

**TUGAS AKHIR - RE 184804**

**KAJIAN PENURUNAN EMISI KARBON DIOKSIDA (CO<sub>2</sub>)  
DENGAN PROGRAM *CAR FREE DAY* DI JALAN RAYA  
DARMO SURABAYA**

**MIRZA NUR MUFLIHIN**  
NRP. 0321184000060

Dosen Pembimbing  
**Prof. Ir. Joni Hermana, M.Sc.ES., Ph.D**  
NIP. 19600618 198803 1 002

**DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL, PERENCANAAN DAN KEBUMIHAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA  
2022**





**TUGAS AKHIR - RE 184804**

**KAJIAN PENURUNAN EMISI KARBON DIOKSIDA (CO<sub>2</sub>)  
DENGAN PROGRAM *CAR FREE DAY* DI JALAN RAYA  
DARMO SURABAYA**

**MIRZA NUR MUFLIHIN**  
NRP. 03211840000060

Dosen Pembimbing  
**Prof. Ir. Joni Hermana, M.Sc.ES., Ph.D**  
NIP. 19600618 198803 1 002

**DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN**  
Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan, dan Kebumihan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya  
2022





**FINAL PROJECT - RE 184804**

**STUDY OF EMISSION REDUCTION CARBON DIOXIDE  
(CO<sub>2</sub>) WITH CAR FREE DAY PROGRAM ON RAYA DARMO  
STREET SURABAYA**

**MIRZA NUR MUFLIHIN**  
NRP. 03211840000060

Advidor  
**Prof. Ir. Joni Hermana, M.Sc.ES., Ph.D**  
NIP. 19600618 198803 1 002

**DEPARTMENT ENVIRONMENTAL ENGINEERING**  
Faculty of Civil, Planning, and Geo Engineering  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya  
2022



## LEMBAR PENGESAHAN

### KAJIAN PENURUNAN EMISI KARBON DIOKSIDA (CO<sub>2</sub>) DENGAN PROGRAM CAR FREE DAY DI JALAN RAYA DARMO SURABAYA

#### TUGAS AKHIR

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat  
memperoleh gelar Sarjana Teknik pada  
Program Studi S-1 Departemen Teknik Lingkungan  
Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan, dan Kebumihan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh : **MIRZA NUR MUFLIHIN**

NRP. 0321184000060

Disetujui oleh Tim Penguji Tugas Akhir :

1. Prof. Ir. Joni Hermana, M.Sc.ES., Ph.D

  
Pembimbing

2. Dr Abdu Fadli Assomadi, S.Si., M.T

  
Penguji

3. Dr. Eng. Arie Dipareza Syafe'i, S.T., MEPM

  
Penguji

4. Arseto Yekti Bagastyo, S.T., M.T., M.phil, Ph.D

  
Penguji







## PERNYATAAN ORISINALITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama mahasiswa / NRP : Mirza Nur Muflihin / 03211840000060  
Departemen : Teknik Lingkungan  
Dosen Pembimbing / NIP : Prof. Ir. Joni Hermana, M.Sc.ES., Ph.D / 19600618  
198803 1 002

Dengan ini menyatakan bahwa Tugas Akhir dengan judul “Kajian Penurunan Emisi Karbon Dioksida (CO<sub>2</sub>) Dengan Program *Car Free Day* Di Jalan Raya Darmo Surabaya” adalah hasil karya sendiri, bersifat orisinal, dan ditulis dengan mengikuti kaidah penulisan ilmiah.

Bilamana di kemudian hari ditemukan ketidaksesuaian dengan pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan ketentuan yang berlaku di Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Mengetahui  
Dosen Pembimbing



(Prof. Ir. Joni Hermana, M.Sc.ES., Ph.D)  
NIP. 19600618 198803 1 002

Surabaya, 22 Juli 2022  
Mahasiswa,



(Mirza Nur Muflihin)  
NRP. 03211840000060



## **KAJIAN PENURUNAN EMISI KARBON DIOKSIDA (CO<sub>2</sub>) DENGAN PROGRAM CAR FREE DAY DI JALAN RAYA DARMO SURABAYA**

**Nama Mahasiswa : Mirza Nur Muflihin**  
**NRP : 0321184000060**  
**Departemen : Teknik Lingkungan**  
**Dosen Pembimbing : Prof. Ir. Joni Hermana, M.Sc.E.S., Ph.D**

### **Abstrak**

Salah satu sumber pencemaran udara di kota besar berasal dari kendaraan bermotor. Gas buang yang dihasilkan kendaraan bermotor berkontribusi sebesar 60-70% dalam pencemaran udara. Pencemaran udara adalah masuknya atau dimasukkannya zat, energi, dan/atau komponen lain ke dalam udara ambien sehingga turunnya mutu udara ambien. Pengaruh pencemaran udara dapat menyebabkan efek rumah kaca yang dapat memicu terjadinya pemanasan global. Salah satu gas rumah kaca yang mempengaruhi terjadinya pemanasan global ialah karbon dioksida (CO<sub>2</sub>). Salah satu program yang bertujuan untuk mengurangi dan mengendalikan pencemaran udara adalah program *Car Free Day (CFD)*. Penelitian ini ditujukan untuk mengukur seberapa besar konsentrasi CO<sub>2</sub> udara ambien dan seberapa efisien penurunan konsentrasi CO<sub>2</sub> di Jalan Raya Darmo Surabaya dan sekitarnya akibat adanya program *CFD* dibandingkan terhadap *Non Car Free Day (NCFD)*.

Penelitian dilakukan di Jalan Raya Darmo dan sekitarnya setiap hari Sabtu saat NCFD dan hari Minggu saat CFD yang dimulai pukul 06.00 sampai pukul 09.30 WIB. Pengukuran konsentrasi CO<sub>2</sub> dilakukan sebanyak 4 kali atau 4 minggu selama bulan Maret – April 2022 pada lima titik yang berbeda di sekitar Jalan Raya Darmo yaitu di titik A, B, C, D, dan E. Titik A, B, C, dan E adalah lokasi terjadinya peralihan arus kendaraan bermotor, sedangkan titik D di sepanjang Jalan Raya Darmo lokasi berlakunya *CFD*. Konsentrasi CO<sub>2</sub> yang diukur ialah konsentrasi CO<sub>2</sub> udara ambien dengan satuan hasil ppm, menggunakan alat CO<sub>2</sub> meter.

Konsentrasi CO<sub>2</sub> udara ambien pada lokasi penelitian untuk hari NCFD pada titik A,B,C,D, dan E sebesar 608 ppm, 448 ppm, 454 ppm, 500 ppm dan 530 ppm, sedangkan untuk hari CFD pada titik A,B,C, D, dan E tersebut adalah sebesar 534 ppm, 463 ppm, 467 ppm, 434 ppm, dan 480 ppm. Hal ini membuktikan bahwa telah terjadi penurunan konsentrasi CO<sub>2</sub> udara ambien saat diberlakukannya CFD dibandingkan dengan NCFD walaupun pada titik B dan C mengalami kenaikan yang kecil karena adanya aktivitas pasar CFD. Besaran efisiensi penurunan konsentrasi CO<sub>2</sub> udara ambien pada lokasi CFD sebesar 13,25%.

**Kata kunci : *car free day*, CO<sub>2</sub> meter, efisiensi, Jl. Raya Darmo, karbon dioksida.**

**“Halaman ini sengaja dikosongkan”**

## **Study Of Emission Reduction Carbon Dioxide (CO<sub>2</sub>) With Car Free Day Program On Raya Darmo Street Surabaya**

**Name** : Mirza Nur Muflihin  
**NRP** : 0321184000060  
**Departement** : Teknik Lingkungan  
**Supervisor** : Prof. Ir. Joni Hermana, M.Sc.ES., Ph.D

### **Abstract**

One source of air pollution in big cities comes from motor vehicles. Exhaust gas produced by motorized vehicles contributes 60-70% in air pollution. Air pollution is the entry or inclusion of substances, energy, and/or other components into the ambient air so that the ambient air quality decreases. The effect of air pollution can cause the greenhouse effect which can trigger global warming. One of the greenhouse gases that affect global warming is carbon dioxide (CO<sub>2</sub>). One program that aims to reduce and control air pollution is the Car Free Day (CFD) program. This study aims to measure how much CO<sub>2</sub> concentration is in the ambient air and how efficient is the reduction in CO<sub>2</sub> concentration on Raya Darmo Street Surabaya and its surroundings due to the CFD program compared to Non Car Free Day (NCFD).

The research was conducted on Raya Darmo Street and its surroundings every Saturday during NCFD and Sunday during CFD starting at 06.00 until 09.30 WIB. Measurement of CO<sub>2</sub> concentration was carried out 4 times or 4 weeks during March – April 2022, at five different points around Raya Darmo Street, namely at points A, B, C, D, and E. Points A, B, C, and E is the location where the transition of motorized vehicle flows occurs, while point D along Raya Darmo Street is the location where the CFD applies. The measured CO<sub>2</sub> concentration is the ambient air CO<sub>2</sub> concentration in ppm as a result, using a CO<sub>2</sub> meter.

The ambient air CO<sub>2</sub> concentrations at the study site for NCFD days at points A, B, C, D, and E were 608 ppm, 448 ppm, 454 ppm, 501 ppm and 530 ppm, while for CFD days at points A, B, C, D, and E are 534 ppm, 463 ppm, 467 ppm, 434 ppm, and 480 ppm. This proves that there has been a decrease in ambient CO<sub>2</sub> concentration during implementation of CFD compared to NCFD although at points B and C there has been a small increase due to CFD market activity. The efficiency of decreasing CO<sub>2</sub> concentration at the CFD location is 13,25%.

**Keyword** : Carbon dioxide, *car free day*, CO<sub>2</sub> meter, efficiency, Raya Darmo street.

**“Halaman ini sengaja dikosongkan”**

## KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur bagi Allah SWT atas berkat rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “**Kajian Penurunan Emisi Karbon Dioksida (CO<sub>2</sub>) Dengan Program *Car Free Day* Di Jalan Raya Darmo Surabaya**”. Tidak lupa saya mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah turut membantu dalam penyusunan laporan Tugas Akhir ini, antara lain:

1. Bapak Prof. Ir. Joni Hermana, M.Sc.ES., Ph.D selaku dosen pembimbing Tugas Akhir yang senantiasa meluangkan waktunya untuk memberikan bimbingan dan arahnya selama penyusunan Tugas Akhir.
2. Ibu Ervin Nurhayati, S.T., M.T., Ph.D selaku dosen wali atas bimbinganya selama menempuh pendidikan di Departemen Teknik Lingkungan.
3. Bapak Dr. Eng. Arie Dipareza Syafei, S.T, MEPM., Bapak Dr. Abdu Fadli Assomadi, S.Si, M.T., dan Bapak Arseto Yekti Bagastyo S.T., M.T., M.phil., Ph.D selaku dosen penguji Tugas Akhir yang telah memberikan saran dan masukan dalam melaksanakan Tugas Akhir.
4. Seluruh Bapak dan Ibu dosen pengajar serta staff dan karyawan atas ilmu dan bantuan kepada penulis selama ini.
5. Kedua orang tua penulis yang selalu memberi semangat dalam mengerjakan Tugas Akhir dan doa agar selalu diberi kelancaran dan kemudahan.
6. Okshaqila Anastasya Hermawan dan Vanessa Pramessari selaku teman satu dosen bimbingan tugas akhir
7. Teman-teman angkatan 2018 Teknik Lingkungan ITS yang selalu memberikan semangat
8. Pihak-pihak lain yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu atas bantuan dan dukungan yang telah diberikan.

Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam penyusunan Tugas Akhir ini. Untuk itu penulis mengharapkan saran dan kritik yang membangun, semoga Tugas Akhir yang telah dibuat ini dapat memberi manfaat bagi kita semua.

Surabaya, Juli 2022

Penulis

**“Halaman ini sengaja dikosongkan”**



## DAFTAR ISI

Abstrak .....	i
Abstract.....	iii
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI .....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR TABEL .....	xi
BAB I.....	1
PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	1
1.3 Tujuan.....	1
1.4 Ruang Lingkup.....	2
1.5 Manfaat.....	2
BAB II .....	3
TINJAUAN PUSTAKA.....	3
2.1 Pencemaran udara.....	3
2.1.1 Sumber Pencemaran .....	4
2.1.2 Dampak Pencemaran Udara .....	5
2.1.3 Baku Mutu .....	5
2.2 Karbon dioksida (CO <sub>2</sub> ).....	6
2.3 Program Car Free Day.....	6
2.4 Gambaran Umum Wilayah Penelitian.....	8
2.5 Penelitian Terdahulu.....	9
BAB III.....	11
METODOLOGI .....	11
3.1 Umum.....	11
3.2 Kerangka Penelitian .....	11
3.3 Metodologi Penelitian .....	13
3.3.1 Ide Penelitian .....	13
3.3.2 Studi Literatur.....	13
3.3.3 Persiapan Penelitian .....	13

3.3.4	Variabel Penelitian.....	13
3.3.5	Pengumpulan Data.....	13
3.4	Persiapan Alat.....	14
3.5	Pelaksanaan Penelitian.....	14
3.5.1	Pengambilan Sampel Konsentrasi CO <sub>2</sub> .....	14
3.5.2	Hasil dan Pembahasan .....	16
3.5.3	Kesimpulan dan Saran .....	16
BAB IV .....		17
HASIL DAN PEMBAHASAN.....		17
4.1	Pengambilan Konsentrasi CO <sub>2</sub> .....	17
4.2	Hasil Sampling Konsentrasi CO <sub>2</sub> Udara Ambien.....	19
4.3	Nilai Konsentrasi CO <sub>2</sub> Udara Ambien.....	19
4.3.1	Konsentrasi CO <sub>2</sub> Udara Ambien Pada Pengambilan Sampel Pertama.....	20
4.3.2	Konsentrasi CO <sub>2</sub> Udara Ambien Pada Pengambilan Sampel Kedua.....	23
4.3.3	Konsentrasi CO <sub>2</sub> Udara Ambien Pada Pengambilan Sampel Ketiga .....	26
4.3.4	Konsentrasi CO <sub>2</sub> Udara Ambien Pada Pengambilan Sampel Keempat.....	28
4.3.5	Konsentrasi CO <sub>2</sub> Udara Ambien di Jalan Raya Darmo dan Sekitarnya.....	31
4.4	Penurunan Konsentrasi CO <sub>2</sub> di Jalan Raya Darmo .....	33
4.4.1	Penurunan Konsentrasi CO <sub>2</sub> Pada Pengambilan Sampel Pertama.....	33
4.4.2	Penurunan Konsentrasi CO <sub>2</sub> Pada Pengambilan Sampel Kedua .....	34
4.4.3	Penurunan Konsentrasi CO <sub>2</sub> Pada Pengambilan Sampel Ketiga .....	34
4.4.4	Penurunan Konsentrasi CO <sub>2</sub> Pada Pengambilan Sampel Keempat .....	35
4.5	Penurunan Konsentrasi CO <sub>2</sub> Udara Ambien.....	35
BAB V.....		37
KESIMPULAN DAN SARAN.....		37
5.1	Kesimpulan .....	37
5.2	Saran .....	37
DAFTAR PUSTAKA .....		39
LAMPIRAN A.....		43
LAMPIRAN B .....		51

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Denah Lokasi Penelitian .....	9
Gambar 3.1 Kerangka Acuan .....	12
Gambar 3. 2 CO <sub>2</sub> Meter Tipe AZ 77535 .....	14
Gambar 3. 3 Google Earth Pro .....	14
Gambar 3.4 Denah Titik Lokasi Sampling .....	15
Gambar 4. 1 Denah Lokasi Titik Sampling .....	17
Gambar 4. 2 Lokasi Titik A .....	17
Gambar 4. 3 Lokasi Titik B .....	17
Gambar 4. 4 Lokasi Titik C .....	18
Gambar 4. 5 Lokasi Titik D .....	18
Gambar 4. 6 Lokasi Titik E .....	18
Gambar 4. 7 Grafik Perbandingan Konsentrasi CO <sub>2</sub> saat NCFD dan CFD di Titik A.....	21
Gambar 4. 8 Grafik Perbandingan Konsentrasi CO <sub>2</sub> saat NCFD dan CFD di Titik B.....	21
Gambar 4. 9 Grafik Perbandingan Konsentrasi CO <sub>2</sub> saat NCFD dan CFD di Titik C.....	21
Gambar 4. 10 Grafik Perbandingan Konsentrasi CO <sub>2</sub> saat NCFD dan CFD di Titik D.....	22
Gambar 4. 11 Grafik Perbandingan Konsentrasi CO <sub>2</sub> saat NCFD dan CFD di Titik E.....	22
Gambar 4. 12 Grafik Perbandingan Konsentrasi CO <sub>2</sub> saat NCFD dan CFD di Titik A.....	23
Gambar 4. 13 Grafik Perbandingan Konsentrasi CO <sub>2</sub> saat NCFD dan CFD di Titik B.....	24
Gambar 4. 14 Grafik Perbandingan Konsentrasi CO <sub>2</sub> saat NCFD dan CFD di Titik C.....	24
Gambar 4. 15 Kondisi Titik B Di Hari NCFD (kiri) dan Di Hari CFD (Kanan) .....	25
Gambar 4. 16 Kondisi Titik C Di Hari NCFD (kiri) dan Di Hari CFD (Kanan) .....	25
Gambar 4. 17 Grafik Perbandingan Konsentrasi CO <sub>2</sub> saat NCFD dan CFD di Titik D.....	25
Gambar 4. 18 Grafik Perbandingan Konsentrasi CO <sub>2</sub> saat NCFD dan CFD di Titik E.....	25
Gambar 4. 19 Grafik Perbandingan Konsentrasi CO <sub>2</sub> saat NCFD dan CFD di Titik A.....	26
Gambar 4. 20 Grafik Perbandingan Konsentrasi CO <sub>2</sub> saat NCFD dan CFD di Titik B.....	27
Gambar 4. 21 Grafik Perbandingan Konsentrasi CO <sub>2</sub> saat NCFD dan CFD di Titik C.....	27
Gambar 4. 22 Grafik Perbandingan Konsentrasi CO <sub>2</sub> saat NCFD dan CFD di Titik D.....	28
Gambar 4. 23 Grafik Perbandingan Konsentrasi CO <sub>2</sub> saat NCFD dan CFD di Titik E.....	28
Gambar 4. 24 Grafik Perbandingan Konsentrasi CO <sub>2</sub> saat NCFD dan CFD di Titik A.....	29
Gambar 4. 25 Grafik Perbandingan Konsentrasi CO <sub>2</sub> saat NCFD dan CFD di Titik B.....	30
Gambar 4. 26 Grafik Perbandingan Konsentrasi CO <sub>2</sub> saat NCFD dan CFD di Titik C.....	30
Gambar 4. 27 Grafik Perbandingan Konsentrasi CO <sub>2</sub> saat NCFD dan CFD di Titik D.....	30
Gambar 4. 28 Grafik Perbandingan Konsentrasi CO <sub>2</sub> saat NCFD dan CFD di Titik E.....	31

**“Halaman ini sengaja dikosongkan”**

## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Komposisi Gas Di Dalam Udara .....	3
Tabel 2.2 Konsentrasi Udara Bersih dan Udara Tercemar .....	6
Tabel 2. 3 Selisih Beban Emisi CO <sub>2</sub> saat CFD dan NCFD Jalan Raya Darmo.....	9
Tabel 4. 1 Data Konsentrasi CO <sub>2</sub> Pada Hari Sabtu 2 April 2022 .....	19
Tabel 4. 2 Hasil Rata-rata Konsentrasi Pada Hari Sabtu 2 April 2022 .....	20
Tabel 4. 3 Hasil Rata-rata Konsentrasi Pada Hari Minggu 3 April 2022 .....	20
Tabel 4. 4 Hasil Rata - Rata Konsentrasi CO <sub>2</sub> Pada Hari Sabtu 9 April 2022 .....	23
Tabel 4. 5 Hasil Rata - Rata Konsentrasi CO <sub>2</sub> Pada Hari Minggu 10 April 2022.....	23
Tabel 4. 6 Hasil Rata - Rata Konsentrasi CO <sub>2</sub> Pada Hari Sabtu 23 April 2022 .....	26
Tabel 4. 7 Hasil Rata - Rata Konsentrasi CO <sub>2</sub> Pada Hari Minggu 24 April 2022.....	26
Tabel 4. 8 Hasil Rata - Rata Konsentrasi CO <sub>2</sub> Pada Hari Sabtu 30 April 2022 .....	29
Tabel 4. 9 Hasil Rata - Rata Konsentrasi CO <sub>2</sub> Pada Hari Minggu 1 Mei 2022.....	29
Tabel 4. 10 Konsentrasi CO <sub>2</sub> Udara Ambien Pada Titik Pengambilan Sampel .....	31
Tabel 4. 11 Konsentrasi CO <sub>2</sub> Disetiap Titik Pada Hari NCFD dan CFD .....	32
Tabel 4. 12 Konsentrasi CO <sub>2</sub> Pada Hari NCFD dan Hari CFD Minggu Pertama .....	33
Tabel 4. 13 Konsentrasi CO <sub>2</sub> Pada Hari NCFD dan Hari CFD Minggu Kedua.....	34
Tabel 4. 14 Konsentrasi CO <sub>2</sub> Pada Hari NCFD dan Hari CFD Minggu Ketiga.....	34
Tabel 4. 15 Konsentrasi CO <sub>2</sub> Pada Hari NCFD dan Hari CFD Minggu Keempat.....	35

**“Halaman ini sengaja dikosongkan”**

# BAB I PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Surabaya sebagai kota terbesar ke-2 di Jawa Timur memiliki jumlah kendaraan bermotor sejumlah  $\pm$  2.126 juta kendaraan bermotor yang tentunya membuat kota Surabaya menjadi padat kendaraan bermotor. Jumlah kendaraan yang sangat tinggi pastinya menghasilkan emisi gas buang yang tinggi, emisi yang dihasilkan antara lain CO<sub>2</sub> dan CO dari hasil pembakaran yang tidak sempurna (Putri dan Sholichah, 2019). Salah satu sumber pencemaran udara di kota – kota besar berasal dari emisi kendaraan bermotor. Pada kota – kota besar, gas buang kendaraan bermotor berkontribusi sebesar 60-70% dalam pencemaran udara (Nurdjanah, 2014). Emisi gas buang pada kendaraan bermotor terjadi akibat tidak sempurnanya proses pembakaran pada mesin sehingga emisi gas buang yang dihasilkan mengandung timbal (Pb), *Suspended particulate metter* (SPM), oksida nitrogen (NO<sub>x</sub>), hidrokarbon (HC), oksida sulfur (SO<sub>2</sub>), karbon dioksida (CO<sub>2</sub>), karbon monoksida (CO), air (H<sub>2</sub>O) dan partikulat 10 mikron (PM10) (Ismiyati, dkk, 2014). Selain itu kadar emisi gas buang yang dihasilkan kendaraan bermotor sangat dipengaruhi spesifikasi kendaraan motor tersebut seperti umur, jenis, kondisi, dan perawatan dari kendaraan tersebut (Kristi dan Boedisantoso, 2015). Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik Kota Surabaya 2016, tingkat kepemilikan kendaraan bermotor meningkat sebesar 10% setiap tahunnya dan didominasi oleh kendaraan pribadi.

Emisi karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) merupakan pencemaran atau pelepasan gas CO<sub>2</sub> ke udara secara bebas yang meningkatkan kadar gas rumah kaca di atmosfer serta pemanasan global (Sugiyono, 2006). Pemanasan global adalah kondisi dimana terperangkapnya radiasi gelombang panjang matahari yang dipancarkan oleh bumi akibat dari tingginya konsentrasi gas rumah kaca di atmosfer sehingga tidak dapat dilepaskannya ke angkasa dan mengakibatkan meningkatnya suhu permukaan bumi (Puspitasari dkk, 2015). Menurut *Intergovernmental Panel on Climate Change –IPCC* (2006) menyatakan telah terjadi peningkatan emisi gas rumah kaca sebesar 70% pada rentang tahun 1970 hingga 2004 dan CO<sub>2</sub> merupakan gas terpenting pada elemen gas rumah kaca.

*Car Free Day* (CFD) adalah salah satu program dari Badan Lingkungan Hidup Kota Surabaya dalam menurunkan pencemaran udara (Agustri dan Syafei, 2016). Berdasarkan Peraturan Walikota Surabaya nomer 8 tahun 2020 tentang Perubahan Kedua Atas Peraturan Walikota Surabaya nomer 1 tahun 2017 Tentang Penyelenggaraan Hari Bebas Kendaraan Bermotor, kota Surabaya menerapkan *CFD* di delapan ruas jalan yaitu Jalan Raya Darmo, Jalan Tunjungan, Jalan Kertajaya, Jalan Sedap Malam, Jalan Jemur Andayani, Jalan Kembang Jepun, Jalan Dr. Ir. H. Soekarno, dan Jalan Raya Kupang Indah. Namun, untuk mengetahui efisiensi penurunan emisi CO<sub>2</sub> melalui program CFD harus dikaji lebih lanjut.

## 1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang di ambil dari penelitian ini adalah :

1. Berapa konsentrasi CO<sub>2</sub> udara ambien Jalan Raya Darmo dan sekitarnya pada saat *Car Free Day* (CFD) dan saat *Non Car Free Day* (NCFD) ?
2. Berapa efisiensi penurunan konsentrasi CO<sub>2</sub> pada udara ambien dengan program CFD di Jalan Raya Darmo ?.

## 1.3 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Menentukan konsentrasi CO<sub>2</sub> udara ambien di Jalan Raya Darmo dan sekitarnya pada saat NCFD dan saat CFD.
2. Menganalisa efisiensi pengurangan konsentrasi CO<sub>2</sub> udara ambien di Jalan Raya Darmo akibat adanya CFD.

#### **1.4 Ruang Lingkup**

Ruang lingkup penelitian ini adalah :

1. Penelitian dilakukan di Jalan Raya Darmo dan sekitarnya yaitu Jalan Diponegoro, Jalan Progo, Jalan Serayu, dan persimpangan antara Jalan Raya Darmo dengan Jalan Polisi Istimewa.
2. Parameter yang digunakan adalah konsentrasi CO<sub>2</sub> udara ambien
3. Waktu pengambilan data primer dilakukan pada bulan Maret – April 2022

*Car Free Day* :

- Jalan Raya Darmo : hari Minggu jam 06.00 – 09.30 WIB

*Non Car Free Day* :

- Jalan Raya Darmo : hari Sabtu jam 06.00 – 09.30 WIB

4. Variabel yang digunakan antara lain :
  - *Car Free Day* dan *Non Car Free Day*
5. Pengukuran dilakukan dengan alat CO<sub>2</sub> meter.

#### **1.5 Manfaat**

Manfaat dari penulisan penelitian ini adalah :

1. Sebagai Informasi mengenai penurunan beban konsentrasi CO<sub>2</sub> pada program CFD
2. Dapat digunakan sebagai referensi dalam pelaksanaan program CFD dalam upaya penurunan konsentrasi CO<sub>2</sub> pada udara ambien.



## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Pencemaran udara

Pencemaran udara adalah masuknya atau dimasukkannya zat, energi, dan/atau komponen lain ke dalam udara ambien oleh kegiatan manusia sehingga turunkannya mutu udara ambien sampai ke tingkat tertentu dan menyebabkan udara ambien tidak dapat memenuhi fungsinya (PP No. 41 Tahun 1999 Tentang Pengendalian Pencemaran Udara). Menurut Praja (2018) mengatakan pencemaran udara adalah masuknya suatu komponen lain ke dalam udara secara langsung maupun tidak langsung dari kegiatan manusia atau proses alam sehingga menurunnya kualitas udara sampai tingkat tertentu yang menyebabkan lingkungan tidak bisa berfungsi dengan semestinya. Udara ambien adalah udara bebas dipermukaan bumi pada lapisan troposfer yang berada di dalam wilayah yurisdiksi Republik Indonesia yang dibutuhkan dan mempengaruhi kesehatan manusia, makhluk hidup dan unsur lingkungan hidup lainnya (PP No. 41 Tahun 1999 Tentang Pengendalian Pencemaran Udara).

Udara yang dihirup manusia berada pada lapisan troposfer. Udara ini terdiri dari berbagai macam gas atau uap didalamnya seperti Nitrogen (N<sub>2</sub>) sebesar 78%, Oksigen (O<sub>2</sub>) 21%, Argon (Ar) 0,9%, dan Karbon Dioksida (CO<sub>2</sub>) 0,03% dan beberapa gas lainnya. Berikut adalah komposisi gas di dalam udara.

Tabel 2. 1 Komposisi Gas Di Dalam Udara

Gas atau Uap	Konsentrasi (%)
Nitrogen (N <sub>2</sub> )	78
Oksigen (O <sub>2</sub> )	21
Argon (Ar)	0,9
Uap Air (H <sub>2</sub> O)	1x10 <sup>-5</sup> -3
Karbon Dioksida (CO <sub>2</sub> )	3,7x10 <sup>-2</sup>
Neon (Ne)	1,818x10 <sup>-3</sup>
Kripton (Kr)	1,14x10 <sup>-4</sup>
Metana (CH <sub>4</sub> )	1,72x10 <sup>-4</sup>
Helium (He)	5,24x10 <sup>-4</sup>
Ozon (O <sub>3</sub> )	2x10 <sup>-3</sup>
Dinitrogen Oksida (N <sub>2</sub> O)	3,3x10 <sup>-5</sup>
Hidrogen (H <sub>2</sub> )	5x10 <sup>-5</sup>
Karbon Monoksida (CO)	1,1x10 <sup>-5</sup>
Amonia (NH <sub>3</sub> )	4x10 <sup>-7</sup>
Nitrogen Dioksida (NO <sub>2</sub> )	1x10 <sup>-7</sup>
Sulfur Dioksida (SO <sub>2</sub> )	1x10 <sup>-7</sup>
Nitrit Oksida (NO)	5x10 <sup>-9</sup>
Hidrogen Sulfide (H <sub>2</sub> S)	5x10 <sup>-9</sup>

*Sumber* : Hastutiningrum dkk, 2018

Dalam perhitungan tingkat pencemaran udara, dikenal dengan istilah Indeks Standar Pencemaran Udara (ISPU) yaitu angka yang tidak mempunyai satuan yang menggambarkan kondisi dari kualitas udara ambien di lokasi dan waktu tertentu yang didasarkan pada dampak terhadap kesehatan manusia, nilai estetika dan makhluk hidup lainnya (Arwini dkk, 2015).

Menurut Ridwan dkk (2020) ada dua bentuk emisi dari dua unsur atau senyawa pencemaran udara yaitu:

1. Pencemaran udara primer (*primary air pollution*)

Emisi pencemaran udara langsung ke atmosfer yang berasal dari sumber-sumber diam maupun bergerak. Pencemaran udara primer ini mempunyai waktu paruh di atmosfer yang tinggi pula, misalnya CO, CO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, CFC, Cl<sub>2</sub>, partikel debu dsb.

## 2. Pencemaran udara sekunder (*Secondary air pollution*)

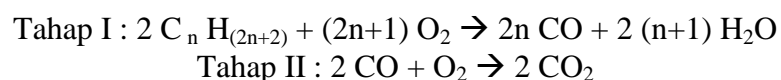
Emisi pencemaran udara dari hasil proses fisik dan kimia di atmosfer dalam bentuk fotokimia yang umumnya bersifat reaktif dan mengalami transformasi fisik-kimia menjadi unsur atau senyawa. Bentuknya pun berbeda/berubah dari saat diemisikan hingga setelah ada di atmosfer, misalnya ozon (O<sub>3</sub>), aldehida, hujan asam, dan sebagainya. Berdasarkan sebaran ruang, sumber pencemaran udara dapat dikelompokkan menjadi sumber titik, sumber wilayah, dan sumber garis. Menurut sumber pencemarannya, emisi pencemaran udara dapat dibedakan menjadi sumber diam dan sumber bergerak. Sumber diam berasal dari kegiatan industri dan rumah tangga. Sumber bergerak berasal dari kendaraan bermotor yang berkaitan dengan transportasi.

### 2.1.1 Sumber Pencemaran

Sumber pencemaran udara dapat berasal dari berbagai sektor seperti sektor industri sebesar 25%, rumah tangga 10%, sampah 5%, dan sektor kendaraan bermotor berkontribusi sebesar 60%. Peningkatan jumlah pencemaran udara disebabkan karena meningkatnya jumlah kendaraan bermotor setiap tahunnya (Kusumawardani dan Navastara, 2017). Sumber penghasil CO<sub>2</sub> yang berasal dari sektor penduduk atau rumah tangga, seperti pada saat memasak akan menimbulkan emisi CO<sub>2</sub> yang berasal dari pemakaian bahan bakar minyak berupa LPG dan minyak bumi, selain itu penggunaan energi listrik dan tangki septik pada rumah tangga juga turut memberikan kontribusi pada meningkatnya konsentrasi CO<sub>2</sub> di atmosfer (Praja, 2018).

Polutan yang dihasilkan dari emisi gas buang kendaraan bermotor adalah Karbondioksida (CO<sub>2</sub>), oksida nitrogen (NO<sub>x</sub>), Karbon Monoksida (CO), dan hidrokarbon (HC). Selain polutan yang tersebut, kegiatan transportasi juga menghasilkan pencemar debu yang cukup tinggi. Besarnya kecilnya tingkat emisi polutan yang dihasilkan dari kendaraan bermotor dapat dipengaruhi dari karakteristik operasi jalan. Kendaraan melaju dengan kecepatan rendah akan menghasilkan emisi gas buang lebih banyak, terutama gas CO. Polutan yang dihasilkan dari kendaraan yang melaju dengan kecepatan rendah ini dapat mencapai tiga kali lipat lebih banyak polutan dari kecepatan normal (Rauf, dkk, 2014). Sedangkan menurut Sasmita (2015) jenis gas emisi utama dari sektor transportasi yang berasal dari pembakaran bahan bakar adalah gas CO<sub>2</sub> dan CH<sub>4</sub>.

Menurut Darmanto dkk (2019) pada mesin kendaraan bermotor hasil pembakaran bensin yang teroksidasi dengan sempurna menghasilkan H<sub>2</sub>O dan CO<sub>2</sub>, **reaksi oksidasi bensin** adalah sebagai berikut :



Menurut Nurdjanah (2014) faktor – faktor penyebab pencemaran udara di perkotaan Indonesia antara lain :

- a. Peningkatan jumlah kendaraan yang cepat
- b. Tidak seimbangnya prasarana transportasi dengan jumlah kendaraan yang ada
- c. Pola lalu lintas di perkotaan yang berorientasi memusat akibat adanya kegiatan – kegiatan perekonomian dan perkantoran di pusat kota
- d. Permasalahan akibat pelaksanaan kebijakan pengembangan kota, seperti daerah pemukiman penduduk yang semakin menjauhi pusat kota
- e. Kesamaan waktu lalu lintas kendaraan
- f. Jenis, umur, dan karakteristik kendaraan bermotor
- g. Perawatan kendaraan
- h. Jenis bahan bakar yang digunakan
- i. Jenis permukaan jalan
- j. Siklus dan pola cara mengemudi.

Selain itu dengan adanya kegiatan disuatu daerah yang dapat menarik minat dari masyarakat dapat menyebabkan masyarakat datang ke kegiatan tersebut menggunakan kendaraan bermotor dan dapat menyebabkan meningkatnya jumlah kendaraan bermotor didaerah tersebut. Pada program CFD bukan hanya sekedar menjadi lokasi bebas kendaraan bermotor saja tetapi juga pusat olahraga dan hiburan. Pengunjung kegiatan CFD tidak hanya berasal dari masyarakat yang tinggal di daerah sekitar lokasi tersebut, namun juga banyak masyarakat yang tinggal jauh dari lokasi CFD. Beberapa masyarakat yang mengunjungi CFD membawa kendaraan bermotor akan memarkirkan kendaraannya disekitar lokasi CFD (Agustri dan Syafei, 2016). Selain itu peningkatan konsentrasi CO<sub>2</sub> bukan berasal dari kendaraan bermotor atau aktivitas kegiatan manusia saja, manusia sendiri juga berkontribusi terhadap peningkatan kadar CO<sub>2</sub> yang ada di bumi melalui proses respirasi (Herlina dkk, 2017). Respirasi adalah proses pembakaran (oksigen) dengan zat-zat makanan (glukosa) di dalam sel – sel tubuh dengan bantuan oksigen dan enzim. Respirasi termasuk ke dalam proses pernapasan. Pernapasan adalah pertukaran gas antara makhluk hidup dengan lingkungan dimana makhluk hidup menghirup oksigen dari udara bebas serta mengeluarkan karbon dioksida dan uap ke udara (putra, dkk, 2017).

### **2.1.2 Dampak Pencemaran Udara**

Pencemaran udara atau berubahnya salah satu komponen udara dari keadaan normal dapat mengakibatkan terjadinya perubahan suhu udara dalam kehidupan manusia. Semakin berkembangnya sektor transportasi karena permintaan pasar ternyata telah mendorong terjadinya bencana pembangunan. Pengaruh polusi udara dapat menyebabkan pemanasan efek rumah kaca (ERK) yang dapat memicu pemanasan global atau *global warming* (Ismiyati dkk, 2014).

Pemanasan global atau *global warming* adalah kondisi terperangkapnya radiasi gelombang panjang matahari yang dipancarkan oleh bumi dari akibat tingginya konsentrasi gas rumah kaca (GRK) di atmosfer sehingga tidak dapat dilepaskannya ke angkasa dan mengakibatkan meningkatnya suhu permukaan bumi (Puspitasari dkk, 2015). GRK terdiri dari CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, PFC, HFC, SF<sub>6</sub>, dan uap air. Gas CO<sub>2</sub> dalam GRK berada pada urutan kedua setelah uap air. Gas CO<sub>2</sub> ialah gas penyebab efek rumah kaca yang umumnya dihasilkan dari pembakaran bahan bakar fosil untuk transportasi, memasak, pembangkit listrik, industri, dll (Kurdi, 2008). Gas ini sebetulnya diperlukan oleh bumi untuk tetap menjaga suhu agar tetap hangat dan memungkinkan berlangsungnya kehidupan di Bumi karena jika tidak ada gas rumah kaca suhu di Bumi menjadi -18°C, sedangkan adanya gas rumah kaca menjadikan suhu di Bumi menjadi rata – rata 15°C. akan tetapi jika gas rumah kaca terlalu berlebihan akan menyebabkan meningkatnya suhu di Bumi sehingga dapat mencairkan es di kutub dan mengakibatkan naiknya permukaan air laut hingga tenggelamnya pulau – pulau atau daratan yang rendah. (Samiaji, 2011).

Menurut Darmanto dkk (2019) pengaruh pemanasan global dalam setengah abad mendatang diperkirakan yang akan terjadi seperti:

- Perubahan pola angin
- Bertambahnya populasi dan jenis penyakit dan dampak terhadap kesehatan masyarakat
- Perubahan pola curah hujan dan siklus hidrologi
- Meningkatnya badai atmosferik
- Perubahan ekosistem hutan, daratan, dan ekosistem alam lainnya.

### **2.1.3 Baku Mutu**

Berdasarkan Peraturan Pemerintah No.41 Tahun 1999 Tentang Pengendalian Pencemaran Udara, Baku mutu udara 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. Menurut *World Health Organization* (WHO) dalam

Ginting (2017), tercemar atau tidaknya suatu udara di daerah berdasarkan parameter berikut ini.

Tabel 2.2 Konsentrasi Udara Bersih dan Udara Tercemar

No	Parameter	Udara bersih	Udara tercemar
1	Bahan Partikel	0,01 – 0,02 mg/m <sup>3</sup>	0,07-0,7 mg/m <sup>3</sup>
2	SO <sub>2</sub>	0,003 – 0,02 ppm	0,02 – 2 pmm
3	CO	< 1 ppm	5 – 200 ppm
4	NO <sub>2</sub>	0,003 – 0,02 ppm	0,02 – 0,1 ppm
5	CO <sub>2</sub>	310 – 330 ppm	350 – 700 ppm
6	Hidokarbon	< 1 ppm	1 – 20 ppm

Sumber : WHO dalam Ginting (2017)

Padas sumber lain mengatakan jika konsentrasi CO<sub>2</sub> di udara yang dapat ditolerir adalah sebesar kurang dari 1000 ppm jika didalam ruangan dan sebesar 300-500 ppm jika diluar ruangan (Talarosha, 2018).

## 2.2 Karbon dioksida (CO<sub>2</sub>)

Karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) merupakan salah satu gas rumah kaca yang mempengaruhi terjadinya pemanasan global. Peningkatan kadar CO<sub>2</sub> akan menyebabkan peningkatan suhu hingga perubahan iklim di bumi. CO<sub>2</sub> adalah sejenis senyawa kimia yang terdiri dari dua atom oksigen yang terikat secara kovalen dengan sebuah atom karbon. Wujud dari CO<sub>2</sub> berupa gas pada keadaan temperatur dan tekanan standar dan berada di atmosfer bumi. Rata – rata konsentrasi CO<sub>2</sub> sebesar 387 ppm di atmosfer bumi berdasarkan volume walaupun jumlahnya bisa berubah tergantung pada lokasi dan waktu (Fadlih dkk, 2020).

CO<sub>2</sub> adalah salah satu Gas Rumah Kaca (GRK) yang andil dalam peningkatan suhu rata-rata di bumi. CO<sub>2</sub> dalam keadaan normal +- 300 ppm berperan menjadi regulator neraca untuk atmosfer dalam menstabilkan suhu udara agar tetap berada ditemperatur yang nyaman bagi kehidupan (malam tidak terlalu dingin dan siang tidak terlalu panas) (Praja, 2018).

Konsentrasi CO<sub>2</sub> di bumi telah mengalami peningkatan sejak revolusi industri karena meningkatnya aktivitas manusia. (Praja, 2018). Sebelum adanya revolusi industri konsentrasi CO<sub>2</sub> sebesar 278 ppm sedangkan pada tahun 2005 konsentrasi CO<sub>2</sub> menjadi sebesar 379 ppm. Kenaikan konsentrasi CO<sub>2</sub> ini berakibat terjadinya kenaikan suhu bumi sebesar 0,74°C, selain itu terjadi kenaikan muka air laut sebesar 0,17 meter dan pengurangan penutupan salju sebesar 7%. Naiknya konsentrasi CO<sub>2</sub> tergantung pada kenaikan jumlah populasi, pertumbuhan ekonomi, perkembangan teknologi dan faktor lainnya. (Samiaji, 2011)

## 2.3 Program Car Free Day

Menurut Kepmen LH No. 15/1996 dengan adanya program langit biru yang merupakan suatu program pengendalian pencemaran udara dari kegiatan sumber bergerak dan tidak bergerak. Salah satu program yang diadakan adalah kegiatan *Car Free Day* (CFD) di Indonesia. Tujuan utama diadakannya CFD ialah untuk mencegah/mengurangi pencemaran udara utamanya yang ditimbulkan oleh kendaraan bermotor yang menghasilkan emisi gas buang sehingga berdampak pada berkurangnya kualitas udara serta lingkungan hidup (Putri dan Sholichah, 2019). Menurut Praja (2018) tujuan dan manfaat CFD lainnya adalah:

1. Mengurangi pencemaran udara dari kendaraan bermotor
2. Mendorong masyarakat untuk menggunakan transportasi alternatif selain kendaraan pribadi
3. Meningkatkan kesadaran dan menginformasikan kepada masyarakat kan bahaya pencemaran udara
4. Mensimulasikan suasana dan kondisi kota saat jumlah kendaraan dibatasi.

Program CFD dilakukan pertama kali di negara Belanda dan Belgia dalam rangka memerangi krisis energi pada 25 November 1956 hingga 20 Januari 1957. Di Indonesia program CFD pertama kali dikenal dengan nama Hari Bebas Kendaraan Bermotor (HBKB). HBKB pertama kali dilaksanakan di Jakarta pada tanggal 21 September 2004 di sepanjang ruas Jalan Sudirman-Thamrin Jakarta. Sedangkan di Kota Surabaya CFD pertama kali dilakukan pada Hari Minggu, 24 Agustus 2008 di sepanjang Jalan Raya Darmo. Jalan tersebut dilakukan penutupan untuk kendaraan bermotor selama enam jam mulai jam 6 pagi hingga 12 siang. Kegiatan CFD di Jalan Raya Darmo merupakan program yang rutin diadakan dari Badan Lingkungan Hidup Kota Surabaya yang dilakukan setiap hari Minggu, sehingga kendaraan bermotor yang akan melewati Jalan Raya Darmo harus melewati jalan lain (Kanaf dan Razif, 2010).

Berdasarkan Peraturan Walikota Surabaya nomer 8 tahun 2020 tentang Perubahan Kedua Atas Peraturan Walikota Surabaya nomer 1 tahun 2017 Tentang Penyelenggaraan Hari Bebas Kendaraan Bermotor, kota Surabaya menerapkan CFD di delapan ruas jalan yaitu :

1. Jalan Raya Darmo (mulai persimpangan Jalan Raya Darmo - Jalan Dr. Soetomo - Jalan Polisi Istimewa sampai dengan persimpangan Jalan Raya Darmo - Jalan Diponegoro) pada hari Minggu mulai pukul 06.00 WIB sampai dengan pukul 09.00 WIB;
2. Jalan Tunjungan (mulai persimpangan Jalan Tunjungan - Jalan Praban - Jalan Gemblongan - Jalan Genteng Kali sampai dengan perbatasan Jalan Tunjungan - Jalan Gubernur Suryo) pada hari Minggu mulai pukul 06.00 WIB sampai dengan pukul 08.30 WIB;
3. Jalan Kertajaya (mulai persimpangan Jalan Dharmawangsa - Jalan Kertajaya sampai dengan persimpangan Jalan Kertajaya - Jalan Menur) pada hari Minggu ketiga mulai pukul 06.00 WIB sampai dengan pukul 08.30 WIB
4. Jalan Sedap Malam (mulai persimpangan Jalan Walikota Mustajab - Jalan Sedap Malam sampai dengan persimpangan Jalan Jimerto - Jalan Sedap Malam) dan Jalan Jimerto (mulai persimpangan Jalan Jimerto - Jalan Wijaya Kusuma sampai dengan persimpangan Jalan Jaksa Agung Suprpto - Jalan Jimerto) setiap hari Jum'at, pada minggu terakhir setiap bulan mulai pukul 06.00 WIB sampai dengan pukul 11.00 WIB;
5. Jalan Jemur Andayani (mulai persimpangan Jalan Raya Jemursari - Jalan Jemur Andayani sampai dengan persimpangan Jalan Jemur Andayani - Jalan Raya Kendangsari) pada hari Minggu pertama mulai pukul 06.00 WIB sampai dengan pukul 08.30 WIB;
6. Jalan Kembang Jepun (mulai persimpangan Jalan Kembang Jepun - Jalan Kalimati Kulon sampai dengan persimpangan Jalan Kembang Jepun - Jalan Dukuh), pada hari Minggu kedua mulai pukul 06.00 WIB sampai dengan pukul 08.30 WIB;
7. Jalan Dr. Ir. H. Soekarno (mulai persimpangan Jalan Kertajaya Indah – Jalan Dr. Ir.H. Soekarno sampai dengan persimpangan Jalan Arif Rahman Hakim – Jalan Dr. Ir. H. Soekarno) pada hari Minggu keempat mulai pukul 06.00 WIB sampai dengan pukul 08.30 WIB;
8. Jalan Raya Kupang Indah (mulai Bundaran Satelit – Jl. Raya Kupang Indah sampai dengan Persimpangan TL. Kupang Jaya) pada hari Minggu kedua mulai pukul 06.00 WIB sampai dengan pukul 08.30 WIB.-

Dalam perkembangan kegiatan CFD di era modern ini pemerintah berupaya dalam mengatasi minimnya tempat dan fasilitas untuk melakukan kegiatan olahraga rekreasi dengan menjadikan kegiatan CFD sebagai lahan untuk dilakukannya kegiatan olahraga (Darmanto dkk, 2019). Olahraga adalah salah satu aktivitas yang dapat dilakukan di kegiatan CFD. Banyak pengguna CFD dari berbagai kalangan usia melakukan olahraga dengan tujuan menjaga kesehatan, kebugaran badan atau hanya untuk refreshing saja. Aktivitas olahraga yang dilakukan bermacam – macam mulai dari lari, jogging, senam dan bersepeda (Amal, 2019). Sisi positif diadakannya kegiatan CFD dapat dilihat dari partisipasi masyarakat dari kegiatan ekonomi dengan menjual makanan, pakaian, dan lain sebagainya (Darmanto dkk,

2019). Kegiatan ekonomi seperti ini merupakan nilai positif yang dapat menyebabkan terbukanya peluang kepada seseorang yang menyambung kebutuhan hidup sehari-hari dengan cara berdagang (Amal, 2019). Sedangkan dari sisi olahraga masyarakat memanfaatkan momen CFD dalam aktivitas olahraga selain itu komunitas juga dapat unjuk gigi dalam menampilkan sesuatu yang dapat memikat perhatian pengunjung untuk bersosialisasi (Darmanto dkk, 2019). Komunitas adalah suatu perkumpulan orang yang mempunyai minat atau ketertarikan yang sama. Kelompok ini juga mempunyai nilai dan tujuan yang sama, sehingga membentuk interaksi sosial baik antar sesama anggota maupun masyarakat. Komunitas adalah salah satu pengguna CFD yang meramaikan setiap minggunya. Berbagai macam komunitas berkumpul di CFD seperti komunitas olahraga, pecinta binatang, komunitas edukasi dll. Menurut mereka kegiatan terbuka seperti CFD ini dapat digunakan sebagai tempat saling bertukar informasi dengan orang lain (Amal, 2019).

CFD yang pada awalnya digunakan sebagai ruang untuk berolahraga bagi masyarakat perkotaan saja, namun saat ini kegiatan CFD mengalami penambahan fungsi. Dari yang awalnya hanya untuk tempat berolahraga, sekarang bertambah menjadi ajang kegiatan selain olahraga. CFD dapat menjadi tempat hiburan bagi masyarakat kota untuk menikmati hari libur sebagai fungsi sosial dan menggerakkan roda perekonomian masyarakat dengan adanya kegiatan jual beli perdagangan baik makanan, minuman, atau keperluan lainnya (Habibi dkk, 2022).

#### **2.4 Gambaran Umum Wilayah Penelitian**

Lokasi penelitian berada di Jalan Raya Darmo karena jalan ini dipilih karena setiap hari Minggu diadakan CFD atau hari bebas kendaraan bermotor. Selain itu jalan ini juga merupakan salah satu jalan yang padat dilalui kendaraan bermotor sehingga polusi yang dihasilkan juga cukup tinggi dan Jalan Diponegoro, Jalan Progo, Jalan Serayu, dan Jalan Polisi Istimewa digunakan sebagai jalan alternatif jika kegiatan CFD berlangsung. Jalan Raya Darmo merupakan salah satu wilayah pusat perekonomian di Kota Surabaya dan aktivitas lainnya, sehingga menjadi daya tarik tersendiri bagi masyarakat sekitar. Jalan Raya Darmo terletak pada 3,6 km kearah Selatan dari titik km 0 Kota Surabaya. Panjang keseluruhan jalan ini adalah 2,3 km, namun hanya sepanjang 1,6 km dari Jalan Raya Darmo mulai persimpangan Jalan Raya Darmo - Jalan Dr. Soetomo - Jalan Polisi Istimewa sampai dengan persimpangan Jalan Raya Darmo - Jalan Diponegoro saja yang digunakan untuk kegiatan CFD. Jalan Raya Darmo terletak di Kecamatan Tegalsari yang berada di ketinggian 5 mdpl. Topografi pada jalan ini adalah datar dengan sudut kemiringan  $0^{\circ}$  (Sumarsono dan Sitawati, 2016).

Berdasarkan Peraturan Daerah Kota Surabaya nomer 07 tahun 2003 tentang Perubahan Atas Peraturan Daerah Kotamadya Daerah Tingkat II Surabaya Nomer 14 Tahun 1999 Tentang Retribusi Penggantian Biaya Cetak Peta, Jalan Raya Darmo termasuk kedalam Tipe 1 jalan arteri sekunder. Jalan arteri sekunder ialah jalan yang menghubungkan kawasan primer dengan kawasan sekunder kesatu, kawasan sekunder kesatu dengan kawasan sekunder kesatu, atau kawasan sekunder kesatu dengan kawasan sekunder kedua. Jalan arteri sekunder didesain berdasarkan kecepatan rencana paling rendah 30 (tiga puluh) kilometer per jam dengan lebar badan jalan paling sedikit 11 (sebelah) meter menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomer 34 Tahun 2006 tentang Jalan. Lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 2.1 berikut.



Gambar 2.1 Denah Lokasi Penelitian

## 2.5 Penelitian Terdahulu

Penelitian yang dilakukan sebelumnya adalah penelitian dari Agustri dan Syafe'I (2016) yang mengkaji penurunan emisi CO<sub>2</sub>, CO, dan PM<sub>10</sub> pada program CFD di Jalan Utama Kota Surabaya seperti Jalan Tunjungan, Jalan Darmo, dan Jalan Kertajaya menggunakan metode *traffic counting*. Salah satunya jumlah emisi CO<sub>2</sub> yang dihasilkan pada saat CFD di Jalan Raya Darmo adalah sebagai berikut.

Tabel 2. 3 Selisih Beban Emisi CO<sub>2</sub> saat CFD dan NCFD Jalan Raya Darmo.

Jalan	Beban Emisi CO <sub>2</sub> (g/3jam)		Selisih Beban Emisi (g/3jam)
	<i>Car Free Day</i> (Minggu)	<i>Non Car Free Day</i> (Selasa)	
Polisi Istimewa	322711.9739	225806.8956	-96905.07823
Dr. Soetomo	682135.9967	651610.8281	-30525.16854
Kapuas	7585.049531	117040.6206	115455.5711
Bengawan	106268.0506	100539.179	-5728.871609
Diponegoro	951708.6429	1098057.891	146349.2486
Darmo	0	6681515.107	6681515.107
Total	2064409.714	8874570.522	6810160.809

Sumber : Agustri dan Syafei (2016)

Penelitian lain dilakukan di CFD Jalan Kertajaya yang mengkaji efisiensi program CFD terhadap penurunan emisi karbon. Penelitian ini menggunakan metode NDIR (*Non Dispersive Infra Red*) dan didapatkan Jumlah konsentrasi CO<sub>2</sub> pada udara ambien yang dihasilkan pada saat NCFD adalah sebesar 43,72 ppm CO<sub>2</sub> dan pada saat CFD sebesar 3,78 ppm CO<sub>2</sub> dan penurunan konsentrasi CO<sub>2</sub> pada udara ambien Jalan Raya Kertajaya oleh program CFD sebesar 91,35% (Kanaf dan Razif, 2010).

Pada penelitian ini yang membedakan ialah pada penelitian yang dilakukan Agustri dan Syafei (2016) di Jalan Raya Darmo dilakukan perhitungan beban emisi CO<sub>2</sub> dimana didapatkan hasil dengan satuan g/jam dan dilakukan dengan metode *traffic counting*. Sedangkan pada penelitian Kanaf dan Razif (2010) yang dilakukan di Jalan Raya Kertajaya dengan menghitung konsentrasi CO<sub>2</sub> dengan satuan ppm dan menggunakan metode NDIR (*Non Dispersive Infra Red*). Penelitian yang dilakukan ini adalah mengukur konsentrasi CO<sub>2</sub> dengan hasil satuan ppm di Jalan Raya Darmo dengan metode pengukuran menggunakan alat CO<sub>2</sub> meter.

**“Halaman ini sengaja dikosongkan”**



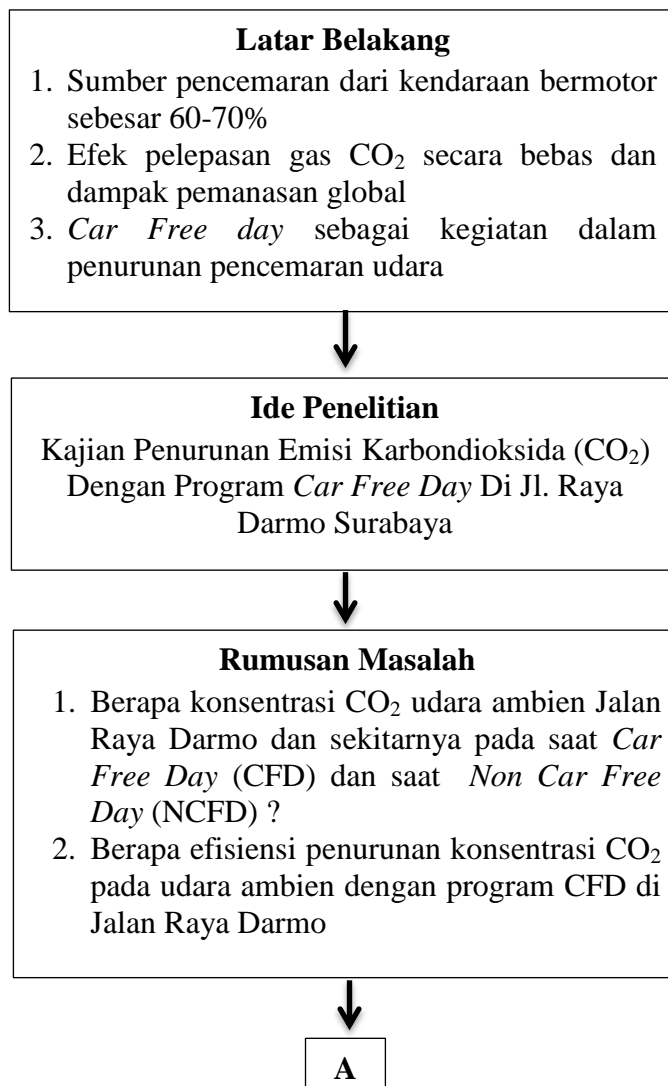
## BAB III METODOLOGI

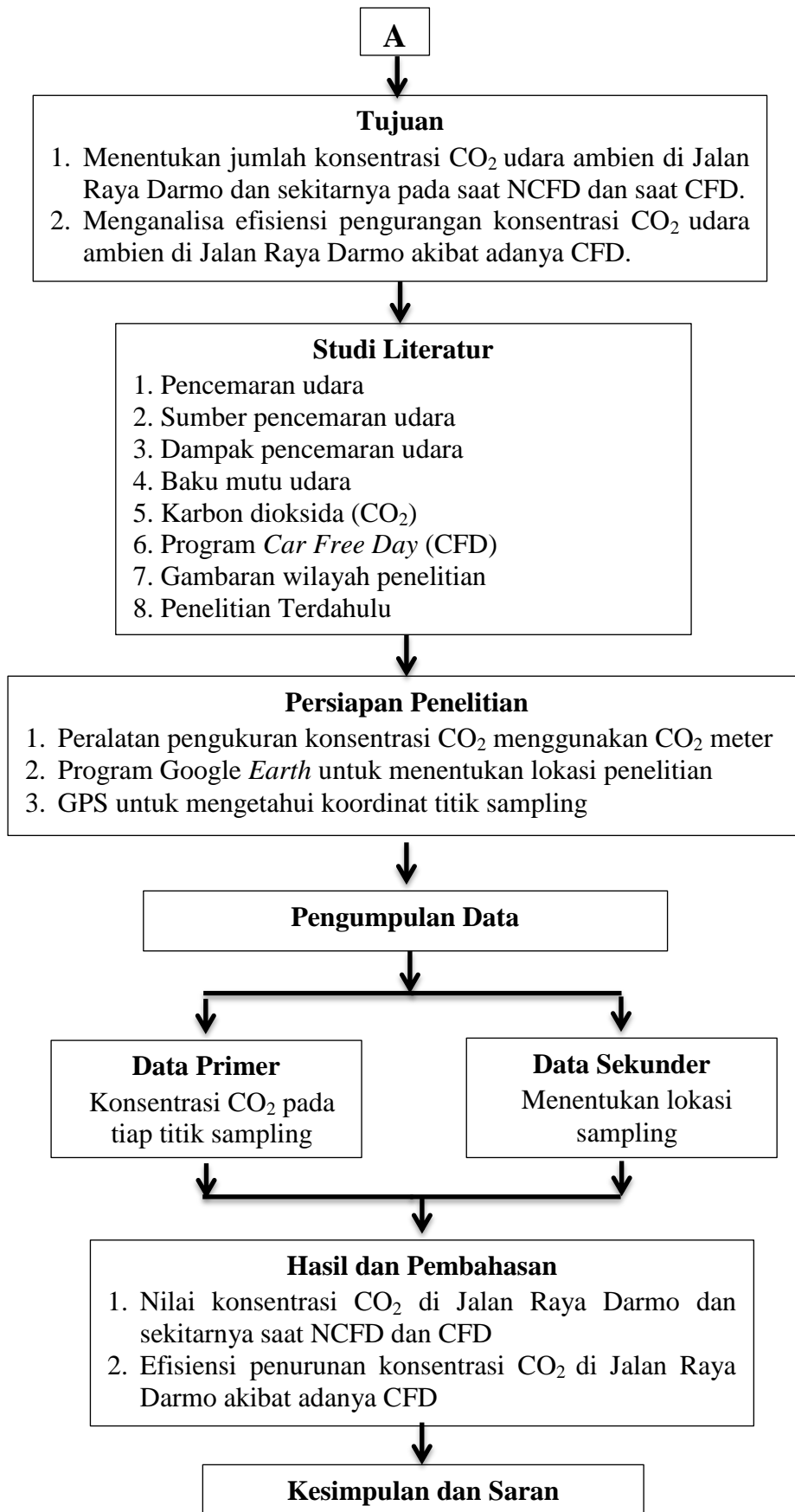
### 3.1 Umum

Kajian yang dilakukan dalam tugas akhir ini adalah mengenai penurunan emisi karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) dengan program CFD di Jalan. Raya Darmo dan sekitarnya yaitu jalan Diponegoro, jalan Progo, jalan Serayu, dan persimpangan jalan Raya Darmo dan jalan Polisi Istimewa. Kajian ini dilakukan dengan mengukur tingkat konsentrasi karbon dioksida dalam udara ambien pada saat hari Sabtu sebagai hari NCFD dan hari Minggu sebagai hari CFD. Dari hasil penelitian tersebut dapat digunakan sebagai bukti apakah dengan adanya program CFD dapat digunakan sebagai langkah dalam pengurangan emisi CO<sub>2</sub>) dalam udara ambien.

### 3.2 Kerangka Penelitian

Dalam pelaksanaan penelitian ini terdapat kerangka penelitian yang digunakan sebagai acuan dalam penelitian. Kerangka penelitian disusun berdasarkan suatu permasalahan dalam ide penelitian. Adapun tujuan dalam penyusunan kerangka penelitian adalah sebagai gambaran awal tahap – tahapan dalam pelaksanaan penelitian secara sistematis, dan memudahkan dalam pelaksanaan penelitian. Kerangka penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.1.





Gambar 3.1 Kerangka Acuan

### **3.3 Metodologi Penelitian**

Metodologi penelitian berisi langkah – langkah atau pedoman pelaksanaan penelitian tugas akhir ini.

#### **3.3.1 Ide Penelitian**

Ide dari penelitian ini adalah kajian penurunan emisi karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) dengan program *Car Free Day* di Jalan Raya Darmo Surabaya. Pada penelitian Kanaf dan Razif (2010) menyebutkan bahwa CFD merupakan salah satu program yang bertujuan mengurangi dan mengendalikan pencemaran udara. Salah satunya adalah pencemaran CO<sub>2</sub>, oleh sebab itu dilakukan penelitian terhadap penurunan emisi CO<sub>2</sub> pada Jalan Raya Darmo dan sekitarnya apakah terjadi penurunan emisi CO<sub>2</sub> saat dilaksanakan CFD dengan saat NCFD.

#### **3.3.2 Studi Literatur**

Studi literatur dilakukan untuk mencari informasi atau teori yang mendukung penelitian yang akan dilaksanakan. Sumber literatur yang digunakan dapat berupa jurnal atau artikel ilmiah, laporan penelitian dan penelitian terdahulu yang berhubungan dengan penelitian yang akan dilaksanakan. Hal – hal yang dipelajari dalam studi literature adalah :

1. Pencemaran udara
2. Sumber pencemaran udara
3. Dampak pencemaran udara
4. Baku mutu udara
5. Karbon dioksida (CO<sub>2</sub>)
6. Program *Car Free Day* (CFD)
7. Gambaran wilayah penelitian
8. Penelitian terdahulu.

#### **3.3.3 Persiapan Penelitian**

Dalam tahap persiapan penelitian yang dibutuhkan adalah titik lokasi penelitian, dimana titik tersebut adalah lokasi dimana pengambilan sampel konsentrasi CO<sub>2</sub> dilakukan. Pengambilan konsentrasi CO<sub>2</sub> dilakukan dengan alat bantu CO<sub>2</sub> meter.

#### **3.3.4 Variabel Penelitian**

Variabel penelitian merupakan hal penting yang diteliti dalam penelitian yang dilakukan. Variable yang terdapat pada penelitian ini adalah.

- Variabel terikat  
Variabel terikat pada penelitian ini adalah nilai konsentrasi CO<sub>2</sub> di Jalan Raya Darmo dan sekitarnya yaitu Jalan Diponegoro, Jalan Progo, Jalan Serayu, dan persimpangan Jalan Raya Darmo dengan Jalan Polisi Istimewa sebagai lokasi penelitian.
- Variabel Bebas  
Variabel bebas pada penelitian ini adalah lokasi pengambilan sampling terbagi menjadi 5 (lima) titik sampling.

#### **3.3.5 Pengumpulan Data**

Pengumpulan data dilakukan untuk mendapatkan data yang dibutuhkan dalam penelitian yang dilakukan. Pengumpulan data pada penelitian ini adalah.

1. Pengumpulan data primer  
Data primer yang digunakan dalam penelitian ini adalah konsentrasi CO<sub>2</sub> pada udara ambien dengan menggunakan alat CO<sub>2</sub> meter sebagai alat ukurnya.
2. Pengumpulan data sekunder  
Dara sekunder pada penelitian ini berupa penentuan lokasi titik sampling yang digunakan menggunakan aplikasi *Google Earth Pro* dan menggunakan GPS untuk menentukan titik koordinat lokasi.

### 3.4 Persiapan Alat

Persiapan alat dalam penelitian ini merupakan alat atau software yang dibutuhkan dalam penelitian ini. Alat dan software yang dibutuhkan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

#### 1. CO<sub>2</sub> Meter

CO<sub>2</sub> meter merupakan alat yang berfungsi sebagai alat untuk mengukur konsentrasi CO<sub>2</sub> secara kontinyu serta dapat digunakan dalam mengukur kelembapan dan suhu. Satuan yang digunakan dalam pengukuran konsentrasi CO<sub>2</sub> ini adalah ppm. Alat CO<sub>2</sub> meter yang digunakan adalah CO<sub>2</sub> meter tipe AZ 77535 yang juga dapat mengukur suhu dan kelembapan udara.



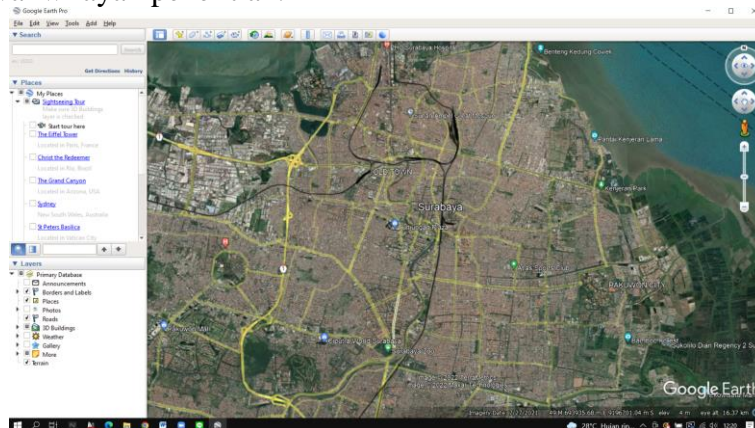
Gambar 3.2 CO<sub>2</sub> Meter Tipe AZ 77535

#### 2. GPS (*Global Positioning System*)

GPS adalah alat yang digunakan untuk mengetahui koordinat dan elevasi titik sampling dilapangan.

#### 3. *Google Earth Pro*

*Google Earth Pro* digunakan dalam menentukan titik lokasi sampling dan mengetahui gambaran awal wilayah penelitian.



Gambar 3.3 Google Earth Pro

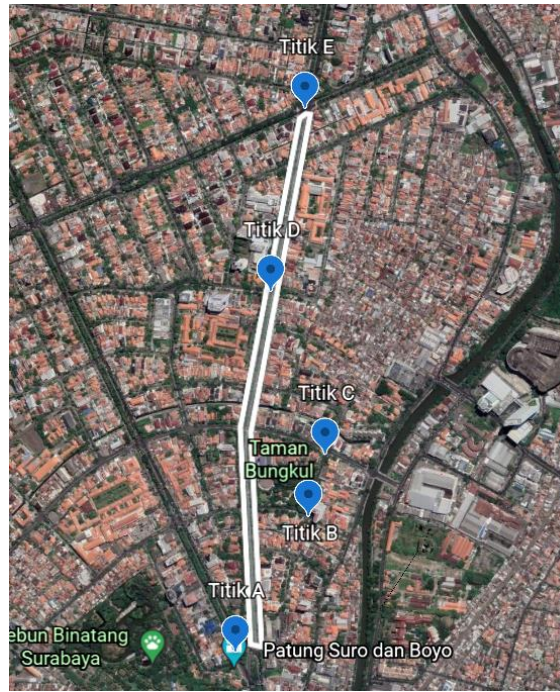
### 3.5 Pelaksanaan Penelitian

#### 3.5.1 Pengambilan Sampel Konsentrasi CO<sub>2</sub>

Penelitian dilakukan di Jalan Raya Darmo dan sekitarnya. Pemilihan lokasi di Jalan Raya Darmo karena jalan ini merupakan salah satu jalan utama di kota Surabaya yang dilakukan kegiatan CFD serta pemilihan lokasi disekitar jalan Raya Darmo dikarenakan jalan tersebut merupakan jalan alternatif atau peralihan arus karena ditutupnya Jalan Raya Darmo karena adanya kegiatan CFD. Penelitian ini dilakukan pada hari Sabtu saat NCFD dan pada hari Minggu saat CFD. Pemilihan hari Sabtu sebagai hari NCFD karena pada hari Sabtu

bukan hari aktif kerja sehingga volume kendaraan pada hari sabtu relatif lebih mirip dengan hari Minggu dibandingkan hari aktif kerja (senin – jumat), sehingga di asumsikan pada hari Sabtu merupakan hari paling mirip dengan hari Minggu. Pengambilan sampling dilakukan pada pukul 06.00 – 09.30 WIB dimana jam tersebut adalah waktu dimulai hingga berakhirnya kegiatan CFD.

Lokasi titik pengambilan sampling terbagi menjadi 5 titik. Berikut adalah lokasi pengambilan titik sampling.



Gambar 3.4 Denah Titik Lokasi Sampling

Lokasi pengambilan sampel untuk setiap titik terletak pada jalan berikut.

1. Titik A : Jalan Diponegoro
2. Titik B : Jalan Progo
3. Titik C : Jalan Serayu
4. Titik D : Jalan Raya Darmo
5. Titik E : Persimpangan Jalan Raya Darmo dengan Jalan Polisi Istimewa

Pemilihan titik lokasi pengambilan sampel ini berdasarkan dari hasil pengamatan langsung dimana Jalan Diponegoro, Jalan Progo, Jalan Serayu dan Persimpangan Jalan Raya Darmo dengan Jalan Polisi Istimewa merupakan jalan alternatif yang banyak digunakan pengendara kendaraan bermotor yang ingin melewati Jalan Raya Darmo namun tidak bisa karena adanya kegiatan CFD. Titik A di Jalan Diponegoro digunakan sebagai jalur alternatif bagi pengendara kendaraan bermotor jika mereka melaju dari Jalan Wonokromo dan ingin menuju Jalan Urip Sumoharjo tanpa melewati Jalan Raya Darmo. Titik B di Jalan Progo dan titik C di Jalan Serayu merupakan lokasi banyak digunakannya untuk lahan parkir bagi pengunjung kegiatan CFD dan tempat berlangsungnya pasar CFD sehingga banyak penjual dan pengunjung yang beraktivitas di jalan tersebut. Lalu titik D di Jalan Raya Darmo sebagai titik dimana jalan tersebut sebagai lokasi dari kegiatan CFD berlangsung, sedangkan untuk titik E di persimpangan Jalan Raya Darmo dan Jalan Polisi Istimewa merupakan lokasi jalan alternatif bagi pengendara kendaraan bermotor dari Jalan Urip Sumoharjo menuju Jalan Wonokromo.

Pengambilan sampel konsentrasi CO<sub>2</sub> dilakukan selama 3,5 jam (pukul 06.00 - 09.30 WIB) dan pengambilan sampel terbagi menjadi 3 periode pembagian waktu dengan pembagian periode waktu sebagai berikut.

1. Pukul 06.00 – 07.00 WIB
2. Pukul 07.00 – 08.30 WIB
3. Pukul 08.30 – 09.30 WIB.

Pembagian periode waktu pengambilan sampel ini berdasarkan dari hasil pengamatan di lokasi penelitian dimana pada jam – jam tersebut memiliki pola atau intensitas kegiatan baik dari lalu lalang kendaraan bermotor maupun kegiatan dari masyarakat sekitar yang berbeda. Pada periode jam 06.00 -07.00 memiliki pola atau intensitas kegiatan yang sama, namun pada periode jam 07.00 – 08.30 memiliki pola atau intensitas kegiatan yang meningkat dari periode sebelumnya, begitu juga dengan periode jam 08.30 – 09.30 memiliki pola atau intensitas kegiatan lebih tinggi dari pada periode pertama dan periode kedua.

Pengambilan sampel konsentrasi CO<sub>2</sub> dilakukan pada setiap titik dimana untuk satu periode waktu pengambilan diambil sebanyak 5 data. Pada pengambilan sampel pertama dilakukan pada periode pukul 06.00 – 07.00 WIB, dilakukan pengukuran di titik A didapatkan 5 data konsentrasi CO<sub>2</sub>, selanjutnya dilakukan pengukuran di titik B, titik C, titik D, dan titik E. Pada periode pertama didapatkan 5 data konsentrasi CO<sub>2</sub> untuk setiap titik lokasi sampling. Karena terdapat 3 periode pengambilan waktu sampel maka di setiap titik didapatkan sebanyak 15 data sampel pada satu hari penelitian. Dan penelitian ini dilakukan sebanyak 4 kali (4 hari Sabtu dan 4 hari Minggu). Pengambilan sampel konsentrasi CO<sub>2</sub> secara bergantian dikarenakan alat CO<sub>2</sub> meter yang tersedia hanya 1 alat saja, sehingga pengukuran konsentrasi CO<sub>2</sub> tidak bisa dilakukan secara bersamaan.

### **3.5.2 Hasil dan Pembahasan**

Hasil dari penelitian ini menunjukkan hasil sampling yang telah dilakukan. Hasil penelitian berupa data konsentrasi CO<sub>2</sub> dan penurunan konsentrasi CO<sub>2</sub> udara ambien yang diukur dari lima titik yang telah ditentukan.

### **3.5.3 Kesimpulan dan Saran**

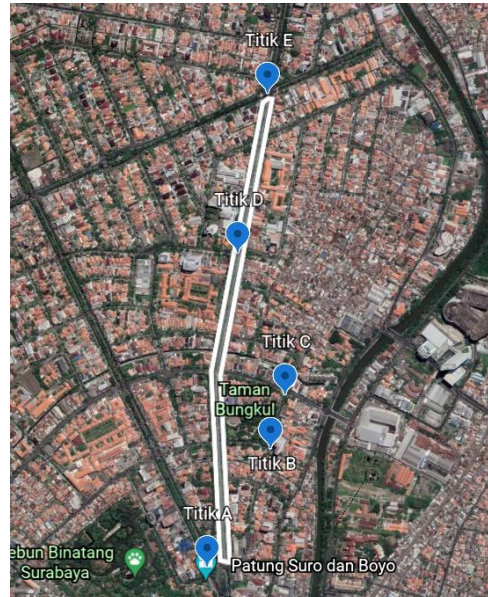
Hasil dari pembahasan dapat ditarik kesimpulan yang berupa ringkasan dari hasil penelitian yang telah dilakukan untuk menjawab rumusan masalah penelitian. Kesimpulan dari penelitian ini memberikan informasi tentang konsentrasi CO<sub>2</sub> pada Jalan Raya Darmo dan sekitarnya pada saat berlangsungnya CFD dan saat CFD. Selain itu dapat dijadikan sebagai bahan evaluasi kegiatan CFD sebagai salah satu langkah dalam mengurangi pencemaran udara berhasil atau tidak. Selanjutnya penelitian ini akan dibukukan dalam bentuk laporan tugas akhir dan dipresentasikan. Saran yang membangun untuk pelaksanaan penelitian ini sangat dibutuhkan agar penelitian dapat berjalan dengan baik.



## BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Pengambilan Konsentrasi CO<sub>2</sub>

Pengambilan sampel konsentrasi CO<sub>2</sub> dilakukan menggunakan alat ukur CO<sub>2</sub> meter. Penelitian ini di Jalan Raya Darmo dan sekitarnya dan dilakukan sebanyak 4 kali dimana satu kali pengambilan sampel terdapat hasil sampel pada hari NCFD dan hari CFD. Konsentrasi CO<sub>2</sub> yang diukur berasal dari konsentrasi CO<sub>2</sub> udara ambien yang ada di lokasi pengambilan sampel. Lokasi pengambilan sampel terbagi menjadi 5 titik lokasi sebagai berikut.



Gambar 4. 1 Denah Lokasi Titik Sampling



Gambar 4. 2 Lokasi Titik A



Gambar 4. 3 Lokasi Titik B



Gambar 4. 4 Lokasi Titik C



Gambar 4. 5 Lokasi Titik D



Gambar 4. 6 Lokasi Titik E

Lokasi pengambilan sampel untuk setiap titik terletak pada jalan berikut.

1. Titik A : Jalan Diponegoro
2. Titik B : Jalan Progo
3. Titik C : Jalan Serayu
4. Titik D : Jalan Raya Darmo
5. Titik E : Persimpangan Jalan Raya Darmo dengan Jalan Polisi Istimewa.

Pemilihan lokasi pengambilan sampel berdasarkan dari pengamatan langsung dimana pada titik A, B, C, dan E merupakan titik dimana jalan tersebut merupakan jalan alternatif yang dapat dilalui oleh kendaraan bermotor disaat Jalan Raya Darmo sedang ditutup karena berlangsungnya CFD. Pemilihan lokasi CFD di Jalan Raya Darmo karena jalan ini merupakan salah satu jalan utama yang ramai dilalui kendaraan bermotor.

Pengambilan sampel konsentrasi CO<sub>2</sub> dilakukan mulai pukul 06.00 hingga 09.30 WIB dan selama pengambilan sampel tersebut dilakukan pembagian periode pengambilan sampel seperti berikut.

1. Pukul 06.00 – 07.00 WIB
2. Pukul 07.00 – 08.30 WIB
3. Pukul 08.30 – 09.30 WIB



Pembagian periode ini dilakukan berdasarkan hasil pengamatan dimana terjadi perbedaan pola intensitas aktivitas masyarakat atau lalu lalang kendaraan bermotor di sekitar daerah sampling tersebut.

#### 4.2 Hasil Sampling Konsentrasi CO<sub>2</sub> Udara Ambien

Pengambilan sampel konsentrasi CO<sub>2</sub> dilakukan mulai pukul 06.00 – 09.30 WIB dan dibagi sesuai periode waktu yang telah ditentukan. Pengambilan sampel dilakukan untuk semua lokasi titik pengambilan sampel yang telah ditentukan. Berikut adalah hasil sampling konsentrasi CO<sub>2</sub> udara ambien pada pengambilan hari NCFD di minggu pertama dan untuk data selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran A.

Tabel 4. 1 Data Konsentrasi CO<sub>2</sub> Pada Hari Sabtu 2 April 2022

<i>Non Car Free Day</i>	Konsentrasi Karbon dioksida (ppm)		
	Waktu Pengambilan		
Lokasi	06.00-07.00	07.00-08.30	08.30-09.30
Titik A	575	663	698
	589	659	703
	585	664	695
	567	678	712
	570	690	706
Titik B	452	455	474
	430	462	470
	422	468	462
	449	470	456
	446	456	468
Titik C	442	453	482
	423	448	491
	449	455	460
	452	457	475
	448	462	468
Titik D	454	504	552
	475	494	539
	462	476	556
	456	482	540
	467	513	552
Titik E	483	529	612
	458	518	589
	454	522	598
	475	521	609
	454	532	612

#### 4.3 Nilai Konsentrasi CO<sub>2</sub> Udara Ambien

Nilai konsentrasi CO<sub>2</sub> yang didapatkan pada hasil sampling ini sebanyak 5 buah data untuk setiap titik lokasi di setiap waktu periode pengambilan. Pada satu titik pengambilan sampel konsentrasi CO<sub>2</sub> memiliki 15 data nilai konsentrasi CO<sub>2</sub> karena terdapat 3 periode waktu pengambilan. Selanjutnya untuk setiap titik di hitung nilai rata – ratanya untuk mendapatkan nilai konsentrasi CO<sub>2</sub> udara ambien yang representatif di lokasi pengambilan sampel.

Menurut Kartika (2018), mencari nilai rata – rata dapat menggunakan rumus :

$$X = \frac{\sum X}{N} \dots\dots\dots \text{persamaan 4.1}$$

Keterangan :

- $X$  = Rata – rata yang dicari
- $\sum x$  = Jumlah dari nilai – nilai yang ada
- $N$  = Banyaknya jumlah nilai yang ada

#### 4.3.1 Konsentrasi CO<sub>2</sub> Udara Ambien Pada Pengambilan Sampel Pertama

Pada pengambilan pertama sampel konsentrasi CO<sub>2</sub> dilakukan pada tanggal 2 dan 3 April 2022 dimana tanggal 2 adalah hari Sabtu atau sebagai hari NCFD dan tanggal 3 adalah hari Minggu sebagai hari CFD. Hasil pengambilan sampel konsentrasi CO<sub>2</sub> tersebut didapatkan seperti pada Tabel 4.1 pada Subbab 4.2 Hasil Sampling Konsentrasi CO<sub>2</sub> Udara Ambien.

Nilai konsentrasi CO<sub>2</sub> tersebut dihitung nilai rata – ratanya untuk setiap titik pada setiap periode waktu yang bertujuan untuk menunjukkan besaran konsentrasi CO<sub>2</sub> pada setiap titik dan waktu tersebut. Selanjutnya untuk mengetahui besaran konsentrasi CO<sub>2</sub> untuk lokasi Jalan Raya Darmo dan sekitarnya dilakukan perhitungan rata – rata kembali berdasarkan titik lokasi pengambilan sampel. Perhitungan nilai rata – rata menggunakan rumus Persamaan 4.1. Didapatkan nilai rata – rata sebagai berikut.

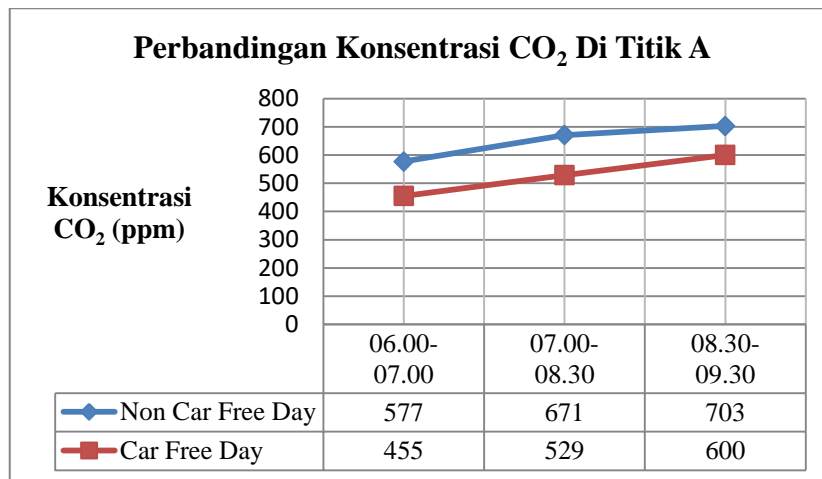
Tabel 4. 2 Hasil Rata-rata Konsentrasi Pada Hari Sabtu 2 April 2022

Non Car Free Day	Konsentrasi Karbon dioksida (ppm)			
	Waktu Pengambilan			Rata - rata
	06.00-07.00	07.00-08.30	08.30-09.30	
Titik A	577	671	703	650
Titik B	440	462	466	456
Titik C	443	455	475	458
Titik D	463	494	548	501
Titik E	465	524	604	531

Tabel 4. 3 Hasil Rata-rata Konsentrasi Pada Hari Minggu 3 April 2022

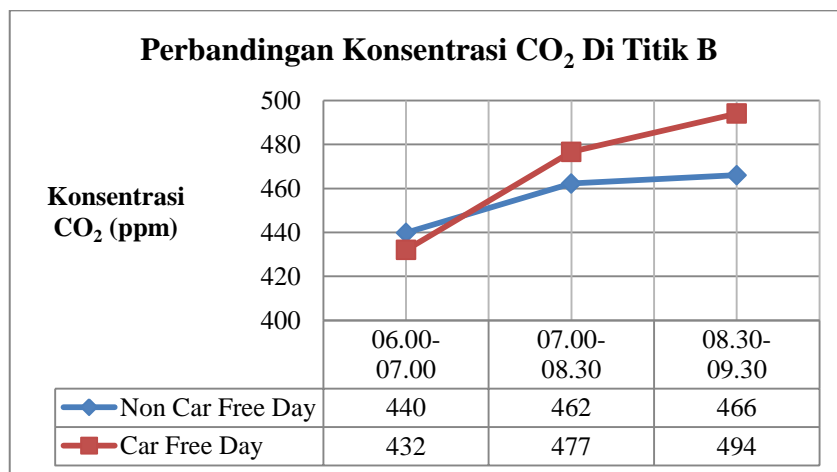
Car Free Day	Konsentrasi Karbon dioksida (ppm)			
	Waktu Pengambilan			Rata - rata
	06.00-07.00	07.00-08.30	08.30-09.30	
Titik A	455	529	600	528
Titik B	432	477	494	468
Titik C	441	477	502	473
Titik D	424	434	442	433
Titik E	461	482	515	486

Berdasarkan nilai rata – rata tersebut dapat dilihat pada hari sabtu saat NCFD pada setiap titik sampling mengalami peningkatan nilai konsentrasi CO<sub>2</sub> dari waktu periode waktu pengambilan pertama pukul 06.00 – 07.00 WIB hingga waktu pengambilan ketiga pukul 08.30 – 09.30 WIB kenaikan nilai konsentrasi CO<sub>2</sub> juga terjadi pada hari minggu saat CFD. Kenaikan konsentrasi CO<sub>2</sub> ini terjadi karena adanya peningkatan kegiatan aktivitas lalu lalang kendaraan bermotor maupun aktivitas masyarakat disekitar wilayah tersebut.

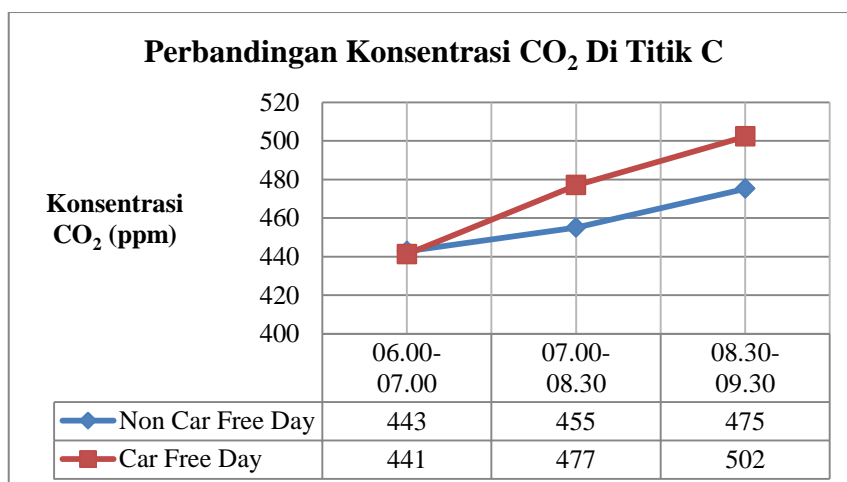


Gambar 4. 7 Grafik Perbandingan Konsentrasi CO<sub>2</sub> saat NCFD dan CFD di Titik A

Untuk titik A di Jalan Diponegoro pada hari NCFD dan CFD sama – sama mengalami kenaikan konsentrasi CO<sub>2</sub> dari periode waktu pertama, kedua, dan ketiga, namun konsentrasi CO<sub>2</sub> di hari NCFD sebesar 650 ppm lebih besar dari pada hari *car free day* CFD sebesar 528 ppm karena aktivitas lalu lalang kendaraan bermotor lebih banyak.



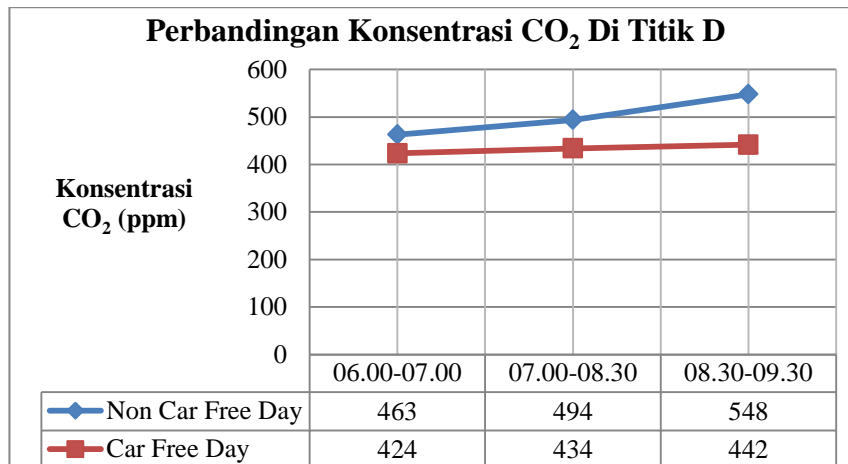
Gambar 4. 8 Grafik Perbandingan Konsentrasi CO<sub>2</sub> saat NCFD dan CFD di Titik B



Gambar 4. 9 Grafik Perbandingan Konsentrasi CO<sub>2</sub> saat NCFD dan CFD di Titik C

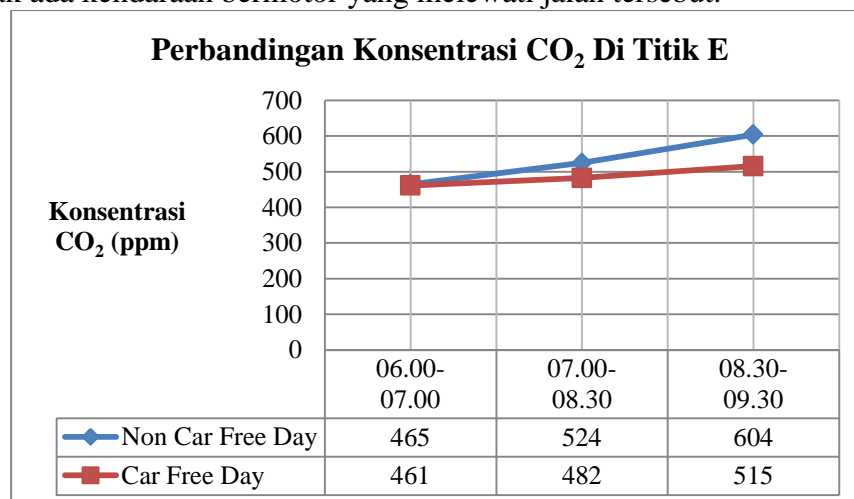
Titik B di Jalan Progo dan titik C di Jalan Serayu mengalami kenaikan konsentrasi CO<sub>2</sub> udara ambien untuk setiap periode waktu pengambilan sampel, konsentrasi CO<sub>2</sub> di hari CFD pada titik B sebesar 468 ppm dan titik C sebesar 473 ppm lebih besar dari pada hari NCFD

dimana titik B sebesar 456 ppm dan titik C sebesar 458 ppm karena pada hari NCFD jalan tersebut hanya digunakan sebagai lahan tempat parkir kendaraan bermotor bagi yang bekerja di sekitar jalan tersebut saja, namun pada hari CFD jalan tersebut selain digunakan untuk lahan parkir juga terdapat aktivitas pasar CFD sehingga menarik lebih banyak masyarakat untuk berkunjung ke pasar CFD tersebut dan terdapat banyak penjual dari makanan, minuman, baju, keperluan rumah tangga dan lainnya. Pada lokasi pasar CFD menjadikan lebih banyak pengunjung dan kendaraan yang terparkir di jalan tersebut. Kendaraan yang melaju pelan atau berhenti dengan keadaan mesin menyala menghasilkan polusi lebih banyak 3 kali lipat dari pada kendaraan yang melaju dengan kecepatan tinggi (Rauf, dkk, 2014).



Gambar 4. 10 Grafik Perbandingan Konsentrasi CO<sub>2</sub> saat NCFD dan CFD di Titik D

Pada titik D yang berlokasi di Jalan Raya Darmo memiliki konsentrasi CO<sub>2</sub> pada hari NCFD sebesar 501 ppm dan pada hari CFD sebesar 433 ppm. Konsentrasi CO<sub>2</sub> lebih tinggi di hari NCFD karena pada hari CFD jalan Raya Darmo tidak dapat dilewati kendaraan bermotor sehingga tidak ada kendaraan bermotor yang melewati jalan tersebut.



Gambar 4. 11 Grafik Perbandingan Konsentrasi CO<sub>2</sub> saat NCFD dan CFD di Titik E

Sedangkan pada titik E di persimpangan Jalan Raya Darmo dan Jalan Polisi Istimewa juga mengalami peningkatan dari periode waktu pengambilan pertama hingga ketiga dimana didapatkan konsentrasi CO<sub>2</sub> pada hari NCFD sebesar 531 ppm dan pada hari CFD sebesar 486 ppm. Konsentrasi CO<sub>2</sub> di hari NCFD lebih besar dari pada hari CFD dikarenakan aktivitas lalu lalang kendaraan bermotor lebih tinggi di jalan tersebut. Seperti yang diketahui pencemaran udara dari sektor kendaraan bermotor menyumbang kontribusi sebesar 60% (Kusumawardani dan Navastara, 2017). Salah satu polutan yang dihasilkan adalah CO<sub>2</sub> (Rauf, dkk, 2014).

### 4.3.2 Konsentrasi CO<sub>2</sub> Udara Ambien Pada Pengambilan Sampel Kedua

Pengambilan sampel kedua dilakukan pada hari Sabtu saat NCFD dan hari Minggu saat CFD pada tanggal 9 dan 10 April 2022. Nilai konsentrasi CO<sub>2</sub> yang didapatkan dapat dilihat pada Lampiran A.

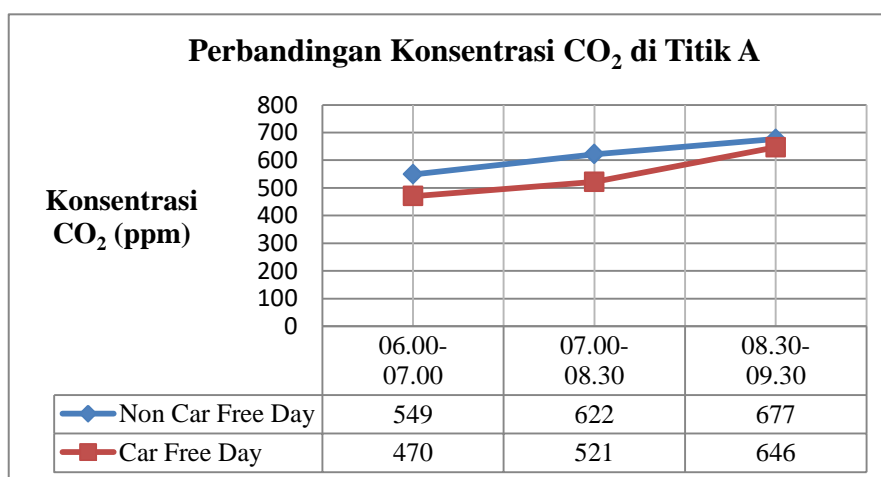
Dari nilai konsentrasi CO<sub>2</sub> yang didapatkan tersebut dihitung nilai rata – ratanya untuk setiap titik pada setiap periode waktu yang bertujuan untuk menunjukkan besaran konsentrasi CO<sub>2</sub> pada setiap titik dan waktu tersebut. Untuk mengetahui besaran konsentrasi CO<sub>2</sub> untuk lokasi Jalan Raya Darmo dan sekitarnya dilakukan perhitungan rata – rata kembali berdasarkan titik lokasi pengambilan sampel. Perhitungan nilai rata – rata dapat menggunakan rumus Persamaan 4.1. Berikut ini adalah nilai rata – rata konsentrasi CO<sub>2</sub> disetiap titik.

Tabel 4. 4 Hasil Rata - Rata Konsentrasi CO<sub>2</sub> Pada Hari Sabtu 9 April 2022

<i>Non Car Free Day</i>	Konsentrasi Karbon dioksida (ppm)			Rata - rata
	Waktu Pengambilan			
	06.00-07.00	07.00-08.30	08.30-09.30	
Titik A	549	622	677	616
Titik B	431	452	465	449
Titik C	430	455	467	451
Titik D	461	503	547	503
Titik E	467	551	616	545

Tabel 4. 5 Hasil Rata - Rata Konsentrasi CO<sub>2</sub> Pada Hari Minggu 10 April 2022

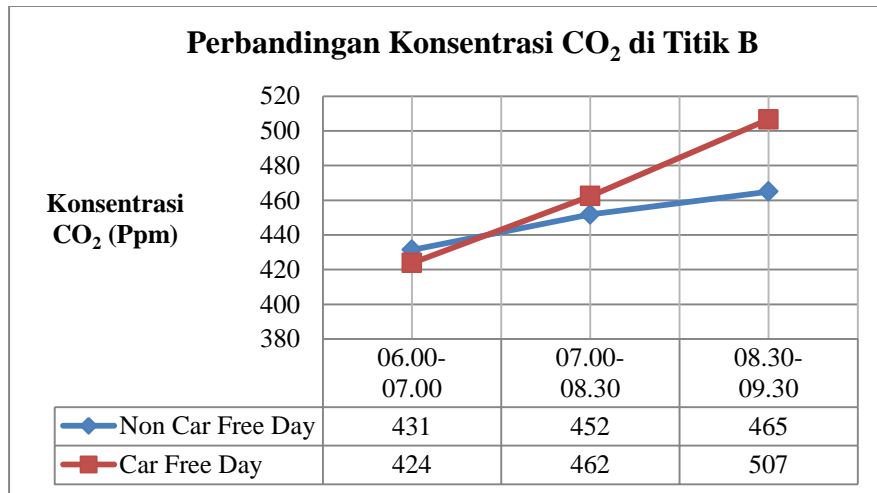
<i>Car Free Day</i>	Konsentrasi Karbon dioksida (ppm)			Rata - rata
	Waktu Pengambilan			
	06.00-07.00	07.00-08.30	08.30-09.30	
Titik A	470	521	646	546
Titik B	424	462	507	464
Titik C	431	468	502	467
Titik D	417	435	451	434
Titik E	438	472	526	478



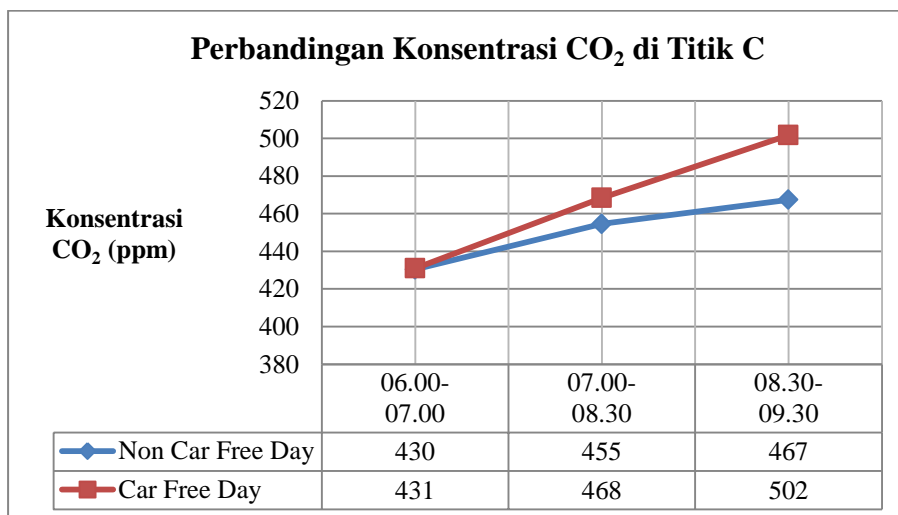
Gambar 4. 12 Grafik Perbandingan Konsentrasi CO<sub>2</sub> saat NCFD dan CFD di Titik A

Berdasarkan hasil perhitungan nilai rata – rata konsentrasi CO<sub>2</sub> pada Tabel 4.4 dan 4.5 serta gambar grafik pada Gambar 4.12 didapatkan bahwa konsentrasi CO<sub>2</sub> udara ambien pada titik A mengalami peningkatan dari waktu pengambilan sampel periode pertama hingga periode ketiga di semua titik pengambilan sampel baik di hari NCFD dan hari CFD begitu juga dengan titik B, C, D, dan E juga mengalami peningkatan. Pada hari NCFD konsentrasi

CO<sub>2</sub> di titik A pada Jalan Diponegoro sebesar 677 ppm sedangkan pada hari CFD pada titik A sebesar 646 ppm. Lebih tingginya konsentrasi CO<sub>2</sub> di hari NCFD dikarenakan pada hari tersebut aktivitas lalu lalang kendaraan bermotor lebih banyak dari pada hari CFD berlangsung. Berkurangnya kendaraan akan menjadikan polusi yang dihasilkan pada hari CFD juga lebih rendah.



Gambar 4. 13 Grafik Perbandingan Konsentrasi CO<sub>2</sub> saat NCFD dan CFD di Titik B



Gambar 4. 14 Grafik Perbandingan Konsentrasi CO<sub>2</sub> saat NCFD dan CFD di Titik C

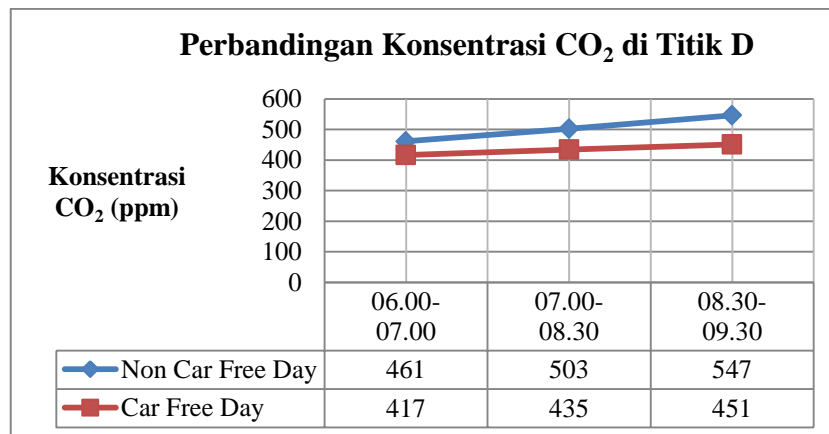
Untuk titik B di Jalan Progo pada hari NCFD jalanan tersebut hanya digunakan sebagai lahan parkir kendaraan bermotor bagi masyarakat yang bekerja di sekitar jalan tersebut, namun pada hari CFD berlangsung jalan tersebut menjadi lebih ramai pengunjung karena terdapat kegiatan yaitu pasar CFD yang mana terdapat berbagai penjual makanan minuman, bahkan keperluan sehari – hari lainnya sehingga menarik minat lebih banyak masyarakat untuk mengunjungi pasar CFD dan para pengunjung akan memarkirkan kendaraannya di sekitar jalanan tersebut. Hal ini dapat dilihat pada konsentrasi CO<sub>2</sub> di hari NCFD sebesar 465 ppm dan pada hari CFD sebesar 507 ppm, sehingga konsentrasi CO<sub>2</sub> pada hari CFD lebih tinggi. Begitu juga dengan titik C di Jalan Serayu terjadi hal yang serupa dengan titik B di Jalan Progo yang mana jalan tersebut juga digunakan sebagai kegiatan pasar CFD, sehingga didapatkan konsentrasi CO<sub>2</sub> pada hari CFD sebesar 502 ppm lebih besar dari pada konsentrasi CO<sub>2</sub> dihari NCFD yang bernilai 467 ppm.



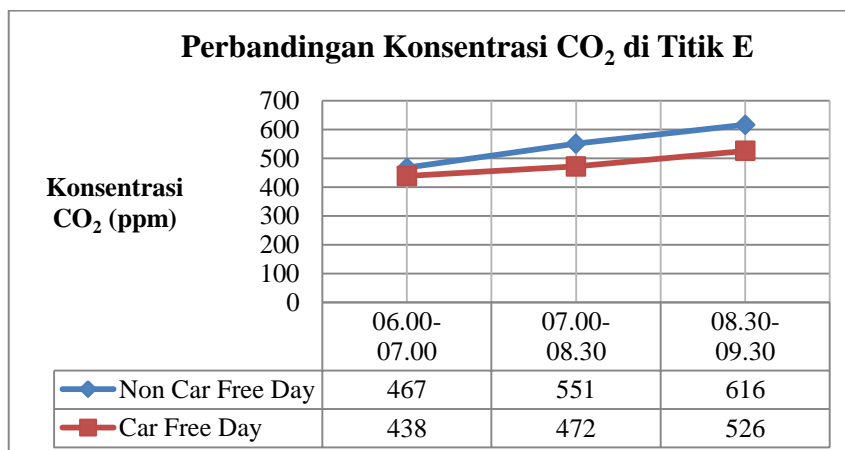
Gambar 4. 15 Kondisi Titik B Di Hari NCFD (kiri) dan Di Hari CFD (Kanan)



Gambar 4. 16 Kondisi Titik C Di Hari NCFD (kiri) dan Di Hari CFD (Kanan)



Gambar 4. 17 Grafik Perbandingan Konsentrasi CO<sub>2</sub> saat NCFD dan CFD di Titik D



Gambar 4. 18 Grafik Perbandingan Konsentrasi CO<sub>2</sub> saat NCFD dan CFD di Titik E

Titik D yang terletak di Jalan Raya Darmo mengalami penurunan konsentrasi CO<sub>2</sub> pada hari CFD yang mana didapatkan konsentrasi CO<sub>2</sub> nya sebesar 434 ppm, sedangkan pada hari NCFD konsentrasi CO<sub>2</sub> nya sebesar 503 ppm. Begitu juga dengan titik E di persimpangan Jalan Raya Darmo dan Jalan Polisi Istimewa dimana konsentrasi CO<sub>2</sub> pada hari NCFD sebesar 545 ppm dan di hari CFD sebesar 478 ppm. Penurunan konsentrasi CO<sub>2</sub> ini

dikarenakan berkurangnya aktivitas lalu lalang kendaraan bermotor di kedua titik lokasi pengambilan sampel, sehingga polusi yang dihasilkan oleh kendaraan bermotor berupa karbon dioksida (CO<sub>2</sub>), karbon monoksida (CO) dan yang lainnya menurun (Rauf, dkk. 2014)

#### 4.3.3 Konsentrasi CO<sub>2</sub> Udara Ambien Pada Pengambilan Sampel Ketiga

Pengambilan ketiga sampel konsentrasi CO<sub>2</sub> dilakukan pada tanggal 23 dan 24 April 2022 dimana tanggal 23 adalah Hari Sabtu saat NCFD dan tanggal 24 adalah Hari Minggu saat CFD. Dari pengambilan sampel konsentrasi CO<sub>2</sub> tersebut didapatkan hasil seperti pada Lampiran A.

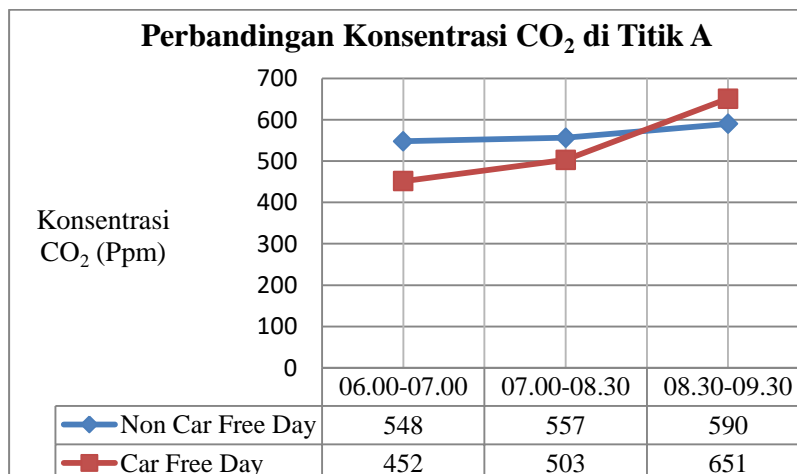
Berdasarkan nilai konsentrasi CO<sub>2</sub> tersebut dihitung rata – ratanya untuk setiap titik pada setiap periode waktu pengambilan sampel yang bertujuan untuk menunjukkan konsentrasi CO<sub>2</sub> pada setiap titik dan waktu tersebut. Selanjutnya untuk mengetahui besaran konsentrasi CO<sub>2</sub> pada lokasi pengambilan sampel dilakukan perhitungan rata – rata kembali berdasarkan lokasi titik pengambilan sampel. Perhitungan nilai rata – rata menggunakan rumus Persamaan 4. Didapatkan nilai rata – rata seperti pada Tabel 4.6 dan Tabel 4.7 berikut.

Tabel 4. 6 Hasil Rata - Rata Konsentrasi CO<sub>2</sub> Pada Hari Sabtu 23 April 2022

Non Car Free Day	Konsentrasi Karbon dioksida (ppm)			Rata - rata
	Waktu Pengambilan			
	06.00-07.00	07.00-08.30	08.30-09.30	
Titik A	548	557	590	565
Titik B	420	419	443	427
Titik C	449	437	451	446
Titik D	452	443	543	479
Titik E	473	516	586	525

Tabel 4. 7 Hasil Rata - Rata Konsentrasi CO<sub>2</sub> Pada Hari Minggu 24 April 2022

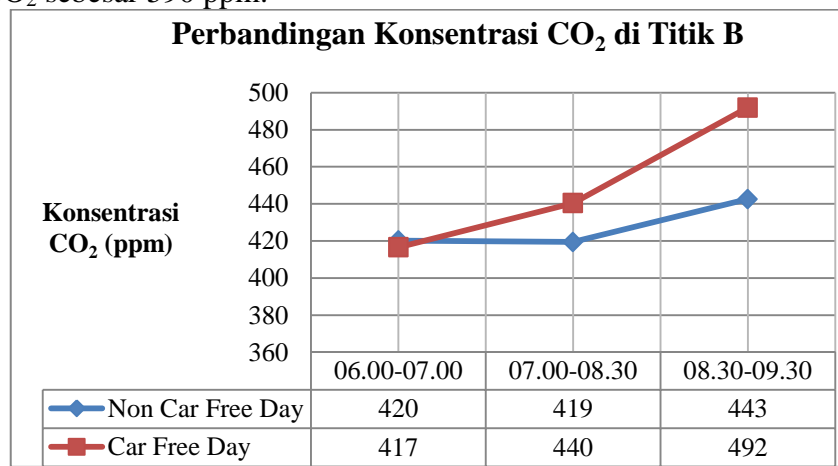
Car Free Day	Konsentrasi Karbon dioksida (ppm)			Rata - rata
	Waktu Pengambilan			
	06.00-07.00	07.00-08.30	08.30-09.30	
Titik A	452	503	651	535
Titik B	417	440	492	450
Titik C	421	467	506	465
Titik D	414	421	458	431
Titik E	438	474	520	477



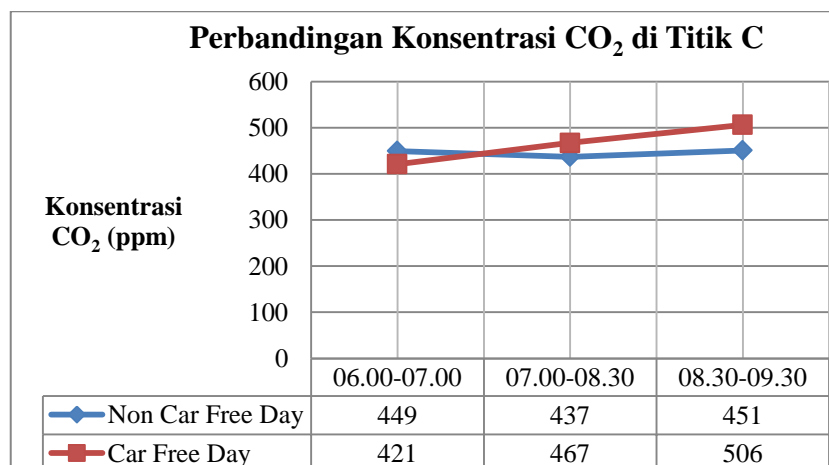
Gambar 4. 19 Grafik Perbandingan Konsentrasi CO<sub>2</sub> saat NCFD dan CFD di Titik A



Berdasarkan hasil sampling konsentrasi CO<sub>2</sub> ketiga ini seperti yang tertera pada tabel 4.13 dan 4.14, dapat dilihat pada titik A nilai rata-rata konsentrasi CO<sub>2</sub> pada hari NCFD lebih besar dari pada hari CFD yang mana pada hari NCFD sebesar 565 ppm dan pada hari CFD sebesar 535 ppm. Hal ini disebabkan karena arus lalu lintas kendaraan bermotor pada hari CFD lebih rendah. Namun jika dilihat berdasarkan nilai konsentrasi pada setiap periode waktu pengambilan sampel seperti pada gambar 4.19 grafik perbandingan konsentrasi CO<sub>2</sub> saat NCFD dan CFD. Pada hari Sabtu atau hari NCFD pukul 08.00 – 09.00 WIB atau pada periode waktu pengambilan kedua dan ketiga sempat terjadi hujan cukup deras walau dengan intensitas waktu yang tidak terlalu lama, hal ini menyebabkan kendaraan bermotor terutama sepeda motor memilih untuk berhenti dan berteduh di pinggir jalan sehingga arus lalu lintas kendaraan bermotor berkurang cukup drastis dari pada hari dan waktu yang sama di titik A ini. Karena itu konsentrasi CO<sub>2</sub> pada titik A pada periode pengambilan sampel ketiga lebih tinggi di hari CFD dengan nilai konsentrasi CO<sub>2</sub> 651 ppm dan pada hari NCFD dengan nilai konsentrasi CO<sub>2</sub> sebesar 590 ppm.

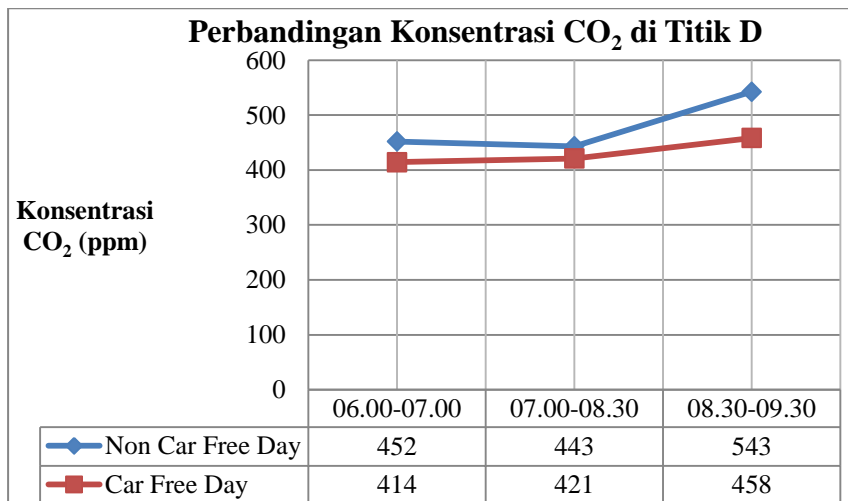


Gambar 4. 20 Grafik Perbandingan Konsentrasi CO<sub>2</sub> saat NCFD dan CFD di Titik B

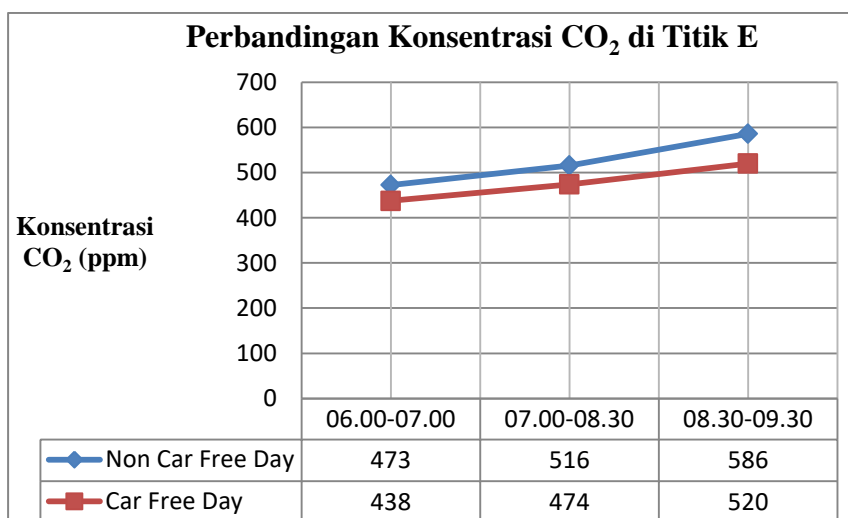


Gambar 4. 21 Grafik Perbandingan Konsentrasi CO<sub>2</sub> saat NCFD dan CFD di Titik C

Sedangkan untuk titik B pada Jalan Progo dan titik C di Jalan Serayu konsentrasi CO<sub>2</sub> pada hari CFD juga lebih tinggi dari pada hari NCFD dimana pada hari CFD konsentrasi CO<sub>2</sub> di titik B senilai 450 ppm dan di titik C senilai 465 ppm, sedangkan pada hari NCFD di titik B senilai 427 ppm dan di titik C senilai 446 ppm. Hal ini tidak lain karena adanya aktivitas pasar CFD yang menyebabkan dengan adanya kegiatan di daerah tersebut yang dapat menarik minat dari masyarakat dapat menyebabkan masyarakat datang ke kegiatan tersebut menggunakan kendaraan bermotor dan dapat menyebabkan meningkatnya jumlah kendaraan bermotor di daerah tersebut (Agustri dan Syafe'I, 2016).



Gambar 4. 22 Grafik Perbandingan Konsentrasi CO<sub>2</sub> saat NCFD dan CFD di Titik D



Gambar 4. 23 Grafik Perbandingan Konsentrasi CO<sub>2</sub> saat NCFD dan CFD di Titik E

Pada titik D yang terletak di Jalan Raya Darmo konsentrasi CO<sub>2</sub> udara ambien di hari NCFD senilai 479 ppm dan pada hari CFD senilai 431 ppm. Konsentrasi CO<sub>2</sub> pada hari CFD lebih rendah dari pada hari NCFD dikarenakan pada hari Minggu saat kegiatan CFD berlangsung kendaraan bermotor dilarang melewati Jalan Raya Darmo tersebut, sehingga polusi yang dihasilkan pun tidak sebanyak seperti pada hari NCFD. Dan untuk titik E di persimpangan Jalan Raya Darmo dan Jalan Polisi Istimewa juga mengalami penurunan pada hari CFD dari pada hari NCFD karena juga menurunnya aktivitas lalu lintas pada hari CFD walaupun sempat terjadi hujan pada hari NCFD, konsentrasi CO<sub>2</sub> pada hari CFD senilai 477 ppm dan pada hari NCFD senilai 525 ppm.

#### 4.3.4 Konsentrasi CO<sub>2</sub> Udara Ambien Pada Pengambilan Sampel Keempat

Pengambilan keempat sampel konsentrasi CO<sub>2</sub> dilakukan pada tanggal 30 dan 1 Mei 2022 dimana tanggal 30 adalah hari Sabtu saat NCFD dan tanggal 1 adalah hari Minggu saat CFD. Dari pengambilan sampel konsentrasi CO<sub>2</sub> udara ambien tersebut didapatkan hasil seperti pada Tabel 4.8 dan Tabel 4.9.

Sama seperti pada hasil sampling minggu pertama, kedua, dan ketiga nilai konsentrasi CO<sub>2</sub> tersebut selanjutnya dihitung nilai rata – ratanya untuk setiap titik pada setiap periode waktu pengambilan sampel yang bertujuan untuk menunjukkan besaran konsentrasi CO<sub>2</sub> pada setiap titik dan waktu tersebut. Untuk mengetahui besaran konsentrasi CO<sub>2</sub> untuk setiap lokasi pengambilan sampel dilakukan perhitungan rata – rata kembali berdasarkan lokasi

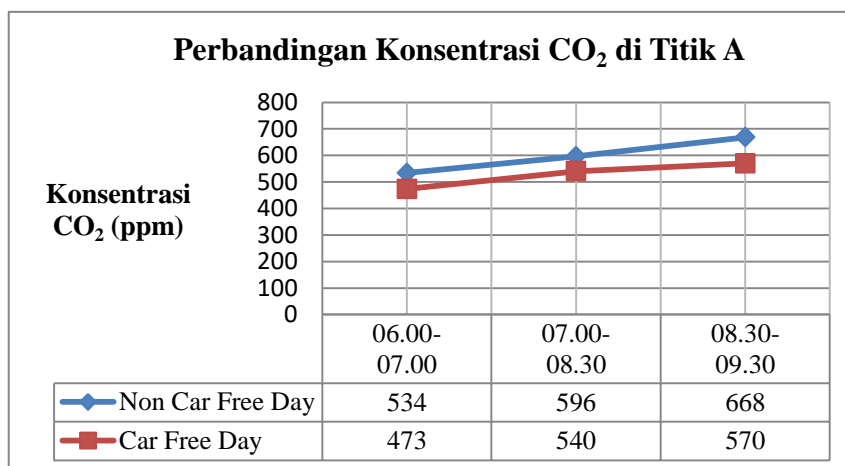
pengambilan sampel. Perhitungan nilai rata – rata dapat menggunakan rumus Persamaan 4.1. Berikut adalah nilai rata – rata konsentrasi CO<sub>2</sub> disetiap titik.

Tabel 4. 8 Hasil Rata - Rata Konsentrasi CO<sub>2</sub> Pada Hari Sabtu 30 April 2022

Non Car Free Day	Konsentrasi Karbon dioksida (ppm)			Rata - rata
	Waktu Pengambilan			
	06.00-07.00	07.00-08.30	08.30-09.30	
Titik A	534	596	668	599
Titik B	427	470	487	461
Titik C	428	458	494	460
Titik D	475	517	555	516
Titik E	453	515	583	517

Tabel 4. 9 Hasil Rata - Rata Konsentrasi CO<sub>2</sub> Pada Hari Minggu 1 Mei 2022

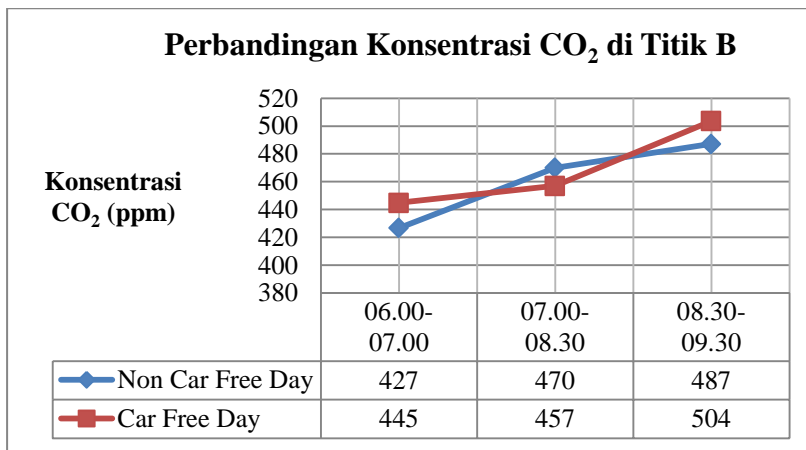
Car Free Day	Konsentrasi Karbon dioksida (ppm)			rata - rata
	Waktu Pengambilan			
	06.00-07.00	07.00-08.30	08.30-09.30	
Titik A	473	540	570	528
Titik B	445	457	504	468
Titik C	434	455	502	464
Titik D	417	432	460	436
Titik E	443	473	522	479



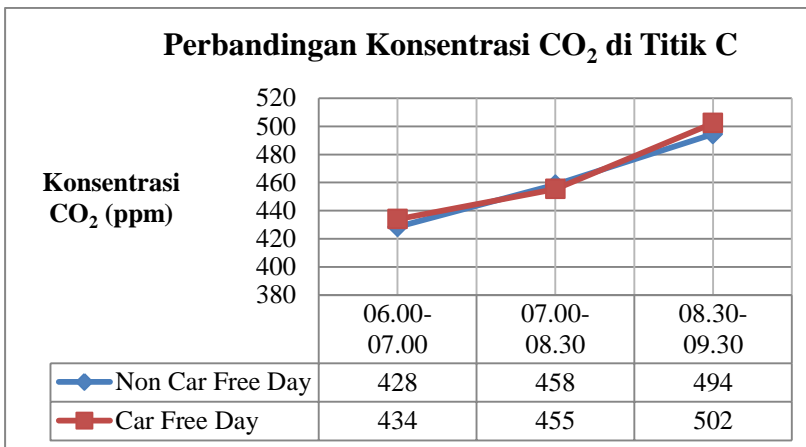
Gambar 4. 24 Grafik Perbandingan Konsentrasi CO<sub>2</sub> saat NCFD dan CFD di Titik A

Menurut hasil perhitungan nilai rata – rata konsentrasi CO<sub>2</sub> dari Tabel 4.15 dan Tabel 4.16 didapatkan bahwa konsentrasi udara mengalami peningkatan dari waktu pengambilan sampel periode pertama hingga periode ketiga di semua titik pengambilan sampel baik di hari Sabtu saat NCFD dan hari Minggu saat CFD. Grafik peningkatan konsentrasi CO<sub>2</sub> di titik A dapat dilihat pada Gambar 4.24 diatas.

Pada titik A di Jalan Diponegoro dan titik E di persimpangan Jalan Raya Darmo dan Jalan Polisi Istimewa aktivitas lalu lalang kendaraan bermotor mengalami penurunan di hari Minggu atau saat CFD, hal ini menjadikan konsentrasi CO<sub>2</sub> udara ambien menurun karena polusi udara terutama polutan CO<sub>2</sub> berasal dari sektor kendaraan bermotor yang mana menyumbang sebesar 60% (Kusumawardani dan Navastara, 2017). Penurunan ini dapat dilihat dari hasil sampling konsentrasi CO<sub>2</sub> pada hari NCFD di titik A sebesar 599 ppm dan di titik E sebesar 517 ppm, sedangkan pada hari CFD konsentrasi CO<sub>2</sub> di titik A sebesar 528 ppm dan pada titik E sebesar 479 ppm.

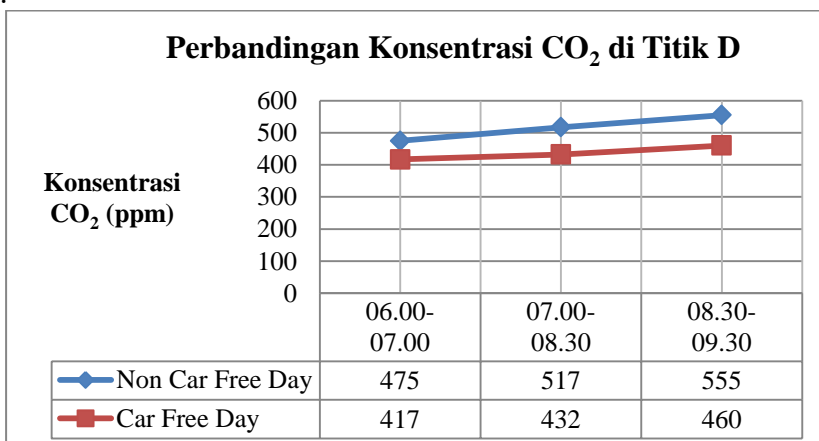


Gambar 4. 25 Grafik Perbandingan Konsentrasi CO<sub>2</sub> saat NCFD dan CFD di Titik B



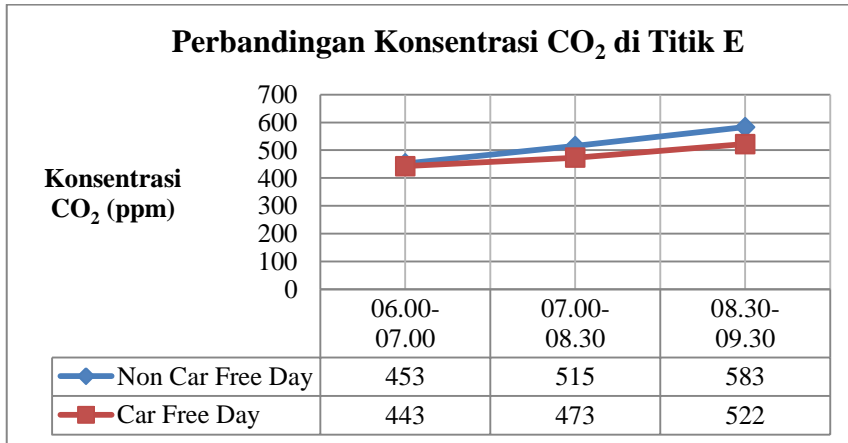
Gambar 4. 26 Grafik Perbandingan Konsentrasi CO<sub>2</sub> saat NCFD dan CFD di Titik C

Selanjutnya pada titik B di Jalan Progo dan titik C di Jalan Serayu didapatkan nilai konsentrasi pada hari NCFD sebesar 461 ppm pada titik B dan sebesar 460 pada titik C, sedangkan pada hari CFD mengalami kenaikan konsentrasi CO<sub>2</sub> untuk titik B sebesar 468 ppm dan titik C sebesar 464 ppm. Kenaikan konsentrasi CO<sub>2</sub> ini dikarenakan pada hari NCFD lokasi di titik B dan C hanya digunakan sebagai lahan parkir untuk kendaraan bermotor bagi pengunjung atau orang yang bekerja di sekitar jalan tersebut, namun pada hari CFD terdapat kegiatan pasar CFD yang mana dengan adanya kegiatan pasar CFD di lokasi tersebut dapat menarik minat masyarakat untuk datang ke kegiatan tersebut. Masyarakat yang berkunjung menggunakan kendaraan bermotor dan memarkirkannya disekitar lokasi tersebut sehingga dapat menyebabkan meningkatnya jumlah kendaraan bermotor didaerah tersebut (Agustri dan Syafe'I, 2016).



Gambar 4. 27 Grafik Perbandingan Konsentrasi CO<sub>2</sub> saat NCFD dan CFD di Titik D

Untuk titik D yang berlokasi di Jalan Raya Darmo didapatkan nilai konsentrasi CO<sub>2</sub> pada hari NCFD sebesar 516 ppm dan pada hari *car free day* sebesar 436 ppm. Lebih rendahnya konsentrasi CO<sub>2</sub> di hari CFD disebabkan pada hari itu di Jalan Raya Darmo sedang dilaksanakan kegiatan CFD yang mana kendaraan bermotor dilarang melalui jalan tersebut disaat kegiatan CFD berlangsung. Dengan tidak adanya kendaraan yang melalui jalan tersebut dapat menurunkan konsentrasi CO<sub>2</sub>, karena menurut Kusumawardani dan Navastara (2017), kendaraan bermotor menyumbang 60% pencemaran udara dengan polutan CO<sub>2</sub>, dan semakin meningkatnya polusi udara juga disebabkan karena meningkatnya jumlah kendaraan bermotor.



Gambar 4. 28 Grafik Perbandingan Konsentrasi CO<sub>2</sub> saat NCFD dan CFD di Titik E

Titik E yang terletak di persimpangan Jalan Raya Darmo dengan Jalan Polisi Istimewa juga mengalami penurunan konsentrasi CO<sub>2</sub> pada hari CFD, penurunan ini disebabkan berkurangnya kendaraan yang melewati titik tersebut sehingga konsentrasi CO<sub>2</sub> yang dihasilkan pun juga mengalami penurunan

#### 4.3.5 Konsentrasi CO<sub>2</sub> Udara Ambien di Jalan Raya Darmo dan Sekitarnya

Konsentrasi CO<sub>2</sub> pada setiap titik lokasi pengambilan sampel baik di hari NCFD maupun CFD dapat dilihat pada Tabel 4.10 berikut untuk lebih jelasnya.

Tabel 4. 10 Konsentrasi CO<sub>2</sub> Udara Ambien Pada Titik Pengambilan Sampel

Titik Lokasi	Konsentrasi CO <sub>2</sub> (ppm)							
	Minggu 1		Minggu 2		Minggu 3		Minggu 4	
	NCFD	CFD	NCFD	CFD	NCFD	CFD	NCFD	CFD
Titik A Jl. Diponegoro	650	528	616	546	565	535	599	528
Titik B Jl. Progo	456	468	449	464	427	450	461	468
Titik C Jl. Serayu	458	473	451	467	446	465	460	464
Titik D Jl. Raya Darmo	501	433	503	434	479	431	516	436
Titik E Persimpangan Jl Raya Darmo dan Jl Polisi Istimewa	531	486	545	478	525	477	517	479

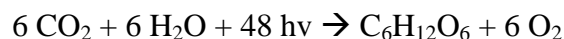
Pada Tabel 4.10 dapat dilihat nilai konsentrasi CO<sub>2</sub> udara ambien untuk setiap titik pada minggu pertama, kedua, ketiga, dan keempat. Dari nilai konsentrasi tersebut dilakukan perhitungan rata-rata untuk setiap titik menggunakan rumus Persamaan 4.1 sehingga didapatkan nilai konsentrasi CO<sub>2</sub> sebagai berikut.

Tabel 4. 11 Konsentrasi CO<sub>2</sub> Disetiap Titik Pada Hari NCFD dan CFD

Hari	Konsentrasi CO <sub>2</sub> di Titik Lokasi				
	Titik A Jl. Diponegoro	Titik B Jl. Progo	Titik C Jl. Serayu	Titik D Jl. Raya Darmo	Titik E Persimpangan Jl Raya Darmo dan Jl Polisi Istimewa
NCFD	608	448	454	500	530
CFD	534	463	467	434	480

Jika dilihat dari Tabel 4.11 nilai konsentrasi CO<sub>2</sub> udara ambien dapat diketahui pada titik A, D, dan E yang berlokasi di Jalan Diponegoro, Jalan Raya Darmo, dan persimpangan Jalan Raya Darmo dengan Jalan Polisi Istimewa selalu mengalami penurunan konsentrasi CO<sub>2</sub> pada hari CFD dari pada hari NCFD, hal ini dikarenakan pada hari CFD kendaraan bermotor tidak dapat melintas di Titik D pada Jalan Raya Darmo dan kendaraan yang melewati titik A dan E juga mengalami penurunan pengendara sehingga pada hari tersebut pencemaran udara cenderung menurun. Penurunan konsentrasi CO<sub>2</sub> karena tidak adanya kendaraan bermotor di lokasi tersebut dikarenakan kendaraan bermotor menjadi kontributor pencemara udara sebesar 60% sehingga jika kendaraan bermotor tidak ada atau berkurang akan mempengaruhi penurunan konsentrasi CO<sub>2</sub> secara signifikan (Navastara, 2017). Keberadaan tanaman disepanjang Jalan Diponegoro, Jalan Raya Darmo dan Jalan Polisi Istimewa juga membantu dalam penurunan konsentrasi CO<sub>2</sub>. Tanaman memiliki kemampuan untuk berfotosintesis. Pada proses fotosintesis diperlukan gas CO<sub>2</sub> sebagai bahan bakunya dan hasil fotosintesis berupa oksigen (O<sub>2</sub>) dan zat-zat makanan yang diperlukan oleh tumbuhan dan makhluk hidup lainnya (Sukmawati dkk, 2015).

Menurut Darmanto dkk (2019) fotosintesa umumnya terjadi pada semua tumbuhan hijau yang memiliki kloroplast atau zat warna. Secara umum fotosintesa ialah pengikatan gas karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) dari udara dan molekul air (H<sub>2</sub>O) dari tanah dengan bantuan foton energi cahaya, akan membentuk gula heksosa (C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>O<sub>6</sub>) dan gas oksigen (O<sub>2</sub>) dengan reaksi sebagai berikut :



Titik B dan titik C yang terletak di Jalan Progo dan Jalan Serayu mengalami kenaikan konsentrasi CO<sub>2</sub> udara ambien di hari CFD dikarenakan pada hari CFD di lokasi tersebut digunakan sebagai lokasi kegiatan pasar CFD, yang mana pasar CFD menarik minat masyarakat untuk berkunjung dengan membawa kendaraan bermotor dan memarkirkan kendaraan bermotornya di sepanjang Jalan Progo dan Jalan Serayu. Kendaraan bermotor yang memasuki jalan dan akan parkir ke tempat tersebut dalam kondisi mesin menyala namun dengan keadaan berhenti atau melaju dengan kecepatan rendah akan menghasilkan polutan lebih besar tiga kali lipat dibandingkan polutan yang dihasilkan kendaraan bermotor yang sedang melaju dengan kecepatan tinggi (Rauf dkk, 2014). Kegiatan berdagang makanan atau minuman di pasar CFD yang menggunakan bahan bakar fosil berupa LPG dalam memasak juga menghasilkan emisi CO<sub>2</sub> (Praja, 2018). Masyarakat pengunjung pasar CFD juga berkontribusi dalam meningkatnya konsentrasi CO<sub>2</sub> udara ambien dikarenakan manusia juga melakukan proses respirasi dimana respirasi ialah bagian dari pernapasan. Pernapasan yang dilakukan manusia akan menghirup O<sub>2</sub> dari udara bebas dan akan menghembuskan CO<sub>2</sub> dan uap air ke udara (Putra dkk, 2017).

Menurut Setyansyah (2017) bahwa kegiatan CFD yang diadakan di Jalan Ir. H. Djuanda (Dago) Kota Bandung dapat menurunkan konsentrasi polutan baik itu Co dan CO<sub>2</sub>. Begitu juga dengan penelitian yang dilakukan oleh Kanaf dan Razif (2010) dimana penelitian yang dilakukan di Jalan Raya Kertajaya menyebutkan jika CFD dapat menurunkan emisi CO<sub>2</sub> sebesar 21,56%.

#### 4.4 Penurunan Konsentrasi CO<sub>2</sub> di Jalan Raya Darmo

Program CFD merupakan salah satu program yang bertujuan mengurangi dan mengendalikan pencemaran udara. Di Indonesia program CFD pertama kali dikenal dengan nama Hari Bebas Kendaraan Bermotor (HBKB). Di kota Surabaya CFD pertama kali dilakukan pada Hari Minggu, 24 Agustus 2008 di sepanjang Jalan Raya Darmo. Kegiatan CFD di Jalan Raya Darmo merupakan program rutin dari BLH Kota Surabaya yang dilakukan setiap minggu, sehingga kendaraan bermotor yang akan melewati Jalan Raya Darmo harus melewati jalan lain (Kanaf dan Razif, 2010).

Oleh karena itu kegiatan CFD diharapkan dapat mengurangi pencemaran udara terutama konsentrasi CO<sub>2</sub> udara ambien baik dari hasil gas buang kendaraan bermotor atau yang lainnya walaupun kegiatan CFD di Jalan Raya Darmo ini hanya dilaksanakan selama 3 jam saja.

Pada penelitian ini dihitung seberapa besar penurunan konsentrasi CO<sub>2</sub> udara ambien pada Jalan Raya Darmo dan sekitarnya dengan cara mendapatkan nilai konsentrasi rata – rata pada setiap hari NCFD dan hari CFD dengan menggunakan rumus Persamaan 4.1. Setelah itu dihitung penurunan konsentrasi CO<sub>2</sub> pada hari NCFD dengan hari CFD. Perhitungan persentase penurunan konsentrasi CO<sub>2</sub> dapat dihitung dengan rumus berikut ini.

$$\text{Persentase penurunan konsentrasi CO}_2 = \frac{\text{Konsentrasi CO}_2\text{NCFD} - \text{Konsentrasi CO}_2\text{CFD}}{\text{Konsentrasi CO}_2\text{NCFD}} \times 100\%$$

.....Persamaan 4.2

##### 4.4.1 Penurunan Konsentrasi CO<sub>2</sub> Pada Pengambilan Sampel Pertama

Pada Tabel 4.10 dan Tabel 4.11 didapatkan nilai konsentrasi rata – rata untuk setiap titik lokasi pengambilan sampel pada hari NCFD maupun pada hari CFD. Selanjutnya dari rata – rata tersebut didapatkan nilai selisih konsentrasi CO<sub>2</sub> untuk setiap titiknya seperti pada tabel berikut.

Tabel 4. 12 Konsentrasi CO<sub>2</sub> Pada Hari NCFD dan Hari CFD Minggu Pertama

Lokasi	Konsentrasi CO <sub>2</sub> (ppm)		Selisih konsentrasi CO <sub>2</sub> (ppm)
	<i>Non Car Free Day</i>	<i>Car Free Day</i>	
Titik A	650	528	122
Titik B	456	468	-12
Titik C	458	473	-16
Titik D	501	433	68
Titik E	531	486	45

Pada pengambilan sampel pertama konsentrasi CO<sub>2</sub> pada wilayah Jalan Raya Darmo atau titik D pada hari Sabtu 2 April 2022 saat NCFD sebesar 501 ppm dan pada hari Minggu 3 April 2022 saat CFD sebesar 433 ppm. Besaran selisih antara konsentrasi CO<sub>2</sub> pada hari NCFD dan CFD yaitu dengan cara mengurangi konsentrasi CO<sub>2</sub> saat NCFD dengan konsentrasi CO<sub>2</sub> saat CFD. Berikut adalah cara perhitungannya.

$$\text{Selisih konsentrasi CO}_2 = \text{Konsentrasi CO}_2\text{ NCFD} - \text{Konsentrasi CO}_2\text{ CFD}$$

.....Persamaan 4.3

Berikut ini adalah selisih konsentrasi CO<sub>2</sub> pada hari NCFD dan CFD  
 Selisih konsentrasi CO<sub>2</sub> = Konsentrasi CO<sub>2</sub> NCFD – Konsentrasi CO<sub>2</sub> CFD

$$\begin{aligned} \text{Selisih konsentrasi CO}_2 &= 501 \text{ ppm} - 433 \text{ ppm} \\ &= 68 \text{ ppm} \end{aligned}$$

Sedangkan persentase penurunan konsentrasi CO<sub>2</sub> dihitung menggunakan Persamaan 4.2. Berikut hasil perhitungannya.

$$\text{Persentase penurunan konsentrasi CO}_2 = \frac{\text{Konsentrasi CO}_2 \text{ NCFD} - \text{Konsentrasi CO}_2 \text{ CFD}}{\text{Konsentrasi CO}_2 \text{ NCFD}} \times 100\%$$

$$\text{Persentase penurunan konsentrasi CO}_2 = \frac{501 \text{ ppm} - 433 \text{ ppm}}{501 \text{ ppm}} \times 100\%$$

$$\text{Persentase penurunan konsentrasi CO}_2 = 14 \%$$

Dari perhitungan tersebut penurunan konsentrasi CO<sub>2</sub> pada hari NCFD dan hari CFD sebesar 14% atau sebesar 68 ppm.

#### 4.4.2 Penurunan Konsentrasi CO<sub>2</sub> Pada Pengambilan Sampel Kedua

Pada Tabel 4.11 dan Tabel 4.12 didapatkan nilai konsentrasi rata – rata untuk setiap titik lokasi pengambilan sampel konsentrasi CO<sub>2</sub> udara ambien pada hari NCFD maupun hari CFD, didapatkan hasil sebagai berikut.

Tabel 4. 13 Konsentrasi CO<sub>2</sub> Pada Hari NCFD dan Hari CFD Minggu Kedua

Lokasi	Konsentrasi CO <sub>2</sub> (ppm)		Selisih konsentrasi CO <sub>2</sub> (ppm)
	<i>Non Car Free Day</i>	<i>Car Free Day</i>	
Titik A	616	546	70
Titik B	449	464	-15
Titik C	451	467	-16
Titik D	503	434	69
Titik E	545	478	66

Konsentrasi CO<sub>2</sub> pada titik D di Jalan Raya Darmo hari NCFD didapatkan sebesar 503 ppm, sedangkan konsentrasi CO<sub>2</sub> pada hari CFD sebesar 434 ppm. Selanjutnya dengan menggunakan rumus Persamaan 4.3 didapatkan selisih konsentrasi CO<sub>2</sub> udara ambien sebesar 69 ppm.

Sedangkan persentase penurunan konsentrasi CO<sub>2</sub> dapat dihitung menggunakan Persamaan 4.2. Berikut ini adalah perhitungannya.

$$\text{Persentase penurunan konsentrasi CO}_2 = \frac{\text{Konsentrasi CO}_2 \text{ NCFD} - \text{Konsentrasi CO}_2 \text{ CFD}}{\text{Konsentrasi CO}_2 \text{ NCFD}} \times 100\%$$

$$\text{Persentase penurunan konsentrasi CO}_2 = \frac{503 \text{ ppm} - 434 \text{ ppm}}{503 \text{ ppm}} \times 100\%$$

$$\text{Persentase penurunan konsentrasi CO}_2 = 14 \%$$

Dari perhitungan rumus Persamaan 4.2 dan 4.3 didapatkan persentase penurunan konsentrasi CO<sub>2</sub> pada hari NCFD dan hari CFD sebesar 14% atau sebesar 69 ppm.

#### 4.4.3 Penurunan Konsentrasi CO<sub>2</sub> Pada Pengambilan Sampel Ketiga

Pengambilan sampel ketiga yang dilakukan pada tanggal 23 dan 24 April 2022 didapatkan nilai konsentrasi CO<sub>2</sub> pada hari NCFD dan hari CFD seperti pada Tabel 4.13 dan Tabel 4.14. Berikut hasil rata – rata konsentrasi CO<sub>2</sub> pada pengambilan sampel ketiga.

Tabel 4. 14 Konsentrasi CO<sub>2</sub> Pada Hari NCFD dan Hari CFD Minggu Ketiga

Lokasi	Konsentrasi CO <sub>2</sub> (ppm)		Selisih konsentrasi CO <sub>2</sub> (ppm)
	<i>Non Car Free Day</i>	<i>Car Free Day</i>	
Titik A	565	535	30
Titik B	427	450	-22
Titik C	446	465	-19
Titik D	479	431	48
Titik E	525	477	48



Konsentrasi CO<sub>2</sub> di titik D pada Jalan Raya Darmo didapatkan pada hari NCFD didapatkan sebesar 479 ppm, sedangkan konsentrasi CO<sub>2</sub> pada hari CFD sebesar 431 ppm. Selanjutnya dengan menggunakan rumus Persamaan 4.3 didapatkan selisih konsentrasi CO<sub>2</sub> udara ambien sebesar 48 ppm. Selisih konsentrasi CO<sub>2</sub> yang cukup kecil ini dikarenakan pada hari NCFD terjadi hujan pada waktu pengambilan pukul 08.00 – 09.00 WIB, Sedangkan persentase penurunan konsentrasi CO<sub>2</sub> dapat dihitung menggunakan Persamaan 4.2. Berikut ini adalah perhitungannya.

$$\text{Persentase penurunan konsentrasi CO}_2 = \frac{\text{Konsentrasi CO}_2 \text{ NCFD} - \text{Konsentrasi CO}_2 \text{ CFD}}{\text{Konsentrasi CO}_2 \text{ NCFD}} \times 100\%$$

$$\text{Persentase penurunan konsentrasi CO}_2 = \frac{479 \text{ ppm} - 431 \text{ ppm}}{479 \text{ ppm}} \times 100\%$$

$$\text{Persentase penurunan konsentrasi CO}_2 = 10 \%$$

Dari hasil perhitungan tersebut didapatkan selisih konsentrasi antara hari NCFD dan hari CFD sebesar 48 ppm atau persentase penurunannya sebesar 10%.

#### 4.4.4 Penurunan Konsentrasi CO<sub>2</sub> Pada Pengambilan Sampel Keempat

Pada Tabel 4.15 dan Tabel 4.16 didapatkan hasil pengambilan sampel nilai konsentrasi CO<sub>2</sub> di setiap titik lokasi pengambilan sampel pada hari CFD dan NCFD. Berikut hasil perhitungan rata – rata konsentrasi CO<sub>2</sub> pada pengambilan sampel keempat.

Tabel 4. 15 Konsentrasi CO<sub>2</sub> Pada Hari NCFD dan Hari CFD Minggu Keempat

Lokasi	Konsentrasi CO <sub>2</sub> (ppm)		Selisih konsentrasi CO <sub>2</sub> (ppm)
	<i>Non Car Free Day</i>	<i>Car Free Day</i>	
Titik A	599	528	72
Titik B	461	468	-7
Titik C	460	464	-3
Titik D	516	436	79
Titik E	517	479	38

Dari perhitungan tersebut didapatkan konsentrasi CO<sub>2</sub> di Jalan Raya Darmo atau titik D pada hari NCFD didapatkan sebesar 516 ppm, sedangkan konsentrasi CO<sub>2</sub> pada hari CFD sebesar 436 ppm. Selanjutnya dengan menggunakan rumus Persamaan 4.3 didapatkan selisih konsentrasi CO<sub>2</sub> udara ambien sebesar 79 ppm.

Sedangkan persentase penurunan konsentrasi CO<sub>2</sub> dapat dihitung menggunakan persamaan 4.2 pada halaman 30. Berikut ini adalah perhitungannya.

$$\text{Persentase penurunan konsentrasi CO}_2 = \frac{\text{Konsentrasi CO}_2 \text{ non CFD} - \text{Konsentrasi CO}_2 \text{ CFD}}{\text{Konsentrasi CO}_2 \text{ non CFD}} \times 100\%$$

$$\text{Persentase penurunan konsentrasi CO}_2 = \frac{516 \text{ ppm} - 436 \text{ ppm}}{516 \text{ ppm}} \times 100\%$$

$$\text{Persentase penurunan konsentrasi CO}_2 = 15 \%$$

Dari hasil perhitungan tersebut didapatkan selisih konsentrasi antara hari NCFD dan hari CFD sebesar 79 ppm atau persentase penurunannya sebesar 15%.

### 1.5 Penurunan Konsentrasi CO<sub>2</sub> Udara Ambien

Pada Subbab 4.4 dapat dilihat jika penurunan konsentrasi CO<sub>2</sub> udara ambien pada lokasi CFD pada minggu pertama sebesar 14%, minggu kedua sebesar 14%, minggu ketiga sebesar 10%, dan minggu keempat sebesar 15%. Penurunan konsentrasi CO<sub>2</sub> udara ambien jika dihitung rata – rata konsentrasi CO<sub>2</sub>-nya menggunakan rumus Persamaan 4.1 didapatkan penurunan konsentrasi CO<sub>2</sub> udara ambien sebesar 13,25%. Pada penelitian Kanaf dan Razif (2010) penurunan konsentrasi CO<sub>2</sub> didapatkan sebesar 91,35% dikarenakan pada Jalan Raya Kertaja yang digunakan sebagai lokasi penelitian hanya digunakan sebagai kegiatan CFD saja, dimana di jalan tersebut tidak ada kendaraan yang bisa melewati selama CFD

berlangsung. CFD di Jalan Kertajaya juga tidak ada kegiatan pasar CFD seperti halnya pada CFD di Jalan Raya Darmo yang menarik minat banyak pengunjung. Pengunjung yang datang juga berkontribusi terhadap meningkatnya konsentrasi CO<sub>2</sub> udara ambien dari hasil respirasi manusia. Adanya aktivitas memasak pada pasar CFD juga turut menyumbang konsentrasi CO<sub>2</sub> udara ambien. Dari hasil sampling tersebut menyatakan jika konsentrasi CO<sub>2</sub> udara ambien di Jalan Raya Darmo mengalami penurunan walaupun penurunan konsentrasi CO<sub>2</sub> udara ambiennya tidak sebesar di Jalan Kertajaya.

Penurunan konsentrasi CO<sub>2</sub> udara ambien sebesar 13,25% terbilang tidak begitu besar, namun jika dilihat dari tujuan diadakannya kegiatan CFD oleh Kepmen LH No.15 tahun 1996 menyebutkan jika tujuan utama diadakan CFD adalah untuk mencegah/mengurangi pencemaran udara utamanya yang ditimbulkan oleh kendaraan bermotor yang menghasilkan emisi gas buang. Sisi positif dari adanya kegiatan CFD pada aspek sosial dapat menjadikan kawasan CFD sebagai tempat rekreasi, berbelanja ataupun berolahraga bersama teman, kerabat, maupun keluarga, selain itu dampak positif dari aspek ekonomi ialah terbukanya lapangan pekerjaan bagi pedagang makanan, minuman, pakaian dan lainnya.

Peningkatan penurunan pencemaran udara khususnya konsentrasi CO<sub>2</sub> udara ambien dapat ditingkatkan lagi dengan penggunaan kendaraan umum dari pada penggunaan kendaraan pribadi sehingga jumlah kendaraan bermotor yang berada di jalanan dapat berkurang. Pemberlakuan uji emisi gas buang kendaraan bermotor juga dapat digalakkan agar kendaraan bermotor yang berada di jalanan memiliki gas buang yang sesuai standar dari ketentuan yang berlaku, sehingga kendaraan yang menghasilkan emisi lebih dari standar yang ditentukan dapat diminimalisir keberadaannya.

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Kesimpulan yang didapat dari tugas akhir ini adalah :

1. konsentrasi CO<sub>2</sub> pada udara ambien di Jalan Raya Darmo dan sekitarnya.

Konsentrasi CO<sub>2</sub> udara ambien pada Jalan Diponegoro, Jalan Raya Darmo, dan Persimpangan Jalan Raya Darmo dengan Jalan Polisi Istimewa mengalami penurunan pada hari CFD dengan konsentrasi CO<sub>2</sub> sebesar 534 ppm, 434 ppm, dan 480 ppm, sedangkan konsentrasi CO<sub>2</sub> udara ambien pada hari NCFD sebesar 608 ppm, 500 ppm, dan 530 ppm. Pada Jalan Progo dan Jalan Serayu mengalami kenaikan konsentrasi CO<sub>2</sub> udara ambien pada hari CFD dengan konsentrasi CO<sub>2</sub> udara ambien sebesar 463 ppm dan 467 ppm, sedangkan konsentrasi CO<sub>2</sub> udara ambien pada hari NCFD sebesar 448 ppm dan 454 ppm.

2. Efisiensi penurunan konsentrasi CO<sub>2</sub> pada udara ambien.

Efisiensi penurunan konsentrasi CO<sub>2</sub> udara ambien pada lokasi CFD didapatkan sebesar 13,25%.

#### **5.2 Saran**

Saran yang dapat digunakan untuk penelitian selanjutnya yang serupa adalah:

1. Pada pengambilan sampel konsentrasi CO<sub>2</sub> dapat menggunakan alat yang lebih banyak sehingga pengukuran konsentrasi antar titik pengambilan sampel lebih lebih tepat waktu sesuai waktu periode pengambilan sampel.
2. Perhitungan konsentrasi CO<sub>2</sub> udara ambien dilakukan di lebih banyak titik jalan – jalan lain yang menjadi jalan alternatif saat kegiatan *car free day* berlangsung.

**“Halaman ini sengaja dikosongkan”**

## DAFTAR PUSTAKA

- Agustri, G. F., & Syafe'i, A. D. (2016). Kajian penurunan emisi CO<sub>2</sub>, CO, dan PM<sub>10</sub> pada program car free day di jalan utama kota surabaya. *Prosiding Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Prasarana Wilayah IX (ATPW)*, 1-7.
- Amal, A. I. (2019). Motivasi komunitas olahraga pengguna car free day di alun-alun purwokerto tahun 2019. *Universitas Negeri Semarang*. Semarang.
- Arwini, N. P. D., Negara, I. N. W., & Suthanaya, I. P. A. (2015). Analisis dampak pelaksanaan car free day di kota denpasar. *Jurnal Spektran*, Vol.3, No.1, Halaman 57-58.
- Badan Pusat Statistik. (2016). *Kota surabaya dalam angka 2016*. Surabaya: Badan Pusat Statistika Kota Surabaya.
- Darmanto, F., Akhiruyanto, A., Setyawati, H., & Suropto, A. W. (2019). Fenomena dan dampak partisipasi masyarakat dalam berolahraga di kawasan car free day (CFD) di kota besar (studi pada kota semarang, surabaya, surakarta). *Journal of Sport and Exercise Science*, Vol. 2, No.1, Halaman 15-19.
- Fadlih, A., & Megawati, E. (2020). Analisa pengaruh konsentrasi aMDEA terhadap penyerapan gas karbon dioksida (CO<sub>2</sub>). *PETROGAS*, Volume 2, No. 2.
- Ginting, I. A. (2017). *Analisis pengaruh jumlah kendaraan bermotor dan faktor meteorologi (suhu, kecepatan angin, dan kelembapan) terhadap konsentrasi karbon monoksida (CO) di udara ambien roadside*. Medan: Fakultas Teknik Universitas Sumatera Utara.
- Habibi, N. S., Kasanova, R., Oktasari, A. F., Nuritasari, F., & Anjarani, D. R. (2022). Analisis tingkat kepuasan konsumen terhadap usaha kecil dan menengah car free day kabupaten pamekasan. *Journal of Innovation Research and Knowledge*, Vol.2, No.1.
- Hastutiningrum, S., Sunarsih, S., & Imelda. (2018). Analisis hubungan aktivitas kendaraan bermotor terhadap konsentrasi SO<sub>2</sub> dan NO<sub>2</sub> di udara ambien (studi kasus: jl. panembahan senopati yogyakarta). *Jurnal Teknologi Technoscintia*, ISSN:1979-8415, Vol.11, No.1
- Herlina, N., Yamika, W. S. D., & Andari, S. Y. (2017). Karakteristik konsentrasi CO<sub>2</sub> dan suhu udara ambien dua taman kota di malang. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan*, vol.7, No.3
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) (2006). *Guidelines for national greenhouse gas inventories*. Busan: National Greenhouse Gas Inventories Programme.
- Ismiyati, Marlita, D., & Saidah, D. (2014). Pencemaran udara akibat emisi gas buang kendaraan bermotor. *Jurnal Manajemen Transportasi & Logistik*, Volume 1, No. 03, Halaman 243 -244.
- kanaf, N., & Razif, I. M. (2010). *Efisiensi program car free day terhadap penurunan emisi karbon*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

- Kartika, R. (2018). Pengaruh model problem centered learning terhadap kemampuan menulis puisi siswa kelas X SMK pab 3 medan estate. *Jurnal Pendidikan Bahasa dan Sastra Indonesia*, Vol. 3, No.1, Halaman 63.
- Kristi, Y. W., & Boedisantoso, R. (2015). Analisis beban emisi udara CO dan NO<sub>2</sub> akibat sektor transportasi darat di kota probolinggo. *Jurnal Purifikasi* , Vol, 15, No. 2, Halaman.
- Kurdi, S. Z. (2008). Pengaruh emisi CO<sub>2</sub> dari Sektor perumahan perkotaan terhadap kualitas lingkungan global. *Jurnal Pemukiman*, Vol.3, No.2.
- Kusumawardani, D., & Navastara, A. M. (2017). Analisis besaran emisi gas CO<sub>2</sub> kendaraan bermotor pada kawasan industri SIER surabaya. *Jurnal Teknik ITS*, Vol. 6, No. 2.
- Nurdjanah, N. (2014). Emisi CO<sub>2</sub> akibat kendaraan bermotor di kota denpasar. *Jurnal Transportasi Darat*, Vol. 16, No. 4, Halaman.
- Peraturan Daerah Kota Surabaya No 07 Tahun 2003. *Tentang perubahan atas peraturan daerah kotamadya daerah tingkat II surabaya nomor 14 tahun 1999 tentang retribusi penggantian biaya cetak peta.*
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No 34 Tahun 2006. *Tentang jalan.*
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No 41 Tahun 1999. *Tentang pengendalian pencemaran udara.*
- Peraturan Walikota Surabaya Nomer 08 Tahun 2020. *Tentang perubahan kedua atas peraturan walikota surabaya nomor 1 tahun 2017 tentang penyelenggaraan hari bebas kendaraan bermotor.*
- Praja, J. P. (2018). Pengaruh arah angin dan jarak dari sumber karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) terhadap serapan CO<sub>2</sub> oleh ruang terbuka hijau di kawasan pamurbaya. *Institut Teknologi Sepuluh Nopember*. Surabaya
- Puspitasari, R., Muladno, Atabany, A., & Salundik. (2015). Produksi gas metana (CH<sub>4</sub>) dari feses sapi FH Laktasi dengan pakan rumput gajah dan jerami padi. *Jurnal Ilmu Produksi dan Teknologi Hasil Peternakan*, Vol. 03, No. 1, Halaman 40.
- Putra, S. H. P., Suharto., & Fatahillah, A. (2017). Analisis sirkulasi udara pada sistem pernafasan manusia menggunakan metode volume hingga. *Kadikma*, Vol.8, No.2.
- Putri, E. R., & Sholichah, N. (2019). Implementasi kebijakan perwali surabaya nomor 17 tahun 2018 tentang penyelenggaraan hari bebas kendaraan bermotor (studi kasus taman bungkul jl. raya darmo surabaya). *Asketik*, Vol.3, No.1
- Rauf, S., Aboe, A. K., & Ishak, I. T. (2014). Analisis gas buang kendaraan bermotor roda empat di kota makassar. *The 17th FSTPT Internationa Symposium*, 22 - 24.

- Ridwan, M., Situmorang, C., & Darpito, H. (2020). Pengaruh car free day terhadap penggolongan kualitas udara parameter SO<sub>2</sub> dan NO<sub>2</sub> di depan mesjid raya sumatera barat kota padang. *Jurnal TechLink*. ISSN 2581-2319. Vol.4, No.2.
- Samiaji, T. (2011). Gas CO<sub>2</sub> di wilayah indonesia. *Jurnal Berita Dirgantara*, Vol. 12, No.2
- Sasmita, A. (2015). Pengaruh kegiatan car free day (CFD) di kota pekanbaru untuk pengurangan emisi karbon dari kegiatan transportasi. *Jurnal Purifikasi*, Vol. 15, No. 2, Halaman 76.
- Setyansyah, Y. (2017). *Kajian peranan car free day dalam menurunkan konsentrasi CO dan CO<sub>2</sub>*. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Sugiyono, A. (2006). Penanggulangan pemanasan global di sektor pengguna energi. *Jurnal Sains & Teknologi Modifikasi Cuaca*, Vol. 7, No. 2.
- Sukmawati, T., Fitrihidajati, H., & Indah, N. K. (2015). Penyerapan karbon dioksida pada tanaman hutan kota di surabaya. *Lentera Bio*, Vol.4, No.1
- Sumarsono, A. R., Baskara, M., & Sitawati. (2016). Evaluasi kenyamanan taman jalur hijau di kota surabaya. *Jurnal Produksi Tanaman*, Vol. 4, No.1, Halaman 42.
- Talarosha, B. (2018). Jendela dan dampaknya terhadap konsentrasi CO<sub>2</sub> di dalam ruang Kelas, kajian literatur. *Jurnal Lingkungan Binaan Indonesia* 7 (1).

**“Halaman ini sengaja dikosongkan”**



## LAMPIRAN A DATA KONSENTRASI CO<sub>2</sub>

Tabel 1. Data Konsentrasi CO<sub>2</sub> Pada Hari Sabtu 2 April 2022

<i>Non Car Free Day</i>	Konsentrasi Karbon dioksida (ppm)		
	Waktu Pengambilan		
Lokasi	06.00-07.00	07.00-08.30	08.30-09.30
Titik A	575	663	698
	589	659	703
	585	664	695
	567	678	712
	570	690	706
Titik B	452	455	474
	430	462	470
	422	468	462
	449	470	456
	446	456	468
Titik C	442	453	482
	423	448	491
	449	455	460
	452	457	475
	448	462	468
Titik D	454	504	552
	475	494	539
	462	476	556
	456	482	540
	467	513	552
Titik E	483	529	612
	458	518	589
	454	522	598
	475	521	609
	454	532	612

Tabel 2. Data Konsentrasi CO<sub>2</sub> Pada Hari Minggu 3 April 2022

<i>Car Free Day</i>	Konsentrasi Karbon dioksida (ppm)		
	Waktu Pengambilan		
Lokasi	06.00-07.00	07.00-08.30	08.30-09.30
Titik A	450	590	606
	455	497	597
	464	522	611
	450	516	592
	457	518	595
Titik B	432	466	490
	420	474	492
	418	479	491
	432	490	501
	458	474	496
Titik C	435	470	495
	434	462	500
	420	478	495
	459	487	506
	458	488	515
Titik D	427	424	449
	416	441	431
	420	427	442
	431	437	438
	424	440	449
Titik E	459	478	519
	461	472	511
	458	485	498
	459	492	521
	470	484	528

Tabel 3. Data Konsentrasi CO<sub>2</sub> Pada hari Sabtu 9 April 2022

<i>Non Car Free Day</i>	Konsentrasi Karbon dioksida (ppm)		
	Waktu Pengambilan		
Lokasi	06.00-07.00	07.00-08.30	08.30-09.30
Titik A	553	627	681
	543	612	668
	563	614	673
	545	621	684
	539	634	678
Titik B	428	452	461
	435	454	463
	431	448	460
	434	449	469
	429	456	472
Titik C	434	446	472
	431	451	462
	429	459	468
	428	457	460
	430	460	475
Titik D	465	513	550
	453	505	539
	471	493	548
	454	498	554
	462	504	542
Titik E	460	542	618
	465	551	608
	472	559	621
	463	548	615
	477	553	619

Tabel 4. Data Konsentrasi CO<sub>2</sub> Pada hari Minggu 10 April 2022

<i>Car Free Day</i>	Konsentrasi Karbon dioksida (ppm)		
	Waktu Pengambilan		
Lokasi	06.00-07.00	07.00-08.30	08.30-09.30
Titik A	472	523	587
	463	521	579
	475	516	585
	471	521	588
	469	526	892
Titik B	431	462	501
	424	461	516
	421	468	500
	418	459	498
	425	462	518
Titik C	429	467	492
	427	463	510
	434	471	506
	430	469	498
	435	472	503
Titik D	421	432	456
	412	439	453
	416	435	449
	414	431	451
	420	436	448
Titik E	435	471	531
	431	469	526
	442	473	524
	438	469	527
	444	477	520

Tabel 5. Data Konsentrasi CO<sub>2</sub> Pada hari Sabtu 23 April 2022

<i>Non Car Free Day</i>	Konsentrasi Karbon dioksida (ppm)		
	Waktu Pengambilan		
Lokasi	06.00-07.00	07.00-08.30	08.30-09.30
Titik A	557	553	587
	545	565	583
	550	548	595
	542	559	591
	546	558	594
Titik B	425	412	435
	410	421	451
	428	412	439
	422	418	442
	416	434	446
Titik C	449	434	454
	456	437	447
	445	435	445
	450	438	458
	447	440	450
Titik D	452	494	553
	442	430	532
	448	433	548
	450	429	543
	468	430	537
Titik E	502	520	585
	461	512	592
	459	524	588
	463	517	574
	478	505	590

Tabel 6. Data Konsentrasi CO<sub>2</sub> Pada hari Minggu 24 April 2022

<i>Car Free Day</i>	Konsentrasi Karbon dioksida (ppm)		
	Waktu Pengambilan		
Lokasi	06.00-07.00	07.00-08.30	08.30-09.30
Titik A	458	506	647
	446	504	659
	450	498	662
	442	496	647
	462	512	640
Titik B	408	432	496
	410	446	493
	420	435	488
	427	449	487
	418	440	496
Titik C	428	460	507
	411	475	496
	420	465	513
	422	472	507
	424	464	508
Titik D	418	422	452
	413	428	461
	411	418	450
	414	422	466
	416	415	463
Titik E	437	468	516
	440	474	525
	445	471	522
	431	470	516
	435	487	520

Tabel 7. Data Konsentrasi CO<sub>2</sub> Pada hari Sabtu 30 April 2022

<i>Non Car Free Day</i>	Konsentrasi Karbon dioksida (ppm)		
	Waktu Pengambilan		
Lokasi	06.00-07.00	07.00-08.30	08.30-09.30
Titik A	538	596	656
	540	600	670
	534	588	688
	515	601	679
	541	596	648
Titik B	428	457	486
	423	496	491
	425	456	485
	428	462	481
	430	479	493
Titik C	423	456	500
	427	461	496
	433	458	483
	429	465	502
	430	452	491
Titik D	475	531	553
	469	512	550
	471	506	561
	482	514	548
	477	523	564
Titik E	451	513	582
	449	510	590
	458	526	575
	464	512	581
	442	514	588

Tabel 8. Data Konsentrasi CO<sub>2</sub> Pada hari Minggu 1 Mei 2022

<i>Car Free Day</i>	Konsentrasi Karbon dioksida (ppm)		
	Waktu Pengambilan		
Lokasi	06.00-07.00	07.00-08.30	08.30-09.30
Titik A	470	536	561
	475	542	565
	463	535	574
	471	539	568
	486	548	582
Titik B	446	459	506
	452	462	496
	442	448	510
	445	456	508
	439	460	498
Titik C	431	465	495
	428	440	502
	436	452	499
	438	459	505
	437	461	510
Titik D	414	425	465
	416	431	461
	421	435	453
	418	433	463
	415	438	458
Titik E	442	483	533
	445	485	528
	441	460	510
	439	468	518
	448	471	521



## LAMPIRAN B FOTO DOKUMENTASI



Gambar 1. Pengambilan Sampel Konsentrasi CO<sub>2</sub> Di Titik A



Gambar 2. Pengambilan Sampel Konsentrasi CO<sub>2</sub> Di Titik B



Gambar 3. Pengambilan Sampel Konsentrasi CO<sub>2</sub> Di Titik C



Gambar 4. Pengambilan Sampel Konsentrasi CO<sub>2</sub> Di Titik D



Gambar 5. Pengambilan Sampel Konsentrasi CO<sub>2</sub> Di Titik E



Gambar 6. Suasana Titik B disaat Hari *Non Car Free Day*



Gambar 7. Suasana Titik B disaat Hari *Car Free Day*



Gambar 8. Suasana Titik C disaat Hari *Non Car Free Day*



Gambar 9. Suasana Titik C disaat Hari *Car Free Day*





Gambar 10. Alat CO<sub>2</sub> Meter



Gambar 11. CFD sebagai Tempat Olahraga



Gambar 12. CFD sebagai Tempat Berkumpul



Gambar 13. CFD sebagai Tempat Berkumpul



Gambar 14. CFD sebagai Tempat Berdagang



## BIODATA PENULIS



Penulis dilahirkan di Kota Surabaya pada tanggal 14 Februari 2000. Penulis merupakan anak kedua dari dua bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan mulai dari TK Islam Jiwa Nala, SD Islam Jiwa Nala, SMP Negeri 19 Surabaya, SMA Negeri 16 Surabaya. Pada tahun 2018 penulis diterima di Departemen Teknik Lingkungan di Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya melalui jalur SBMPTN. Selama menempuh studi di Teknik Lingkungan, penulis aktif dalam organisasi Himpunan Mahasiswa Teknik Lingkungan (HMTL)

diantaranya menjadi anggota magang di Divisi Dalam Negeri periode 2019, lalu menjadi staff Divisi Dalam Negeri periode 2020, dan menjadi Kepala Bidang Harmonisasi Massa di Divisi Dalam Negeri periode 2021. Selain itu penulis juga aktif di berbagai kegiatan kepanitiaan seperti menjadi staff Divisi Konsumsi Gerigi ITS 2019, Kampung Mitra HMTL periode 2018-2019, 2019-2020, serta pelepasan wisuda Departemen Teknik Lingkungan tahun 2019 hingga 2021. Penulis juga berkesempatan untuk menjalankan kerja praktik di PT. Lentera Bumi Nusantara, Tasikmalaya dan berkesempatan membahas mengenai studi pemanfaatan pengolahan limbah ternak menjadi biogas. Segala kritik dan saran yang membangun dapat dikirimkan melalui email [mirzanurm@gmail.com](mailto:mirzanurm@gmail.com)









DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL PERENCANAAN DAN KEBUMIHAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

FORM FTA-03

KEGIATAN ASISTENSI TUGAS AKHIR

Nama : Mirza Nur Muflihin  
NRP : 0321184000060  
Judul : Kajian Penurunan Emisi Karbon Dioksida (CO<sub>2</sub>) Dengan Program *Car Free Day* Di Jalan Raya Darmo Surabaya

No	Tanggal	Keterangan Kegiatan / Pembahasan	Paraf
1	26 November 2021	Diskusi pemilihan topik Tugas Akhir	
2	17 Januari 2022	Progres awal proposal Tugas Akhir	
3	17 Februari 2022	Diskusi perihal metode sampling yang akan dilakukan	
4	18 Februari 2022	Membahas hasil revisi laporan Tugas Akhir	
5	21 Maret 2022	Diskusi perihal penggunaan alat CO <sub>2</sub> meter	
6	12 Mei 2022	Membahas progres pengerjaan laporan Tugas Akhir setelah melakukan sampling	
7	16 Mei 2022	Perbaikan / Revisi laporan Tugas Akhir	
8	20 Juni 2022	Diskusi progress revisi laporan Tugas Akhir	

Surabaya, 22 Juli 2022  
Dosen Pembimbing

Prof. Ir. Joni Hermana, M.Sc.ES., Ph.D





UTA-S1-TL-02 TUGAS AKHIR  
Periode: Genap 2021/2022

Kode/SKS : RE184804 (0/6/0)  
No. Revisi: 01

FORMULIR TUGAS AKHIR UTA-02  
Formulir Ringkasan dan Saran Dosen Pembimbing  
Ujian Tugas Akhir

Hari, tanggal : Senin, 11 Juli 2022

Nilai TOEFL 480

Pukul : 10.30-11.45 WIB

Lokasi : TL-104

Judul : Kajian Penurunan Emisi Karbon Dioksida (CO<sub>2</sub>) Dengan Program Car Free Day Di Jalan Raya Darmo Surabaya

Nama : Mirza Nur Muffihin

Tanda Tangan

NRP. : 0321184000060

Topik : Penelitian

No./Hal.	Ringkasan dan Saran Dosen Pembimbing Ujian Tugas Akhir
1.	Perbaiki semua saran penguji. Mulon & konsultasi dgn penguji & perbaikan.
2.	Jika sudah OK semuanya, baru konsultasi akhir dgn pembimbing

Dosen Pembimbing akan menyerahkan formulir UTA-02 ke Sekretariat Program Sarjana  
Formulir ini harus dibawa mahasiswa saat asistensi kepada Dosen Pembimbing  
Formulir dikumpulkan bersama revisi buku setelah mendapat persetujuan Dosen Pembimbing

Berdasarkan hasil evaluasi Dosen Penguji dan Dosen Pembimbing, dinyatakan mahasiswa tersebut:

1. Lulus Ujian Tugas Akhir
2. harus mengulang Ujian Tugas Akhir semester berikutnya
3. Tugas Akhir dinyatakan gagal atau harus mengganti Tugas Akhir (lebih dari 2 semester)

Dosen Pembimbing

Prof. Ir. Joni Hermana, MScEs, PhD





UTA-S1-TL-03 TUGAS AKHIR  
Periode: Genap 2021/2022

Kode/SKS : RE184804 (0/6/0)  
No. Revisi: 01

FORMULIR TUGAS AKHIR UTA-03  
Formulir Pertanyaan dan Saran Dosen Penguji  
Ujian Tugas Akhir

Hari, tanggal : Senin, 11 Juli 2022  
Pukul : 10.30-11.45 WIB  
Lokasi : TL-104  
Judul : Kajian Penurunan Emisi Karbon Dioksida (CO<sub>2</sub>) Dengan Program Car Free Day Di Jalan Raya Darmo Surabaya  
Nama : Mirza Nur Mufihin  
NRP. : 0321184000060  
Topik : Penelitian

No./Hal.	Pertanyaan dan Saran Dosen Penguji Ujian Tugas Akhir
	<p>Kesimpulan di ringkas.</p> <p>Kenapa perlu ada sampel 1, 2, 3, 4 ?</p> <p>4.2 → Lampiran → Grafik mauk pembatasan dan di bahas ... !</p> <p>CFD lebih berfungsi <sup>program</sup> atau pengurangan emisi atau ada fungsi lain ?</p>

Formulir UTA-03 diserahkan kepada Dosen Pembimbing setelah sesi Seminar Kemajuan selesai.  
Dosen Pembimbing akan menyerahkan formulir UTA-03 ke Sekretariat Program Sarjana  
Formulir ini harus mahasiswa dibawa saat asistensi kepada Dosen Penguji  
Formulir dikumpulkan bersama revisi buku setelah mendapat persetujuan Dosen Penguji dan Dosen Pembimbing

Dosen Penguji

Dr. Abdu Fadli Assomadi, S.Si, MT

Dosen Pembimbing

Prof. Ir. Joni Hermana, MScEs, PhD

*(Handwritten signatures)*  
Assomadi,  
Joni Hermana







UTA-S1-TL-03 TUGAS AKHIR  
Periode: Genap 2021/2022

Kode/SKS : RE184804 (0/6/0)  
No. Revisi: 01

FORMULIR TUGAS AKHIR UTA-03  
Formulir Pertanyaan dan Saran Dosen Penguji  
Ujian Tugas Akhir



Hari, tanggal : Senin, 11 Juli 2022  
Pukul : 10.30-11.45 WIB  
Lokasi : TL-104  
Judul : Kajian Penurunan Emisi Karbon Dioksida (CO<sub>2</sub>) Dengan Program Car Free Day Di Jalan Raya Damo Surabaya  
Nama : Mirza Nur Muflihin  
NRP. : 03211840000060  
Topik : Penelitian

No./Hal.	Pertanyaan dan Saran Dosen Penguji Ujian Tugas Akhir
1.	Kenapa EFD tidak efektif
2.	Saran / cari lebih jalinan dgn CFD lebih efektif

Formulir UTA-03 diserahkan kepada Dosen Pembimbing setelah sesi Seminar Kemajuan selesai.  
Dosen Pembimbing akan menyerahkan formulir UTA-03 ke Sekretariat Program Sarjana  
Formulir ini harus mahasiswa dibawa saat asistensi kepada Dosen Penguji  
Formulir dikumpulkan bersama revisi buku setelah mendapat persetujuan Dosen Penguji dan Dosen Pembimbing

Dosen Penguji Dr. Eng. Arie Dipareza Syafe'i, ST., MEPM

Dosen Pembimbing Prof. Ir. Joni Hermana, MScEs, PhD

(  )  
(  )







UTA-S1-TL-03 TUGAS AKHIR  
Periode: Genap 2021/2022

Kode/SKS : RE184804 (0/6/0)  
No. Revisi: 01

FORMULIR TUGAS AKHIR UTA-03  
Formulir Pertanyaan dan Saran Dosen Penguji  
Ujian Tugas Akhir

Hari, tanggal : Senin, 11 Juli 2022  
Pukul : 10.30-11.45 WIB  
Lokasi : TL-104  
Judul : Kajian Penurunan Emisi Karbon Dioksida (CO<sub>2</sub>) Dengan Program Car Free Day Di Jalan Raya Darmo Surabaya  
Nama : Mirza Nur Muflihin  
NRP. : 03211840000060  
Topik : Penelitian

No./Hal.	Pertanyaan dan Saran Dosen Penguji Ujian Tugas Akhir
	<p>Kesimpulan di ringkas.</p> <p>Kenapa perlu ada sampel 1, 2, 3, 4 ?</p> <p>4.2 → Lampiran → Grafik mark pemantauan dan di bahas ... !</p> <p>CFD lebih berfungsi <sup>program</sup> atau pengurangan emisi atau ada fungsi lain ?</p>

Formulir UTA-03 diserahkan kepada Dosen Pembimbing setelah sesi Seminar Kemajuan selesai.  
Dosen Pembimbing akan menyerahkan formulir UTA-03 ke Sekretariat Program Sarjana  
Formulir ini harus mahasiswa dibawa saat asistensi kepada Dosen Penguji  
Formulir dikumpulkan bersama revisi buku setelah mendapat persetujuan Dosen Penguji dan Dosen Pembimbing

Dosen Penguji

Dr. Abdu Fadli Assomadi, S.Si, MT

Dosen Pembimbing

Prof. Ir. Joni Hermana, MScEs, PhD

*(Handwritten signatures)*  
Assomadi  
Joni Hermana

