

**LAPORAN AKHIR
PENELITIAN INTERNAL DOSEN**

**Program Studi Ilmu Lingkungan
Fakultas Sains dan Teknik**



**PENGARUH JUMLAH KENDARAAN DAN FAKTOR METEOROLOGI
TERHADAP KONSENTRASI KARBON DIOKSIDA (CO₂)
DI UNIVERSITAS BOJONEGORO**

Tim Peneliti:

**Solikhati Indah Purwaningrum, ST., M.Si
Dr. Heri Mulyanti, S.Si., M.Sc.
Isna Nur Amalia**

Dibiayai oleh:

Universitas Bojonegoro

Periode 1 Tahun Anggaran 2024/2025

Nomor Kontrak:

049/LPPM-LIT/UB/XI/2024

UNIVERSITAS BOJONEGORO

2024

HALAMAN PENGESAHAN

LAPORAN PENELITIAN PENELITIAN PENDANAAN PERGURUAN TINGGI

1. **Judul Penelitian** : Pengaruh Jumlah Kendaraan Dan Faktor Meteorologi Terhadap Konsentrasi Karbon Dioksida (CO₂) Di Universitas Bojonegoro
2. **Ketua Peneliti**
 - a. Nama Peneliti : Solikhati Indah Purwaningrum, ST., M.Si
 - b. NIDN : 0717069701
 - c. Program Studi : Ilmu Lingkungan
 - d. E-mail : sindahpurwaningrum@gmail.com
 - e. Bidang Keilmuan : Ilmu Lingkungan
3. **Anggota Peneliti 1**
 - a. Nama (Dosen) : Dr. Heri Mulyanti, S.Si., M.Sc.
 - b. NIDN : 0712128902
 - c. Program Studi : Ilmu Lingkungan
 - d. E-mail : izzatafirdausa@gmail.com
 - e. Bidang Keilmuan : Hidroklimatologi
- Anggota Peneliti 2**
 - a. Nama (Mahasiswa) : Isna Nur Amalia
 - b. NIM : 21252011015
 - c. Program Studi : Ilmu Lingkungan
 - d. E-mail : -
 - e. Bidang Keilmuan : Ilmu Lingkungan
4. Jangka Waktu Penelitian : 6 Bulan
6. Lokasi Penelitian : Bojonegoro
7. Dana Diusulkan : Rp. 3.500.000,-

Bojonegoro, Januari 2025

Mengetahui,

Ketua LPPM Universitas Bojonegoro

Pengusul,

Laily Agustina Rahmawati, S.Si., M.Sc.
NIDN 07 2108 8601

S. Indah Purwaningrum, ST., M.Si
NIDN. 07 1706 9701

KATA PENGANTAR

Pertama-tama kami panjatkan puja dan puji syukur atas rahmat dan Ridho Allah SWT karena tanpa rahmat dan ridho-Nya kita tidak dapat menyelesaikan laporan penelitian ini dengan baik dan tepat waktu.

Tidak lupa kami ucapkan terima kasih kepada pihak LPPM yang selalu membimbing kami dalam pengerjaan laporan penelitian ini, kami juga mengucapkan terima kasih kepada teman-teman kami yang selalu setia membantu dalam hal pengumpulan data dalam pembuatan laporan penelitian ini. Dalam laporan penelitian ini kami menjelaskan tentang hal-hal yang berkaitan dengan Pengaruh Jumlah Kendaraan Dan Faktor Meteorologi Terhadap Konsentrasi Karbon Dioksida (CO₂) Di Universitas Bojonegoro.

Mungkin dalam pembuatan laporan penelitian ini terdapat beberapa kesalahan yang belum kami ketahui. Maka dari itu, kami mohon kritik dan saran dari Bapak/Ibu maupun teman-teman dosen demi tercapainya laporan penelitian yang lebih sempurna.

Bojonegoro, Januari 2025
Penulis,

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	i	
KATA PENGANTAR	ii	
DAFTAR ISI	iii	
DAFTAR TABEL	v	
DAFTAR GAMBAR	vi	
ABSTRAK	viii	
BAB I	PENDAHULUAN	
1.1	Latar Belakang	1
1.2	Rumusan Masalah	2
1.3	Tujuan Penelitian	3
1.4	Manfaat Penelitian	3
BAB II	TINJAUAN PUSTAKA	
2.1	Landasan Teori	4
2.2	Penelitian Terdahulu	8
2.3	Kerangka Konsep Penelitian	9
BAB III	METODE PENELITIAN	
3.1	Jenis dan Pendekatan Penelitian	11
3.2	Lokasi Penelitian	11
3.3	Populasi, Sampel dan Teknik Pengambilan Sampel	11
3.4	Jenis data dan Teknik Pengumpulan Data	12
3.5	Analisis Data	13
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1	Hasil Penelitian	15

4.2	Pembahasan	21
BAB V	PENUTUP	
5.1	Kesimpulan	30
5.2	Saran	30
DAFTAR PUSTAKA	31
LAMPIRAN	34

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Penelitian Terdahulu	8
Tabel 3.1	Interpretasi Koefisien Korelasi	14
Tabel 4.1	Jumlah Kendaraan, Kondisi Meteorologi dan Konsentrasi CO ₂ di Universitas Bojonegoro	17
Tabel 4.2	Koefisien Korelasi Konsentrasi CO ₂ , Kondisi Meteorologi, dan Jumlah Kendaraan	23

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Kerangka Teori	10
Gambar 4.1	Titik Pengambilan Sampel di Universitas Bojonegoro	15
Gambar 4.2	Konsentrasi CO ₂ di Universitas Bojonegoro	22
Gambar 4.3	Hubungan Konsentrasi CO ₂ dengan Suhu	24
Gambar 4.4	Hubungan Konsentrasi CO ₂ dengan Kelembaban Udara	25
Gambar 4.5	Hubungan Konsentrasi CO ₂ dengan Kecepatan Angin	26
Gambar 4.6	Hubungan Konsentrasi CO ₂ dengan Jumlah Kendaraan	27

ABSTRAK

Area sekitar Kampus Universitas Bojonegoro memiliki tingkat lalu lintas kendaraan yang tinggi setiap jam, yang menjadikannya salah satu lokasi yang berperan penting dalam penyebaran pencemaran udara. Kampus Universitas Bojonegoro selalu ada aktivitas kendaraan pribadi seperti sepeda motor dan mobil karyawan maupun mahasiswa. Hal ini meningkatkan kemungkinan pajanan polutan udara ambien CO₂ di sekitar kampus. Lalu lintas kendaraan dan kondisi meteorologi seperti kelembaban udara, suhu, dan kecepatan angin merupakan faktor yang dapat memengaruhi kualitas udara. Kualitas udara luar saat ini pasti dipengaruhi oleh banyaknya aktivitas kendaraan bermotor dan meteorologi yang menyebabkan penyebaran pencemaran udara di sekitar Kampus Universitas Bojonegoro. Kualitas udara yang melebihi standar baku mutu akan berdampak pada kesehatan, termasuk masalah pernapasan. Metode penelitian yang diterapkan adalah dengan menggunakan pendekatan deskriptif kuantitatif meliputi aspek teknis dan aspek manajemen. Berdasarkan hasil pengukuran yang dilakukan, konsentrasi CO₂ masuk dalam kategori udara tercemar yaitu dengan rentang 403 – 514 ppm, sedangkan standar baku mutu yang ditetapkan oleh WHO adalah 350-700 ppm. Pengaruh antara konsentrasi CO₂ dengan jumlah kendaraan bermotor memiliki nilai korelasi yang positif dengan nilai koefisien korelasi 0,825. Pengaruh antara konsentrasi CO₂ dengan kondisi meteorologi meliputi suhu, kelembaban udara dan kecepatan angin. Nilai koefisien korelasi suhu, kelembaban dan kecepatan angin masing-masing adalah 0,825; -0,820; dan -0,882. Dengan begitu, jumlah kendaraan bermotor dan kondisi meteorologi memiliki pengaruh atau hubungan dengan keberadaan konsentrasi CO₂ di udara ambien.

Kata Kunci: Pengaruh; Jumlah-Kendaraan; Meteorologi; CO₂

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pada tahun 2015, UNICEF melaporkan bahwa infeksi saluran pernafasan akut (ISPA), diare, tifoid, malaria, meningitis, tetanus, HIV, dan campak menyebabkan 3 juta kematian. ISPA adalah penyebab utama kematian di dunia, menurut UNICEF. Jumlah kematian akibat polusi udara di Indonesia meningkat menjadi 61 ribu pada tahun 2016, meningkat dari 50.000 pada tahun sebelumnya (Lukman, 2016). Emisi kendaraan bermotor menyumbang 70% dari kematian di kota-kota Indonesia (Julias, 2015). Kendaraan bermotor adalah penyebab terbesar dari peningkatan polusi udara. Karbon dioksida (CO₂) merupakan bahan pencemar utama dalam gas buang kendaraan bermotor.

Transportasi adalah kebutuhan dasar atau pokok masyarakat di perkotaan, namun memiliki dampak terhadap produksi emisi gas CO₂ di udara (Permatasari et al., 2021). Peningkatan kendaraan bermotor akan dibarengi dengan peningkatan emisi gas CO₂. Situasi seperti ini menyebabkan polusi udara yang semakin memburuk. Permasalahan polusi udara adalah permasalahan yang serius. Efek pencemaran udara sudah dapat dirasakan saat ini, banyaknya penyakit yang ditimbulkan oleh permasalahan udara, contohnya meningkatnya penyakit ISPA serta bertambahnya orang yang tua sebelum waktunya (Tampa et al., 2019). Hal ini adalah salah satu contoh dari dampak negatif pencemaran udara.

Selain efek bagi kesehatan adapun efek negatif bagi lingkungan. Kelebihan konsentrasi CO₂ di atmosfer juga dapat menyebabkan peningkatan suhu udara di bumi. Hal ini terjadi karena gas rumah kaca dengan konsentrasi tinggi akan memantulkan kembali panasnya ke bumi, sehingga mengakibatkan peningkatan suhu bumi, bahkan dapat menyebabkan pemanasan global (Cahyono, 2017).

Kabupaten Bojonegoro merupakan salah satu Kabupaten di Jawa Timur yang memiliki jumlah penduduk 1.322.474 jiwa. Kabupaten Bojonegoro sedang digalakkan pembangunan infrastruktur, baik oleh pemerintah kota ataupun dari

pihak swasta. Polusi adalah salah satu dampak globalisasi pada siklus ekologis (Kurniasar et al., 2014). Area di sekitar Kampus Universitas Bojonegoro memiliki tingkat lalu lintas kendaraan yang tinggi setiap jam, yang menjadikannya salah satu lokasi yang berperan penting dalam penyebaran pencemaran udara. Hasil observasi awal menunjukkan bahwa area ini memiliki tingkat lalu lintas kendaraan yang tinggi terutama lebih padat di pagi hari.

Kampus Universitas Bojonegoro selalu padat dengan aktivitas kendaraan bermotor meliputi sepeda motor dan mobil dari mahasiswa, dosen maupun karyawan. Hal ini meningkatkan kemungkinan pajanan polutan udara ambien CO₂ di sekitar kampus. Lalu lintas kendaraan dan kondisi meteorologi seperti suhu udara, kelembaban, dan kecepatan angin merupakan faktor yang dapat memengaruhi kualitas udara. Semakin meningkat jumlah kendaraan maka pencemaran udara semakin meningkat. Ini terjadi karena kendaraan transportasi menyebabkan peningkatan polutan udara (Ismiyati et al., 2014) berupa CO₂ di udara.

Kondisi kualitas udara saat ini dipengaruhi oleh banyaknya aktivitas kendaraan bermotor yang padat di sekitar Kampus Universitas Bojonegoro. Kualitas udara yang melebihi standar akan berdampak pada kesehatan, termasuk masalah pernapasan. Dengan begitu, penting untuk mengetahui konsentrasi CO₂ di kampus Universitas Bojonegoro sebagai upaya pemantauan dan monitoring kualitas udara.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, maka penulis merumuskan masalah penelitian menjadi:

- (1) Bagaimana pengaruh jumlah kendaraan terhadap konsentrasi CO₂ di Universitas Bojonegoro?
- (2) Bagaimana pengaruh kondisi meteorologi terhadap konsentrasi CO₂ di Universitas Bojonegoro?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuannya penelitian untuk mengetahui pengaruh jumlah kendaraan dan faktor meteorologi terhadap konsentrasi karbon dioksida (CO₂) di Universitas Bojonegoro.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian yang didapatkan meliputi:

- 1) Untuk masyarakat
 - Untuk memberikan ilmu pengetahuan ataupun referensi yang berkaitan dengan konsentrasi CO₂ dan pengaruh meteorologi serta jumlah kendaraan terhadap polutan udara.
- 2) Untuk pemberi hibah
 - Dapat membantu dalam pengembangan materi pengajaran.
 - Mendukung peningkatan reputasi kampus melalui hasil dari penelitian yang berpengaruh terhadap masyarakat luas.
 - Hasil penelitian dapat digunakan sebagai kontribusi dalam menanamkan minat, motivasi dan sikap dari mahasiswa sehingga dapat meningkatkan prestasi belajar bagi mahasiswanya.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Landasan Teori

2.1.1 Pencemaran Lingkungan

Peraturan Pemerintah No.41 Tahun 1999 menyatakan bahwa pencemaran udara adalah masuk atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi, atau komponen lain ke udara oleh kegiatan manusia atau proses alam, sehingga kualitas udara turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan udara menjadi kurang atau tidak dapat berfungsi lagi sesuai dengan peruntukannya.

2.1.2 Sumber Pencemaran Udara

Berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 12 Tahun 2010 tentang pelaksanaan pengendalian pencemaran udara di daerah yang dimaksud sumber pencemar udara adalah setiap usaha dan/atau kegiatan yang mengeluarkan bahan pencemar ke udara yang menyebabkan udara tidak dapat berfungsi sebagaimana mestinya. Menurut Kementerian Lingkungan Hidup bahwa sumber pencemar udara terdiri atas sumber bergerak dan sumber tidak bergerak.

1) Sumber tidak bergerak

- Sumber titik

Sumber titik adalah sumber individu yang tidak bergerak. Apabila sumber tersebut mengemisikan pencemar di atas ambang batas yang ditetapkan, sumber tersebut dianggap sebagai sumber titik. Batasan emisi, jenis sumber, dan toksisitas pencemar dapat menentukan ambang batas.

Industri manufaktur atau pabrik produksi yang memiliki cerobong adalah contoh sumber titik. Sumber titik dapat memiliki banyak unit pembakaran, boiler, atau unit proses. Selain industri manufaktur skala besar, sumber titik ini dapat mencakup industri skala menengah dan kecil, hotel, krematorium, dan insinerator rumah sakit.

- Sumber area

Sumber area adalah sumber yang secara individu tidak memenuhi syarat sebagai sumber titik karena mereka berasal dari berbagai kegiatan individu yang mengeluarkan sejumlah kecil pencemar, tetapi secara kolektif memberikan kontribusi yang signifikan untuk emisi.

Misalnya, satu tungku pembakaran di industri rumah tangga tidak dapat dianggap sebagai sumber titik, tetapi emisi dari banyak fasilitas yang sama di daerah tersebut akan sangat besar, sehingga banyak fasilitas tersebut dapat dianggap sebagai sumber area. Sumber area termasuk bisnis memasak rumah tangga, stasiun pengisian bahan bakar umum (SPBU), lokasi konstruksi, bengkel cat, terminal bis, klenteng, dan sebagainya.

2) Sumber bergerak

Sumber bergerak garis adalah sumber bergerak (di jalan raya atau bukan jalan raya) dan sumber bergerak area. Sumber bergerak *on-road* juga termasuk sumber bergerak di jalan raya (*on-road*), seperti mobil, truk, bus, sepeda motor, dan peralatan pertanian dan konstruksi.

2.1.3 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Kualitas Udara

▪ Arah dan Kecepatan Angin

Pada dasarnya, perbedaan tekanan udara antara tempat asal dan arah angin menentukan kecepatan angin. Secara umum, polutan berada di atmosfer melalui dua cara: kecepatan angin dan turbulensi atmosfer. Pusaran mekanis dan termal adalah dua cara turbulensi menghasilkan aliran udara (Zendrako, 2010).

▪ Kelembaban

Udara yang lembab dapat menyebabkan bahan pencemar berbentuk partikel berikatan dengan air di udara, menghasilkan partikel yang lebih besar. Kelembaban udara yang tinggi dapat meningkatkan pertumbuhan mikroorganisme dan pelepasan formaldehid dari material bangunan, tetapi kelembaban relatif rendah (kurang dari 20%) dapat menyebabkan selaput lendir membran menjadi kering (Fauziah, 2017).

- **Suhu Udara**

Temperatur inversi dapat terjadi ketika lapisan udara dingin bergeser ke area bisnis. Inversi temperatur dapat menyebabkan polutan terkumpul di bagian bawah atmosfer dan tidak menyebar. Menurut Chandra (2007), penurunan suhu permukaan bumi dapat menyebabkan kelembaban udara relatif meningkat. Akibatnya, efek korosif bahan pencemar meningkat di wilayah yang udaranya tercemar.

- **Hujan**

Hujan cenderung melarutkan polutan udara. Ada kemungkinan bahwa daerah industri yang menggunakan batubara sebagai sumber energi akan mencemari udara di sekitarnya. Contohnya, gas sulfurdioksida dihasilkan dari pembakaran batubara, dan apabila gas ini dicampur dengan air hujan, akan terbentuk asam sulfat. Akibatnya, air hujan menjadi asam, yang dikenal sebagai "hujan asam" (Chandra, 2007).

2.1.4 Sumber dan Dampak Karbon dioksida (CO₂)

Komposisi udara normal mengandung gas yang terdiri dari 78% nitrogen, 20% oksigen, 0,93% argon dan 0,03% karbon dioksida (CO₂). Karbon dioksida (CO₂) merupakan gas rumah kaca yang paling dominan terdapat di udara dan ngata berperan dalam sistem biologis. Hal tersebut dikarenakan CO₂ dan air adalah bahan baku dalam proses fotosintesis (Gratimah, 2009). Karbon dioksida (CO₂) di atmosfer bumi berasal dari emisi gunung berapi, aktivitas mikroorganisme, respirasi tumbuhan dan hasil pernapasan manusia. Selain itu, CO₂ juga dihasilkan dari pembakaran bahan bakar fosil.

Kadar CO₂ disuatu wilayah bervariasi bergantung pada kepadatan kendaraan bermotor yang menggunakan bahan bakar fosil. Pada umumnya kadar CO₂ meningkat seiring dengan meningkatnya jam-jam sibuk di suatu tempat baik pagi maupun malam hari. Jumlah emisi CO₂ yang dihasilkan oleh beberapa macam bahan bakar antara lain bensin akan menghasilkan 2,31 kg/l emisi CO₂, solar menghasilkan 2,63 kg/l emisi CO₂, minyak tanah menghasilkan 2,52 kg/l

emisi CO₂, LPG menghasilkan 1,50 kg/l emisi CO₂, dan LNG menghasilkan 1,78 kg/l emisi CO₂ (Defra, 2007).

Karbon dioksida (CO₂) meskipun tidak bersifat racun dan tidak berdampak langsung terhadap kesehatan manusia, namun CO₂ bersifat racun pada jantung dan menyebabkan menurunnya gaya kontraktil. Pada konsentrasi 3% berdasarkan volume di udara, maka CO₂ bersifat narkotik ringan dan menyebabkan peningkatan tekanan darah dan denyut nadi serta menurunkan daya dengar, pada konsentrasi 5% berdasarkan volume udara menyebabkan stimulasi pusat pernapasan, pusing, kebingungan dan kesulitan bernapas yang diikuti dengan sakit kepala serta sesak napas, dan pada konsentrasi 8% menyebabkan sakit kepala, keringatan, penglihatan buram, tremor, dan kehilangan kesadaran setelah terpapar selama 5-10 menit (Fiana, 2018).

Konsentrasi CO₂ di udara melebihi baku mutu akan menyebabkan peningkatan suhu bumi. Hal tersebut terjadi karena gas rumah kaca dengan konsentrasi tinggi akan memantulkan kembali panasnya ke bumi, sehingga mengakibatkan peningkatan suhu bumi, bahkan dapat menyebabkan pemanasan global (Cahyono, 2017). Selain itu, peningkatan konsentrasi CO₂ di lingkungan juga akan mengganggu metabolisme dan pertumbuhan tanaman. Pada umumnya, peningkatan konsentrasi karbon dioksida (CO₂) di lingkungan akan meningkatkan kecepatan fotosintesis tanaman yang menyebabkan penimbunan karbohidrat dan menurunkan kecepatan respirasinya sehingga mengurangi energi yang dibutuhkan tanaman untuk bertahan hidup (Kusumaputri, 1998).

2.1.5 Baku Mutu

Mutu udara merupakan ukuran kondisi udara pada waktu dan tempat tertentu yang diukur dan diuji berdasarkan parameter tertentu dan metode tertentu berdasarkan peraturan perundang-undangan. Secara spesifik standar yang mengatur tentang konsentrasi CO₂ pada udara ambien tidak diatur dalam peraturan atau standar di Indonesia. Sehingga untuk standar udara ambien CO₂ merujuk pada standar lain yang mengaturnya. Berdasarkan WHO yang dikutip

dari Holzworth & Commick (1976) standar CO₂ untuk udara bersih adalah 310-330 ppm, dan untuk udara tercemar 350-700 ppm.

2.2 Penelitian Terdahulu

Penelitian tentang identifikasi kualitas udara dan pencemaran udara telah dilakukan oleh beberapa penelitian yang dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 2.3 Penelitian Terdahulu

No.	Nama dan Tahun Penelitian	Metode Penelitian	Variabel atau Instrumen	Hasil Penelitian
1.	Sudarti, Yushardi, Kasanah Nur (2022)	Melakukan klasifikasi jenis kendaraan bermotor, melakukan kajian pustaka dan observasi langsung	Analisis Potensi Emisi CO ₂ Oleh Berbagai Jenis Kendaraan Bermotor di Jalan Raya Kemantren Kabupaten Sidoarjo	Jenis kendaraan bermotor berupa sepeda motor dan mobil meyumbang emisi CO ₂ sebesar 67,568.26 (g.30 menit-1.km-1) dan mobil sebesar 63,335.30 (g.30 menit-1.km-1)
2.	Sinaga Sudarno, Handayani (2014)	S, D.S Melakukan klasifikasi jenis kendaraan bermotor, kondisi meteorologi, melakukan kajian pustaka dan observasi langsung	Pengaruh Jumlah Kendaraan Dan Faktor Meteorologi Terhadap Konsentrasi Karbon Monoksida (CO) Di Jalan Pandanaran Kawasan Simpang Lima, Kota Semarang	Jumlah kendaraan berbanding lurus dengan konsentrasi CO, suhu udara berbanding terbalik terhadap konsentrasi CO, kelembaban udara berbanding lurus terhadap konsentrasi CO, dan kecepatan angin berbanding terbalik terhadap konsentrasi CO.
3.	Wirosoedarmo R, Suharto B, Proborini D.E, (2020)	R, B, D.E Analisis data dalam penelitian ini menggunakan uji ANOVA dua	Analisis Pengaruh Jumlah Kendaraan Bermotor dan	Konsentrasi CO cenderung lebih tinggi pada pagi hari di pintu masuk bus

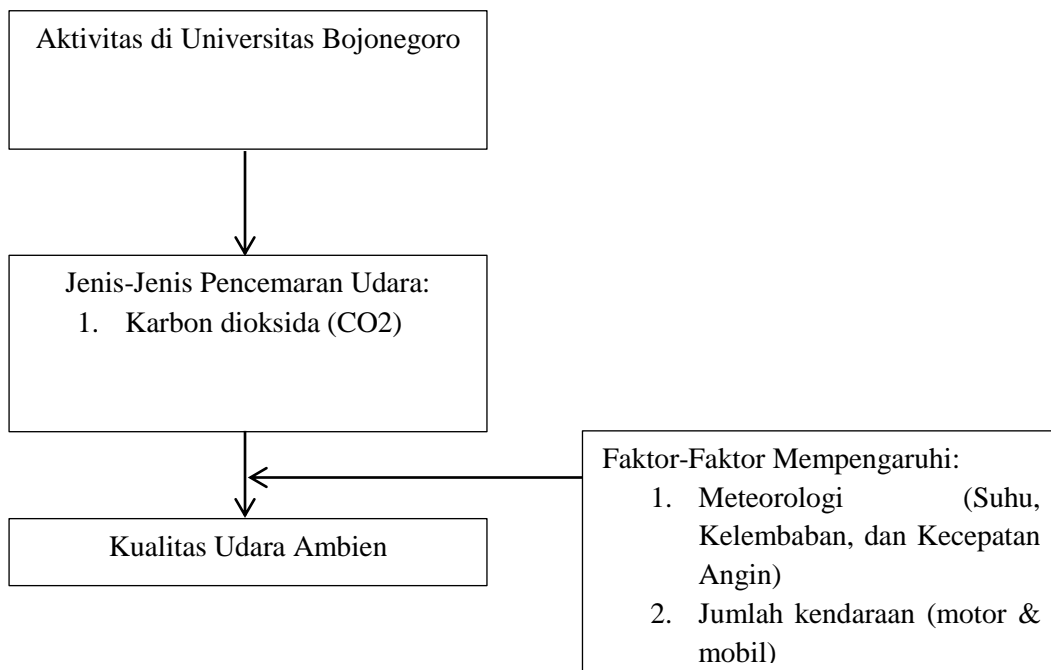
No.	Nama dan Tahun Penelitian	Metode Penelitian	Variabel atau Instrumen	Hasil Penelitian
		arah (Two way ANOVA) menggunakan SPSS 22. Analisis selanjutnya yaitu analisis komparatif dengan cara membandingkan hasil kualitas udara ambien di Terminal Arjosari dengan standar baku mutu udara ambien menurut Peraturan Pemerintah Nomor 41 Tahun 1999, Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 10 Tahun 2009 dan baku mutu menurut WHO.	Kecepatan Angin Terhadap Karbon Monoksida di Terminal Arjosari	dan pintu masuk mobil pribadi. Jumlah kendaraan memiliki pengaruh sebesar 71.35% terhadap konsentrasi CO pada pintu masuk bus dengan hubungan yang berbanding lurus sedangkan pada pintu masuk mobil pribadi sebesar 59.63%. Kecepatan angin mempengaruhi konsentrasi CO sebesar 61.68% di pintu masuk bus dan sebesar 42.28% di pintu masuk mobil pribadi dengan hubungan yang berbanding terbalik.

Sumber: Hasil penelitian sebelumnya diolah (2024)

2.3 Kerangka Konsep Penelitian

Jumlah kematian akibat polusi udara di Indonesia meningkat menjadi 61 ribu pada tahun 2016, meningkat dari 50.000 pada tahun sebelumnya (Lukman, 2016). Emisi kendaraan bermotor menyumbang 70% dari kematian di kota-kota Indonesia (Julias, 2015). Kendaraan bermotor adalah penyebab terbesar dari peningkatan polusi udara. Karbon dioksida (CO₂) merupakan bahan pencemar utama dalam gas buang kendaraan bermotor.

Polusi adalah salah satu dampak globalisasi pada siklus ekologis (Kurniasar et al., 2014). Area di sekitar Kampus Universitas Bojonegoro memiliki tingkat lalu lintas kendaraan yang tinggi setiap jam, yang menjadikannya salah satu lokasi yang berperan penting dalam penyebaran pencemaran udara. Hasil observasi awal menunjukkan bahwa area ini memiliki tingkat lalu lintas kendaraan yang tinggi terutama lebih padat di pagi dan sore hari. Jalan disekitar lingkungan Kampus Universitas Bojonegoro, selalu terdapat kendaraan pribadi, baik sepeda motor dan mobil. Hal ini meningkatkan kemungkinan pajanan polutan udara ambien CO₂ disekitar kampus. Jumlah kendaraan bermotor dan kondisi meteorologi seperti suhu, kelembaban, dan kecepatan angin adalah beberapa faktor yang dapat mempengaruhi kualitas udara.



Gambar 2.1 Kerangka Teori

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Jenis dan Pendekatan Penelitian

Pendekatan metode penelitian yang diterapkan adalah dengan menggunakan pendekatan deskriptif kuantitatif meliputi aspek teknis, dan aspek manajemen. Pada aspek teknis mencakup konsentrasi karbon dioksida (CO₂), jumlah kendaraan bermotor dan kondisi meteorologi seperti suhu, kelembaban, arah angin dan kecepatan angin, serta pada aspek manajemen mencakup regulasi, kebijakan pemerintah.

3.2 Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Universitas Bojonegoro. Lokasi tersebut merupakan perguruan tinggi di Kabupaten Bojonegoro yang memiliki jumlah mahasiswa terbanyak di Kabupaten Bojonegoro. Dengan banyaknya aktivitas mahasiswa di kampus tersebut, maka pentingnya menjamin kualitas udara agar mahasiswa, dosen maupun civitas akademik lainnya nyaman saat beraktivitas di kampus tersebut.

3.3 Populasi, Sampel dan Teknik Pengambilan Sampel

Pengukuran kualitas udara dilakukan dengan menggunakan Lutron yaitu alat pendeteksi gas karbon dioksida (CO₂) yang memiliki fitur sedikit mengonsumsi daya, ukuran yang minimalis, dan sensitifitas yang tinggi. Anemometer juga digunakan untuk mendapatkan data kondisi meteorologis pada saat pengambilan sampel. Data meteorologis tersebut meliputi suhu, kecepatan angin, dan kelembaban udara. Selain itu, juga dibutuhkan alat hitung digital untuk mempermudah perhitungan langsung terhadap jumlah kendaraan bermotor.

Pengambilan sampel dilakukan di dua lokasi yaitu lokasi I di pintu masuk kampus dan lokasi II di pintu keluar kampus. Waktu yang digunakan pada setiap pengukuran yakni 60 menit. Pengujian sampel untuk data kualitas udara CO₂ dilakukan di Laboratorium Ilmu Lingkungan Universitas Bojonegoro.

Pengambilan sampel dilakukan sesuai dengan SNI 19-7119.6-2005: penentuan lokasi pengambilan contoh uji pemantauan kualitas udara.

Adapun teknik pengambilan sampel meliputi:

- Anemometer
 1. Kecepatan angin diukur dengan Anemometer setiap 10 menit;
 2. Suhu dan kelembaban udara diukur dengan Anemometer setiap 10 menit;
 3. Arah angin diukur dengan Anemometer;
 4. Setelah sampling berakhir, kecepatan udara dicatat
- Lutron

Prosedur pengukuran CO₂ di udara sebagai berikut :

1. Persiapkan alat Lutron GCO-2008 CO meter;
2. Lalu tekan tombol ON/OFF dan tunggu selama 5 menit hingga muncul tanda “S” (Stand By);
3. Setelah itu tekan tombol tanda panah ke atas sehingga muncul tanda “R” (Record);
4. Pada posisi “R” (record) akan menunjukkan alat melakukan perekaman terhadap adanya indikator CO₂ selama sampling;
5. Atur waktu selama 1 jam untuk melakukan pengukuran CO₂;
6. Setelah perekaman selesai tekan tombol tanda panah ke atas untuk menghentikan kerja alat CO₂ analyzer sehingga tanda “R” hilang; Selanjutnya data ditransfer ke komputer untuk dilakukan pembacaan hasil pengukuran.

3.4 Jenis Data dan Teknik Pengumpulan Data

Sumber data yang diperlukan adalah data primer dan sekunder. Data primer merupakan data yang diperoleh secara langsung dari responden atau objek yang diteliti atau terdapat hubungan dengan yang diteliti (Pabundu, 2005: 44). Adapun data yang digunakan ini terdiri dari data primer berupa data yang diperoleh secara langsung di lapangan yaitu hasil pengukuran konsentrasi Karbon Dioksida (CO₂), jumlah kendaraan bermotor dan kondisi meteorologi.

Selain itu, juga digunakan data sekunder sebagai data penunjang atau pelengkap data primer yang ada relevansinya dan diperoleh dari buku, laporan, jurnal dan referensi-referensi lainnya. Data sekunder dapat diperoleh dari instansi-instansi dan perpustakaan (Pabundu, 2005: 44). Data sekunder diperoleh dari instansi-instansi yang berhubungan dengan masalah penelitian, yaitu Dinas Lingkungan Hidup (DLH), maupun Peraturan Perundang-Undangan yang berlaku terkait permasalahan dan penyelesaian penelitian.

Teknik pengumpulan data yang digunakan meliputi:

a) Observasi

Observasi adalah teknik pengumpulan data dengan melakukan pengamatan dan pencatatan secara sistematis terhadap gejala atau fenomena yang ada pada objek penelitian (Pabundu, 2005: 44). Observasi yang dilakukan adalah observasi langsung di lokasi penelitian. Dalam penelitian ini data yang diambil melalui teknik observasi adalah gambaran umum daerah penelitian dan pengukuran parameter Karbon dioksida (CO₂), jumlah kendaraan bermotor, dan kondisi meteorologi berupa suhu, kelembaban, kecepatan angin dan arah angin.

b) Dokumentasi

Dokumentasi dilakukan untuk memperoleh data sekunder, yaitu data yang diperoleh seorang peneliti tidak secara langsung dari subjek atau objek yang diteliti, tetapi melalui pihak lain seperti instansi-instansi atau lembaga-lembaga terkait, perpustakaan, arsip perorangan, dan sebagainya (Pabundu, 2005: 60). Dokumentasi dalam penelitian ini yaitu teknik untuk mencari data dengan cara mencatat data yang berfungsi sebagai data pendukung.

3.5 Analisis Data

Analisis data yang digunakan yaitu analisis data univariat dengan melihat nilai dari variabel penelitian yaitu parameter karbon dioksida (CO₂). Selanjutnya membandingkan hasil analisis kualitas udara di lapangan dengan baku mutu kualitas udara yang telah ditetapkan berdasarkan standar WHO yaitu standar CO₂ untuk udara bersih 310-330 ppm, sedangkan untuk udara tercemar 350-700

ppm. Hal tersebut dikarenakan belum ada secara spesifik standar yang mengatur konsentrasi CO₂ pada udara ambien pada peraturan atau standar di Indonesia.

Pengaruh jumlah kendaraan, dan kondisi meteorologi terhadap konsentrasi CO₂ di udara ambien Universitas Bojonegoro dapat dilihat dari hasil uji statistik menggunakan software SPSS. Penentuan tingkat hubungan/pengaruh dapat dilihat dengan menginterpretasikan hasil koefisien korelasi masing-masing variabel, yang terdapat pada tabel 3.1.

Tabel 3.1 Interpretasi Koefisien Korelasi

Interval Koefisien	Tingkat Hubungan
0,00 – 0,199	Sangat Rendah
0,20 – 0,399	Rendah
0,40 – 0,599	Sedang
0,60 – 0,799	Kuat
0,80 – 1,00	Sangat Kuat

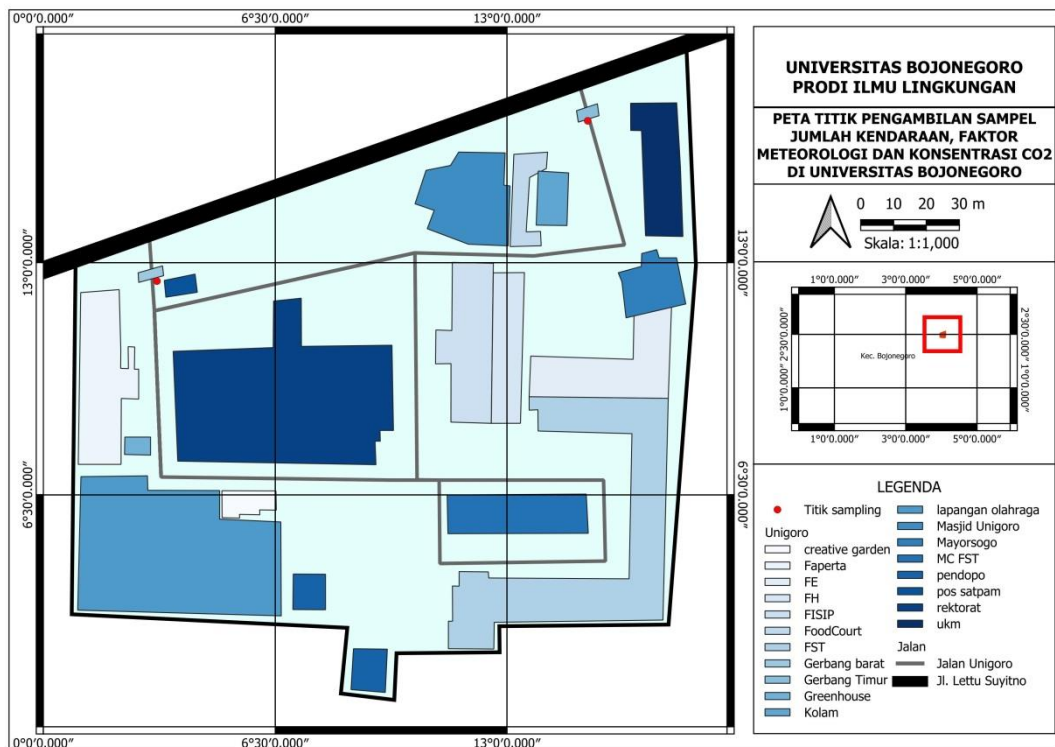
Sumber: Sugiyono, (2012)

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian

Universitas Bojonegoro adalah lokasi dengan aktivitas kendaraan bermotor yang padat. Aktivitas kendaraan bermotor berpotensi menghasilkan polutan pencemar udara, salah satunya adalah gas CO₂. Karbondioksida (CO₂) merupakan bahan pencemar utama dalam gas buang kendaraan bermotor. Peningkatan kendaraan bermotor akan diiringi dengan peningkatan emisi gas CO₂. Situasi seperti ini menyebabkan polusi udara yang semakin memburuk di lokasi tersebut.

Kelebihan konsentrasi CO₂ di atmosfer dapat menyebabkan peningkatan suhu udara di bumi. Hal ini terjadi karena gas rumah kaca yang ada di atmosfer dengan konsentrasi tinggi akan memantulkan kembali panasnya ke bumi, sehingga mengakibatkan peningkatan suhu bumi, bahkan dapat menyebabkan pemanasan global (Cahyono, 2017).



Gambar 4.1 Titik Pengambilan Sampel di Universitas Bojonegoro

Gambar 4.1 menggambarkan bahwa lokasi pengambilan sampel berada di di gerbang masuk dan gerbang keluar Universitas Bojonegoro. Pengambilan sampel pada lokasi tersebut dengan alasan merupakan lokasi dengan tingkat kepadatan aktivitas kendaraan tertinggi di Universitas Bojonegoro.

Durasi waktu yang digunakan pada setiap pengukuran yaitu 60 menit. Pengambilan sampel kualitas udara diambil pada pagi, siang dan sore hari pada hari kerja yaitu senin sampai dengan sabtu. Pengambilan sampel pada hari kerja dan hari libur. Hari kerja dipilih karena terdapat aktivitas transportasi di kampus Universitas Bojonegoro cukup padat. Dosen, karyawan dan mahasiswa melakukan aktivitas belajar mengajar pada hari efektif tersebut. sedangkan, pada hari sabtu untuk menggambarkan kualitas udara pada hari libur dengan tingkat kesibukan di kampus Universitas Bojonegoro yang sangat rendah.

Perhitungan jumlah kendaraan yang keluar-masuk kampus Universitas Bojonegoro dilakukan untuk mengidentifikasi hubungan antara konsentrasi CO₂ dengan aktivitas transportasi. Data jumlah kendaraan yang keluar-masuk Universitas Bojonegoro dapat dilihat pada Tabel 4.1. Pengukuran kondisi meteorologi dilakukan untuk mengetahui temperatur, kelembaban, dan kecepatan angin yang diperlukan dalam mengidentifikasi konsentrasi CO₂. Data meteorologi seperti temperatur, kelembaban, dan kecepatan angin di lokasi *sampling* dapat dilihat pada Tabel 4.1. Adapun data hasil pengukuran konsentrasi CO₂ di Universitas Bojonegoro dapat dilihat pada Tabel 4.1 berikut.

Tabel 4.1 Jumlah Kendaraan, Kondisi Meteorologi dan Konsentrasi CO2 di Universitas Bojonegoro

Hari dan Tanggal	Waktu	Meteorologi			Jumlah Kendaraan				Konsentrasi CO2 (ppm)	
		Suhu (°C)	Kelembaban (%RH)	Kec. Angin (m/s)	Lokasi	Motor		Mobil		
						Masuk	Keluar	Masuk		Keluar
Senin, 28 Oktober 2024	Pagi	37,43	45,4	2,6	PM	401	11	26	2	437
					PK	193	20	0	8	
	Siang	45,77	27,88	0,5	PM	170	123	10	6	467
					PK	59	289	3	12	
	Sore	34,33	51,6	3,6	PM	80	121	13	10	432
					PK	22	159	2	9	
Selasa, 29 Oktober 2024	Pagi	33,73	48,8	3,0	PM	200	20	16	4	435
					PK	160	15	0	3	
	Siang	39,83	33,45	0,5	PM	201	166	7	6	489
					PK	44	274	2	8	
	Sore	36,32	46,13	2,9	PM	20	279	0	15	436
					PK	62	130	7	12	
Rabu, 30	Pagi	37,78	44,83	2,4	PM	401	11	26	2	446

Hari dan Tanggal	Waktu	Meteorologi			Jumlah Kendaraan					Konsentrasi CO2 (ppm)	
		Suhu (°C)	Kelembaban (%RH)	Kec. Angin (m/s)	Lokasi	Motor		Mobil			
						Masuk	Keluar	Masuk	Keluar		
Oktober 2024	Siang	39,03	38,23	1,6	PK	193	20	0	8	454	
					PM	170	123	10	6		
	Sore	33,93	52,82	3,93	PK	59	289	3	12	428	
					PM	80	121	13	10		
	Kamis, 31 Oktober 2024	Pagi	32,87	56,47	3,8	PM	240	11	12	3	425
						PK	90	10	0	3	
Siang		40,15	37,5	0,5	PM	241	175	8	12	514	
					PK	75	217	3	17		
Sore		29,85	71,78	4,9	PM	33	120	8	12	412	
					PK	12	34	0	4		
Jum'at, 1 November 2024	Pagi	32,07	59,07	4,2	PM	185	8	12	4	420	
					PK	128	14	1	3		
	Siang	31,2	76	4,5	PM	116	58	23	2	412	
					PK	25	9	0	4		

Hari dan Tanggal	Waktu	Meteorologi			Jumlah Kendaraan				Konsentrasi CO2 (ppm)	
		Suhu (°C)	Kelembaban (%RH)	Kec. Angin (m/s)	Lokasi	Motor		Mobil		
						Masuk	Keluar	Masuk		Keluar
	Sore	31	67,73	4,5	PM	17	116	9	38	415
					PK	18	64	9	22	
Sabtu, 2 November 2024	Pagi	27	80,17	5,4	PM	102	9	9	2	411
					PK	45	7	0	0	
	Siang	32,07	63,13	4,3	PM	62	50	21	8	418
					PK	37	122	0	48	
	Sore	25,53	90,02	8,15	PM	16	27	7	2	403
					PK	12	39	0	4	

Keterangan:

PM : Pintu Masuk

PK : Pintu Keluar

Tabel 4.1 menggambarkan terdapat perbedaan kondisi meteorologi pada saat pengambilan sampel di pagi, siang dan sore hari pertama sampai hari ke enam pengambilan sampel. Perbedaan atau variasi kondisi meteorologi tersebut dipengaruhi oleh waktu penyinaran matahari.

Perbedaan jumlah kendaraan bermotor yang beraktivitas di lingkungan kampus Universitas Bojonegoro juga tergambar pada Tabel 4.1. perbedaan jumlah kendaraan bermotor tersebut dipengaruhi oleh hari efektif kegiatan belajar mengajar, jam perkuliahan, ekstra kulikuler mahasiswa, dan kegiatan penunjang lainnya. Berdasarkan pengujian yang dilakukan diketahui bahwa pada hari efektif belajar mengajar (senin sampai dengan Kamis) jumlah kendaraan bermotor yang beraktivitas di kampus Universitas Bojonegoro lebih banyak dibandingkan pada hari Jum'at dan Sabtu. Jumlah kendaraan bermotor pada hari Senin sampai dengan hari Sabtu diantaranya 1.649 unit, 1.651 unit, 1.748 unit, 1.340 unit, 885 unit, dan 647 unit. Jumlah kendaraan tersebut berpengaruh terhadap keberadaan polutan CO₂ di udara ambien.

Pengukuran konsentrasi CO₂ menggunakan metode *direct reading (real time sampling)*. *Real time* secara umum berarti menggambarkan secara tepat yang sedang terjadi pada saat pengambilan sampel. Konsentrasi CO₂ di Kampus Universitas Bojonegoro pada umumnya sudah melebihi standar baku mutu yang telah ditetapkan oleh WHO yaitu udara bersih memiliki konsentrasi CO₂ di udara sebesar 310-330 ppm. Konsentrasi CO₂ di Kampus Universitas Bojonegoro antara 403 – 514 ppm. Angka tersebut sudah melebihi standar baku mutu WHO yang menggambarkan bahwa pada *weekday* maupun *weekend*, kualitas udara khususnya CO₂ sudah tidak memenuhi persyaratan. Konsentrasi CO₂ tertinggi terjadi pada hari Kamis di siang hari mencapai angka 514 ppm.

Tingginya konsentrasi CO₂ dipengaruhi oleh aktivitas kendaraan bermotor pada hari kerja maupun hari libur. Kendaraan bermotor merupakan kebutuhan dasar masyarakat namun memiliki dampak terhadap keberadaan emisi gas CO₂ di udara ambien (Permatasari et al, 2021). Pada umumnya, peningkatan jumlah kendaraan bermotor akan diiringi dengan peningkatan emisi gas buang CO₂ di udara ambien (Sudarti et al, 2022). Hal tersebut yang menyebabkan konsentrasi

CO₂ di Kampus Universitas Bojonegoro meningkat seiring dengan jumlah kendaraan bermotor yang beraktivitas di area tersebut.

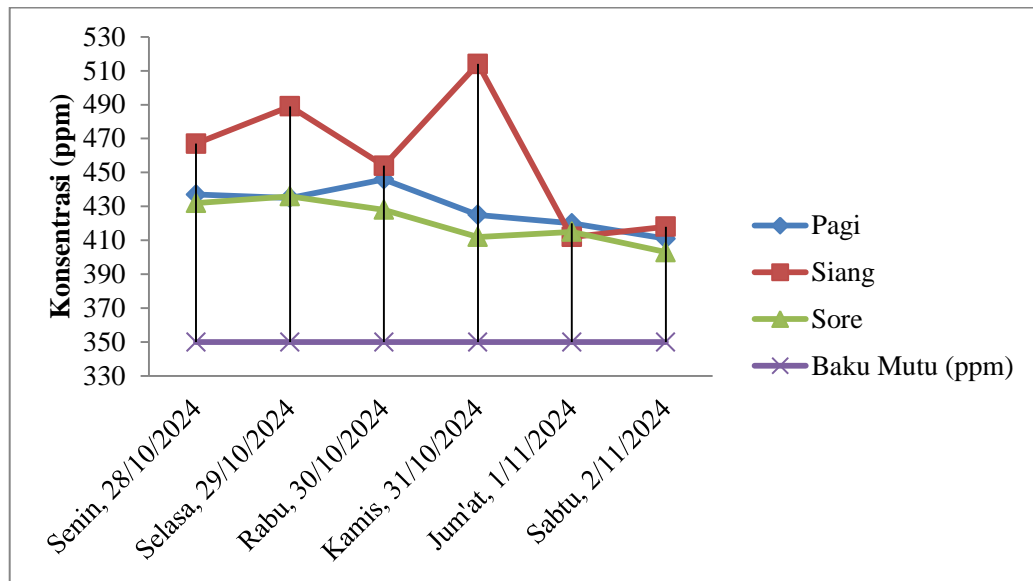
Konsentrasi CO₂ di udara yang tinggi dapat menimbulkan masalah kesehatan seperti meningkatnya kejadian ISPA (Pinontoan et al, 2019). Selain itu, keberadaan CO₂ yang berlebih di udara dapat menyebabkan peningkatan suhu udara di muka bumi. Hal tersebut dikarenakan CO₂ merupakan gas rumah kaca yang dengan konsentrasi tinggi dapat memantulkan kembali panasnya ke bumi, sehingga dapat meningkatkan suhu bumi dan menyebabkan pemanasan global (Cahyono, 2017).

Pemantauan dan evaluasi emisi CO₂ sangat penting dilakukan secara kontinyu untuk memperkirakan risiko kesehatan dan lingkungan di Kampus Universitas Bojonegoro. Hal tersebut dikarenakan konsentrasi CO₂ di udara walaupun dalam konsentrasi yang rendah dan tidak melebihi baku mutu akan berdampak pada kesehatan manusia maupun lingkungan.

4.2 Pembahasan

Peningkatan kualitas hidup manusia, dan kemajuan IPTEK memiliki pengaruh terhadap peningkatan minat masyarakat untuk mengemban pendidikan. Dengan begitu, semakin meningkat mobilisasi aktivitas di lingkungan pendidikan, salah satunya Universitas Bojonegoro. Peningkatan mobilisasi tentunya berkorelasi dengan peningkatan volume kendaraan bermotor. Dengan begitu secara tidak langsung berdampak pada peningkatan konsentrasi polutan pencemaran udara ambien.

Standar baku mutu untuk konsentrasi CO₂ di udara ambien tidak diatur secara spesifik dalam Baku Mutu Udara Ambien di Indonesia. Pendekatan standar konsentrasi CO₂ yang dijadikan acuan dalam penelitian ini adalah standar udara bersih menurut WHO yaitu sebesar 310 – 330 ppm, dan untuk udara tercemar 350 – 700 ppm. Hasil pengukuran konsentrasi CO₂ di Kampus Universitas Bojonegoro pada hari Senin sampai dengan Sabtu dapat dilihat pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2 Konsentrasi CO₂ di Universitas Bojonegoro

Berdasarkan gambar 4.2 menunjukkan bahwa konsentrasi CO₂ yang diperoleh sudah melebihi standar baku mutu yang ditetapkan oleh WHO. Konsentrasi tersebut menunjukkan bahwa status kualitas udara di Kampus Universitas Bojonegoro sudah dalam rentang udara tercemar yaitu diantara rentang konsentrasi 350 – 700 ppm.

Konsentrasi CO₂ yang tinggi dapat menyebabkan masalah lingkungan dan kesehatan masyarakat. Keberadaan CO₂ berlebih di atmosfer dapat menyebabkan peningkatan suhu bumi dan menyebabkan pemanasan global (Cahyono, 2017). Hal ini terjadi karena gas-gas rumah kaca termasuk CO₂ di atmosfer akan memantulkan kembali panas ke bumi, sehingga mengakibatkan suhu bumi meningkat. Peningkatan konsentrasi CO₂ di lingkungan dapat mengganggu proses metabolisme dan pertumbuhan tanaman. Peningkatan konsentrasi CO₂ di udara dapat meningkatkan laju proses fotosintesis sebanyak 30-100%, bergantung pada kondisi suhu dan kelembaban udara (Jamloki et al, 2021). Dengan begitu, menyebabkan penimbunan karbohidrat dan menurunkan kecepatan respirasi tanaman, sehingga menyebabkan berkurangnya energi yang dibutuhkan oleh tanaman dalam bertahan hidup.

Keberadaan CO₂ di udara dengan konsentrasi yang tinggi dapat mempengaruhi kualitas kesehatan masyarakat. Berdasarkan penjelasan Institut

Nasional untuk Kesehatan dan Keamanan Kerja Amerika Serikat (NIOSH), karbondioksida (CO₂) merupakan gas pencemaran udara yang tidak bersifat racun dan tidak langsung berdampak pada kesehatan manusia. Namun, lambat laun masyarakat yang terpapar oleh CO₂ dapat menurunkan kinerja jantung. Pada konsentrasi CO₂ sebesar 3%, CO₂ bersifat narkotik ringan dan menyebabkan peningkatan tekanan darah dan denyut nadi, menurunkan kemampuan pendengaran. Konsentrasi 5% CO₂ di udara ambien dapat mempengaruhi kemampuan stimulasi pusat pernapasan, pusing, kebingungan, dan kesulitan bernapas, sakit kepala dan sesak napas. Sedangkan konsentrasi CO₂ sebesar 8% di udara ambien dapat menyebabkan sakit kepala, keringatan, penglihatan menjadi buram, tremor/ gemetar, dan kehilangan kesadaran setelah terpapar CO₂ selama 5-10 menit (Fiana, 2018).

Konsentrasi CO₂ di Kampus Universitas Bojonegoro cukup fluktuatif setiap harinya. Fluktuasi konsentrasi CO₂ tersebut dipengaruhi oleh faktor meteorologi, sumber pencemar (jumlah kendaraan bermotor) dan cuaca. Terdapat hubungan yang sangat kuat antara jumlah kendaraan, kondisi meteorologi meliputi suhu, kelembaban, dan kecepatan angin dengan konsentrasi CO₂ di udara ambien. Hal tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.2 berikut.

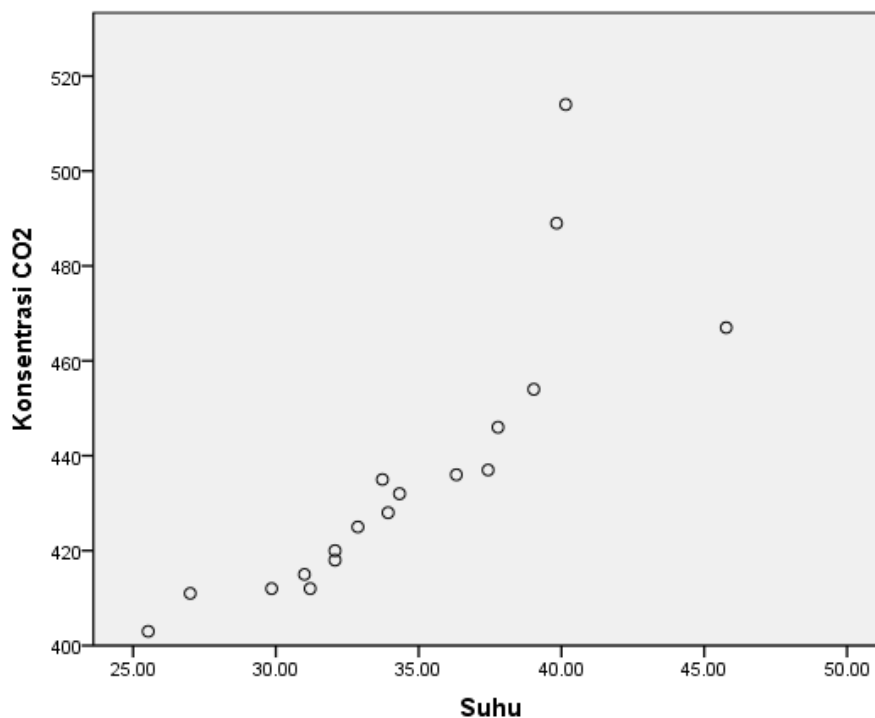
Tabel 4.2 Koefisien Korelasi Konsentrasi CO₂, Kondisi Meteorologi, dan Jumlah Kendaraan

Parameter	Konsentrasi CO₂
Kondisi Meteorologi	
Suhu	0,825
Kelembaban	-0,820
Kecepatan Angin	-0,882
Jumlah Kendaraan	0,825

Semakin mendekati nilai 1, maka korelasi akan semakin kuat, dan semakin kecil atau mendekati nilai 0, maka korelasi semakin lemah (Sugiyono, 2012). Untuk nilai koefisien korelasi dengan tanda negatif (-), menunjukkan bahwa hubungan negatif, yaitu nilai X naik, maka nilai Y akan turun atau sebaliknya.

Tanda koefisien korelasi bertanda positif (+), menunjukkan bahwa hubungan bersifat positif artinya ketika nilai X mengalami kenaikan maka nilai Y juga ikut mengalami kenaikan (Ridwan, 2005).

Hubungan antara konsentrasi CO₂ (ppm) dengan suhu (°C) dengan nilai koefisien korelasi 0,825. Angka koefisien korelasi ini menunjukkan bahwa hubungan antara konsentrasi CO₂ (ppm) dengan suhu sangat kuat dan positif. Hubungan konsentrasi CO₂ dengan suhu dapat dilihat pada Gambar 4.3.

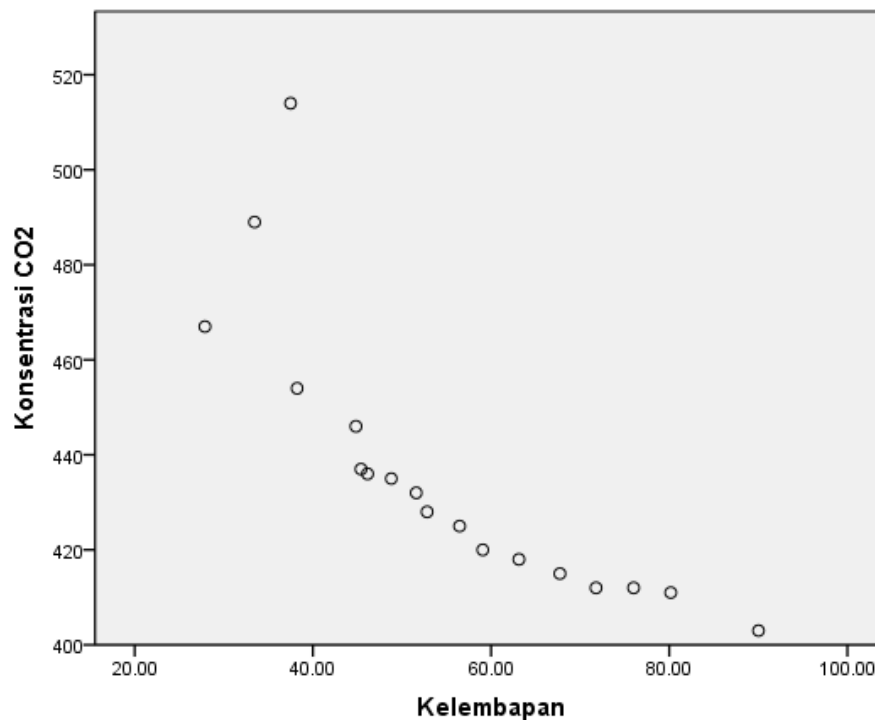


Gambar 4.3 Hubungan Konsentrasi CO₂ dengan Suhu

Berdasarkan Gambar 4.3, maka dapat diketahui bahwa ketika suhu udara mengalami kenaikan maka konsentrasi CO₂ di udara juga mengalami kenaikan. Suhu udara tertinggi terjadi pada hari kamis siang yaitu mencapai 40,15°C, dengan konsentrasi CO₂ tertinggi yaitu 516 ppm, sedangkan suhu udara terendah terjadi pada hari sabtu sore yaitu 25,53°C dengan konsentrasi CO₂ terendah yaitu 403 ppm. Hal tersebut sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Herlida et al (2017) menyatakan bahwa terdapat hubungan sangat dan berbanding lurus antara konsentrasi CO₂ dengan suhu udara ambien. Tingginya suhu udara dipengaruhi

oleh intensitas radiasi. Semakin tinggi intensitas radiasi matahari yang diterima suatu permukaan maka semakin tinggi pulasuhu udara yang ditimbulkan.

Hubungan antara konsentrasi CO₂ (ppm) dengan kelembaban udara (%RH) dengan nilai koefisien korelasi -0,820. Nilai tersebut menunjukkan bahwa hubungan antara konsentrasi CO₂ dengan kelembaban udara sangat kuat dan negatif. Hubungan antara konsentrasi CO₂ dengan kelembaban udara dapat dilihat pada Gambar 4.4.

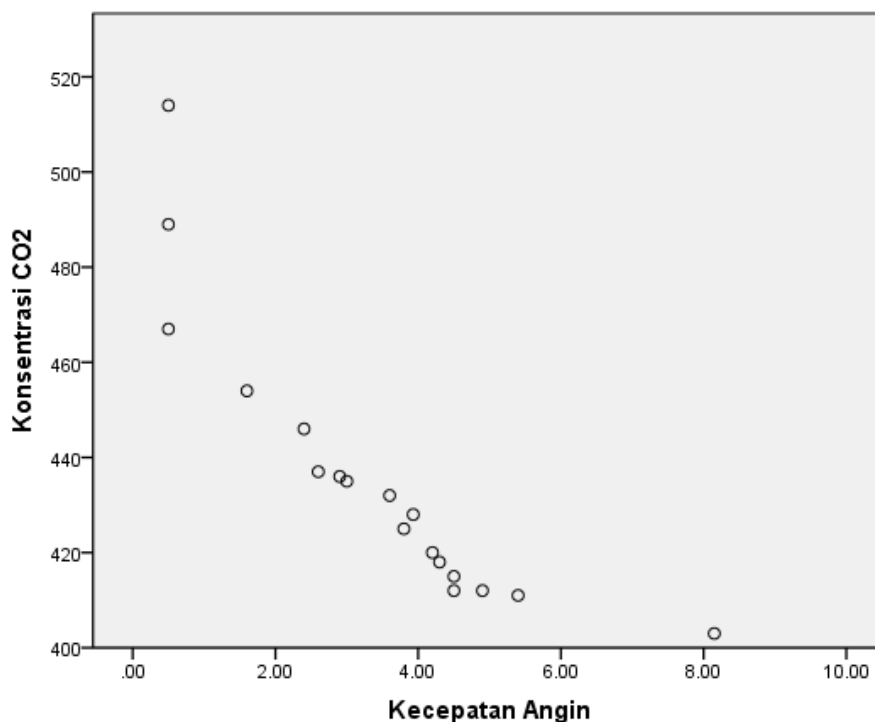


Gambar 4.4 Hubungan Konsentrasi CO₂ dengan Kelembaban Udara

Berdasarkan Gambar 4.4, maka dapat diketahui bahwa hubungan antara konsentrasi CO₂ dengan kelembaban udara sangat kuat namun bersifat negatif. Artinya, ketika kelembaban udara mengalami kenaikan maka konsentrasi CO₂ di udara akan mengalami penurunan (Jayamurugan et al, 2013). Kelembaban udara terendah terdapat pada hari senin siang yaitu 27,88 % RH, dengan konsentrasi CO₂ di udara cukup tinggi mencapai 467 ppm. Kelembaban udara minimum terjadi pada hari sabtu sore yaitu 90,02 % RH, dengan konsentrasi CO₂ di udara terendah yaitu 403 ppm.

Suhu udara yang tinggi menyebabkan keadaan kelembaban udara menjadi rendah, artinya jumlah uap air yang terkandung di udara rendah (Assabraini et.al, 2013). Oleh karena itu, ketika kelembaban udara relatif rendah, maka keadaan udara akan kering dimana sumber pencemar/polutan akan mudah terangkat dan melayang di udara bebas, sehingga lebih mudah terpajan dan akan meningkatkan nilai konsentrasi CO₂ di udara.

Hubungan antara konsentrasi CO₂ (ppm) dengan kecepatan angin (m/s) dengan nilai koefisien korelasi -0,882. Nilai tersebut menunjukkan bahwa hubungan antara konsentrasi CO₂ dengan kecepatan angin sangat kuat dan negatif. Hubungan antara konsentrasi CO₂ dengan kecepatan angin dapat dilihat pada Gambar 4.5.



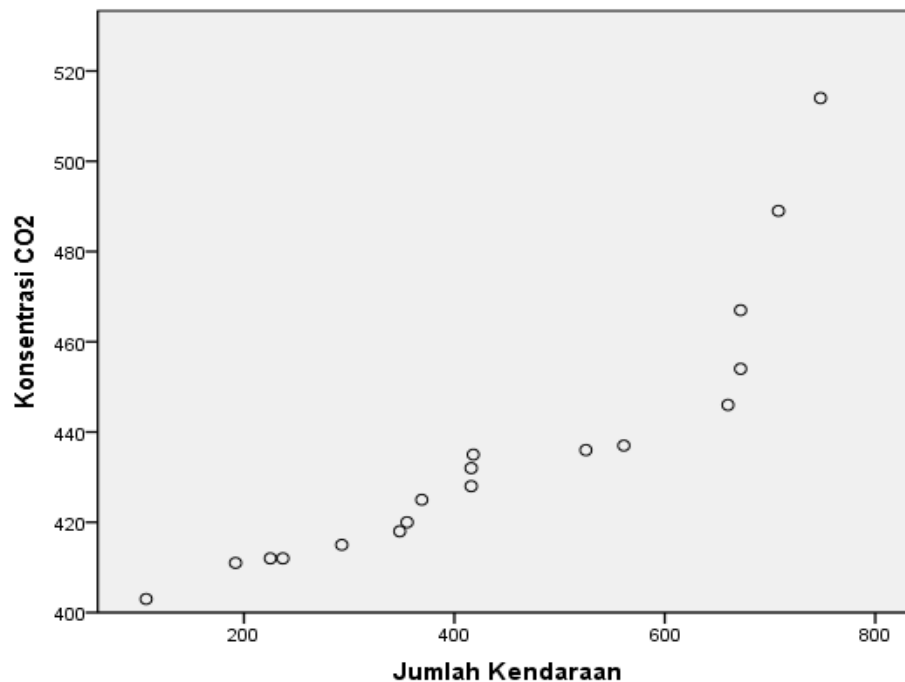
Gambar 4.5 Hubungan Konsentrasi CO₂ dengan Kecepatan Angin

Berdasarkan Gambar 4.5, maka dapat diketahui bahwa hubungan antara konsentrasi CO₂ dengan kecepatan angin sangat kuat namun bersifat negatif. Artinya, ketika kecepatan angin mengalami kenaikan maka konsentrasi CO₂ di udara akan mengalami penurunan, begitupula sebaliknya jika kecepatan angin mengalami penurunan maka konsentrasi CO₂ di udara akan mengalami

peningkatan. Peningkatan kecepatan angin menyebabkan penurunan konsentrasi CO₂ sebanyak 83% (Agustina et al, 2019). Contohnya pada hari selasa siang, kamis siang, dan senin siang dengan kecepatan angin yang rendah yaitu 0,5 m/s memiliki konsentrasi CO₂ di udara ambien tertinggi dibandingkan dengan hari lainnya yaitu dengan rentang antara 460-514 ppm. Begitupun sebaliknya, pada hari sabtu sore dengan kecepatan angin 8,15 m/s memiliki konsentrasi CO₂ di udara ambien terendah yaitu 403 ppm.

Kecepatan angin merupakan faktor yang mempengaruhi nilai konsentrasi polutan pencemar udara di suatu wilayah. Semakin cepat kecepatan angin suatu wilayah, maka proses pencampuran polutan pencemar dari sumber emisi akan semakin besar dan akan menyebabkan terjadinya pengenceran polutan didaerah tersebut semakin berkurang.

Hubungan antara konsentrasi CO₂ (ppm) dengan jumlah kendaraan (unit) dengan nilai koefisien korelasi 0,825. Nilai tersebut menunjukkan bahwa hubungan antara konsentrasi CO₂ dengan jumlah kendaran sangat kuat dan positif. Hubungan antara konsentrasi CO₂ dengan jumlah kendaraan (unit) dapat dilihat pada Gambar 4.6.



Gambar 4.6 Hubungan Konsentrasi CO₂ dengan Jumlah Kendaraan

Berdasarkan Gambar 4.6, maka dapat diketahui bahwa hubungan antara konsentrasi CO₂ dengan jumlah kendaraan sangat kuat namun bersifat positif. Artinya, ketika jumlah kendaraan mengalami peningkatan maka konsentrasi CO₂ di udara juga akan mengalami peningkatan. Contohnya pada hari Kamis di siang hari jumlah kendaraan tertinggi yaitu 928 unit dengan konsentrasi CO₂ terbesar yaitu 514 ppm. Jumlah kendaraan terendah pada hari Sabtu sore yaitu 107 unit dengan konsentrasi CO₂ terendah yaitu 403 ppm. Transportasi merupakan salah satu sektor yang penting dalam kehidupan sehari-hari dan memiliki kontribusi penting terhadap penghasil emisi polutan pencemar udara (Rahmawati et.al, 2023). Aktivitas kendaraan bermotor menjadi kontributor terbesar dalam menghasilkan polutan utama yaitu CO₂, selanjutnya polutan NO₂, CO, PM₁₀ dan PM_{2,5} (Sumadi, 2023).

Terjadinya peningkatan jumlah kendaraan bermotor maka meningkatkan jumlah buangan polutan di udara ambien (Simandjuntak, 2007) termasuk CO₂. Peningkatan jumlah kendaraan bersifat eksponensial, sedangkan daya dukung lingkungan cenderung bersifat tetap. Gas buang yang paling signifikan dihasilkan dari aktivitas kendaraan bermotor ke atmosfer berdasarkan massa adalah gas karbondioksida (CO₂) dan uap air (H₂O) yang terbentuk dari kesempurnaan pembakaran bahan bakar yang dapat dicapai dengan adanya suplai udara berlebih. (Ismiyati & Saidah, 2014). Dengan begitu, konsentrasi polutan di udara khususnya CO₂ meningkat dengan semakin meningkatnya penggunaan kendaraan bermotor.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Sudarti et al (2022), menyatakan bahwa kendaraan bermotor jenis sepeda motor berpotensi menghasilkan emisi CO₂ sebesar 44%, kendaraan bermotor jenis mobil berpotensi menjadi sumber emisi CO₂ sebesar 42%, kendaraan bermotor jenis truk menghasilkan emisi CO₂ sebesar 12%, dan kendaraan bermotor jenis bus menghasilkan emisi CO₂ sebesar 2% di udara ambien. Perbedaan jumlah emisi CO₂ yang dihasilkan disebabkan oleh perbedaan jenis bahan bakar yang digunakan, jenis kendaraan bermotor, tahun produksi kendaraan bermotor, jumlah kendaraan bermotor dan laju konsumsi bahan bakar (Nurdjanah, 2014).

Konsentrasi CO₂ di Kampus Universitas Bojonegoro masuk dalam rentang udara tercemar menurut standar WHO. Dengan begitu, perlu upaya untuk mengurangi dan mengendalikan peningkatan konsentrasi CO₂. Menghindari dan mengurangi penggunaan kendaraan bermotor merupakan salah satu upaya yang dapat diterapkan untuk menekan dan mengendalikan konsentrasi CO₂ semakin meningkat (Sudarti et al, 2022). Dengan mengurangi penggunaan kendaraan bermotor dan beralih menggunakan kendaraan umum maupun kendaraan yang lebih ramah lingkungan dapat membantu dalam menurunkan konsentrasi CO₂ di udara ambien.

Penurunan konsentrasi CO₂ dapat dilakukan dengan penanaman pohon yang memiliki tajuk lebar dan lebat. Pohon memiliki potensi untuk menyerap CO₂ dalam jangka panjang, dibandingkan dengan vegetasi non kayu (McPherson, 1998 dalam Herlina et al, 2017). Penyimpanan CO₂ dapat lebih efektif jika dilakukan pengelolaan pohon secara bijaksana dan tidak mengubahnya ke komponen lansekap lainnya seperti rumput maupun tumbuhan herbal. Beberapa jenis pohon yang memiliki persentasi penyerapan CO₂ meliputi pohon Trembesi, pohon mangga, pohon tabebuaya, pohon jati, dan lain-lain. Jenis pohon tersebut dapat digunakan sebagai pohon peneduh sekaligus sebagai penyerap CO₂ di udara.

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis data yang telah dilakukan, maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Pengaruh antara konsentrasi CO₂ dengan jumlah kendaraan bermotor memiliki nilai korelasi yang positif dengan nilai koefisien korelasi 0,825. Artinya, semakin banyak jumlah kendaraan bermotor maka semakin tinggi konsentrasi CO₂ di udara ambien.
2. Pengaruh antara konsentrasi CO₂ dengan kondisi meteorologi meliputi suhu, kelembaban udara dan kecepatan angin. Nilai koefisien korelasi suhu, kelembaban dan kecepatan angin masing-masing adalah 0,825; -0,820; dan -0,882. Artinya, semakin tinggi suhu udara maka semakin tinggi konsentrasi CO₂ di udara ambien, semakin tinggi nilai kelembaban udara dan kecepatan angin maka semakin rendah konsentrasi CO₂ di udara.

5.2 Saran

Saran yang diberikan dalam penelitian ini adalah perlu melakukan penelitian lanjutan terkait analisis dispersi polutan pencemaran udara, identifikasi sumber pencemaran udara, analisis risiko kesehatan, serta analisis kualitas udara untuk parameter lainnya seperti SO₂, NO₂, HC, O₃ dan lain-lain di kampus Universitas Bojonegoro. Selain itu, perlu mempertimbangkan pengaruh musim saat pengambilan sampel kualitas udara.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustina, L., Simanjuntak, P.P., Khoir, A.N. (2019). Pengaruh Parameter Meteorologi Terhadap Konsentrasi CO₂ dan CH₄ di DKI Jakarta. *Jurnal Meteorologi Klimatologi dan Geografika*, 6 (2); 39-47.
- Assabraini, dkk. (2013). Konsentrasi Particulate Matter dan Faktor yang Mempengaruhi Keadaan Udara di Kota Madya Pekanbaru Menggunakan Ambient Dust Analyzer. *Fakultas Matematika dan Ilmu pengetahuan Alam Universitas Riau*: 1 – 9.
- Chandra. (2007). Pengantar Kesehatan Lingkungan. Kedokteran EGC: Jakarta.
- Cahyono, T. (2017). *Penyehatan Udara* (R. Erang (Ed)): Penerbit ANDI.
- Chandra. (2007). Pengantar Kesehatan Lingkungan. Kedokteran EGC: Jakarta.
- Defra, Departement for Environment Food and Rural Affairs. (2006). *Environmental Key Performance Indicator*. DEFRA, London.
- Fauziah, Dhita Ayu, Mursid Rahardjo, N. A. Y. D. (2017). Analisis Tingkat Pencemaran Udara di Terminal Kota Semarang. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*. 5 (5): 2356-3346.
- Fiana, I. (2018). Studi Hubungan Konstruksi Sistem Pembuangan Emisi Sepeda Motor dengan Konsentrasi Gas Buang CO₂ dan CO. Skripsi, Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Brawijaya Malang.
- Gratimah, G. (2009). Analisis Kebutuhan Hutan Kota Sebagai Penyerap Gas CO₂ Antropogenik di Pusat Kota Medan. Tesis Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sumatera Utara, Medan.
- Herlina, N., D. Surniya, W., Andari, S.Y. (2017). Karakteristik Konsentrasi CO₂ dan Suhu Udara Ambien Dua Taman Kota di Malang. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan*, 7 (3); 267-274.
- Ismiyati, Martila, D., Saidah, D. (2014). Pencemaran Udara Akibat Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor. *Jurnal Manajemen Transportasi & Logistik (JMTanslog)*, 1(3), 241-248.
- Jamloki, A., Bhattacharyya, M., Nautiyal, M.C., Patni, B. (2021). Elucidating the relevance of high temperature and elevated CO₂ in plant secondary metabolites (PSMs) production. *Heliyon*. 7(2021): 1-13.
- Jayamurugan, R., Kumaravel, B., Palanivelraja, S. & Chockalingam, M. P. (2013). Influence of Temperature, Relative Humidity and Seasonal

- Variability on Ambient Air Quality in a Coastal Urban Area. *International Journal of Atmospheric Sciences*, 2013, 1-7.
- Julias, F. (2015). Retrieved From <https://Swa.Co.Id/Swa/Trends/Business-Research/Kendaraan-Bermotor-Menjadi-Penyebab-Utama-Pencemaran-Udara-Perkotaan>). Kendaraan Bermotor Menjadi Penyebab Pencemaran Udara Perkotaan.
- Kusumaputri, L.T. (1998). Pengaruh Konsentrasi Karbon Dioksida di Atmosfer Terhadap Metabolisme Tanaman: *Jurnal Chimera*, 3(2).
- Nurdjanah, N. (2014). Emisi CO2 Akibat Kendaraan Bermotor Di Kota Denpasar. *Implementation Science*, 39(1), 1–24.
- Pabundu. (2005). *Metode Penelitian Geografi: Bumi Aksara*. Jakarta.
- Permatasari, F.D., Hadisusanto, S., Haryono, E. (2021). Emisi CO2 Kendaraan Bermotor Periode Kebijakan Pembatasan Sosial Berskala Besar (Studi Kasus: Ruas Jalan Di Jakarta Pusat): *Ecolan*, 15(1), 31-44.
- Pinontoan, O. R., Oksfriani, J., & Nelwan, J. E. (2019). *Epidemiologi Kesehatan Lingkungan*. Deepublish.
- Rahmawati, S., & Pratama, I. N. (2023). Pengaruh Penggunaan Transportasi Berkelanjutan Terhadap Kualitas Udara Dan Kesejahteraan Masyarakat. *Journal of Enviromental Policy and Technology*. 1(2). 90–99.
- Ridwan. (2005). *Skala Pengukuran Variabel-Variabel Penelitian*. Bandung: Alfabeta.
- Simandjuntak, A, G. (2007). Pencemaran Udara. *Buletin Limbah*, 11(1). 34-40
- Sinaga, S., Sudarno., Handayani, D.S. (2014). Pengaruh Jumlah Kendaraan Dan Faktor Meteorologi Terhadap Konsentrasi Karbon Monoksida (Co) Di Jalan Pandanaran Kawasan Simpang Lima, Kota Semarang: *Jurnal Teknik Lingkungan*.
- Sumadi, S. (2023). Suhu Panas. *Diskusi Publik Bem UNJ*.
- Sudarti., Yushardi., Kasanah, N. (2022). Analisis Potensi Emisi CO2 Oleh Berbagai Jenis Kendaraan Bermotor di Jalan Raya Kemantren Kabupaten Sidoarjo: *Jurnal Sumberdaya Alam dan Lingkungan*, 9(2), 70-75.
- Sugiyono. (2012). *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Tampa, G. M., Maddusa, S.S., Oinontoan, O.R. (2019). Analisis Kadar Sulfur (SO2) Udara Di Terminal Malalayang Kota Manado Tahun 2019; *Indonesian Journal of Public Health and Community Medicine*, 1(3), Juli 2020.

- WHO. (2001). Occupational and Community Noise. Fact Sheet No. 258 Revised February 2001.
- WHO. (2014). Factsheet 313: Ambient (outdoor) Air Quality and Health; Geneva.
- Wirosoedarmo, R., Suharto, B., Proborini, D.E. (2020). Analisis Pengaruh Jumlah Kendaraan Bermotor dan Kecepatan Angin Terhadap Karbon Monoksida di Terminal Arjosari: Jurnal Sumberdaya Alam dan Lingkungan, 7(2), 57-64.
- Zendrako. (2010). Pengukuran Kadar Gas Pencemar Nitrogen Dioksida Di Udara Seitar Kawasan Industri. Medan : Universitas Sumatra Selatan.

1. Bukti Submit Artikel

The screenshot shows the SINTA journal profile for 'Jurnal Ilmiah Ilmu Terapan Universitas Jambi'. The page includes the following information:

- Journal Name:** JURNAL ILMIAH ILMU TERAPAN UNIVERSITAS JAMBI
- Location:** LPPM UNIVERSITAS JAMBI
- ISSN:** P-ISSN - 25802240, E-ISSN - 25802259
- Subject Area:** Education
- Impact Factor:** 13.5
- Google Citations:** 1148
- Accreditation:** Sinta 1 (Current Accreditation)

Key features and data include:

- Citation Per Year by Google Scholar:** A bar chart showing an increasing trend from 2016 to 2024.
- Journal by Google Scholar:** A table showing citation metrics:

	All	Since 2019
Citation	1148	1134
h-index	14	14
i10-index	24	22

The page also features a 'History Accreditation' timeline from 2017 to 2018 and a 'Garuda' logo. A sample article is displayed: 'EXPLORATION OF INDIGENOUS PLANT GROWTH PROMOTING FUNGI (PGPF) AS BIOLOGICAL CONTROL AGENTS AND BIOFERTILIZER'.

The screenshot shows the submission management interface for 'Jurnal Ilmiah Ilmu Terapan Universitas Jambi'. The page is titled 'Submissions' and includes the following elements:

- Navigation:** 'My Queue' (1) and 'Archives' tabs.
- Search and Action:** A search bar and a 'New Submission' button.
- Assigned Submission:** A card for submission ID 40294 by Solikhathi Indah Purwaningrum. The title is 'CORRELATION ANALYSIS OF THE NUMBER OF VEHICLES AND METEOROLOGICAL FACTORS ON THE CONCENTRATION OF CARBON DIOXIDE (CO2) IN THE UNIVERSITY'. A 'Submission' button is visible.

The interface is powered by 'Platform & workflow by OJS / PKP'.

2. Dokumentasi

Pengambilan Sampel Konsentrasi CO2



Pengambilan data Meteorologi



Perhitungan Kendaraan Bermotor



3. Lampiran Form Sampling CO2

Tabel Form Sampling Kondisi Meteorologi, Jumlah kendaraan dan Konsentrasi CO2

Hari dan Tanggal	Waktu	Meteorologi			Jumlah Kendaraan				Konsentrasi CO2 (ppm)	Kondisi Cuaca	
		Suhu (°C)	Kelembaban (%RH)	Kec. Angin (m/s)	Lokasi	Motor		Mobil			
						Masuk	Keluar	Masuk			Keluar
Senin, 28/10/2024	Pagi	37,43	45,4	2,6	PM	401	11	26	2	437	Tidak Hujan
					PK	193	20	0	8		
	Siang	45,77	27,88	0,5	PM	170	123	10	6	467	
					PK	59	289	3	12		
	Sore	34,33	51,6	3,6	PM	80	121	13	10	432	
					PK	22	159	2	9		
Selasa, 29/10/2024	Pagi	33,73	48,8	3,0	PM	200	20	16	4	435	Tidak Hujan
					PK	160	15	0	3		
	Siang	39,83	33,45	0,5	PM	201	166	7	6	489	
					PK	44	274	2	8		
	Sore	36,32	46,13	2,9	PM	20	279	0	15	436	
					PK	62	130	7	12		

Hari dan Tanggal	Waktu	Meteorologi			Jumlah Kendaraan				Konsentrasi CO2 (ppm)	Kondisi Cuaca	
		Suhu (°C)	Kelembaban (%RH)	Kec. Angin (m/s)	Lokasi	Motor		Mobil			
						Masuk	Keluar	Masuk			Keluar
Rabu, 30/10/2024	Pagi	37,78	44,83	2,4	PM	401	11	26	2	446	Tidak Hujan
					PK	193	20	0	8		
	Siang	39,03	38,23	1,6	PM	170	123	10	6	454	
					PK	59	289	3	12		
	Sore	33,93	52,82	3,93	PM	80	121	13	10	428	
					PK	22	159	2	9		
Kamis, 31/10/2024	Pagi	32,87	56,47	3,8	PM	240	11	12	3	425	Tidak Hujan
					PK	90	10	0	3		
	Siang	40,15	37,5	0,5	PM	241	175	8	12	514	
					PK	75	217	3	17		
	Sore	29,85	71,78	4,9	PM	33	120	8	12	412	
					PK	12	34	0	4		
Jum'at, 1/11/2024	Pagi	32,07	59,07	4,2	PM	185	8	12	4	420	Tidak Hujan
					PK	128	14	1	3		

Hari dan Tanggal	Waktu	Meteorologi			Jumlah Kendaraan				Konsentrasi CO2 (ppm)	Kondisi Cuaca	
		Suhu (°C)	Kelembaban (%RH)	Kec. Angin (m/s)	Lokasi	Motor		Mobil			
						Masuk	Keluar	Masuk			Keluar
	Siang	31,2	76	4,5	PM	116	58	23	2	412	
					PK	25	9	0	4		
	Sore	31	67,73	4,5	PM	17	116	9	38	415	
					PK	18	64	9	22		
Sabtu, 2/11/2024	Pagi	27	80,17	5,4	PM	102	9	9	2	411	
					PK	45	7	0	0		
	Siang	32,07	63,13	4,3	PM	62	50	21	8	418	
					PK	37	122	0	48		
	Sore	25,53	90,02	8,15	PM	16	27	7	2	403	
					PK	12	39	0	4		

Keterangan:

PM : Pintu Masuk

PK : Pintu Keluar

4. Lampiran Uji Normalitas Data

- Data Meteorologi Suhu

Tests of Normality

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Suhu	.120	18	.200 [*]	.979	18	.944

*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

Kelembaban Udara

Tests of Normality

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Kelembaban Udara	.108	18	.200 [*]	.975	18	.877

*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

Kecepatan Angin

Tests of Normality

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Kecepatan Angin	.119	18	.200 [*]	.940	18	.289

*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

- Data Jumlah Kendaraan

Tests of Normality

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Jumlah Kendaraan	.156	18	.200 [*]	.947	18	.382

*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

5. Lampiran Data Koefisien Korelasi

Correlations

		Kecepatan Angin	Konsentrasi CO2	Jumlah Kendaraan	Suhu	Kelembaban Udara
Kecepatan Angin	Pearson Correlation	1	-.882**	-.948**	-.946**	.954**
	Sig. (2-tailed)		.000	.000	.000	.000
	N	18	18	18	18	18
Konsentrasi CO2	Pearson Correlation	-.882**	1	.894**	.825**	-.820**
	Sig. (2-tailed)	.000		.000	.000	.000
	N	18	18	18	18	18
Jumlah Kendaraan	Pearson Correlation	-.948**	.894**	1	.942**	-.955**
	Sig. (2-tailed)	.000	.000		.000	.000
	N	18	18	18	18	18
Suhu	Pearson Correlation	-.946**	.825**	.942**	1	-.958**
	Sig. (2-tailed)	.000	.000	.000		.000
	N	18	18	18	18	18
Kelembaban Udara	Pearson Correlation	.954**	-.820**	-.955**	-.958**	1
	Sig. (2-tailed)	.000	.000	.000	.000	
	N	18	18	18	18	18

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).