. Waktu penelitian dilaksanakan selama 6 jam yaitu pada pukul 09.00-15.00 WIB.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Sebagai informasi mengenai kualitas udara ambien parameter ozon (O_3) pada wilayah Universitas Islam Indonesia, Sleman, D.I Yogyakarta
2. Menambah kajian tentang metode pemodelan *fixed-box* dengan persamaan laju reaksi dan neraca massa yang diharapkan dapat menjadi pengetahuan dan edukasi bagi akademisi maupun masyarakat lainnya.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Polusi

Polusi berasal dari kegiatan yang memproduksi dalam jumlah yang cukup besar sehingga mengganggu dan berdampak terhadap kesehatan maupun kesejahteraan. Faktor-faktor yang mempengaruhi terjadinya polusi adalah populasi yang kian bertambah dan perkembangan teknologi yang tidak mempertimbangan aspek lingkungan dapat memperbesar hamparan polusi (Enger & Smith, 2000).

2.2 Polusi Udara

Polusi udara adalah perubahan fisik atau kimia yang ditimbulkan oleh proses alam atau aktivitas manusia yang menghasilkan penurunan kualitas udara (Cunnigham et al, 2005). Pelepasan sejumlah asap dan limbah lainnya ke udara menyebabkan kondisi yang tidak sehat karena polutan bebas lebih cepat menyebar dibandingkan penyerapan dan pelepasan ke atmosfer (Enger & Smith, 2000).

Polusi udara diklasifikasikan menjadi tiga jenis yaitu polutan alam, polutan primer dan polutan sekunder. Polutan alami adalah fenomena alam polutan yang dapat menuju ke atmosfer dengan sendirinya. Beberapa contoh polutan alami adalah kebakaran hutan yang dimulai dari petir atau proses penyebaran serbuk sari. Lima jenis utama dari bahan yang dapat langsung menyebar ke atmosfer baik dalam bentuk modifikasi dan dalam jumlah yang cukup besar dapat menimbulkan risiko kesehatan adalah karbon monoksida, hidrokarbon, partikulat, sulfur dioksida, dan senyawa nitrogen. Bahan-bahan ini dapat berinteraksi satu sama lain dengan adanya sumber energi untuk membentuk polutan baru sekunder udara seperti ozon, bahan yang sangat reaktif dan bahan kimia alami di atmosfer (Enger & Smith, 2000).

2.3 Ozon

Ozon troposfer (O_3) merupakan polutan sekunder yang dihasilkan berdasarkan reaksi kimia kompleks yang terjadi di atmosfer dari berbagai prekursornya. NO_x , CO, CH_4 dan HMHC (Non Metan Hidrokarbon) merupakan senyawa yang menjadi prekursor O_3 (Budyono dkk, 2009).

Menurut Bank Dunia tidak ada emisi ozon yang langsung ke atmosfer. Ozon terutama dibentuk secara tidak langsung oleh sinar matahari terhadap nitrogen dioksida. Sebagai akibat dari berbagai reaksi yang terjadi di atmosfer, maka O_3 cenderung tertumpuk sesuai arah angin dari pusat-pusat urban dimana sebagian besar dari NO_x di-emisi dari kendaraan bermotor. O_3 menyebabkan suatu deretan pengaruh akut, seperti gangguan mata, hidung dan tenggorokan, gangguan dada, batuk dan sakit kepala. Hal ini telah dikaitkan dengan tingkat oksidan setiap jam 12 sebesar kira-kira $200 \mu g/m^3$. Fungsi paru-paru terhambat pada anak-anak dan orang dewasa muda setelah terbuka terhadap konsentrasi O_3 rata-rata dalam lingkup 160-300 $\mu g/m^3$.

Ozon di permukaan terbentuk melalui reaksi oksidasi fotokimia antara karbon monoksida (CO) dan senyawa organik yang mudah menguap (VOCs) dengan adanya nitrogen oksida ($NO_x = NO + NO_2$). Pengaruh CO terhadap pembentukan ozon perlu diketahui untuk memperkirakan efisiensi pembentukan dan transpor ozon. Penelitian menunjukkan bahwa pengaruh CO terus menerus meningkat terhadap pembentukan ozon permukaan. *National Research Council America* tahun 1999 menyimpulkan bahwa sekitar 20% ozon permukaan secara langsung berasal dari emisi CO (Zhang, 2006).

2.4 Mekanisme Pembentukan Ozon

Reaksi pembentukan O_3 di atmosfer adalah sebagai berikut :

- NO akan membentuk NO_2 melalui reaksi termolecular (pembakaran gas pada temperatur tinggi) yaitu sebagai berikut:



- NO₂ yang telah terbentuk akan terurai kembali karena adanya fotodisosiasi oleh radiasi matahari pada panjang gelombang < 420 nm



- Proses fotolisis NO₂ akan menghasilkan atom O dan diikuti reaksi molekul oksigen yang mana reaksi ini merupakan mekanisme reaksi dasar pembentukan ozon di trofosfer bawah.



- NO yang teremisi melalui udara akan berreaksi dengan ozon dan membentuk NO₂ kembali (reaksi titrasi). Reaksi kimia yang terjadi adalah sebagai berikut:



(Arifien,2011)

2.4 Pengaruh Ozon terhadap Lingkungan dan Kesehatan

Konsentrasi O₃ yang selalu meningkat perlu diantisipasi karena keberadaannya dalam konsentrasi tertentu dapat menimbulkan berbagai dampak negatif baik bagi kesehatan manusia maupun bagi lingkungan. O₃ yang masuk kedalam tubuh dapat menyebabkan infeksi pernafasan, radang paru-paru, asma, dan menurunkan tingkat kekebalan tubuh. Sedangkan bagi lingkungan keberadaan O₃ dapat menyebabkan kerusakan terhadap daun, menghambat perumbuhan tanaman dan menghambat produksi biomasa (Heo & Kim, 2003).

2.5 Baku Mutu Udara Ambien

Baku mutu udara ambien adalah ukuran batas atau kadar zat, energi, dan/atau komponen yang ada atau yang seharusnya ada dan/atau unsur pencemar yang ditenggang keberadaannya dalam udara ambien. (PP No 41 Tahun 1999)

Baku mutu udara ambien untuk parameter O₃ adalah sebagai berikut:

Tabel 2.1 Baku mutu udara ambien

Parameter	Waktu Pengukuran	Baku Mutu	Metode Analisis	Peralatan
O ₃ (Oksidan)	1 Jam	235 µg/Nm ³	Neutral	Spektrofotometer
	24 Jam	157 µg/Nm ³	Buffer	
	1 Tahun	50 µg/Nm ³	Kalium Iodida	

2.6 Pemodelan

Demi mengendalikan tingkat emisi polusi udara dan polusi lainnya di daerah tertentu, maka perlu menggunakan metode yang efektif untuk mengukur dan mengevaluasi dampak dari polusi udara. Penilaian dan prediksi kualitas udara menggunakan data base yang diukur pada keadaan kualitas udara dan kondisi meteorologi saat ini. Hasil yang didapat akan digunakan untuk menentukan langkah yang efektif untuk mengurangi emisi dan polusi udara di suatu daerah (S.Goletic, 2013).

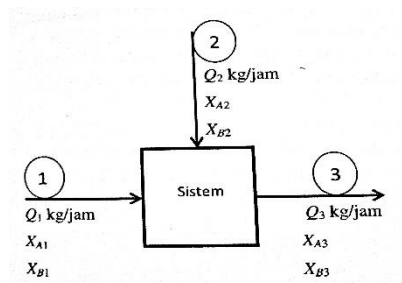
2.6.1 Neraca Massa

Neraca massa adalah keseimbangan massa pada suatu sistem atau pemroses baik pada masing-masing pemroses maupun rangkaian pemroses, dengan komponen yang terdiri dari massa masuk sistem, massa keluar sistem dan massa yang terakumulasi dalam sistem. Proses yang terjadi berkaitan dengan neraca massa pada suatu sistem dapat dipengaruhi oleh perubahan waktu (*unsteady-state*), namun dapat juga tidak dipengaruhi oleh perubahan waktu (*steady-state*). Selain itu neraca massa, dapat melibatkan atau tidak melibatkan reaksi kimia. Hal-hal tersebut menyebabkan bentuk dari neraca bergantung pada kondisinya.

Dalam memperhatikan arus massa pada sistem, dapat disusun neraca massa total dan neraca massa komponen. Neraca massa total jika kondisi *unsteady-state* adalah neraca massa yang hanya memperhatikan massa arus masuk sistem, massa

terakumulasi dalam sistem dan massa yang keluar dari sistem tanpa memperhatikan komponen kimia yang ada dalam setiap arus tersebut. Sedangkan pada kondisi *steady-state* adalah neraca massa yang hanya memperhatikan massa pada arus masuk dan massa pada arus keluar suatu sistem tanpa memperhatikan komponen kimia yang ada dalam kedua arus tersebut (Saleh, 2015).

Neraca massa komponen adalah neraca massa untuk masing-masing komponen kimia yang terdapat dalam setiap arus. Untuk lebih memperjelas tentang neraca massa total dan neraca masa komponen, dapat dicontohkan pada Gambar 2.1 Neraca massa total dan komponen



Gambar 2. 1 Neraca massa total dan komponen

Neraca massa total (kg/jam)

$$Q_1 + Q_2 = Q_3 \dots\dots\dots (2.5)$$

Neraca massa komponen :

$$\text{Komponen A : } X_{A1}.Q_1 + X_{A2}.Q_2 = X_{A3}.Q_3 \dots\dots\dots (2.6)$$

$$\text{Komponen B : } X_{B1}.Q_1 + X_{B2}.Q_2 = X_{B3}.Q_3 \dots\dots\dots (2.7)$$

Persamaan umum neraca massa lengkap suatu sistem ditunjukkan seperti persamaan dibawah ini :

$$[\text{massa masuk sistem}] - [\text{massa keluar sistem}] + [\text{massa timbul dalam sistem}] - [\text{massa dikonsumsi dalam sistem}] = [\text{massa terakumulasi dalam sistem}] \dots\dots\dots (2.8)$$

Dikatakan neraca massa lengkap karena melibatkan tiga kejadian dalam suatu sistem atau pemroses. Komponen massa masuk sistem dan massa keluar sistem pada persamaan (2.8) menunjukkan bahwa pemroses sedang aktif atau berfungsi memproses massa bahan kimia tersebut setelah diproses. Komponen

massa yang timbul dalam sistem dan massa yang dikonsumsi dalam sistem menunjukkan bahwa terjadi proses reaksi kimia dalam pemroses atau sistem. Sebagaimana diketahui bahwa reaksi kimia akan menghasilkan bahan kimia baru (massa yang timbul). Selanjutnya bahan kimia baru hasil reaksi tersebut dimungkinkan bereaksi dengan bahan kimia lain dalam sistem (massa yang dikonsumsi). Reaksi kimia ini dapat terjadi dengan reaktan atau bahan kimia lain sebagai hasil reaksi (Saleh, 2015).

2.6.1.1 Teknik Penyelesaian Neraca Massa

Permasalahan neraca massa melibatkan data tentang bahan-bahan yang diproses, baik kuantitas maupun kualitas. Dalam menyelesaikan permasalahan neraca massa, memerlukan ketelitian dan kehati-hatian. Berikut beberapa hal yang disarankan, yang dapat membantu mempermudah dalam menyelesaikan permasalahan neraca massa (Himmelblau, 1982).

1. Baca dengan teliti dan hati-hati permasalahan yang dihadapi. Temukan apakah yang akan dicari dari permasalahan tersebut. Teliti apakah data yang akan tersedia sudah lengkap atau belum, apakah satu-satuannya sudah sama? Dengan memahami permasalahannya, akan mempermudah dalam melengkapi datanya jika data kurang dan dapat melakukan konversi satuan jika satuan belum sama.
2. Gambarkan permasalahan dalam bentuk diagram blok yang dilengkapi dengan tanda panah yang menunjukkan arus-arus masuk maupun arus-arus keluar.
3. Tuliskan data-data yang diketahui untuk setiap arus masuk dan arus keluar maupun pada diagram bloknnya.
4. Jika melibatkan reaksi kimia, maka tuliskan persamaan reaksinya secara lengkap dan pastikan persamaan reaksi tersebut sudah seimbang antara reaktan dengan produknya.
5. Jika dibutuhkan dapat ditentukan basis perhitungan. Misal basis perhitungan: 100 kg bahan baku atau 100 kgmol produk atau 1 jam operasi

6. Gunakan rumus yang sesuai dengan kondisi permasalahannya untuk mendapatkan jawaban yang diinginkan. Missal: kondisi *steady-state*, maka gunakan rumus atau formula untuk kondisi *steady-state*, jangan gunakan rumus untuk kondisi yang *unsteady-state*.

2.6.2 Laju Reaksi

Laju reaksi (r_i) adalah istilah yang digunakan untuk menyatakan kecepatan kehilangan atau pembentukan suatu zat tertentu. Pada reaksi homogen satuan r_i dinyatakan sebagai mol (massa) per satuan volume dan satuan waktu atau (mol/l.t), sedangkan untuk reaksi heterogen akan memiliki satuan (mol/m².t). Reaktan memiliki laju reaksi positif karena mengalami penambahan (Slamet & Maduqi, 2000).

Reaksi kimia dapat diklasifikasikan dalam salah satu cara berikut:

1. Berbasis jumlah nol reaktan yang harus membentuk produk reaksi
2. Berbasis kinetika dengan orde reaksi (pangkat reaksi)

2.6.3 Box Model

Menurut Canter, 1985 *box model* menggunakan asumsi bahwa polutan yang diemisikan ke atmosfer adalah tercampur sempurna dalam volum atau *box* udara, dimensi waktu dan fisik dalam kondisi *steady state*, polutan tercampur sempurna dan proses dilusi terjadi secara instan dan material yang diemisikan memiliki kestabilan kimia dan tetap tinggal dalam udara.

Box Model dapat digunakan untuk jenis sumber polutan satu titik, lebih dari satu titik, area, garis, dan *hybrid type*. *Box model* menggunakan persamaan matematik dasar:

$$C = (Q t) / (x y z) \dots \dots \dots (2.7)$$

Dimana :

C adalah konsentrasi rata-rata gas atau partikel <20 mikron yang terdapat dalam *box* termasuk *background level*, µg/m³.

- Q adalah debit rata-rata gas atau partikel < 20 mikron yang dikeluarkan dari sumber, $\mu\text{g/detik}$.
- t adalah periode waktu menggunakan asumsi bahwa terjadi pencampuran sempurna dalam *box*, detik.
- x adalah *downwind dimension of box*, m
- y adalah *crosswind dimension of box*, m
- z adalah *vertical dimension of box*, m

2.7 Penelitian Terdahulu

Berikut adalah beberapa penelitian yang pernah dilakukan sebelumnya

Tabel 2.2 Jurnal Penelitian Terdahulu

No	Judul dan Penulis	Tujuan	Metode	Hasil
1	Modelling and Analysis of Ozone Concentration by Artificial Intelligent Techniques for Estimating Air Quality (Taylan, 2016)	Untuk mengembangkan Adaptive Neuro-Fuzzy inference approach (ANFIS) dalam menentukan pengaruh dari faktor sekeliling kualitas udara dan polusi yang menimbulkan masalah karena tingkat ozon di Kota Jeddah	• Menggunakan permodelan konsentrasi mutu ozon yang dikembangkan dengan faktor tertentu seperti nitrogen oksida (Nox), tekanan atmosfer, temperatur, dan kelembaban. • ANFIS model dengan mengamati level konsentrasi ozon dan pemodelan hasil perkiraan dari pengujian data	• Konsentrasi ozon harian diselidiki berdasarkan faktor-faktor efek dari NO_x, H₂S, CO₂, temperatur, partikel ambien dan beberapa faktor meteorologi di dekat permukaan tingkat ozon, data yang terkait dengan faktor-faktor ini dikumpulkan dan digunakan untuk pengembangan model ANFIS. Temuan ini menunjukkan bahwa konsentrasi ozon di Jeddah rendah, namun, ada variasi tingkat suhu yang tinggi selama musim yang berbeda yang menunjukkan pola yang sama dengan tingkat ozon. • Variasi tingkat ozon berbanding terbalik dengan tekanan dan suhu dengan nilai tinggi selama musim panas dan rendah selama musim dingin. Tingginya nilai suhu di Jeddah meningkatkan laju penyebaran rantai partikel ambien dan faktor lainnya, dan memiliki efek sebaliknya terhadap tingkat konsentrasi ozon.

No	Judul dan Penulis	Tujuan	Metode	Hasil
2	Modelling Segregation Effects of Heterogeneous Emissions on Ozone Levels in Idealised Urban Street Canyons: Using Photochemical Box Models (Zhong dkk, 2014)	Untuk menyelidiki efek segregasi emisi heterogen pada tingkat O ₃ di <i>street canyon</i> , dan untuk mengidentifikasi bagaimana efek pemisahan dipengaruhi oleh keseimbangan antara kimia dan dinamika.	Menggunakan box model dengan reaksi fotokimia dengan emisi rata-rata di dua <i>street canyon</i> yang digunakan merepresentasikan hasil perhitungan disebut juga <i>one box model</i>	Hasilnya menunjukkan bahwa konsentrasi ozon secara signifikan meningkat untuk daerah perkotaan diperlukan perbaikan dengan menambahkan area 'hijau' dan / atau mengurangi kepadatan lalu lintas dan Temuan baru ini dapat digunakan untuk mengevaluasi ketidaktepatan model perkotaan Konsentrasi ozon saat emisi rata-rata grid diadopsi.
3	Pendugaan Konsentrasi Karbon Monoksida (CO) dari Sumber Garis (Transportasi) Menggunakan Box-Model "Street Canyon" (Satria, 2006)	Untuk memprediksi konsentrasi CO yang berasal dari sumber transportasi dan memperkirakan arah sebaran polutan berdasarkan arah angin dominan.	Menggunakan box-model " <i>street canyon</i> "	• Didapatkan hasil nilai konsentrasi CO maksimum dan minimum pada hari libur dan hari kerja. Pada hari libur konsentrasi maksimum terjadi pada hari Sabtu, tanggal 2 April 2005, yang terjadi pada pukul 11.00-12.00 (siang hari) dengan nilai konsentrasi sebesar 6,09 mg/m³. dan yang terendah terjadi pada hari minggu 03.00-04.00 (pagi hari), yakni sebesar 0,35 mg/m³. sedangkan pada hari kerja konsentrasi tertinggi biasanya terjadi pada pagi hari, yaitu sekitar pukul 07.00-09.00 dan sore hari menjelang malam, yaitu pada pukul 19.00-20.00. konsentrasi tertinggi pada hari rabu, tanggal 6 April 2005, yaitu sebesar 11,10 mg/m³ pada pukul 19.00-20.00. dan konsentrasi terendah terjadi pada hari rabu pukul 03.00-04.00 yaitu sebesar 0,56 mg/m³.

No	Judul dan Penulis	Tujuan	Metode	Hasil
				• Arah angin dominan selama tanggal 1-7 April 2005 adalah angin barat. ini memungkinkan sebagian besar pulutan akan terdispersi ke daerah timur jalan M.H. Thamrin
4	Time Series Analysys of Surface Ozone Monitoring Records in Kemaman, Malaysia (Ismail dkk, 2011)	Untuk memprediksi tren jangka panjang konsentrasi ozon di Kemaman, Malaysia	Menggunakan metode Box-Jenkins untuk mengembangkan model ARIMA untuk data bulanan ozon yang diperoleh dari sistem pemantauan kualitas Udara Otomatis di stasiun Kemaman dari 1996 hingga 2007 dengan jumlah 144 bacaan data	• Deteksi dari statistik tren stabil signifikan untuk konsentrasi ozon di Kemaman cukup memprihatinkan. Hal ini mungkin karena sumber prekursor ozon yang berkaitan dengan kegiatan industri dari daerah terdekat dan peningkatan volume lalu lintas jalan. • Tingkat ozon terus meningkat di daerah Kemaman dan diprediksi melebihi 40 ppb pada 2019 jika tidak ada penanggulangan yang efektif diperkenalkan.

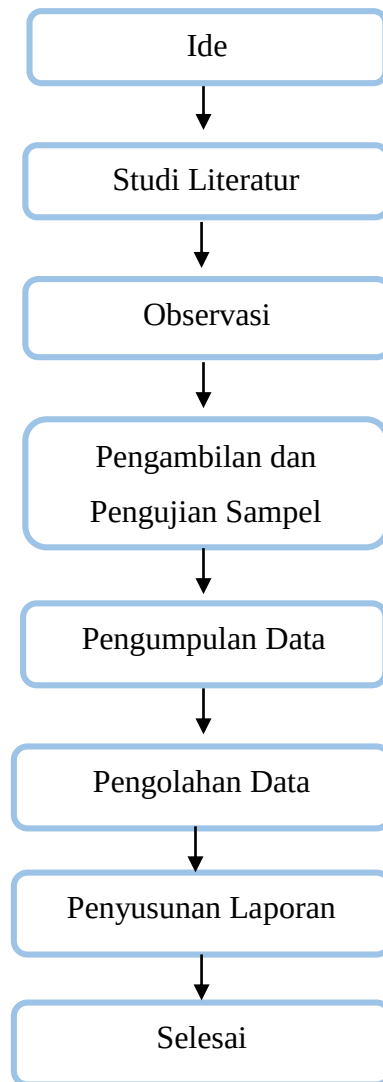
No	Judul dan Penulis	Tujuan	Metode	Hasil
5	Penentuan Korelasi Perubahan Kecepatan Angin dan Kekuatan Radiasi terhadap Ketinggian Lapisan Inversi dan Hubungannya dengan Kualitas Udara Ambien Kota Surabaya	Untuk menganalisis hubungan perubahan kecepatan angin dan kekuatan radiasi terhadap ketinggian lapisan inversi dan kualitas udara ambien di Kota Surabaya	Metode yang digunakan untuk analisis korelasi dalam penelitian ini adalah metode korelasi <i>Pearson</i>	• Lapisan inversi yang diamati di Kota Surabaya merupakan subsidence inversion. Lapisan inversi tersebut memiliki korelasi lemah berbanding terbalik pada pukul 00.00 WIB dan korelasi lemah berbanding lurus pada pukul 12.00 WIB terhadap kecepatan angin. Kekuatan radiasi tidak memiliki korelasi terhadap ketinggian lapisan inversi tersebut, baik pada pukul 00.00 WIB maupun pada pukul 12.00 WIB. • Korelasi antara ketinggian lapisan inversi dengan kualitas udara ambien konsentrasi SO₂ lemah berbanding terbalik pada pukul 00.00 WIB dan pukul 12.00 WIB. Hal tersebut menandakan bahwa semakin tinggi lapisan inversi semakin rendah konsentrasi SO₂, karena ruang <i>mixing height</i> semakin besar. Namun, ketinggian inversi tidak berkorelasi dengan konsentrasi NO₂ dan O₃.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Tahap Penelitian

Tahap dalam penelitian ini meliputi dari awal ide hingga selesai penyusunan laporan, yang dapat dilihat seperti pada Gambar 3.1 dibawah ini.



Gambar 3. 1 Diagram Alir Tahap Penelitian

3.2 Uraian Tahap Penelitian

Dari tahap penelitian di atas dapat dijabarkan sebagai berikut

a. Ide

Merupakan gagasan yang muncul untuk mengambil topik yang berkaitan dengan pengukuran kualitas udara di wilayah Universitas Islam Indonesia.

b. Studi literatur

Studi literatur berupa sumber acuan yang digunakan untuk membantu dalam pengerjaan penelitian yang diambil, dapat berupa buku, jurnal, laporan, maupun peraturan-peraturan yang sesuai dengan topik yang diambil.

c. Observasi

Menentukan lokasi pengambilan sampel yang dapat mewakili daerah tersebut dengan melakukan observasi sehingga lokasi layak untuk dilakukan penelitian.

d. Pengambilan dan Pengujian Sampel

Pengambilan sampel dilakukan di lokasi yang ditentukan yang akan di uji di laboratorium kualitas udara Jurusan Teknik Lingkungan UII.

e. Pengumpulan Data

Data berupa data primer dan data sekunder. Data primer meliputi data pengujian sampel udara ozon (O₃) dan data sekunder berupa baku mutu yang diperbolehkan, jurnal, buku yang berkaitan dengan topik penelitian

f. Pengolahan Data

Data yang diperoleh diolah dengan menganalisis dan melakukan pembahasan berdasarkan studi literatur dan penelitian yang dilakukan sehingga tercapai tujuan penelitian yang dikehendaki dari proses analisis dan pembahasan.

g. Penyusunan Laporan

Setelah melakukan semua tahapan, hasil dari penelitian baik berupa data maupun analisis diolah pada laporan tugas akhir.

h. Selesai

3.3 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian berada di kawasan kampus terpadu Universitas Islam Indonesia. Titik lokasi sampling yaitu 5 parkir kendaraan bermotor. Parkiran yang dilakukan penelitian yaitu parkir Fakultas Kedokteran (FK) atau Rusunawa Putri, parkir Fakultas D3 Ekonomi atau perpustakaan Pusat UII, parkir Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FMIPA), parkir Fakultas Teknologi Industri (FTI) atau Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan (FTSP), parkir Fakultas Psikologi dan Ilmu Sosial Budaya (FPSB). Pengambilan lokasi dinilai dapat mewakili tempat lainnya untuk diadakannya sampling kualitas udara. Lokasi sampling dapat dilihat pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2 Peta Lokasi Sampling di Universitas Islam Indonesia

Tabel 3.1 Titik Koordinat di Parkiran Motor UII

Lokasi	Titik Koordinat
Fakultas Kedokteran atau Rusunama Putri	LS 7°41'12.0192" BT 110°24'53.7408"
Fakultas D3 Ekonomi atau Perpustakaan Pusat UII	LS 7°41'19.212" BT 110°24'53.3268"
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam	LS 7°41'16.75" BT 110°24'43.63"
Fakultas Teknologi Industri	LS 7°41'13.794" BT 110°24'43.7688"
Fakultas Psikologi dan Ilmu Sosial Budaya	LS 7°41'14.15" BT 110°24'48.33"

3.4 Waktu Penelitian

Waktu penelitian dilakukan dari tanggal 4 April hingga 18 April 2017. Penelitian dilakukan setiap hari Selasa mulai dari jam 09.00-15.00.

3.5 Metode Penelitian

Metode sampling konsentrasi O_3 ini mengacu pada SNI (Standar Nasional Indonesia) 19-7119.8-2005 yaitu cara uji kadar oksidan dengan metode *neutral buffer kalium iodide* (NBKI) menggunakan spektrofotometer.

Prinsip yang digunakan yaitu oksidan dari udara ambien yang telah dijerap oleh larutan NBKI dan bereaksi dengan ion Iodide membebaskan iod (I_2) yang berwarna kuning muda. Konsentrasi larutan ditentukan secara spektrofotometri pada panjang gelombang 352 nm.

A. Alat dan Bahan

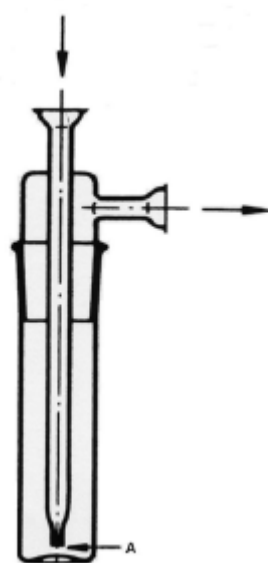
Alat :

1. Gelas piala 100 ml dan 1000 ml
2. Labu ukur 100 ml ; 500 ml dan 1000 ml
3. Botol gelap
4. Lemari pendingin

5. Desikator
6. Botol pereaksi
7. Pipet volumetrik 0,5 ml ; 25 ml dan 50 ml
8. Gelas ukur 100 ml
9. Tabung uji 10 ml
10. Spektrofotometer UV-Vis dilengkapi kuvet
11. Neraca analitik dengan ketelitian 0,1 mg
12. Buret 50 ml
13. Labu Erlenmeyer 250 ml
14. Oven
15. Thermometer
16. barometer

Bahan :

1. Kalium iodida (KI)
2. Air suling
3. Dinatrium hidrogen fosfat dodekahidrat ($\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$)
4. Kalium dihidrogen fosfat (KH_2PO_4)
5. Larutan natrium hidroksida (NaOH) 1% (b/v)
6. Asam fosfat (H_3PO_4) 1% (b/v)
7. Kristal I_2
8. Larutan Iod 0,05 N
9. Larutan Asam Klorida (HCl)
10. Natrium tio sulfat pentahidrat ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$)
11. Natrium karbonat
12. Hablur kalium iodat (KIO_3)
13. Asam klorida (HCl pekat) 37%
14. Hablur kalium iodide (KI)
15. Larutan indikator kanji
16. Merkuri (II) iodide

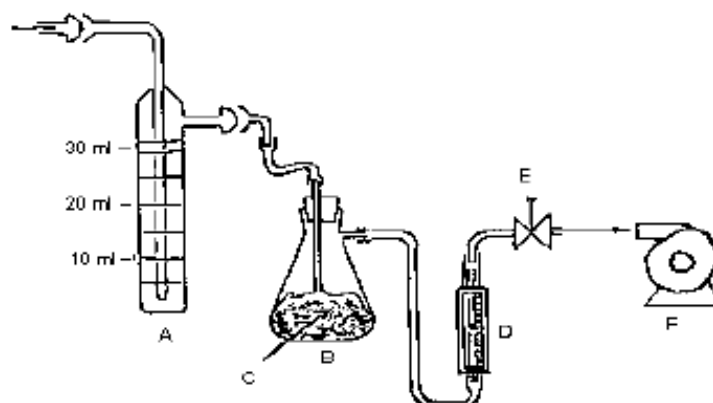


Keterangan gambar :

A adalah ujung silinder gelas yang berada di dasar labu dengan maksimum diameter dalam 1 mm

Botol penjerap midget impinger dengan kapasitas volum 30 mL

Gambar 3.3 Botol Penjerap *Midget Impinger*



Dengan pengertian:

A. Adalah botol penjerap berwarna coklat volume 30 ml

B. Adalah perangkat uap

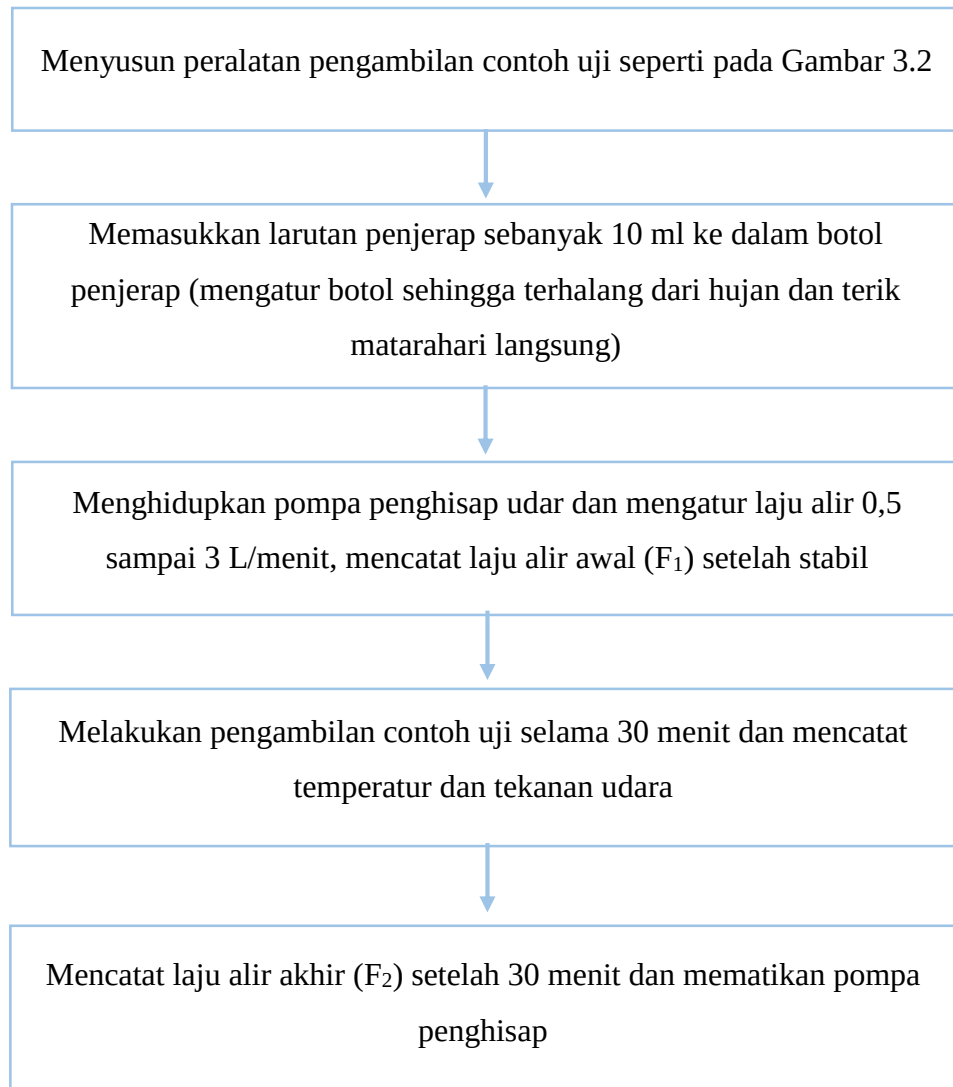
C. Adalah serat kaca (*glass wool*)

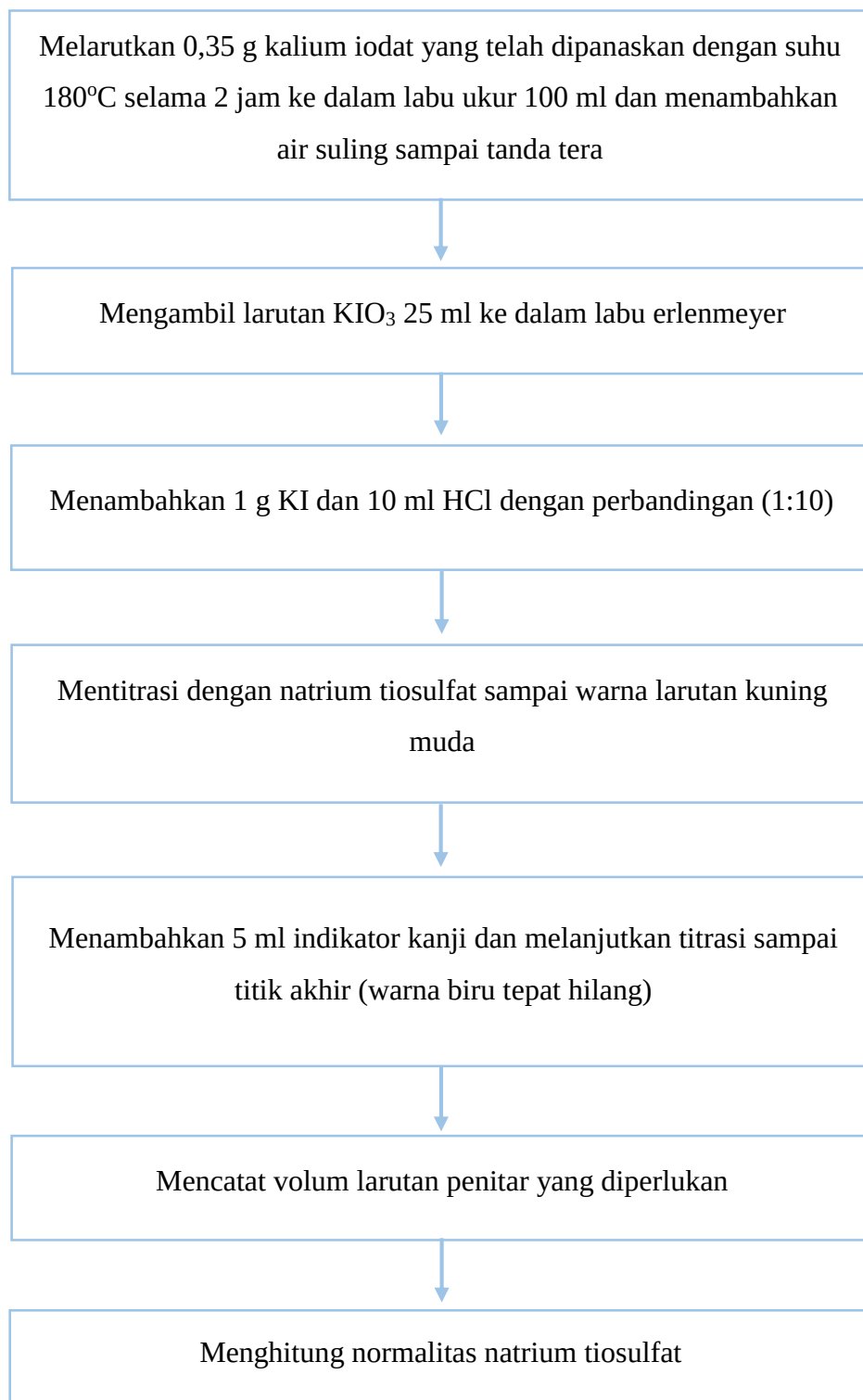
D. Adalah *flow meter* yang mampu mengukur laju alir 0,5 l/menit

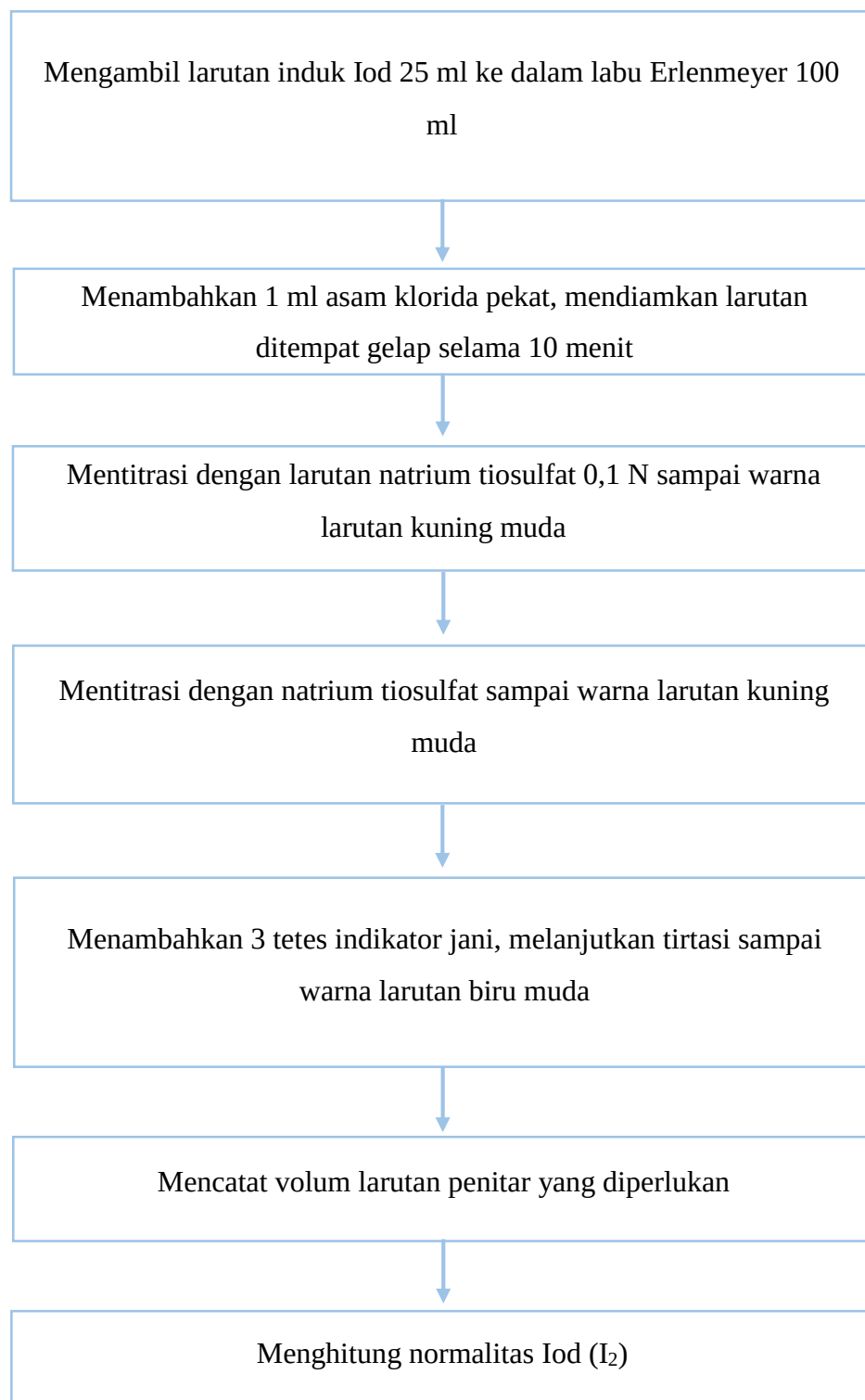
E. Adalah kran pengatur

F. Adalah pompa

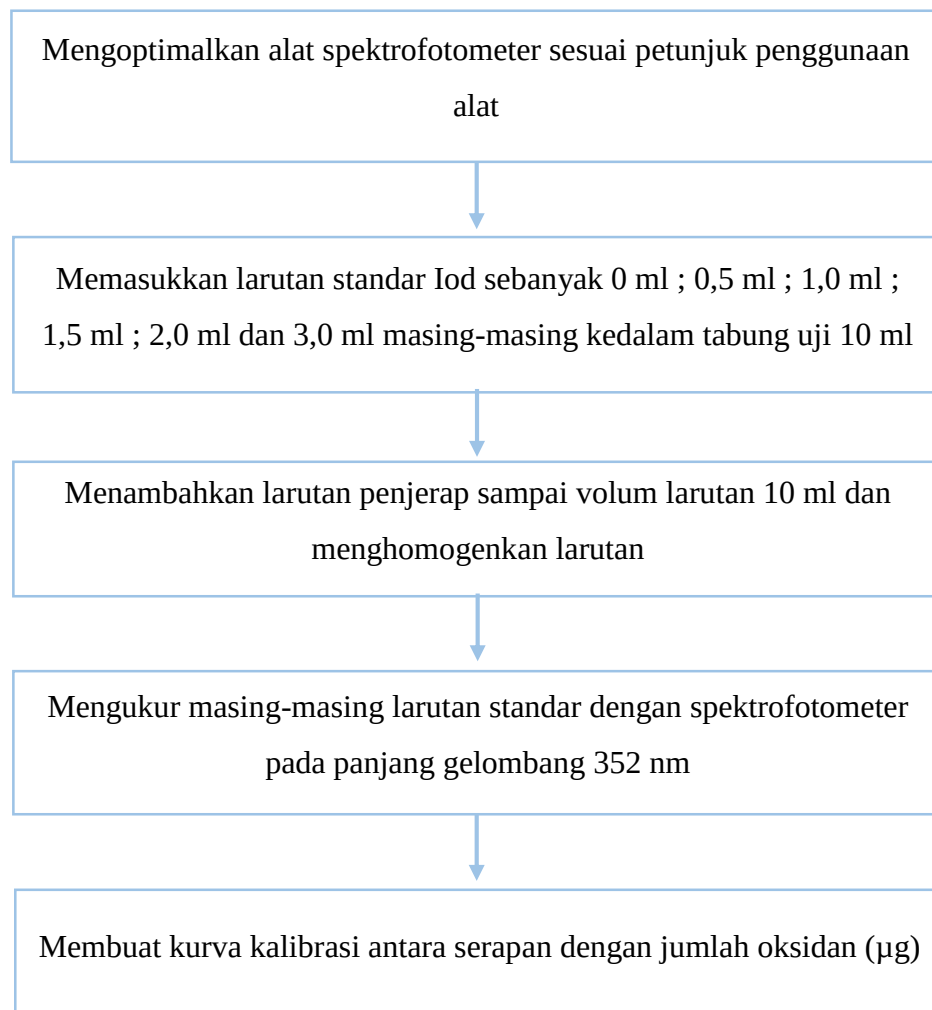
Gambar 3.4 Rangkaian Peralatan Pengambilan Contoh Uji Oksidan, O_x

B. Pengambilan contoh uji**Gambar 3.5** Bagan Pengambilan Contoh Uji

C. Persiapan pengujian**Gambar 3.6** Bagan Standarisasi Larutan *Natrium Tiosulfat* 0,05 N

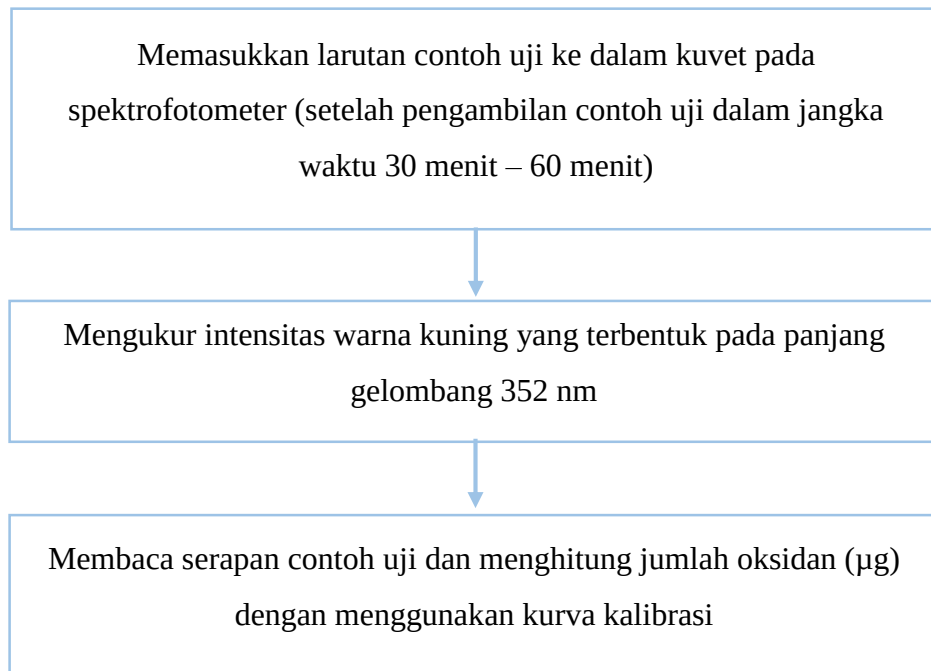


Gambar 3.7 Bagan Standarisasi Larutan Iod 0,05 N



Gambar 3.8 Bagan Pembuatan Kurva Kalibrasi

D. Pengujian contoh uji



Gambar 3.9 Bagan Pengujian Contoh Uji

E. Perhitungan

1. Volum contoh uji udara yang diambil

Volum contoh uji udara yang diambil dikoreksi pada kondisi normal (25°C, 760 mmHg) dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$V = \frac{F1+F2}{2} \times t \times \frac{Pa}{Ta} \times \frac{298}{760} \dots\dots\dots(3.1)$$

Dengan pengertian :

- V adalah volum udara yang dihisap dikoreksi pada kondisi normal 25°, 760 mmHg
- F1 adalah laju alir awal (L/menit)
- F2 adalah laju alir akhir (L/menit)
- t adalah durasi pengambilan contoh uji (menit)
- Pa adalah tekanan barometer rata-rata selama pengambilan contoh uji (mmHg)
- Ta adalah temperatur rata-rata selama pengambilan contoh uji (°K)
- 298 adalah konversi temperatur pada kondisi normal (25°C) ke dalam Kelvin
- 760 adalah tekanan udara standard (mmHg)

2. Konsentrasi oksidan di udara ambien (O₃)

Konsentrasi oksidan dalam contoh uji dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$C = \frac{a}{V} \times 1000 \dots\dots\dots(3.2)$$

Dengan pengertian :

- C adalah konsentrasi oksidan di udara (µg/Nm³)
- a adalah jumlah oksidan dalam contoh uji yang diperoleh dari kurva kalibrasi (µg)
- V adalah volum udara yang dihisap dikoreksi pada kondisi normal 25°, 760 mmHg

3.6 Metode Neraca Massa

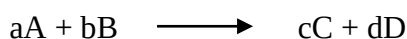
Persamaan umum neraca massa lengkap suatu sistem ditunjukkan Persamaan dibawah ini

$$[\text{massa masuk sistem}] - [\text{massa keluar sistem}] + [\text{massa timbul dalam sistem}] - [\text{massa dikonsumsi dalam sistem}] = [\text{massa terakumulasi dalam sistem}] \dots\dots\dots(3.3)$$

3.7 Metode Laju Reaksi

Bila reaksi dinyatakan dengan basis kinetika, perbedaan orde reaksi akan terjadi untuk berbagai variasi reaktan dan kondisi reaksi. Pada temperature konstan, hubungan antara laju reaksi, konsentrasi reaktan dan orde reaksi, (n), dinyatakan sebagai berikut :

$$\text{Laju} = \text{rate} = [\text{konsentrasi}]^n$$



$$r = k [A]^\alpha [B]^\beta$$

dimana : r = total laju reaksi, mol/l.t

k = konstanta laju reaksi, l/t

[] = konsentrasi reaktan, mol/l

α, β = eksponen empiris, orde reaksi.

Konstanta α dan β digunakan untuk mendefinisikan orde (pangkat) reaksi dengan mengacu pada reaktan A dan B secara individu. Orde reaksi secara keseluruhan adalah ($\alpha + \beta$). Nilai orde reaksi yang terjadi pada proses-proses di bidang teknik lingkungan umumnya 0,1, dan 2. (Slamet dan Masduqi, 2000)

Satuan konstanta laju reaksi (k) adalah fungsi dari orde reaksi. Jika reaksi bersifat homogen, koefisien untuk reaksi orde nol adalah unit mol per unit volume per unit waktu (mol/l.t), sedangkan untuk reaksi orde satu dan dua, konstanta laju reaksi memiliki satuan per waktu (l/t) dan unit volume per mol per waktu (l/mol.t) (Slamet dan Masduqi, 2000).

3.8 Pemodelan Konsentrasi Ozon

Konsentrasi O_3 diasumsikan dalam keadaan *unsteady state* yang merupakan proses yang terjadi berkaitan dengan neraca massa pada suatu sistem dapat dipengaruhi oleh perubahan waktu. Konsentrasi ozon diasumsikan pada keadaan *complete mixing* atau pencampuran sempurna dan berada pada orde 1. Sehingga reaksi pembentukan persamaan yang terjadi sebagai berikut:

Laju akumulasi = input + output $\pm$ reaksi (Schnoor,1996)

$$V \frac{dc}{dt} = (Q \times C_{in}) - (Q \times C_{out}) + (r_f \times V) - (r_d \times V)$$

$$V \frac{dc}{dt} = 0 - (Q \times C_{out}) + V (r_f - r_d)$$

$$\frac{dc}{dt} = - \frac{Q}{V} \times C_{out} + \frac{V}{V} (r_f - r_d)$$

$$\frac{dc}{dt} = - \frac{Q}{V} \times C_{out} + (r_f - r_d)$$

$$\frac{dc}{dt} = r_f - r_d - \frac{Q}{V} \times C_{out}$$

$$\frac{dc}{dt} = k_f \times C - k_d \times C - \frac{Q}{V} \times C_{out}$$

$$\frac{dc}{dt} = C (k_f - k_d - \frac{Q}{V})$$

$$\int_c^c \frac{dc}{dt} = [k_f - k_d - \frac{Q}{V}] \int_0^{t=kp} dt$$

$$\ln C \Big|_{C_0}^{C_p} = [k_f - k_d - \frac{Q}{V}] \times t$$

$$\ln C_p - C_0 = [k_f - k_d - \frac{Q}{V}] \times t$$

$$\ln \left(\frac{C_p}{C_0} \right) = (k_f - k_d - \frac{Q}{V}) \times t$$

$$\left(\frac{C_p}{C_0} \right) = \exp (k_f - k_d - \frac{Q}{V}) \times t$$

$$\boxed{C_p = C_0 \exp (k_f - k_d - \frac{Q}{V}) \times t} \dots\dots\dots (3.4)$$

Keterangan : Q = debit polutan (m^3/jam);

C_{in} = Konsentrasi udara yang masuk ($\mu g/Nm^3$);

C_{out} = Konsentrasi udara yang keluar ($\mu\text{g}/\text{Nm}^3$);
 C_p = Konsentrasi ozon pemodelan ($\mu\text{g}/\text{Nm}^3$);
 C_0 = Konsentrasi ozon sampling pada jam ke 0 ($\mu\text{g}/\text{Nm}^3$);
 V = volume box (m^3);
 r_f = Laju reaksi formasi/pembentukan
 r_d = Laju reaksi disosiasi/penguraian
 k_f = Konstanta pembentukan (jam^{-1});
 k_d = Konstanta disosiasi (jam^{-1}).

Nilai Q merupakan debit perkalian luas wilayah dengan kecepatan angin.
 Pada pemodelan dapat ditentukan menggunakan persamaan :

$$Q = L \times H \times u \dots\dots\dots (3.5)$$

Keterangan : Q = debit polutan (m^3/jam);
 L = Panjang area (m);
 H = Tinggi area (m);
 u = kecepatan angin (m/jam).

Nilai *volume box* pada pemodelan yang merupakan volume area sampling dapat
 ditentukan menggunakan persamaan :

$$V = L \times W \times H \dots\dots\dots (3.6)$$

Keterangan : V = volume box (m^3);
 L = Panjang area (m);
 W = Lebar area (m);
 H = Tinggi area (m).

BAB IV **HASIL PENELITIAN DAN ANALISIS DATA**

4.1 Kondisi Lingkungan

Kondisi lingkungan pada daerah yang dilakukan pengambilan data merupakan seluruh wilayah parkir motor di kampus terpadu Universitas Islam Indonesia. Terdapat 5 titik parkir yang dilakukan pengambilan data yaitu parkir motor Fakultas Kedokteran atau Rusunawa Putri, Fakultas D3 Ekonomi atau Perpustakaan Pusat UII, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Fakultas Psikologi dan Ilmu Sosial Budaya, Fakultas Teknologi Industri. Pengambilan data dilakukan di wilayah parkir dikarenakan terdapat banyak aktivitas kendaraan bermotor yang diperkirakan berdampak pada kualitas udara disekitar wilayah UII.

Dari data jumlah kendaraan bermotor yang diperoleh dari kantor pusat parkir UII, hari Selasa merupakan hari yang paling padat dalam beraktivitas pada kendaraan motor sehingga pengambilan data atau sampling dilakukan setiap hari Selasa. Pengambilan data dilakukan dari tanggal 4 April hingga 18 April 2017 pada pukul 08.00-15.00 selama 6 jam, hal ini untuk melihat kesesuaian jam optimal diperolehnya nilai konsentrasi tertinggi pada jam pengambilan data. Menurut Standar Nasional Indonesia 10-7119.8-2005 untuk memperoleh konsentrasi ozon yang optimal sebaiknya dilakukan dalam rentang waktu jam 11.00 sampai 15.00.

4.2 Data Analisis Pengamatan di Parkiran Motor UII

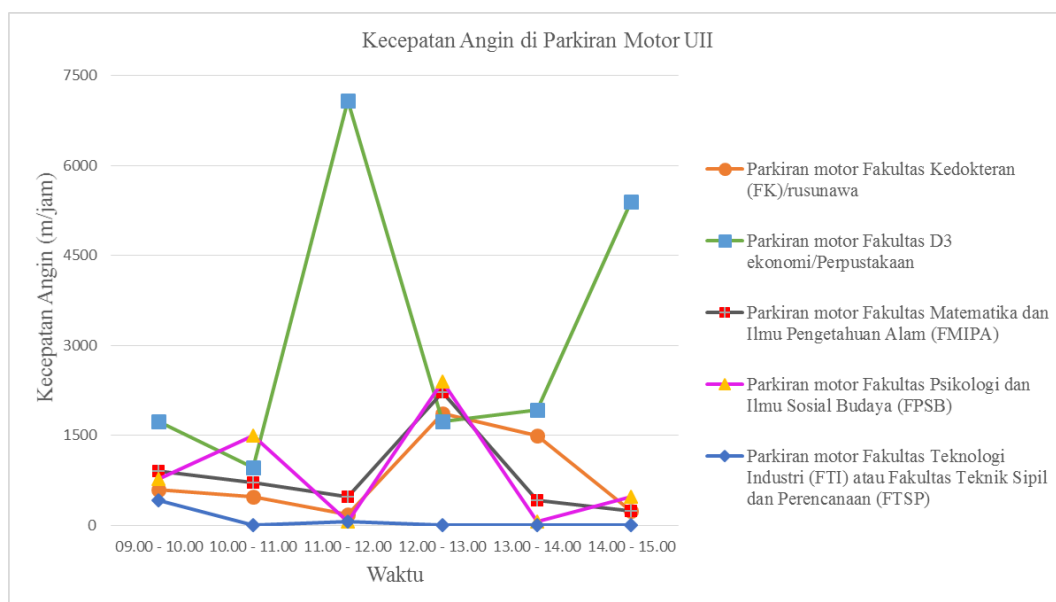
Data yang diperlukan untuk menghitung konsentrasi ozon di 5 titik parkir motor meliputi data pengambilan sampel uji selama 30 menit yang mengacu pada ketentuan SNI 10-7119.8-2005 cara uji kadar oksidan dengan metoda *neutral buffer kalium iodida* (NBKI) menggunakan spektrofotometer. Dari sampel uji diperoleh data nilai absorbansi. Data lain yang diperlukan untuk perhitungan konsentrasi ozon

yaitu kecepatan angin, temperatur, tekanan yang diambil tiap 10 menit, laju alir awal (F_1) dan laju alir akhir (F_2) setelah 30 menit pengujian.

Data hasil pengamatan di Parkiran Motor UII dapat dilihat pada Lampiran 2 dan hasil perhitungan konsentrasi ozon dapat dilihat pada Lampiran 3 dan Lampiran 4.

4.3 Kecepatan Angin

Pengambilan data kecepatan angin diperoleh dari pengukuran data yang dilakukan setiap 10 menit. Rata-rata kecepatan angin yang diperoleh 0 hingga 2,1 m/s tetapi terdapat data dengan nilai kecepatan angin yang tinggi dibandingkan lainnya yaitu pada parkiran motor D3 Ekonomi yaitu sebesar 5,9 m/s dan 4,3 m/s masing-masing pada saat jam 11.30 dan 14.30.



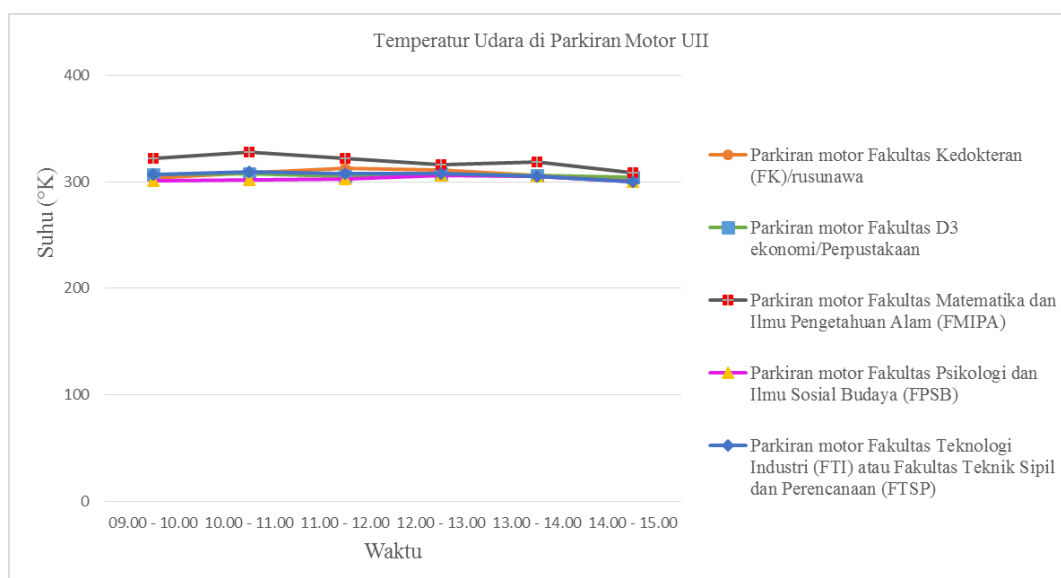
Gambar 4.1 Perbandingan Kecepatan Angin di Parkiran Motor UII

Dilihat dari Gambar 4.1, nilai kecepatan angin pada parkiran motor di Fakultas D3 Ekonomi atau Perpustakaan Pusat UII rata-rata memiliki nilai yang lebih tinggi dibandingkan parkiran motor lainnya kecuali pada jam 10.00-11.00 dan 12.00-13.00. Pada jam tersebut, parkiran motor di Fakultas Psikologi dan Ilmu Sosial Budaya (FPSB) memiliki nilai kecepatan angin yang tinggi.

Pada parkir motor Fakultas Teknologi Industri (FTI) memiliki nilai kecepatan angin yang rendah yaitu rata-rata bernilai 0 m/jam dan nilai tertinggi untuk kecepatan angin 7081,2 m/jam berada pada parkir motor D3 Ekonomi atau Perpustakaan Pusat UII.

4.4 Temperatur Udara

Pengambilan data untuk temperatur udara diperoleh dari pengukuran data yang dilakukan setiap 10 menit sekali dalam waktu 6 jam sampling. Pada saat pengambilan data di 5 titik sampling, kondisi cuaca cerah. Pada Gambar 4.2 dapat dilihat perbandingan temperatur udara tiap jam di Parkiran Motor UII

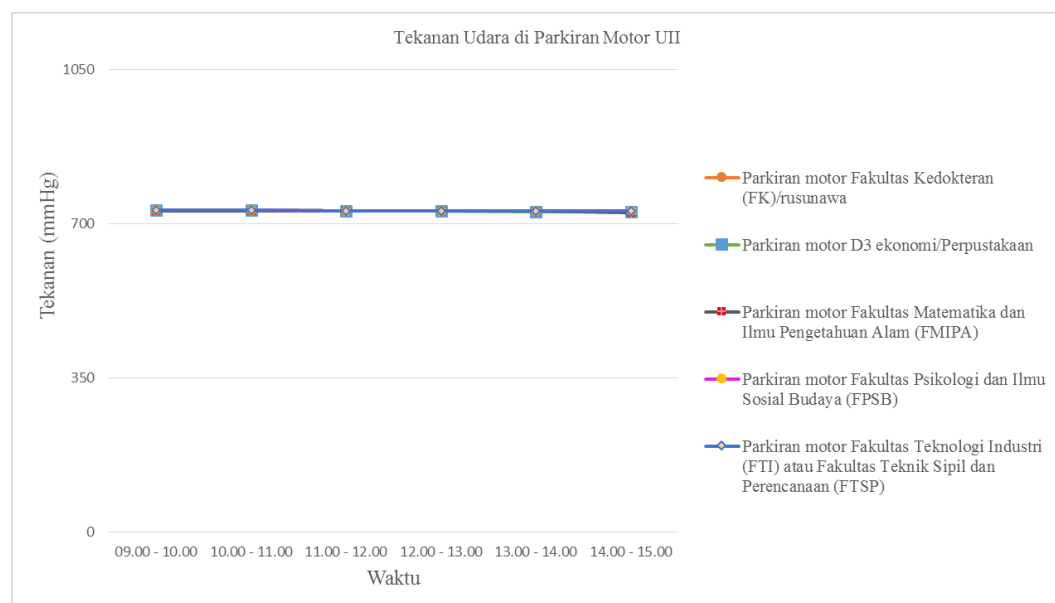


Gambar 4.2 Perbandingan Temperatur Udara di Parkiran Motor UII

Dari Gambar 4.2 terlihat bahwa temperatur udara di wilayah Universitas Islam Indonesia memiliki nilai yang stabil. Temperatur pada daerah sampling berkisar 300,133°K hingga 328,1°K. Pengukuran temperatur udara menggunakan alat *thermohygrometer*.

4.5 Tekanan Udara

Pengambilan data untuk tekanan udara diperoleh dari pengukuran data yang dilakukan setiap 10 menit sekali dalam waktu 6 jam sampling. Pada Gambar 4.3 dapat dilihat perbandingan tekanan udara tiap jam di Parkiran Motor UII

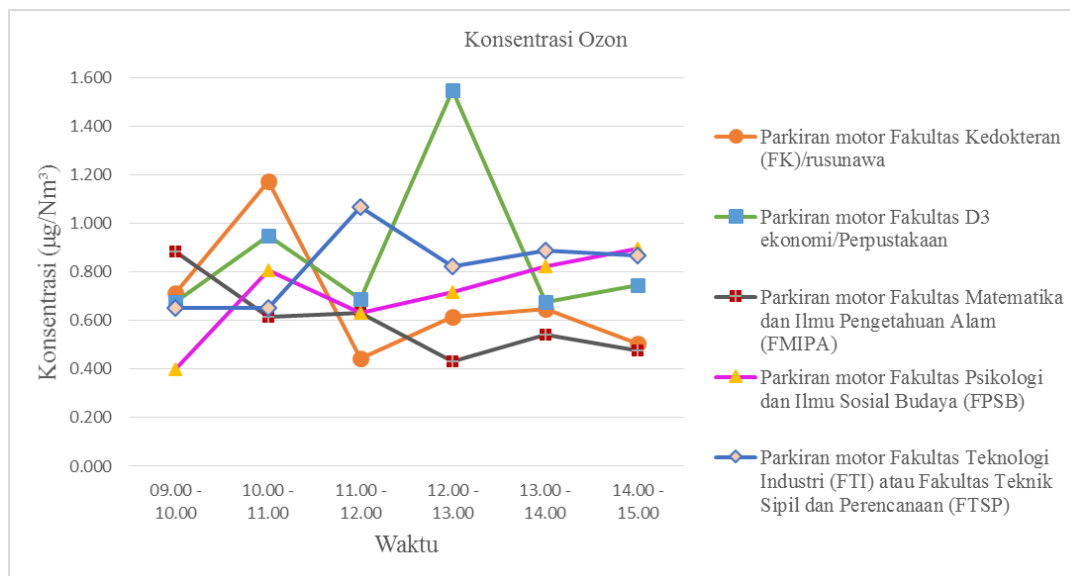


Gambar 4.3 Perbandingan Tekanan Udara di Parkiran Motor UII

Tekanan udara di Parkiran Motor UII memiliki nilai yang sangat stabil sehingga pada Gambar 4.3 terlihat bahwa ke 5 titik sampling terlihat membentuk garis lurus horizontal yang bertumpang-tindih. Tekanan udara pada daerah sampling berkisar 726 hingga 731,1 mmHg. Pengukuran tekanan udara juga menggunakan alat *thermohygrometer*.

4.6 Konsentrasi di Parkiran Motor UII

Setelah melakukan pengambilan data di masing-masing parkiran motor UII, didapatkan nilai konsentrasi ozon di titik sampling seperti pada Gambar 4.4 Konsentrasi Ozon di 5 Titik Sampling Parkiran Motor UII.



Gambar 4.4 Konsentrasi Ozon di 5 Titik Sampling Parkiran Motor UII

Konsentrasi ozon di Parkiran Motor Fakultas Kedokteran (FK) atau Rusunawa Putri pada saat pengambilan data, cuaca di titik sampling cerah namun pada sore hari sudah mulai mendung dan gerimis. Konsentrasi ozon tertinggi di Parkiran Motor Fakultas Kedokteran (FK) yaitu sebesar 1,172 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ pada jam 10.00-11.00 dan konsentrasi ozon terendah yaitu sebesar 0,442 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ pada jam 11.00-12.00. Konsentrasi ozon rata-rata pada parkiran motor Fakultas Kedokteran (FK) yaitu sebesar 0,683 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$.

Konsentrasi ozon di Parkiran Motor Fakultas D3 Ekonomi atau Perpustakaan Pusat UII pada saat pengambilan data, cuaca di titik sampling ini sangat cerah dan berangin. Konsentrasi ozon tertinggi di Parkiran Motor Fakultas D3 Ekonomi yaitu sebesar 1,546 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ pada jam 12.00-13.00 dan konsentrasi ozon terendah yaitu sebesar 0,667 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ pada jam 13.00-14.00. Konsentrasi ozon rata-rata di Parkiran Motor Fakultas D3 Ekonomi yaitu sebesar 0,881 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$.

Konsentrasi Ozon di Parkiran Motor Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FMIPA) pada saat pengambilan data, cuaca di titik sampling ini sangat cerah. Konsentrasi ozon tertinggi di FMIPA yaitu sebesar 0,885 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ pada jam 09.00-10.00 dan konsentrasi ozon terendah yaitu sebesar 0,431 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ pada jam 12.00-13.00. Konsentrasi ozon rata-rata di Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FMIPA) yaitu sebesar 0,597 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$.

Konsentrasi Ozon di Parkiran Motor Fakultas Psikologi dan Ilmu Sosial Budaya (FPSB) pada saat pengambilan data, cuaca di titik sampling berangin pada siang hari dan mendung pada saat sore. Konsentrasi ozon tertinggi di FPSB yaitu sebesar $0,896 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ pada jam 14.00-15.00 dan konsentrasi ozon terendah yaitu sebesar $0,397 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ pada jam 09.00-10.00. Konsentrasi ozon rata-rata di Fakultas Psikologi dan Ilmu Sosial Budaya (FPSB) yaitu sebesar $0,712 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$.

Konsentrasi Ozon di Parkiran Motor Fakultas Teknologi Industri (FTI) atau Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan (FTSP) pada saat pengambilan data, cuaca di titik sampling ini sangat cerah. Konsentrasi ozon tertinggi di FTI yaitu sebesar $0,896 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ pada jam 14.00-15.00 dan konsentrasi ozon terendah di FTI yaitu sebesar $0,397 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ pada jam 09.00-10.00. Konsentrasi ozon rata-rata di Fakultas Teknologi Industri (FTI) yaitu sebesar $0,824 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$.

Pada Gambar 4.4 menunjukkan di titik sampling parkir motor Fakultas D3 Ekonomi memiliki nilai konsentrasi ozon tertinggi dibandingkan yang lainnya yaitu sebesar $1,546 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ pada jam 12.00-13.00. Hal ini terjadi dikarenakan pada saat jam tersebut, banyak aktivitas kendaraan motor yang keluar dari parkir motor yang dapat meningkatkan kadar polutan pada titik sampling tersebut. Data yang diperoleh untuk nilai konsentrasi tertinggi ini pada saat pengambilan jam 12.00-13.00 juga memiliki nilai absorbansi tertinggi dibandingkan sampel uji lainnya. Dari hasil pengukuran didapat nilai absorbansi yaitu 0,1185 yang diperoleh dari pengukuran menggunakan spektrofotometer. Nilai absorbansi bergantung pada zat yang terkandung didalamnya, semakin banyak kadar zat yang terkandung dalam suatu sampel maka semakin banyak molekul yang akan menyerap cahaya pada panjang gelombang. Nilai absorbansi berbanding lurus dengan nilai konsentrasi sehingga semakin besar nilai absorbansi yang diperoleh maka semakin besar nilai konsentrasi (Neldawati, 2013).

Konsentrasi ozon terendah pada parkir motor UII yaitu sebesar $0,397 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ pada jam 09.00-10.00 di Parkiran Motor Fakultas Psikologi dan Ilmu Sosial Budaya (FPSB). Hal ini disebabkan karena tidak terdapat banyak aktivitas berkendara pada jam tersebut. Faktor lain yang mempengaruhi yaitu terdapat

banyak pohon yang dapat menyerap bahan pencemar di udara yang dihasilkan kendaraan bermotor (Martuti, 2013).

Dapat dilihat dari Gambar 4.4 bahwa konsentrasi ozon pada parkir motor UII mengalami fluktuasi. Tidak terdapat jam optimal terjadinya kenaikan konsentrasi ozon dalam rentang waktu jam 11.00 - 15.00. Penyebab dari kondisi fluktuasi ini adalah aktivitas kendaraan motor yang berbeda pada tiap jam bergantung padat atau tidaknya jam perkuliahan yang menyebabkan banyaknya kendaraan motor dan perubahan cuaca pada saat dilakukan pengambilan data.

Nilai konsentrasi ozon rata-rata (O_3) yang diperoleh pada wilayah UII yakni sebesar $0,739 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ apabila dibandingkan dengan Peraturan Pemerintah Nomor 41 Tahun 1999 tentang Pengendalian Pencemaran Udara pada lampiran Baku Mutu Udara Ambien Nasional untuk parameter ozon (O_3) dengan waktu pengukuran selama 1 jam, maka konsentrasi ozon pada parkir motor UII tidak melebihi baku mutu yang telah ditentukan yakni sebesar $235 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$.

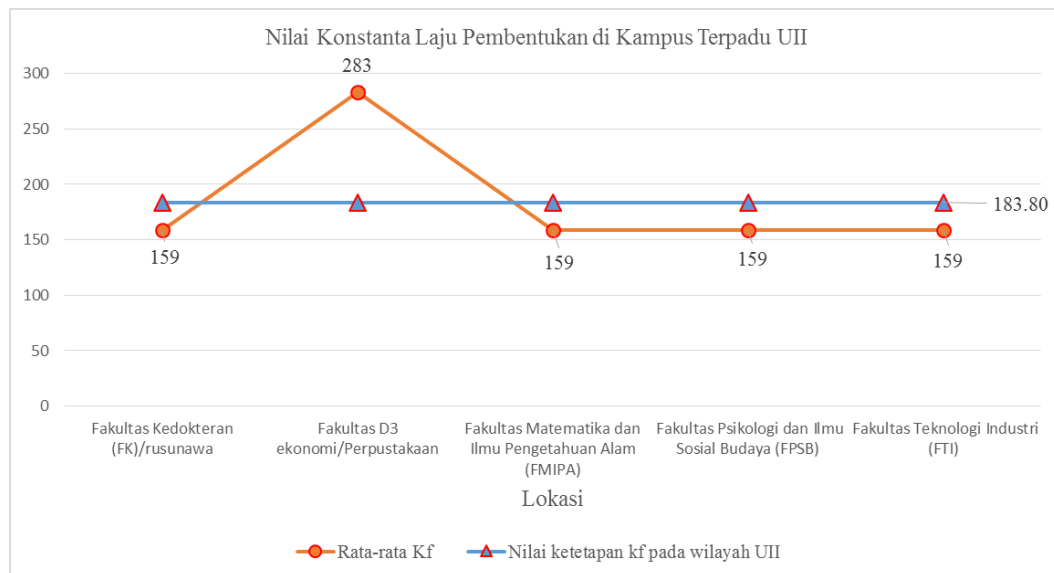
4.6 Pemodelan Fixed-Box

Diasumsikan pemodelan dalam keadaan *unsteady state* atau proses yang terjadi berkaitan dengan neraca massa pada suatu sistem yang dipengaruhi oleh perubahan waktu. Pemodelan yang digunakan diasumsikan pada keadaan *complete mixing* atau pencampuran sempurna yang berarti konsentrasi dalam box model atau konsentrasi diluar area box model sama karena konsentrasi yang terbentuk telah sempurna dan orde yang digunakan pada pemodelan ini yaitu orde 1.

Perhitungan pemodelan pada parkir motor UII dapat dilihat pada Lampiran 10 dan Lampiran 11.

4.7 Konstanta Laju Pembentukan

Konstanta laju pembentukan atau nilai k_f pada wilayah Kampus Terpadu UII dapat dilihat pada Gambar 4.5 Perbandingan Rata-rata Nilai k_f di wilayah Kampus Terpadu UII.

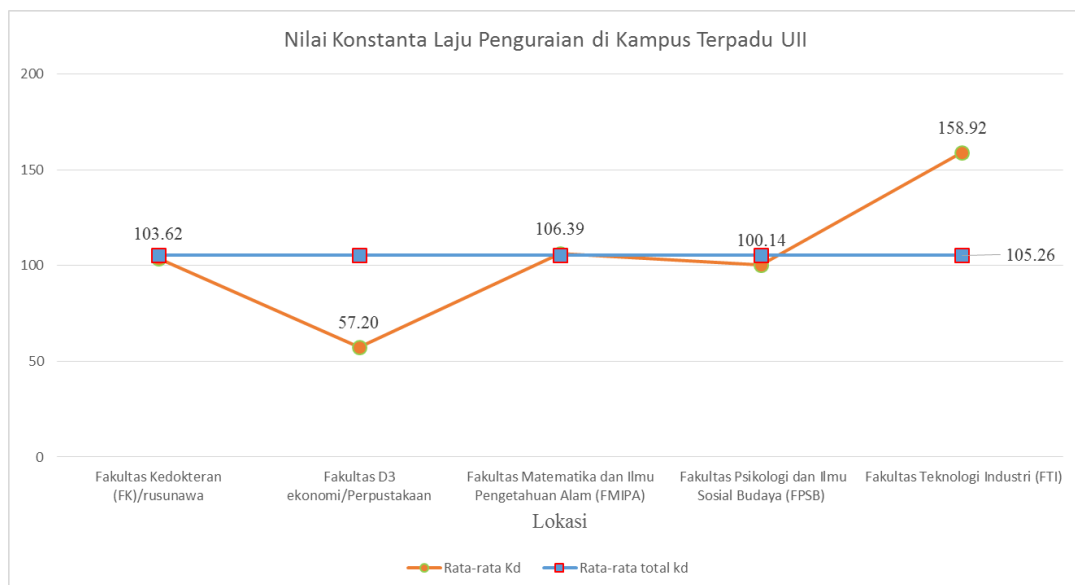


Gambar 4.5 Perbandingan Rata-rata Nilai k_f di wilayah Kampus Terpadu UII

Nilai k_f merupakan nilai konstanta formasi atau konstanta laju pembentukan. Nilai ketetapan k_f yang digunakan yaitu 159 jam^{-1} kecuali pada titik sampling 2 atau di Parkiran Motor Fakultas D3 ekonomi, pada jam ke 2 dan 5 (dapat dilihat pada Lampiran 10) nilai k_f yang digunakan adalah 469 jam^{-1} . Hal ini dikarenakan pada ke 2 dan 5, nilai kecepatan angin tinggi yang berpengaruh terhadap hitungan nilai Q yang berbanding lurus dengan nilai k_f sehingga nilai k_f pada jam tersebut tinggi dibandingkan nilai k_f lainnya. Nilai k_f pada titik sampling 2 melebihi nilai k_f rata-rata pada wilayah tersebut yakni $183,8 \text{ jam}^{-1}$. Untuk nilai k_f pada semua titik sampling dapat dilihat pada Lampiran 10.

4.8 Konstanta Laju Penguraian

Konstanta laju penguraian atau nilai kd pada wilayah Kampus Terpadu UII dapat dilihat pada Gambar 4.6 Perbandingan Rata-rata Nilai Kd di Parkiran Motor UII.



Gambar 4.6 Perbandingan Rata-rata Nilai Kd di wilayah Kampus Terpadu UII

Nilai kd merupakan nilai konstanta disosiasi atau konstanta laju penguraian. Nilai kd diperoleh dengan melakukan *trial-error* melalui pendekatan konsentrasi sampling harus bernilai sama dengan nilai konsentrasi pemodelan sesuai rumus berikut:

$$C_p = C_0 \exp \left(k_f - k_d - \frac{Q}{V} \right) \times t$$

Tabel 4.1 Perbandingan Nilai Q dan Kd

Lokasi	Rata-rata nilai Q	Nilai Kd
Fakultas Kedokteran (FK)	1060826.11	103.62
Fakultas D3 ekonomi	4256116.79	57.20
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FMIPA)	1016027.71	106.39
Fakultas Psikologi dan Ilmu Sosial Budaya (FPSB)	1120855.97	100.14
Fakultas Teknologi Industri (FTI)	15231.456	158.92

Nilai k_d pada parkir motor Fakultas D3 ekonomi atau Perpustakaan Pusat UII memiliki nilai k_d terendah yaitu dengan nilai $57,2 \text{ jam}^{-1}$ dan untuk nilai k_d tertinggi sebesar $158,92 \text{ jam}^{-1}$ pada parkir motor Fakultas Teknologi Industri (FTI) atau Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan (FTSP). Dapat dilihat pada Tabel 4.1 Perbandingan Nilai Q dan K_d , untuk nilai Q terendah berada pada titik sampling Fakultas Teknologi Industri (FTI) atau Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan (FTSP), sedangkan nilai Q tertinggi berada pada titik sampling Fakultas D3 ekonomi atau Perpustakaan Pusat UII. Dari hasil yang didapat, nilai k_d berbanding terbalik dengan nilai Q . Untuk nilai k_d pada semua titik sampling dapat dilihat pada Lampiran 10.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

1.1 Kesimpulan

Dari hasil pembahasan yang didapat maka kesimpulan penelitian ini adalah:

1. Konsentrasi ozon (O_3) pada wilayah Kampus Terpadu UII diperoleh nilai sebesar $0,739 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$. Apabila nilai konsentrasi ozon (O_3) yang diperoleh dibandingkan dengan Peraturan Pemerintah Nomor 41 Tahun 1999 tentang Pengendalian Pencemaran Udara pada lampiran Baku Mutu Udara Ambien Nasional untuk parameter ozon (O_3) dengan waktu pengukuran selama satu jam, maka konsentrasi ozon pada parkir motor UII tidak melebihi baku mutu yang telah ditentukan yakni sebesar $235 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$.
2. Nilai ketetapan k_f rata-rata pada wilayah Kampus Terpadu UII diperoleh nilai sebesar sebesar 159 jam^{-1} pada Fakultas Kedokteran (FK) atau Rusunawa Putri, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FMIPA), Fakultas Psikologi dan Ilmu Sosial Budaya (FPSB), Fakultas Teknologi Industri (FTI) atau Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan

(FTSP) kecuali pada Fakultas D3 Ekonomi atau Perpustakaan Pusat UII diperoleh nilai k_f sebesar 283 jam^{-1} . Hal ini dikarenakan pada Fakultas D3 Ekonomi atau Perpustakaan Pusat UII, nilai kecepatan angin tinggi yang berpengaruh terhadap hitungan nilai Q sehingga nilai k_f pada titik tersebut tinggi dibandingkan nilai k_f lainnya. Rata-rata nilai k_f total yaitu sebesar $183,80 \text{ jam}^{-1}$.

3. Nilai k_d rata-rata pada wilayah Kampus Terpadu UII diperoleh nilai sebesar $105,26 \text{ jam}^{-1}$.

5.2 Saran

Saran dari penelitian ini adalah:

1. Untuk penelitian sejenis, perlu dilakukan pemodelan kinetika dan pemantauan kualitas udara parameter ozon (O_3) dengan parameter lain seperti hidrokarbon atau nitrogen oksida yang merupakan polutan primer dari ozon.
2. Perlu dilakukan penelitian lanjutan pemodelan kinetika dan pemantauan kualitas udara parameter ozon (O_3) dengan sumber pencemar lain seperti CFC (Kloro Floro Karbon).
3. Sebaiknya perlu dilakukan penelitian konsentrasi ozon (O_3) pada wilayah Universitas Islam Indonesia dengan menggunakan metode lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Ambarsari, N., Komala, N., & Budiyono, A. (2008). **Pengaruh Karbon Monoksida Terhadap Ozon Permukaan**. *Pengkaian Ozon dan Polusi Udara*.
- Arifien, Novie Fitriani dkk. 2011. **Prediksi Kadar Polutan Menggunakan Jaringan Syarag Tiruan (JST) untuk Pemantauan Kualitas Udara di Kota Surabaya**. Surabaya: ITS.
- Bank Dunia (2003). **Pemantauan Lingkungan Indonesia 2003 : Fokus Utama Mengurangi Polusi di Indonesia**.
[URL:http://siteresources.worldbank.org/INTEASTASIAPACIFIC/Resources/Indonesia-03-\(Bahasa\)](http://siteresources.worldbank.org/INTEASTASIAPACIFIC/Resources/Indonesia-03-(Bahasa))
- Budiyono , A., Hamdi, S., Komala, N., & Sumaryati. (2009). **Analisis Variasi Diural Ozon dan Precursornya Pada Musim Kemarau dan Musim Hujan Di Bandung**. *Jurnal Sains Dirgantara*. Vol.7 No 1, 165-175.
- Cunningham, B., Cunningham, M. A., & Saigo, B. W. (2005). **Environmental Science: A Global Concern** (8th ed.). Boston: McGraw Hill.
- Fardiaz, S. (1992). **Polusi Air dan Udara**. Yogyakarta : Penerbit Kanisius

- Enger, E. D., & Smith, B. F. (2000). **Environmental science: A study of interrelationships** (7th ed.). Boston, Mass: McGraw-Hill.
- Heo, J. S., & Kim, D. S. (2003). **A New Method of Ozone Forecasting Using Fuzzy Expert and Neural Network Syatem**. *Science of the Total Environment*, 221-237.
- Himmelblau, D.M. (1982). **Basic Principles and Calculations in Chemical Engineering**, fourth edition. New Jersey: PRENTICE-HALL, INC.
- Ismail,
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No 41. 1999. tentang **Pengendalian Pencemaran Udara**. Sekretaris Kabinet Republik Indonesia. Jakarta
- Saleh, F. (2015). **Neraca Massa dan Neraca Panas**. yogyakarta: Aswaja Pressindo.
- Slamet, A., Masduqi, A. (2000). **Modul Ajar Satuan Proses**. Surabaya : Jurusan Teknik Lingkungan FTSP ITS.
- Schnoor, J. L. 1996. **Environmental Modelling : Fate and Transport of Pollutants in Water, Air and Soil**. John Wiley and Sons Inc.
- Soedomo, Moestikahadi. (2001). **Pencemaran Udara**. Bandung: penerbit ITB.
- Standar Nasional Indonesia (SNI) 19-7119.8-2005 tentang **Penentuan Lokasi Pengambilan Contoh Uji Pemantauan Kualitas Udara Ambien**. Jakarta : Badan Standardisasi Nasional Indonesia.
- Schreiber, V. (1996). **A Synoptic Climatological Evaluation Of Surface Ozone Concentrations in Lancaster Country Pennsylvania**. Millersville University of Pennsylvania.
- Zhang, L. (2006). **Ozone-CO Correlations Deteremined by the TES Satellite Instrument in Continental Outflow Regions**. *Geophysical Research Letters*, Amerika: Vol 33.

LAMPIRAN

Lampiran 1 : Kurva kalibrasi

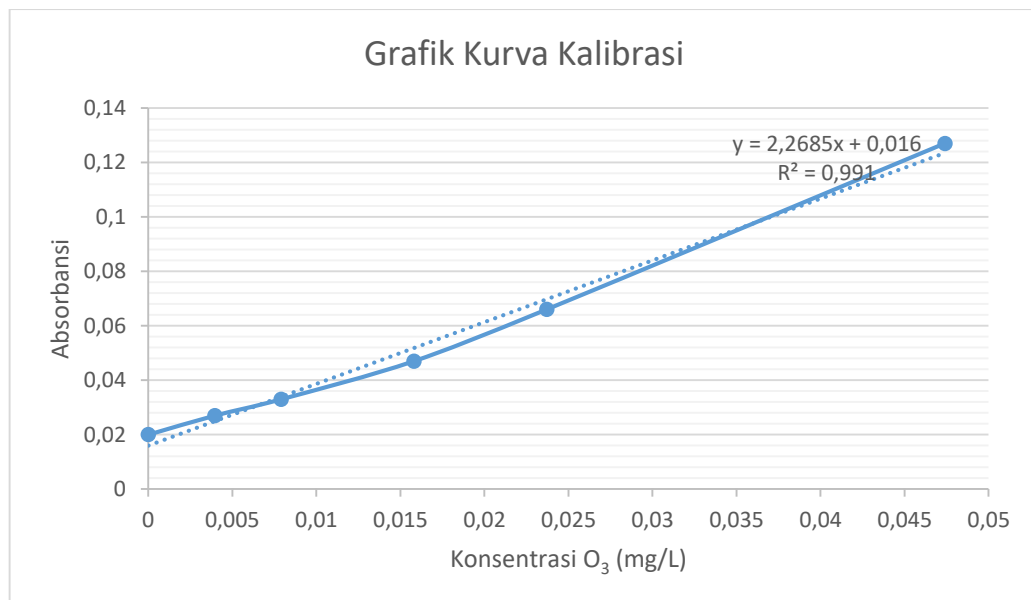
No	Konsentrasi (mg/L)	Absorbansi (Y)	X ²	X.Y
1	0	0.02	0	0
2	0.00395	0.027	1.56025E-05	0.000107
3	0.0079	0.033	0.00006241	0.000261
4	0.0158	0.047	0.00024964	0.000743
5	0.0237	0.066	0.00056169	0.001564
6	0.0474	0.127	0.00224676	0.00602
Jumlah	0.09875	0.32	0.003136103	0.008694

$$\text{Nilai } b = \frac{\sum x.y - \left[\frac{(\sum x) \cdot (\sum y)}{n} \right]}{\sum x^2 - \left[\frac{(\sum x)^2}{n} \right]} = \frac{(0,008694) - \left[\frac{(0,09875 \times 0,32)}{6} \right]}{0,003136103 - \left[\frac{(0,09875)^2}{6} \right]} = 2,2685$$

$$\text{Nilai } a = \left[\frac{(\sum y) - (b \cdot \sum x)}{n} \right] = \left[\frac{(0,32) - (2,2685 \times 0,09875)}{6} \right] = 0,016$$

$$\begin{aligned} Y &= bX + a \\ &= 2,2685x + 0,016 \end{aligned}$$

Grafik kurva kalibrasi dari hitungan persamaan regresi linier



Lampiran 2 : Tabel Hasil Pengamatan pada 5 Titik Parkiran Motor UII Tiap 30 Menit

Hari, Tanggal	Lokasi	Waktu	Kecepatan Angin (m/s)				Suhu (Menit)					Tekanan				F1 (L/min)	F2 (L/min)	Nilai Abs
			10	20	30	Rata- rata	10	20	30	Rata- rata	Kelvin	10	20	30	Rata- rata			
Selasa, 04 April 2017	Parkiran motor Fakultas Kedokteran (FK)/rusun awa	09.00 - 09.30	0.2	0	0.3	0.167	27.8	30.6	33.9	30.76	303.77	730.8	730.8	730.8	730.80	1	1.2	0.063
		09.30 - 10.00	0	0	0.5	0.167	34.4	24.8	33.4	30.86	303.87	731.1	731.1	730.8	731.00	1	1	0.065
		10.00 - 10.30	0.1	0	0.5	0.200	30.5	36.9	42.9	36.76	309.77	730.6	730.5	730.5	730.53	1	1	0.092
		10.30 - 11.00	0.1	0	0.1	0.067	31.1	37.3	35.2	34.53	307.53	730.3	730.3	730.1	730.23	1	1	0.088
		11.00 - 11.30	0	0	0	0.000	42.2	33.3	43	39.50	312.50	729.9	729.7	729.8	729.80	1	1	0.038
		11.30 - 12.00	0	0.1	0.2	0.100	33.9	43.1	44.4	40.46	313.47	729.9	729.3	729.2	729.47	1	1	0.049
		12.00 - 12.30	1.6	0.5	0	0.700	35.5	32.5	39.6	35.86	308.87	729	729.6	729.7	729.43	1	1	0.054
		12.30 - 13.00	1	0	0	0.333	45.5	41.1	33.3	39.96	312.97	728.7	728.5	728.3	728.50	1	1	0.055
		13.00 - 13.30	1.1	0	0.1	0.400	33.3	32.7	33.7	33.23	306.23	728.2	728	728.1	728.10	1	1	0.056
		13.30 - 14.00	0.1	1.1	0.1	0.433	32.7	33	33	32.90	305.90	728.1	728	728	728.03	1	1	0.058
		14.00 - 14.30	0.2	0	0	0.067	31	29.3	29.1	29.80	302.80	728.1	728	728	728.03	1	1	0.047
		14.30 - 15.00	0	0.2	0	0.067	29.5	29	29.3	29.26	302.27	728.3	728.1	728	728.13	1	1	0.05
Selasa, 11 April 2017	Parkiran motor D3 ekonomi/Pe rpustakaan	09.00 - 09.30	0	1.3	0.2	0.500	34.3	33.7	33.9	33.96	306.97	730.5	730.5	730.5	730.50	1	1	0.058
		09.30 - 10.00	0.7	0.7	0	0.467	33.9	34.8	34.7	34.46	307.47	730.5	729.8	730.6	730.30	1	1	0.06
		10.00 - 10.30	0	0.3	0	0.100	34.6	34.6	35.3	34.83	307.83	729.7	730.5	730.5	730.23	1	1	0.077
		10.30 - 11.00	0	1.3	0	0.433	34.3	34.2	32.7	33.73	306.73	729.8	729.6	729.7	729.70	1	1	0.075
		11.00 - 11.30	0	0	5.9	1.967	29.5	29.6	36.8	31.96	304.97	729.6	729.6	729.3	729.50	1	1	0.06
		11.30 - 12.00																
		12.00 - 12.30	0.5	0	0.3	0.267	35.2	37.7	34.8	35.90	308.90	728.3	728.2	728.1	728.20	1	1.1	0.125

Hari, Tanggal	Lokasi	Waktu	Kecepatan Angin (m/s)				Suhu (Menit)					Tekanan				F1 (L/min)	F2 (L/min)	Nilai Abs
			10	20	30	Rata- rata	10	20	30	Rata- rata	Kelvin	10	20	30	Rata- rata			
		12.30 - 13.00	2.1	0	0	0.700	33.5	33.7	32.6	33.26	306.27	728	727.9	727.8	727.90	1	1.1	0.112
		13.00 - 13.30	0	0	2.1	0.700	33	32.3	32.1	32.46	305.47	727.6	727.6	727.5	727.57	1	1	0.068
		13.30 - 14.00	0	0	1.1	0.367	32.8	32.8	33.1	32.90	305.90	727.5	727.4	727.3	727.40	1	1	0.05
		14.00 - 14.30	0	0.5	4.3	1.600	32.8	33.3	32.7	32.93	305.93	727.2	727.2	727.2	727.20	1	1	0.072
		14.30 - 15.00	0.5	3	0.7	1.400	31.1	29.8	30.3	30.40	303.40	727.1	727.1	727.1	727.10	1	1	0.055
Selasa, 11 April 2017	Parkiran motor Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetaha n Alam (FMIPA)	09.00 - 09.30	0.1	0	1	0.367	35.3	45.2	46.9	42.47	315.47	729.4	729.4	729.5	729.43	1	1	0.069
		09.30 - 10.00	0	0.3	0.1	0.133	53.5	56.9	54.5	54.97	327.97	729.4	729.3	729.1	729.27	1	1	0.07
		10.00 - 10.30	0.1	0.1	1	0.400	58.6	52.3	56.4	55.77	328.77	729.3	728.9	728.8	729.00	1	1	0.065
		10.30 - 11.00	0	0	0	0.000	58.7	49.9	54.7	54.43	327.43	728.8	728.5	728.3	728.53	1	1	0.04
		11.00 - 11.30	0.2	0.1	0.3	0.200	58.7	45.6	46.3	50.20	323.20	728.5	728.7	728.7	728.63	1	1	0.07
		11.30 - 12.00	0.1	0.1	0	0.067	58.1	42.1	41.4	47.20	320.20	728.6	728.6	728.5	728.57	1	1	0.038
		12.00 - 12.30	0.2	0.1	0.1	0.133	41.4	41.5	42.7	41.87	314.87	728.3	728.3	728.1	728.23	1	1	0.042
		12.30 - 13.00	1	1.2	1.1	1.100	42.5	45.2	45.7	44.47	317.47	728.1	728.9	728.8	728.60	1	1	0.043
		13.00 - 13.30	0	0.1	0.2	0.100	45.5	45.7	47.1	46.10	319.10	728.6	728.5	728.4	728.50	1	1	0.049
		13.30 - 14.00	0	0.4	0	0.133	48.5	48.3	40.1	45.63	318.63	728.5	728.5	726.2	727.73	1	1	0.049
		14.00 - 14.30	0	0	0	0.000	35.2	35.3	35.1	35.20	308.20	726.1	726	726	726.03	1	1	0.045
		14.30 - 15.00	0.3	0	0.1	0.133	35.5	35.4	35.2	35.37	308.37	726.3	726.1	726.1	726.17	1	1	0.047
Selasa, 18 April 2017	Parkiran motor Fakultas Psikologi dan Ilmu	09.00 - 09.30	0.1	0	0	0.033	28.2	27.4	27.2	27.60	300.60	730.8	730.9	730.6	730.77	1	1.1	0.049
		09.30 - 10.00	0	0	1.2	0.400	27.8	28.4	28.5	28.23	301.23	730.9	730.6	730.5	730.67	1	1	0.036
		10.00 - 10.30	1.3	1.2	0	0.833	28.3	28.3	28.7	28.43	301.43	730.5	730.4	730.2	730.37	1	1	0.066
		10.30 - 11.00	0	0	0	0.000	28.8	29.4	29.6	29.27	302.27	730.2	730.1	730	730.10	1	1	0.07

Hari, Tanggal	Lokasi	Waktu	Kecepatan Angin (m/s)				Suhu (Menit)					Tekanan				F1 (L/min)	F2 (L/min)	Nilai Abs
			10	20	30	Rata-rata	10	20	30	Rata-rata	Kelvin	10	20	30	Rata-rata			
	Sosial Budaya (FPSB)	11.00 - 11.30	0.1	0	0	0.033	28.7	28.9	29	28.87	301.87	729.8	729.7	729.5	729.67	1	1	0.05
		11.30 - 12.00	0	0	0	0.000	28.7	29.2	35.3	31.07	304.07	729.3	729.9	729.3	729.50	1	1	0.063
		12.00 - 12.30	1	0.7	0	0.567	34.1	31	30.3	31.80	304.80	729.2	729.1	729	729.10	1	1	0.062
		12.30 - 13.00	0	1	1.3	0.767	31	36.3	36	34.43	307.43	729	728.4	728.5	728.63	1	1	0.061
		13.00 - 13.30	0	0.1	0	0.033	37.3	34.5	32.1	34.63	307.63	728.5	728.3	728.4	728.40	1	1	0.065
		13.30 - 14.00	0	0	0	0.000	31.3	29.5	29.1	29.95	302.95	728.1	728.3	728.3	728.23	1	1	0.072
		14.00 - 14.30	0	0.3	0.2	0.167	28.4	27.5	26.9	27.60	300.60	728	728.1	728.2	728.10	1	1	0.077
		14.30 - 15.00	0.3	0	0	0.100	26.9	26.7	26.4	26.67	299.67	728.4	728.4	728.5	728.43	1	1	0.071
Selasa, 18 April 2017	Parkiran motor Fakultas Teknologi Industri (FTI) atau Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan (FTSP)	09.00 - 09.30	0	0	0.7	0.233	30.7	30.3	34.4	31.80	304.80	730.8	730.9	730.6	730.77	1	1.2	0.062
		09.30 - 10.00	0	0	0	0.000	39.4	34.3	33.8	35.83	308.83	730.9	730.6	730.5	730.67	1	1	0.057
		10.00 - 10.30	0	0	0	0.000	34.5	37.1	34.8	35.47	308.47	730.5	730.4	730.2	730.37	1	1	0.06
		10.30 - 11.00	0	0	0	0.000	39.1	39.1	35.2	37.80	310.80	730.2	730.1	730	730.10	1	1	0.054
		11.00 - 11.30	0	0	0	0.000	34.9	33.9	32.4	33.73	306.73	729.8	729.7	729.5	729.67	1	1	0.064
		11.30 - 12.00	0	0.1	0	0.033	34.2	35.6	34.6	34.80	307.80	729.3	729.9	729.3	729.50	1	1	0.103
		12.00 - 12.30	0	0	0	0.000	34.5	33.6	34	34.03	307.03	729.2	729.1	729	729.10	1	1	0.065
		12.30 - 13.00	0	0	0	0.000	34.7	36.2	36	35.63	308.63	729	728.4	728.5	728.63	1	1	0.071
		13.00 - 13.30	0	0	0	0.000	33.7	33.3	32.3	33.10	306.10	728.5	728.3	728.4	728.40	1	1	0.078
		13.30 - 14.00	0	0	0	0.000	31.2	30.6	29.9	30.57	303.57	728.1	728.3	728.3	728.23	1	1	0.067
		14.00 - 14.30	0	0	0	0.000	28.5	27.7	27.6	27.93	300.93	728	728.1	728.2	728.10	1	1	0.069
		14.30 - 15.00	0	0	0	0.000	27	27.2	26.3	26.83	299.83	728.4	728.4	728.5	728.43	1	1	0.075

Lampiran 3: Tabel Hitungan Konsentrasi Ozon

Hari, Tanggal	Lokasi	Waktu	Nilai Absorbansi (y)	Nilai Kurva Kalibrasi		F1 (L/min)	F2 (L/min)	t (min)	Pa (mmHg)	Ta (°C)	Ta (°K)	Temperatur kondisi normal (K)	Tekanan kondisi normal 1 atm (mmHg)	V (L)	a (µg)	C (µg/N m³)
				a	b											
Selasa, 04 April 2017	Parkiran Motor Fakultas Kedokteran (FK) atau Rusunawa Putri	09.00 - 09.30	0.063	0.016	2.2685	1	1.2	30	730.800	30.77	303.77	298	760	31.130	0.021	0.666
		09.30 - 10.00	0.065			1	1		731.000	30.87	303.87			28.298	0.022	0.763
		10.00 - 10.30	0.092			1	1		730.533	36.77	309.77			27.741	0.034	1.208
		10.30 - 11.00	0.088			1	1		730.233	34.53	307.53			27.931	0.032	1.136
		11.00 - 11.30	0.038			1	1		729.800	39.50	312.50			27.471	0.010	0.353
		11.30 - 12.00	0.049			1	1		729.467	40.47	313.47			27.374	0.015	0.531
		12.00 - 12.30	0.054			1	1		729.433	35.87	308.87			27.780	0.017	0.603
		12.30 - 13.00	0.055			1	1		728.500	39.97	312.97			27.381	0.017	0.628
		13.00 - 13.30	0.056			1	1		728.100	33.23	306.23			27.968	0.018	0.631
		13.30 - 14.00	0.058			1	1		728.033	32.90	305.90			27.996	0.019	0.661
		14.00 - 14.30	0.047			1	1		728.033	29.80	302.80			28.283	0.014	0.483
		14.30 - 15.00	0.05			1	1		728.133	29.27	302.27			28.336	0.015	0.529
Selasa, 11 April 2017	Parkiran Motor Fakultas D3 Ekonomi atau Perpustakaan Pusat UII	09.00 - 09.30	0.058			1	1		730.500	33.97	306.97			27.993	0.019	0.661
		09.30 - 10.00	0.06			1	1		730.300	34.47	307.47			27.940	0.019	0.694
		10.00 - 10.30	0.077			1	1		730.233	34.83	307.83			27.904	0.027	0.964
		10.30 - 11.00	0.075			1	1		729.700	33.73	306.73			27.984	0.026	0.929
		11.00 - 11.30	0.06			1	1		729.500	31.97	304.97			28.138	0.019	0.689
		11.30 - 12.00														
		12.00 - 12.30	0.125			1	1.1		728.200	35.90	308.90			29.117	0.048	1.650

Hari, Tanggal	Lokasi	Waktu	Nilai Absorbansi (y)	Nilai Kurva Kalibrasi		F1 (L/min)	F2 (L/min)	t (min)	Pa (mmHg)	Ta (°C)	Ta (°K)	Temperatur kondisi normal (K)	Tekanan kondisi normal 1 atm (mmHg)	V (L)	a (µg)	C (µg/N m³)
				a	b											
		12.30 - 13.00	0.112			1	1.1		727.900	33.27	306.27			29.355	0.042	1.442
		13.00 - 13.30	0.068			1	1		727.567	32.47	305.47			28.018	0.023	0.818
		13.30 - 14.00	0.05			1	1		727.400	32.90	305.90			27.972	0.015	0.536
		14.00 - 14.30	0.072			1	1		727.200	32.93	305.93			27.961	0.025	0.883
		14.30 - 15.00	0.055			1	1		727.100	30.40	303.40			28.190	0.017	0.610
Selasa, 11 April 2017	Parkiran motor Fakultas Matemati ka dan Ilmu Pengetah uan Alam (FMIPA)	09.00 - 09.30	0.069			1	1		729.433	42.47	315.47			27.199	0.023	0.859
		09.30 - 10.00	0.07			1	1		729.267	54.97	327.97			26.157	0.024	0.910
		10.00 - 10.30	0.065			1	1		729.000	55.77	328.77			26.083	0.022	0.828
		10.30 - 11.00	0.04			1	1		728.533	54.43	327.43			26.173	0.011	0.404
		11.00 - 11.30	0.07			1	1		728.633	50.20	323.20			26.519	0.024	0.898
		11.30 - 12.00	0.038			1	1		728.567	47.20	320.20			26.765	0.010	0.362
		12.00 - 12.30	0.042			1	1		728.233	41.87	314.87			27.206	0.011	0.421
		12.30 - 13.00	0.043			1	1		728.600	44.47	317.47			26.997	0.012	0.441
		13.00 - 13.30	0.049			1	1		728.500	46.10	319.10			26.855	0.015	0.542
		13.30 - 14.00	0.049			1	1		727.733	45.63	318.63			26.866	0.015	0.542
		14.00 - 14.30	0.045			1	1		726.033	35.20	308.20			27.711	0.013	0.461
		14.30 - 15.00	0.047			1	1		726.167	35.37	308.37			27.701	0.014	0.493
Selasa, 18 April 2017	Parkiran motor Fakultas Psikologi	09.00 - 09.30	0.049			1	1.1		730.767	27.60	300.60			30.026	0.015	0.485
		09.30 - 10.00	0.036			1	1		730.667	28.23	301.23			28.533	0.009	0.309
		10.00 - 10.30	0.066			1	1		730.367	28.43	301.43			28.502	0.022	0.773

Hari, Tanggal	Lokasi	Waktu	Nilai Absorbansi (y)	Nilai Kurva Kalibrasi		F1 (L/min)	F2 (L/min)	t (min)	Pa (mmHg)	Ta (°C)	Ta (°K)	Temperatur kondisi normal (K)	Tekanan kondisi normal 1 atm (mmHg)	V (L)	a (µg)	C (µg/N m³)
				a	b											
	dan Ilmu Sosial Budaya (FPSB)	10.30 - 11.00	0.07			1	1		730.100	29.27	302.27			28.413	0.024	0.838
		11.00 - 11.30	0.05			1	1		729.667	28.87	301.87			28.434	0.015	0.527
		11.30 - 12.00	0.063			1	1		729.500	31.07	304.07			28.222	0.021	0.734
		12.00 - 12.30	0.062			1	1		729.100	31.80	304.80			28.138	0.020	0.721
		12.30 - 13.00	0.061			1	1		728.633	34.43	307.43			27.879	0.020	0.712
		13.00 - 13.30	0.065			1	1		728.400	34.63	307.63			27.852	0.022	0.776
		13.30 - 14.00	0.072			1	1		728.233	29.95	302.95			28.276	0.025	0.873
		14.00 - 14.30	0.077			1	1		728.100	27.60	300.60			28.492	0.027	0.944
		14.30 - 15.00	0.071			1	1		728.433	26.67	299.67			28.594	0.024	0.848
Selasa, 18 April 2017	Parkiran motor Fakultas Teknolog i Industri (FTI) atau Fakultas Teknik Sipil dan Perencan aan (FTSP)	09.00 - 09.30	0.062			1	1.2		730.767	31.80	304.80			31.023	0.020	0.654
		09.30 - 10.00	0.057			1	1		730.667	35.83	308.83			27.830	0.018	0.649
		10.00 - 10.30	0.06			1	1		730.367	35.47	308.47			27.852	0.019	0.696
		10.30 - 11.00	0.054			1	1		730.100	37.80	310.80			27.633	0.017	0.606
		11.00 - 11.30	0.064			1	1		729.667	33.73	306.73			27.983	0.021	0.756
		11.30 - 12.00	0.103			1	1		729.500	34.80	307.80			27.879	0.038	1.376
		12.00 - 12.30	0.065			1	1		729.100	34.03	307.03			27.934	0.022	0.773
		12.30 - 13.00	0.071			1	1		728.633	35.63	308.63			27.771	0.024	0.873
		13.00 - 13.30	0.078			1	1		728.400	33.10	306.10			27.992	0.027	0.976
		13.30 - 14.00	0.067			1	1		728.233	30.57	303.57			28.219	0.022	0.797
		14.00 - 14.30	0.069			1	1		728.100	27.93	300.93			28.461	0.023	0.821
		14.30 - 15.00	0.075			1	1		728.433	26.83	299.83			28.578	0.026	0.910

Lampiran 4: Contoh Perhitungan Konsentrasi Ozon di Parkiran Motor UII

Contoh Perhitungan Konsentrasi Ozon di Parkiran Motor Fakultas Kedokteran atau Rusunawa Putri pada jam 09.00-09.30 yaitu

- a. Volum contoh uji udara yang diambil

Data yang diperoleh yaitu : $F_1 = 1$ L/menit

$$F_2 = 1,2 \text{ L/menit}$$

$$t = 30 \text{ menit}$$

$$P_a = 730,800 \text{ mmHg}$$

$$T_a = 303,77 \text{ K}$$

Dengan rumus volum contoh uji udara diambil didapatkan nilai sebesar:

$$\begin{aligned} V &= \frac{F_1 + F_2}{2} \times t \times \frac{P_a}{T_a} \times \frac{298}{760} \\ &= \frac{1 + 1,2}{2} \times 30 \times \frac{730,800}{303,77} \times \frac{298}{760} = 31,130 \text{ Liter} \end{aligned}$$

- b. Konsentrasi oksidan di udara ambien

$$C = \frac{a}{V} \times 1000$$

Nilai a merupakan jumlah oksidan dari contoh uji berdasarkan kurva kalibrasi dapat diperoleh dengan persamaan regresi linier menggunakan nilai absorbansi pada jam 09.00-09.30 yaitu 0,063 A maka diperoleh:

$$y = bX + a$$

$$0,063 = 2,2685X + 0,016$$

$$X = 0,021 \mu\text{g}$$

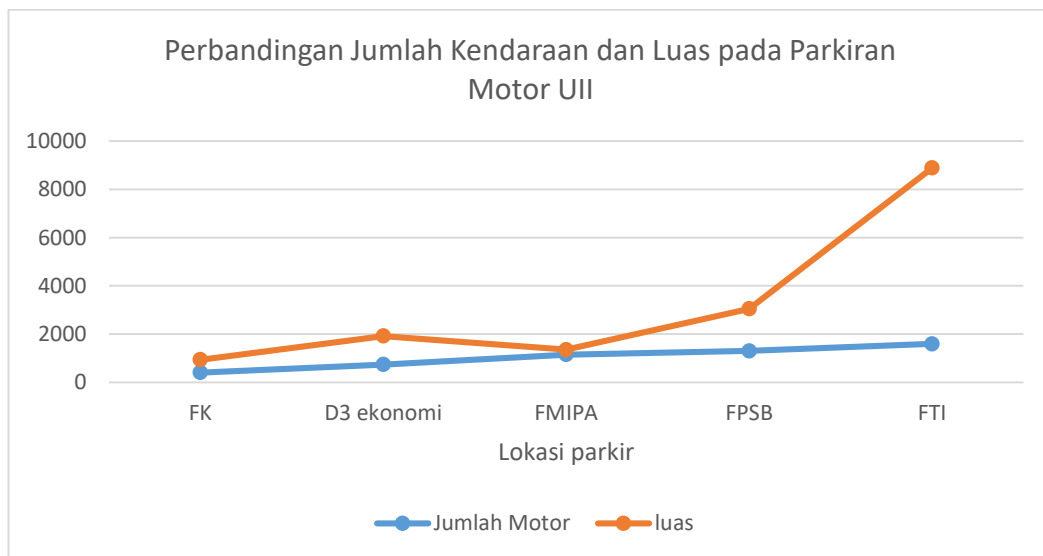
Dengan diperolehnya nilai x atau a sebesar 0,021 μg dan nilai v sebesar 31,130 liter dapat dihitung konsentrasi oksidan di udara ambien sebagai berikut :

$$C = \frac{a}{V} \times 1000$$

$$\begin{aligned} C &= \frac{0,021 \mu\text{g}}{31,130 \text{ liter}} \times 1000 \\ &= 0,666 \mu\text{g/Nm}^3 \end{aligned}$$

Lampiran 5: Tabel Data Jumlah Kendaraan Motor dan Luas Parkiran Motor UII

Tanggal	Lokasi Parkir	Jumlah Motor	Luas (m ²)	length (m)	width (m)	H (m)
Selasa, 04 April 2017	FK	409	939.52	62.22	15.1	20
Selasa, 11 April 2017	D3 ekonomi	738	1922.34	73.54	26.14	
Selasa, 11 April 2017	FMIPA	1152	1354.90	38.22	35.45	
Selasa, 18 April 2017	FPSB	1302	3044.83	65.82	46.26	
Selasa, 18 April 2017	FTI	1591	8889.68	107.95	82.35	



Lampiran 6: Tabel Hasil Pengamatan pada 5 Titik Parkiran Motor UII Tiap 1 Jam

Hari, Tanggal	Lokasi	Waktu (jam)	C ($\mu\text{g}/\text{Nm}^3$)	Kec angin (m/s)	Kec. Angin (m/jam)	Ta (°K) per 1 jam
Selasa, 04 April 2017	Parkiran motor Fakultas Kedokteran (FK)/rusunawa	09.00 - 10.00	0.714	0.167	601.20	303.817
		10.00 - 11.00	1.172	0.133	478.80	308.650
		11.00 - 12.00	0.442	0.050	180.00	312.983
		12.00 - 13.00	0.615	0.517	1861.20	310.917
		13.00 - 14.00	0.646	0.417	1501.20	306.067
		14.00 - 15.00	0.506	0.067	241.20	302.533
Selasa, 11 April 2017	Parkiran motor Fakultas D3 ekonomi/Perpustakaan	09.00 - 10.00	0.678	0.483	1738.80	307.217
		10.00 - 11.00	0.947	0.267	961.20	307.283
		11.00 - 12.00	0.689	1.967	7081.20	304.967
		12.00 - 13.00	1.546	0.483	1738.80	307.583
		13.00 - 14.00	0.677	0.533	1919.88	305.683
		14.00 - 15.00	0.746	1.500	5400.00	304.667
Selasa, 11 April 2017	Parkiran motor Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FMIPA)	09.00 - 10.00	0.885	0.250	900.00	321.717
		10.00 - 11.00	0.616	0.200	720.00	328.100
		11.00 - 12.00	0.630	0.133	478.80	321.700
		12.00 - 13.00	0.431	0.617	2221.20	316.167
		13.00 - 14.00	0.542	0.117	421.20	318.867
		14.00 - 15.00	0.477	0.067	241.20	308.283
Selasa, 18 April 2017	Parkiran motor Fakultas Psikologi dan Ilmu Sosial Budaya (FPSB)	09.00 - 10.00	0.397	0.217	781.20	300.917
		10.00 - 11.00	0.806	0.417	1501.20	301.850
		11.00 - 12.00	0.631	0.017	61.20	302.967
		12.00 - 13.00	0.716	0.667	2401.20	306.117
		13.00 - 14.00	0.824	0.017	61.20	305.292
		14.00 - 15.00	0.896	0.133	478.80	300.133
Selasa, 18 April 2017	Parkiran motor Fakultas Teknologi Industri (FTI) atau Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan (FTSP)	09.00 - 10.00	0.652	0.117	421.20	306.817
		10.00 - 11.00	0.651	0.000	0.00	309.633
		11.00 - 12.00	1.066	0.017	61.20	307.267
		12.00 - 13.00	0.823	0.000	0.00	307.833
		13.00 - 14.00	0.887	0.000	0.00	304.833
		14.00 - 15.00	0.866	0.000	0.00	300.383

Lampiran 7: Tabel Koefisien Korelasi

Hari, Tanggal	Lokasi	Waktu (jam)	Kec. Angin (m/jam)	Ta (°K)	Pa (mmHg)	C (µg/Nm³)
			(x)	(x)	(x)	(y)
Selasa, 04 April 2017	Parkiran motor Fakultas Kedokteran (FK)/rusunawa	09.00 - 10.00	601.2	303.817	730.9	0.714
		10.00 - 11.00	478.8	308.65	730.383	1.172
		11.00 - 12.00	180	312.983	729.633	0.442
		12.00 - 13.00	1861.2	310.917	728.967	0.615
		13.00 - 14.00	1501.2	306.067	728.067	0.646
		14.00 - 15.00	241.2	302.533	728.083	0.506
Rata-rata			810.6	307.4945	729.3388	0.6825
Selasa, 11 April 2017	Parkiran motor Fakultas D3 ekonomi/Perpustakaan	09.00 - 10.00	1738.8	307.217	730.4	0.678
		10.00 - 11.00	961.2	307.283	729.967	0.947
		11.00 - 12.00	7081.2	304.967	729.5	0.689
		12.00 - 13.00	1738.8	307.583	728.05	1.546
		13.00 - 14.00	1919.88	305.683	727.483	0.677
		14.00 - 15.00	5400	304.667	727.15	0.746
Rata-rata			3139.98	306.2333	728.7583	0.8805
Selasa, 11 April 2017	Parkiran motor Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FMIPA)	09.00 - 10.00	900	321.717	729.35	0.885
		10.00 - 11.00	720	328.1	728.767	0.616
		11.00 - 12.00	478.8	321.7	728.6	0.63
		12.00 - 13.00	2221.2	316.167	728.417	0.431
		13.00 - 14.00	421.2	318.867	728.117	0.542
		14.00 - 15.00	241.2	308.283	726.1	0.477
Rata-rata			830.4	319.139	728.2252	0.59683333
Selasa, 18 April 2017	Parkiran motor Fakultas Psikologi dan Ilmu Sosial Budaya (FPSB)	09.00 - 10.00	781.2	300.917	730.717	0.397
		10.00 - 11.00	1501.2	301.85	730.233	0.806
		11.00 - 12.00	61.2	302.967	729.583	0.631
		12.00 - 13.00	2401.2	306.117	728.867	0.716
		13.00 - 14.00	61.2	305.292	728.317	0.824
		14.00 - 15.00	478.8	300.133	728.267	0.896
Rata-rata			880.8	302.8793	729.3307	0.71166667
Selasa, 18 April 2017	Parkiran motor Fakultas Teknologi Industri (FTI) atau Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan (FTSP)	09.00 - 10.00	421.2	306.817	730.717	0.652
		10.00 - 11.00	0	309.633	730.233	0.651
		11.00 - 12.00	61.2	307.267	729.583	1.066
		12.00 - 13.00	0	307.833	728.867	0.823
		13.00 - 14.00	0	304.833	728.317	0.887
		14.00 - 15.00	0	300.383	728.267	0.866
Rata-rata			80.4	306.1277	729.3307	0.82416667

Lampiran 8: Tabel Hasil Korelasi Konsentrasi Ozon dengan Kecepatan Angin, Temperatur, Tekanan Udara

korelasi kec angin	titik 1	-0.014	korelasi linier negatif sangat lemah
	titik 2	-0.378	Korelasi linier negatif cukup
	titik 3	-0.227	korelasi linier negatif sangat lemah
	titik 4	-0.004	korelasi linier negatif sangat lemah
	titik 5	-0.435	Korelasi linier negatif cukup
korelasi temperatur	titik 1	-0.033	korelasi linier negatif sangat lemah
	titik 2	0.607	Korelasi searah linier positif kuat/erat
	titik 3	0.526	Korelasi searah linier positif kuat/erat
	titik 4	0.136	Korelasi searah linier positif sangat lemah
	titik 5	-0.306	Korelasi linier negatif cukup
korelasi tekanan	titik 1	0.513	Korelasi searah linier positif kuat/erat
	titik 2	-0.166	Korelasi linier negatif sangat lemah
	titik 3	0.640	Korelasi searah linier positif kuat/erat
	titik 4	-0.749	Korelasi linier negatif sangat kuat
	titik 5	-0.552	Korelasi linier negatif kuat

Koefisien korelasi ialah pengukuran asosiasi antara dua variabel. Besarnya koefisien korelasi berkisar antara +1 sampai dengan -1. Koefisien korelasi menunjukkan kekuatan (*strength*) hubungan linier dan arah hubungan dua variabel acak. Jika koefisien korelasi positif, maka kedua variabel mempunyai hubungan searah artinya jika nilai variabel X tinggi, maka nilai variabel Y akan tinggi pula. Sebaliknya, jika koefisien korelasi negatif, maka kedua variabel mempunyai hubungan terbalik yang artinya jika nilai variabel X tinggi, maka nilai variabel Y akan menjadi rendah (dan sebaliknya). Untuk memudahkan melakukan interpretasi mengenai kekuatan hubungan antara dua variabel, berikut nilai kriteria variabel (Sarwono, 2006) :

- 0 : Tidak ada korelasi antara dua variabel
- $>0 - 0,25$: Korelasi sangat lemah
- $>0,25 - 0,5$: Korelasi cukup
- $>0,5 - 0,75$: Korelasi kuat
- $>0,75 - 0,99$: Korelasi sangat kuat
- 1 : Korelasi sempurna

Pola / Bentuk Hubungan antara 2 Variabel :

1. Korelasi Linear Positif (+1)

Apabila Nilai Koefisien Korelasi mendekati +1 (positif Satu) berarti pasangan data Variabel X dan Variabel Y memiliki Korelasi Linear Positif yang kuat/erat.

2. Korelasi Linear Negatif (-1)

Apabila Nilai Koefisien Korelasi mendekati -1 (Negatif Satu) maka hal ini menunjukkan pasangan data Variabel X dan Variabel Y memiliki Korelasi Linear Negatif yang kuat/erat.

3. Tidak Berkorelasi (0)

Apabila Nilai Koefisien Korelasi mendekati 0 (Nol) berarti pasangan data Variabel X dan Variabel Y memiliki korelasi yang sangat lemah atau berkemungkinan tidak berkorelasi.

Lampiran 9: Tabel Hasil Pengamatan pada 5 Titik Parkiran Motor UII Tiap 1 Jam

Contoh perhitungan korelasi antara tekanan dan konsentrasi di Titik 1 atau Parkiran Motor Fakultas Kedokteran

Diketahui:

$$n = 6$$

x_i = tekanan

y_i = konsentrasi

$$\bar{x} = 810,6$$

$$\bar{y} = 0,6825$$

- Mencari standar Deviasi

$$Sx = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum (x - \bar{x})^2}$$

$$Sy = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum (y - \bar{y})^2}$$

$$Sx = \sqrt{\frac{1}{5} 2456501,04}$$

$$Sy = \sqrt{\frac{1}{6-1} 0,3355}$$

$$Sx = 700,93$$

$$Sy = 0,259$$

- Mencari Koefisien Korelasi

$$rk = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n \left(\frac{x_i - \bar{x}}{Sx} \right) \left(\frac{y_i - \bar{y}}{Sy} \right)$$

$$rk = \frac{1}{6-1} \sum_{i=1}^n \left(\frac{x_i - 810,6}{700,93} \right) \left(\frac{y_i - 0,6825}{0,259} \right)$$

$$rk = \frac{1}{5} (-0,071)$$

$$rk = -0,014$$

Hasil perhitungan tersebut menunjukkan bahwa ada korelasi linier negatif sangat lemah antara tekanan dengan konsentrasi ozon pada titik pengamatan pertama.

Lampiran 10: Tabel Pemodelan Fixed Model dengan menggunakan neraca massa dan laju reaksi

Hari, Tanggal	Lokasi	Waktu (jam)	waktu	C_{lap}	kf	kd	Q	v	Cp
Selasa, 04 April 2017	Parkiran motor Fakultas Kedokteran (FK)/rusunawa	09.00 - 10.00	0	0.714				18790.44	
		10.00 - 11.00	1	1.172	159	126.7958	595818.7		1.172
		11.00 - 12.00	2	0.442	159	148.2524	223992		0.442
		12.00 - 13.00	3	0.615	159	36.98932	2316077		0.615
		13.00 - 14.00	4	0.646	159	61.06913	1868093		0.646
		14.00 - 15.00	5	0.506	159	144.9804	300149.3		0.506
Selasa, 11 April 2017	Parkiran motor Fakultas D3 ekonomi/Perpustakaan	09.00 - 10.00	0	0.678					
		10.00 - 11.00	1	0.947	159	95.00948	1196117		0.947
		11.00 - 12.00	2	0.689	469	0.723497	8811845		0.689
		12.00 - 13.00	3	1.546	159	44.12185	2163763		1.546
		13.00 - 14.00	4	0.677	159	33.24305	2389099		0.677
		14.00 - 15.00	5	0.746	469	112.8978	6719760		0.746
Selasa, 11 April 2017	Parkiran motor Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FMIPA)	09.00 - 10.00	0	0.885					
		10.00 - 11.00	1	0.616	159	111.6803	895968		0.616
		11.00 - 12.00	2	0.630	159	128.3254	595818.7		0.630
		12.00 - 13.00	3	0.431	159	13.71773	2764061		0.431
		13.00 - 14.00	4	0.542	159	132.9843	524141.3		0.542
		14.00 - 15.00	5	0.477	159	145.2541	300149.3		0.477
Selasa, 18 April 2017	Parkiran motor Fakultas Psikologi dan Ilmu Sosial Budaya (FPSB)	09.00 - 10.00	0	0.397					
		10.00 - 11.00	1	0.806	159	58.87459	1868093		0.806
		11.00 - 12.00	2	0.631	159	155.8853	76157.28		0.631
		12.00 - 13.00	3	0.716	159	0.951187	2988053		0.716
		13.00 - 14.00	4	0.824	159	156.1932	76157.28		0.824
		14.00 - 15.00	5	0.896	159	128.8172	595818.7		0.896
Selasa, 18 April 2017	Parkiran motor Fakultas Teknologi Industri (FTI) atau Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan (FTSP)	09.00 - 10.00	0	0.652					
		10.00 - 11.00	1	0.651	159	159.0413	0		0.651
		11.00 - 12.00	2	1.066	159	155.1884	76157.28		1.066
		12.00 - 13.00	3	0.823	159	159.9055	0		0.823
		13.00 - 14.00	4	0.887	159	160.1183	0		0.887
		14.00 - 15.00	5	0.866	159	160.3655	0		0.866

Lampiran 11: Contoh Perhitungan Pemodelan Fixed Model dengan Menggunakan Neraca Massa dan Laju Reaksi

Konsentrasi O_3 diasumsikan dalam keadaan *unsteady state* yang merupakan terdapat perubahan konsentrasi yang dipengaruhi oleh perubahan waktu. Konsentrasi ozon diasumsikan pada keadaan *complete mixing* atau pencampuran sempurna dan berada pada orde 1. Sehingga reaksi pembentukan persamaan yang terjadi sebagai berikut:

Laju akumulasi = input + output $\pm$ reaksi (Schnoor,1996)

$$V \frac{dc}{dt} = (Q \times C_{in}) - (Q \times C_{out}) + (r_f \times V) - (r_d \times V)$$

$$V \frac{dc}{dt} = 0 - (Q \times C_{out}) + V (r_f - r_d)$$

$$\frac{dc}{dt} = - \frac{Q}{V} \times C_{out} + \frac{V}{V} (r_f - r_d)$$

$$\frac{dc}{dt} = - \frac{Q}{V} \times C_{out} + (r_f - r_d)$$

$$\frac{dc}{dt} = r_f - r_d - \frac{Q}{V} \times C_{out}$$

$$\frac{dc}{dt} = k_f \times C - k_d \times C - \frac{Q}{V} \times C_{out}$$

$$\frac{dc}{dt} = C (k_f - k_d - \frac{Q}{V})$$

$$\int_c^c \frac{dc}{dt} = [k_f - k_d - \frac{Q}{V}] \int_0^{t=kp} dt$$

$$\ln C \Big|_{C_0}^{C_p} = [k_f - k_d - \frac{Q}{V}] \times t$$

$$\ln C_p - C_0 = [k_f - k_d - \frac{Q}{V}] \times t$$

$$\ln \left(\frac{C_p}{C_0} \right) = (k_f - k_d - \frac{Q}{V}) \times t$$

$$\left(\frac{C_p}{C_0} \right) = \exp (k_f - k_d - \frac{Q}{V}) \times t$$

$$C_p = C_0 \exp (k_f - k_d - \frac{Q}{V}) \times t \dots\dots\dots (3.4)$$

Keterangan : Q = debit polutan (m^3/jam);

C_{in} = Konsentrasi udara yang masuk ($\mu\text{g}/\text{Nm}^3$);

C_{out} = Konsentrasi udara yang keluar ($\mu\text{g}/\text{Nm}^3$);

C_0 = Konsentrasi ozon sampling pada jam ke 0 ($\mu\text{g}/\text{Nm}^3$);

C_p = Konsentrasi ozon pemodelan ($\mu\text{g}/\text{Nm}^3$);

V = volume box (m^3);

r_f = Laju reaksi formasi/pembentukan

r_d = Laju reaksi disosiasi/penguraian

k_f = Konstanta pembentukan (jam^{-1});

k_d = Konstanta disosiasi (jam^{-1}).

Nilai Q merupakan debit perkalian luas wilayah dengan kecepatan angin.
Pada pemodelan dapat ditentukan menggunakan persamaan :

$$Q = L \times H \times u \dots\dots\dots (3.5)$$

Keterangan : Q = debit polutan (m^3/jam);

L = Panjang area (m);

H = Tinggi area (m);

u = kecepatan angin (m/jam).

Nilai *volume box* pada pemodelan yang merupakan volume area sampling dapat ditentukan menggunakan persamaan :

$$V = L \times W \times H \dots\dots\dots (3.6)$$

Keterangan : V = volume box (m^3);

L = Panjang area (m);

W = Lebar area (m);

H = Tinggi area (m).

Contoh Perhitungan Konsentrasi Ozon di Parkiran Motor Fakultas Kedokteran atau Rusunawa Putri pada jam 10.00-11.00 yaitu:

Data C_{lap} merupakan nilai rata-rata konsentrasi ozon selama 1 jam yang telah diketahui dari hasil perhitungan seperti yang tertera pada **Lampiran 4**. Untuk data panjang, lebar dan tinggi *box model* dapat dilihat pada **Lampiran 5**, sedangkan nilai kecepatan angin dan temperatur udara yang digunakan dapat dilihat pada **Lampiran 6**. Berikut merupakan contoh perhitungan pemodelan yang digunakan:

1. Nilai Q

$$\begin{aligned} Q &= L \times H \times u \\ &= 62,22 \text{ m} \times 20 \text{ m} \times 478,80 \text{ m/jam} \\ &= 595818,72 \text{ m}^3/\text{jam} \end{aligned}$$

2. Nilai V

$$\begin{aligned} V &= L \times W \times H \\ &= 62,22 \text{ m} \times 15,1 \text{ m} \times 20 \text{ m} \\ &= 18790,44 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

3. Nilai Kf

Nilai k_f merupakan nilai konstanta formasi atau konstanta laju pembentukan. Nilai ketetapan konstanta laju pembentukan yang digunakan yaitu 159 jam^{-1} .

4. Nilai Kd

Nilai k_d merupakan nilai konstanta disosiasi atau konstanta laju penguraian. Nilai k_d diperoleh dengan melakukan *trial-error* melalui pendekatan konsentrasi sampling harus bernilai sama dengan nilai konsentrasi pemodelan sesuai rumus berikut:

$$C_p = C_0 \exp \left(k_f - k_d - \frac{Q}{V} \right) \times t$$

Nilai k_d pada parkir motor Fakultas Kedokteran atau Rusunawa Putri pada jam 10.00-11.00 yaitu $126,796 \text{ jam}^{-1}$.

5. Konsentrasi Ozon pemodelan

$$\begin{aligned}
 C_p &= C_0 \exp \left(k_f - k_d - \frac{Q}{V} \right) \times t \\
 &= 0,714 \mu\text{g}/\text{Nm}^3 \exp \left(159 \text{ jam}^{-1} - 126,796 \text{ jam}^{-1} - \right. \\
 &\quad \left. \frac{595819,72 \text{ m}^3/\text{jam}}{18790,4 \text{ m}^3} \right) \times 1 \\
 &= 1,172 \mu\text{g}/\text{Nm}^3
 \end{aligned}$$