

PENGARUH FAKTOR METEOROLOGI TERHADAP KONSENTRASI PM10 DI KOTA BATAM (STUDI KASUS PEMANTAUAN KUALITAS UDARA DI UNIVERSITAS UNIVERSAL PADA MASA PERIODE PEMBATASAN SOSIAL BERSKALA BESAR)

Wiwin Krismawati Gea¹, Yosef Adicita², Gita Prajati^{3*}

¹Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Universal

²Jurusan Teknik Mesin, Program Studi Pengelasan, Politeknik Negeri Batam

³Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Kebangsaan Republik Indonesia
E-mail: gitaprajati@ftsp.ukri.ac.id

ABSTRAK

Particulate matter dapat diartikan sebagai partikel yang terdiri atas campuran zat padat dan cair seperti debu, serbuk, asap, dan partikel organik yang melayang di udara. Pergerakan PM10 dipengaruhi oleh faktor meteorologi yaitu suhu, kelembaban dan kecepatan angin. Kota Batam menjadi salah satu kota di Indonesia yang mengalami Pembatasan Sosial Berskala Besar (PSBB) pada tahun 2021. PSBB menyebabkan adanya pembatasan moda transportasi kendaraan bermotor. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui konsentrasi PM10 yang dihasilkan oleh kendaraan bermotor di kota Batam pada masa PSBB. Penelitian ini juga bertujuan untuk mengetahui pengaruh faktor meteorologi terhadap konsentrasi PM10 yang dihasilkan oleh kendaraan bermotor selama PSBB. Pengukuran konsentrasi PM10 menggunakan *Nano Sampler*. Analisis data menggunakan regresi linier berganda. Hasil penelitian menunjukkan konsentrasi PM10 di Kota Batam di Maret 2021 hingga April 2021 berada pada kategori baik. Sesuai dengan baku mutu nilai konsentrasi yang berada pada rentang 0-50 µg/m³ berada pada kategori Baik. Hasil uji regresi linier menunjukkan adanya pengaruh secara simultan antarsuhu, kelembaban dan kecepatan angin terhadap PM10.

Kata Kunci: *Faktor meteorologi, PM10, PSBB.*

ABSTRACT

Particulate matter 10 (PM10) is a particle consisting of a mixture of solid and liquid substances such as dust, powder, smoke and organic particles floating in the air. The movement of PM10 influenced by meteorological factors consisting of temperature, humidity and wind speed. Batam City is one of the cities in Indonesia that is experiencing Large-Scale Social Restrictions (PSBB) in 2021. This means there is no support for motorized transportation modes. Therefore, this research aims to determine whether the concentration of PM10 produced by motorized vehicles in Batam City during the PSBB period. This research also aims to determine the influence of meteorological factors on the concentration of PM10 produced by motorized vehicles during the PSBB. PM10 concentration measurement using a Nano Sampler. Data analysis uses linear regression. The research results show that the PM10 concentration in Batam City during the PSBB from March 2021 to April 2021 was in the good category because it complies with the quality standards whose value is in the range of 0-50 µg/m³. The results of the linear regression test show that there is a simultaneous influence between temperature, humidity and wind speed on PM10.

Keyword: *Meteorological factors, PM10, PSBB*

PENDAHULUAN

Polutan pencemar udara tidak hanya mempengaruhi kesehatan manusia tetapi juga semua makhluk hidup. Selain itu, lingkungan juga akan terkena dampak yang disebabkan oleh polutan tersebut (IQAir, 2022). Peraturan Pemerintah Nomor 22 tahun 2021 mengartikan pencemaran udara sebagai proses masuk atau dimasukkannya zat, energi, dan/atau komponen lainnya ke dalam udara ambien yang merupakan akibat dari kegiatan manusia dan melampaui baku mutu udara ambien yang telah ditetapkan. Ada dua sumber pencemaran udara dapat yaitu sumber alami dan sumber antropogenik (sumber yang disebabkan oleh aktivitas manusia). Sumber alami pencemaran udara berasal dari aktivitas gunung berapi. Sedangkan sumber pencemar antropogenik berasal dari aktivitas manusia, seperti transportasi (Popescu & Ionel, 2010).

Menurut Maulana (2014) kendaraan bermotor menjadi penyumbang pencemaran udara dan dapat meningkatkan konsentrasi *particulate matter* (PM10) di udara. Selain

itu, peningkatan jumlah kendaraan bermotor memiliki potensi untuk meningkatkan pencemaran udara, baik di jalan-jalan utama maupun jalan yang menjadi pusat keramaian lalu lintas (Martuti, 2013).

Pergerakan polutan PM10 di udara dapat dipengaruhi oleh faktor meteorologi. Faktor meteorologi merupakan faktor yang mempengaruhi proses transformasi polutan di atmosfer seperti suhu, kelembaban, dan kecepatan arah angin (Cahyadi et al., 2016). Penelitian yang telah dilakukan oleh Riad dkk. pada tahun 2017, menyatakan bahwa suhu, kelembaban, dan kecepatan arah angin dapat mempengaruhi konsentrasi PM10 di udara.

Kota Batam merupakan salah satu kota yang berada di Provinsi kepulauan Riau. Suhu rata-rata di kota Batam 24 hingga 35 °C, sehingga menjadikan kota Batam sebagai kota dengan iklim tropis (BPS Kota Batam, 2020). Pencemaran udara di Kota Batam dapat menyebabkan dampak negatif pada kesehatan manusia,

terutama pada sistem pernapasan (Dinas Kesehatan Kota Batam, 2018).

Kota Batam menjadi salah satu kota di Indonesia yang mengalami Pembatasan Sosial Berskala Besar (PSBB). PSBB merupakan suatu peraturan yang telah ditetapkan oleh Kementerian Kesehatan yang bertujuan untuk mempercepat penanganan COVID-19. PSBB dilakukan dengan cara membatasi kegiatan masyarakat yang meliputi peliburan sekolah, tempat kerja hingga pembatasan moda transportasi (Iskar dkk., 2021). Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui konsentrasi PM10 yang dihasilkan oleh kendaraan bermotor di kota Batam pada masa PSBB. Selain itu, penelitian ini juga bertujuan untuk mengetahui pengaruh faktor meteorologi terhadap konsentrasi PM10 yang dihasilkan oleh kendaraan bermotor selama PSBB.

TINJUAN PUSTAKA

Udara dan Udara Ambien

Udara merupakan campuran gas yang terdapat di lapisan atmosfer bumi. Udara terdiri dari gas, partikel padat, partikel cair energi, dan zat organik yang telah terdistribusi secara bebas (Cahyono et al., 2016). Peraturan Pemerintah Nomor 22 tahun 2021 mengartikan udara ambien sebagai udara bebas pada lapisan toposfir yang berada dalam wilayah yurisdiksi Republik Indonesia, yang dibutuhkan serta memiliki pengaruh terhadap kesehatan manusia, makhluk hidup, dan unsur lingkungan hidup lainnya (Pemerintah Republik Indonesia, 2021).

Pencemaran Udara

Pengertian pencemaran udara di dalam Peraturan Pemerintah Nomor 22 tahun 2021, adalah proses masuk atau dimasukkannya zat, energi, dan/atau komponen lainnya ke dalam udara ambien oleh kegiatan manusia sehingga melampaui baku mutu udara ambien yang telah ditetapkan oleh pemerintah (Pemerintah Republik Indonesia, 2021).

Pencemaran udara dapat terjadi karena aktivitas manusia dan maupun karena kejadian alam. Berbagai zat pencemar yang ada di udara baik fisik, kimia maupun biologis dapat menyebabkan gangguan pada kesehatan. Pencemar udara masuk paling banyak melalui saluran pernafasan (Kusmiyati et al., 2022).

Faktor-Faktor Meteorologi Yang mempengaruhi Pencemaran udara

Meteorologi adalah suatu ilmu yang mempelajari mengenai atmosfer serta fenomena yang terjadi di dalamnya seperti suhu, kelembaban dan kecepatan angin. Meteorologi bertujuan untuk memahami dan meramalkan kondisi atmosfer sehingga dapat memberikan informasi terkait cuaca dan perubahan iklim (Tjasyono, 2012).

1. Suhu

Suhu udara dapat berperan dalam menentukan banyaknya partikulat yang berada di udara ambien. Suhu udara yang tinggi berakibat kepada keadaan lingkungan menjadi panas dan kering. Hal ini akan mengakibatkan polutan menjadi mudah terangkat dan melayang di udara (Cahyadi et al., 2016).

2. Kelembaban

Jika kelembaban udara tinggi maka dispersi udara menjadi lambat. Hal ini dikarenakan jumlah uap air di udara yang meningkat, akan memperlambat aliran udara baik secara horizontal maupun vertikal. Hal tersebut yang mengakibatkan konsentrasi polutan menjadi tinggi (Syech dkk., 2014).

3. Kecepatan Angin

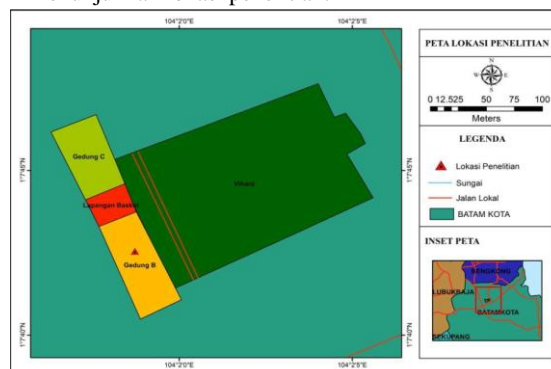
Tingkat konsentrasi PM10 dapat dipengaruhi oleh arah angin. Ketika angin bertiup kencang, maka partikulat akan tersebar lebih luas. Sedangkan ketika angin bertiup lemah, maka partikulat tidak akan tersebar. Partikulat yang menumpuk pada satu tempat akan mengakibatkan konsentrasi meningkat (Sepriani et al., 2014).

Particulate Matter (PM10)

Particulate matter (PM10) merupakan partikel yang terdiri dari padatan atau cairan yang telah tersuspensi di udara. Sumber utama PM10 berasal dari debu yang dihasilkan oleh industri, konstruksi, pembakaran bahan bakar fosil, jalan, pembongkaran gedung dan lain-lain. PM10 dapat menyebar dengan rentang jarak kurang dari 1 km hingga 10 km. (Alfiah, 2014). PM10 memiliki ukuran kecil. Hal ini memungkinkan PM10 dapat terhirup masuk ke dalam saluran pernapasan dan dapat mengiritasi saluran nafas bagian atas. Sehingga berujung adanya iritasi saluran pernapasan (Cahyadi et al., 2016).

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di gedung Universitas Universal, Kecamatan Batam Kota, Kelurahan Teluk Tering Provinsi Kepulauan Riau. Waktu penelitian adalah tanggal 13 Maret 2021 sampai 21 April 2021. Penelitian dilakukan di siang hari selama 26 hari dengan pengambilan sampel dilakukan selama 48 jam. **Gambar 1** menunjukkan lokasi penelitian.



Gambar 1. Lokasi penelitian

Penelitian menggunakan alat *Nano sampler* (lihat **Gambar 2**). Nano sampler merupakan alat pengambilan

sampel partikulat di udara ambien yang memiliki prinsip kerja alat yang sama dengan alat *high volume air sampler* (HVAS). Pompa hisap yang digunakan mengacu pada SNI 19-7119-3-2005. Udara dihisap melalui *filter* yang berada di dalam *shelter* dengan menggunakan pompa vakum laju alir. Saat periode pengujian laju alir harus selalu dipantau. Bahan material dari alat ini adalah aluminium dengan laju alir 40 liter/menit (*Nano sampler manual book*, 2017). *Nano sampler* terdiri dari 2 *filter* yakni *filter* kuarsa dan *filter* Inersia yang digunakan untuk pengambilan sampel.



Gambar 2. Nano sampler
(Sumber : Data primer, 2021)

Metode pengukuran yang digunakan adalah metode *active sampling*. *Active sampling* yaitu metode pengambilan sampel dengan menggunakan alat mekanik. Pengambilan contoh uji menggunakan nilai rata-rata laju alir pompa sebesar 40 L/menit. Pengambilan data terkait nilai konsentrasi PM10 di udara ambien dilakukan dalam waktu 48 jam. Berdasarkan periode waktunya, jenis pengambilan sampel ini masuk ke dalam jenis *continuous sampling*. *Continuous sampling* merupakan pengambilan sampel yang dilakukan selama periode waktu lebih dari 8 jam. Pengambilan sampel dilakukan selama 48 jam (*Nano sampler manual book*, 2017).

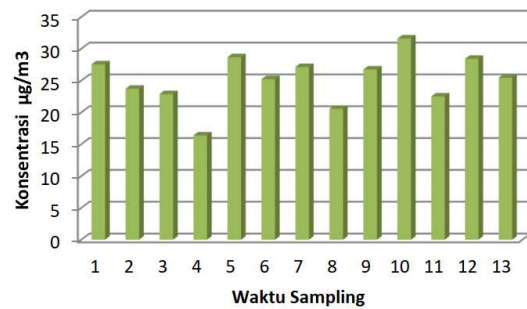
Analisa data dilakukan dengan menggunakan analisa regresi linear berganda. Uji regresi linier berganda bertujuan untuk memprediksi nilai variabel terikat jika nilai dari variabel bebas diketahui. Selain itu, analisa ini juga dapat digunakan untuk mengetahui arah hubungan antara variabel bebas dengan variabel terikat (Yuliana, 2016). Regresi linier berganda digunakan untuk mengetahui pengaruh dari variabel suhu, kelembaban dan kecepatan angin memiliki pengaruh terhadap variabel konsentrasi PM10. Variabel bebas (variabel X dari penelitian ini adalah suhu, kelembaban dan kecepatan angin. Sedangkan variabel terikat (variabel Y dari penelitian ini adalah konsentrasi PM10.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Konsentrasi PM10

Gambar 3 menunjukkan konsentrasi PM10 selama 13 hari waktu sampling. Grafik memperlihatkan bahwa konsentrasi PM10 tertinggi berada di hari ke 10 waktu sampling. **Tabel 1** menunjukkan konsentrasi partikulat PM10 berdasarkan BMKG.

Konsentrasi PM10



Gambar 3. Grafik Konsentrasi PM10 selama Penelitian

Tabel 1. Konsentrasi partikulat PM10

Kategori	Rentang (µg/m³)	LL
Baik	0 – 50	Hijau
Sedang	51 – 100	Biru
Tidak Sehat	101 – 199	Kuning
Sangat Tidak Sehat	200 – 299	Merah
Berbahaya	> 300	Hitam

Konsentrasi PM10 terbagi dalam beberapa kategori. Kategori baik berada pada rentang 0-50 µg/m³, kategori sedang berada pada rentang 51-100 µg/m³, kategori tidak sehat berada pada rentang 101-199 µg/m³, kategori tidak sehat berada pada rentang 200-299 µg/m³ dan kategori berbahaya berada pada rentang >300 µg/m³ (Amalia & Marshita, 2021).

Tabel 2 menunjukkan perbandingan data PM10 di kota Batam selama masa periode PSBB dengan baku mutu PM10 berdasarkan Peraturan Badan Meteorologi dan Klimatologi dan Geofisika Republik Indonesia Nomor 2 tahun 2020.

Tabel 2. Konsentrasi partikulat PM10 pada saat PSBB di kota batam

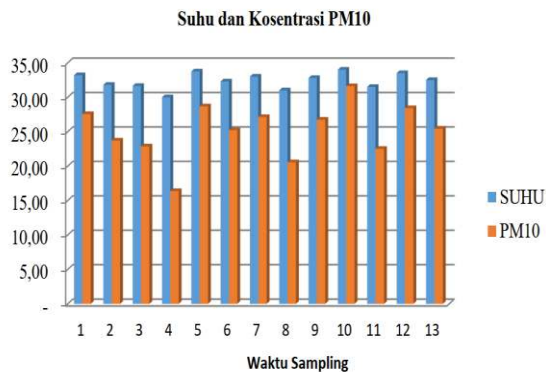
Waktu Sampling	PM10 (µg/m³)	Baku Mutu (µg/m³)
15/03/2021	27,55	0 – 50
17/03/2021	23,71	
19/03/2021	22,86	
22/03/2021	16,38	
01/04/2021	28,67	
03/04/2021	25,22	
05/04/2021	27,13	
07/04/2021	20,55	
09/04/2021	26,74	
12/04/2021	31,61	
14/04/2021	22,51	
16/04/2021	28,42	
21/04/2021	25,44	

Nilai konsentrasi terbesar berada pada tanggal 16 April 2021, yaitu 31,61 µg/m³. Sedangkan nilai konsentrasi terkecil berada pada tanggal 22 Maret 2021 sebesar 16,38 µg/m³. Berdasarkan hasil konsentrasi PM10 yang telah didapatkan selama PSBB Maret 2021 hingga April 2021, Kota Batam berada pada kategori baik.

Faktor Meterologi terhadap Konsentrasi PM10

1. Suhu Terhadap Konsentrasi PM10

Gambar 4 menunjukkan grafik suhu terhadap konsentrasi PM10 pada saat PSBB di Kota Batam.

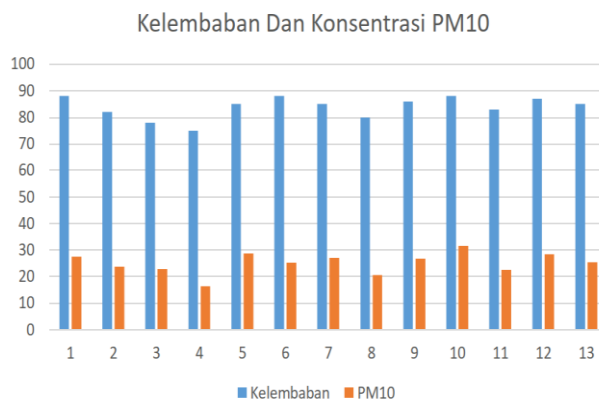


Gambar 4. Suhu terhadap konsentrasi PM10 pada saat PSBB di Kota Batam

Konsentrasi PM10 terendah berada suhu terendah, yaitu 30°C. Sedangkan konsentrasi PM10 tertinggi berada pada suhu tertinggi, yaitu 34°C. Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi suhu, maka konsentrasi PM10 yang di dapatkan juga semakin meningkat. Hasil ini sejalan dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Syech dkk (2021) di Kota Pekanbaru. Ketika suhu mengalami peningkatan, maka akan terjadi peningkatan polutan gas-gas di udara yang berakibat terhadap peningkatan konsentrasi PM10 (Syech dkk., 2021).

2. Kelembaban terhadap Konsentrasi PM10

Gambar 5 menunjukkan grafik kelembaban terhadap konsentrasi PM10 pada saat PSBB di Kota Batam.



Gambar 5. Kelembaban terhadap konsentrasi PM10 pada saat PSBB di Kota Batam

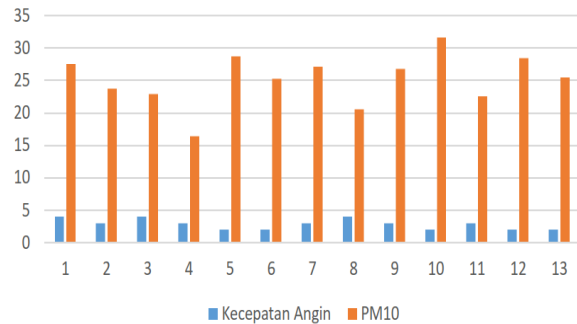
Grafik pada **Gambar 5** menunjukkan nilai kelembaban udara tertinggi berada pada nilai 88%RH dan nilai kelembaban terendah yang diperoleh 75%RH. Kelembaban memiliki pengaruh terhadap konsentrasi PM10. Menurut penelitian Muhaniroh dkk. (2021) kelembaban yang bernilai tinggi dapat menyebabkan uap air yang terkandung di udara semakin banyak, sehingga terjadinya dispersi udara

menjadi lambat dan kadar PM10 akan mengalami peningkatan.

3. Kecepatan Angin terhadap Konsentrasi PM10

Gambar 6 menunjukkan perbandingan antara kecepatan angin dengan konsentrasi PM10 di Kota Batam pada saat PSBB. Grafik ini menunjukkan semakin tinggi kecepatan angin maka konsentrasi PM10 semakin rendah.

Kecepatan Angin dan Konsentrasi PM10



Gambar 5. Kecepatan angin terhadap konsentrasi PM10 pada saat PSBB di Kota Batam

Kecepatan angin berpengaruh pada konsentrasi PM10 (Akbari, 2017). Jika kecepatan angin mengalami peningkatan maka konsentrasi PM10 akan menurun. Hal ini disebabkan karena partikulat dapat terbawa ke tempat lain oleh angin (Sepriani et al., 2014).

Hubungan Faktor Meteorologi dengan Konsentrasi PM10

1. Hasil Uji Signifikan Individual

Tabel 3. menunjukkan nilai signifikan dari setiap variabel independen (suhu, kelembaban, dan kecepatan angin) terhadap variabel dependen (PM10).

Tabel 3. Hasil uji individual

Model	b	Sig.
Suhu	3,384	9,586 x 10 ⁻¹¹
Kelembaban	1,665	7,28 x 10 ⁻⁷
Kecepatan Angin	-0,2356	0,101

Variabel suhu memiliki nilai signifikan sebesar 9,5863 x 10⁻¹¹. Nilai signifikan tersebut lebih kecil dari nilai signifikan yang disyaratkan, yaitu 0,05. Hal ini membuktikan bahwa variabel suhu berpengaruh secara signifikan terhadap konsentrasi PM10. Kota Batam merupakan daerah yang beriklim tropis dengan suhu rata-rata 24°C hingga 35°C. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh Cahyono (2017), suhu dapat mempengaruhi konsentrasi polutan di udara. Hal ini disebabkan karena banyaknya polutan yang bereaksi dengan gas-gas di udara yang mengakibatkan PM10 meningkat (Amalia & Marshita, 2021).

Variabel kelembaban memiliki nilai signifikan sebesar 7,28 x 10⁻⁷. Nilai signifikan tersebut lebih kecil dari nilai signifikan yang di syaratkan (0,05). Hal ini membuktikan bahwa variabel kelembaban memiliki pengaruh secara signifikan terhadap konsentrasi PM10.

Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Muhaniroh (2021). Kelembaban udara dapat mempengaruhi konsentrasi PM10 (Muhaniroh, 2021).

Variabel Kecepatan angin memiliki nilai signifikan sebesar 0,101. Nilai signifikan tersebut lebih besar dari nilai signifikan yang disyaratkan (0,05). Hal ini menunjukkan bahwa kecepatan angin tidak mempunyai pengaruh terhadap konsentrasi PM10. Hal ini sejalan dengan penelitian Turyanti (2011) yang dilakukan di Kota Bandung. Penelitian tersebut menyatakan bahwa kecepatan angin memiliki pengaruh negatif terhadap konsentrasi PM10. Kisaran kecepatan angin di Cisaranten lebih lebar bila dibandingkan dengan kisaran angin di Dago. Selain itu, daerah Cisaranten memiliki hembusan angin yang mencapai 5 m/det. Hal inilah yang berpotensi membawa partikulat ke daerah lain, sehingga menurunkan konsentrasi PM10 (Turyanti, 2011).

2. Hasil Uji Koefisien Determinasi (R^2)

Hasil uji koefisien determinasi (R^2) dapat dilihat pada **Tabel 4**. Variabel suhu memiliki nilai *adjusted R-Square* sebesar 0,979. Hal ini berarti sekitar 97,9% partikel PM10 dipengaruhi oleh suhu. Variabel kelembaban memiliki nilai *adjusted R-Square* sebesar 0,892. Hal ini dapat diartikan bahwa 89,2% partikel PM10 dipengaruhi oleh kelembaban. Sedangkan variabel kecepatan angin memiliki nilai *adjusted R-Square* sebesar 0,155. Hal ini berarti sekitar 15,5% partikel PM10 dipengaruhi oleh kecepatan angin.

Tabel 4. Hasil uji koefisien determinasi (R^2)

Variabel	<i>R-square</i>	<i>Adjusted R-square</i>
Suhu	0,981	0,979
Kelembaban	0,901	0,892
Kecepatan Angin	0,225	0,155

3. Hasil Uji Signifikan Simultan

Uji Signifikan simultan dilakukan untuk menunjukkan seluruh variabel independen (suhu, kelembaban, kecepatan angin) yang dimasukkan dalam model mempunyai pengaruh secara bersama-sama terhadap variabel dependen (PM10). **Tabel 5** menunjukkan hasil uji simultan.

Tabel 5. Hasil uji signifikan simultan

ANOVA		
Model	F	Sig.
<i>Regression</i>	152,638	4,9187 x 10 ⁻⁸

Tabel 5 menunjukkan nilai *F*hitung sebesar 152,638 dengan nilai signifikan 4,9187 x 10⁻⁸. Nilai *F*tabel yang digunakan adalah 3,86. Sehingga dapat disimpulkan bahwa *F*hitung (152,638) > *F*tabel (3,86). Sedangkan nilai signifikan 4,9187 x 10⁻⁸ < 0,050. Hal ini menunjukkan bahwa variabel bebas (suhu, kelembaban dan kecepatan angin) memiliki pengaruh secara simultan terhadap variabel terikat (konsentrasi PM10).

KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil dari hasil penelitian ini yaitu:

1. Konsentrasi PM10 di Kota Batam (Studi kasus pemantauan kualitas udara di Universitas Universal pada masa pembatasan sosial berskala besar) memenuhi baku mutu. Nilai terbesar berada pada tanggal 13 April 2021 dengan nilai konsentrasi 31,61 µg/m³. Sedangkan nilai konsentrasi terkecil berada pada tanggal 22 Maret 2021, yaitu 16,38 µg/m³. Berdasarkan hasil tersebut konsentrasi PM10 di Kota Batam selama PSBB berada pada kategori baik karena sesuai dengan baku mutu yang nilainya berada pada rentang 0-50 µg/m³.
2. Penelitian ini menunjukkan bahwa variabel suhu, kelembaban dan kecepatan angin berpengaruh secara simultan terhadap konsentrasi PM10.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih diberikan kepada Bapak Muhammad Amin dari Kanazawa University yang telah membantu pelaksanaan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Alfiah, T. (2014). Pencemaran Udara Teknik Lingkungan. ITATS : Surabaya
- Amalia, A., & Marshita, F. B. (2021). Pengaruh Faktor Meteorologis Terhadap Perubahan Konsentrasi PM10 Periode Sebelum dan Saat PSBB di Kota Surabaya dan Sekitarnya (The Influence of Meteorological Factors on Changes in PM10 Concentrations Before and During PSBB in Surabaya City and its Surro. Buletin GAW Bariri (BGB) , 2(1), 24–36.
- BPS Kota Batam. (2020). BPS Kota Batam. In 2021 (pp. 1–13). <https://batamkota.bps.go.id/indicator/3/85/1/inflasi-bulanan-kota-batam.html>
- Cahyadi, W., Achmad, B., Suhartono, E., & Razie, F. (2016). Pengaruh Faktor Meteorologis dan Konsentrasi Partikulat (PM10) Terhadap Kejadian Infeksi Saluran Pernapasan Akut (ISPA)) (Studi Kasus Kecamatan Banjarbaru Selatan, Kota Banjarbaru Tahun 2014-2015). *EnviroSciencetea*, 12(3), 302.
- Cahyono, T. (2017). *Penyehatan Udara* (Erang Risanto (ed.)). ANDI (Anggota IKAPI).
- Dinas Kesehatan Kota Batam. (2018). *Profil Kesehatan Kota Batam Tahun 2018*. Profil Kesehatan Kota Batam, 54, 38–74.
- IQAir. (2022). *World air quality report 2021*. Paper Knowledge . Toward a Media History of Documents, 43.
- Iskar, I. W. P., Akbar, A. F., Dozan, W., & Yudiansyah, A. M. (2021). Dampak Penerapan Pembatasan Sosial Berskala Besar (Psbb) Terhadap Penghidupan Pekerja Sektor Informal Di Provinsi Dki Jakarta. *Jurnal Pemerintahan Dan Keamanan Publik (JP Dan KP)*, 3(2), 68–79.
- Kusmiyati, K., Kambuno, N. T., Selasa, P., & Waangsir, F. W. F. (2022). Pengaruh Paparan Pencemar Udara Terhadap Stres Oksidatif: Sistematik Review. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 20(3), 628–636.

- Martuti, N. K. T. (2013). Peranan tanaman terhadap pencemaran udara di Jalan Protokol Kota Semarang. *Biosaintifika: Journal of Biology & Biology Education*, 5(1).
- Pemerintah Republik Indonesia. (2021). Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 tentang Pedoman Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup. Sekretariat Negara Republik Indonesia, 1(078487A), 483. <http://www.jdih.setjen.kemendagri.go.id/>
- Popescu, F., & Ionel, I. (2010). Anthropogenic air pollution sources. *Air quality*, 1-22.
- Sepriani, K. D., Turyanti, A., & Kudsy, M. (2014). Sebaran Partikulat (Pm10) Pada Musim Kemarau Di Kabupaten Tangerang Dan Sekitarnya. *Jurnal Sains & Teknologi Modifikasi Cuaca*, 15(2), 89.
- Syech, R., Sugianto dan Antika. 2014. Faktor-faktor Fisis yang Mempengaruhi Akumulasi Nitrogen Monoksida dan Nitrogen Dioksida di Udara Pekan Baru. *Komunikasi Fisika Indonesia* 10(7), 516-523.
- Tjasyono, B. (2012). Karakteristik dan Sirkulasi Atmosfer. In *Meteorologi Indonesia Volume I: Vol. I*.
- Yuliara, I. M. (2016). Modul Regresi Linier Berganda. Universitas Udayana, 2(2), 18.