

Analisis Konsentrasi PM₁₀ di Desa Rengel Akibat Penambangan Batu Kapur

Elsa Agustiana¹, Heri Mulyanti² and Solikhati Indah Purwaningrum³

^{1,2,3} Program Studi Ilmu Lingkungan, Universitas Bojonegoro

* Correspondence author: elsaagustiana26@gmail.com

Received: 19 March 2025; Accepted: 23 March 2025; Published: 31 May 2025

Abstract

Air pollution is the entry of various chemicals that can interfere with the life of living things. Air pollution caused by limestone mining activities can negatively impact public health and the surrounding environment, particularly through airborne PM₁₀ (Particulate Matter <10 µm). This study aims to assess air quality in Rengel Village due to limestone mining activities based on PM₁₀ concentration and compare the results with the ambient air quality standards set by the government. This research employs a descriptive quantitative method, with sampling conducted in Purboyo Mayang Sekar Hamlet, Rengel Village, Rengel District, Tuban Regency. Samples were collected over seven days at two time intervals: morning (10:00–11:00 AM) and afternoon (1:00–2:00 PM), with recordings taken every five minutes. The results indicate that the highest PM₁₀ concentration on working days (Saturday–Thursday) was recorded at 10:45 AM, reaching 79 µg/m³, while the lowest concentration was recorded at 1:35 PM, with a value of 40 µg/m³. On non-working days (Friday), the highest concentration was recorded at 1:10 PM (32 µg/m³), and the lowest at 10:05 AM (20 µg/m³). PM₁₀ concentrations exceeding the ambient air quality standard (75 µg/m³) were observed on certain working days, specifically on Tuesday afternoon (76 µg/m³), Saturday morning (77 µg/m³), and Sunday morning (76 µg/m³). The findings suggest that limestone mining activities in Rengel Village contribute to increased PM₁₀ concentrations, with some measurements surpassing the threshold of ambient air quality standards.

Keywords: Limestone Mining; Air Pollution; PM₁₀

Abstrak

Pencemaran udara merupakan masuknya berbagai bahan kimia yang dapat mengganggu kehidupan makhluk hidup. Pencemaran udara akibat aktivitas penambangan batu kapur dapat berdampak negatif terhadap kesehatan masyarakat dan lingkungan sekitar, terutama melalui partikel udara PM₁₀ (Particulate Matter <10 µm). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kualitas udara di Desa Rengel akibat aktivitas penambangan batu kapur berdasarkan konsentrasi PM₁₀ serta membandingkan hasil pengukuran dengan baku mutu udara ambien yang ditetapkan oleh pemerintah. Penelitian ini menggunakan metode deskriptif kuantitatif dengan pengambilan sampel di Dusun Purboyo Mayang Sekar, Desa Rengel, Kecamatan Rengel, Kabupaten Tuban. Sampel diambil selama tujuh hari pada dua rentang waktu, yaitu pagi (10.00–11.00 WIB) dan siang (13.00–14.00 WIB), dengan pencatatan setiap lima menit. Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi PM₁₀ tertinggi terjadi pada hari kerja (Sabtu–Kamis) pada pukul 10.45 WIB dengan nilai 79 µg/m³, sedangkan konsentrasi terendah pada hari kerja tercatat pada pukul 13.35 WIB dengan nilai 40 µg/m³. Pada hari libur (Jumat), konsentrasi tertinggi tercatat pada pukul 13.10 WIB sebesar 32 µg/m³,

sementara konsentrasi terendah pada pukul 10.05 WIB sebesar $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Konsentrasi PM_{10} yang melebihi baku mutu udara ambien ($75 \mu\text{g}/\text{m}^3$) ditemukan pada beberapa hari kerja, yaitu Selasa siang ($76 \mu\text{g}/\text{m}^3$), Sabtu pagi ($77 \mu\text{g}/\text{m}^3$), dan Minggu pagi ($76 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Kesimpulan dari penelitian ini menunjukkan bahwa aktivitas penambangan batu kapur di Desa Rengel berkontribusi terhadap peningkatan konsentrasi PM_{10} , dengan beberapa pengukuran melebihi ambang batas baku mutu udara ambien.

Kata kunci: Penambangan Batu Kapur; Pencemaran Udara; PM_{10}

1. Pendahuluan

Pencemaran udara merupakan masuknya berbagai bahan kimia yang dapat mengganggu kehidupan makhluk hidup. Penyebab pencemaran udara dapat berupa alami atau disebabkan oleh aktivitas manusia. Kegiatan dalam industri yang berpotensi menghasilkan bahan beracun dan berbahaya, seperti kegiatan manufaktur skala kecil atau penambangan misalnya saja penambangan batu kapur (1).

Pertambangan batu kapur merupakan salah satu jenis pertambangan dengan tingkat pencemaran udara yang tinggi yang dapat membahayakan kesehatan pernapasan penambang dan masyarakat sekitar, industri pertambangan ini dapat menghasilkan debu menjadi sumber pencemaran udara. Pencemar udara berupa PM_{10} (*Particulate Matter*) yang berdiameter $<10 \mu\text{m}$ (2).

PM_{10} merupakan partikel udara dalam wujud padat yang berdiameter kurang dari $10 \mu\text{m}$. Partikel tersebut akan berada di udara untuk waktu yang relatif lama dalam keadaan melayang-layang dan masuk ke dalam tubuh manusia melalui saluran pernafasan sehingga dapat menyebabkan gangguan kesehatan (3).

PM_{10} mampu terdispersi pada jarak yang bervariasi mulai dari 1 km sampai 10 km. PM_{10} dapat terinhalasi ke saluran pernapasan dan masuk ke paru-paru sehingga dapat memicu terjadinya gangguan kesehatan seperti sesak nafas, kanker paru-paru bahkan kematian. PM_{10} memiliki kandungan zat kimia yang dapat menyebabkan partikulat tersebut bersifat karsinogenik dan non karsinogenik (4). Sifat karsinogenik pada PM_{10} memiliki tingkat bahaya lebih tinggi dibandingkan sifat non karsinogenik. Paparan PM_{10} dalam jangka waktu lama dapat menyebabkan kanker paruparu dan berujung pada kematian (5).

Di sekitar lokasi penambangan terdapat pemukiman desa, berdasarkan observasi langsung desa yang dekat dengan arah angin yaitu Desa Rengel, sehingga memiliki potensi pengaruh terhadap konsentrasi PM_{10} dari aktivitas kegiatan penambangan batu kapur.

Penelitian ini dilakukan di Desa Rengel sebagai upaya untuk monitoring konsentrasi PM_{10} . Pada lokasi tersebut yang berpotensi berpengaruh konsentrasi PM_{10} akibat aktivitas penambangan batu kapur, maka dapat menyebabkan penurunan kualitas udara.

Berdasarkan kondisi tersebut perlu dilakukan pengukuran konsentrasi PM_{10} yang berdampak bagi masyarakat dan lingkungan sekitar untuk monitoring konsentrasi PM_{10} , agar dapat mengetahui kualitas udara di Desa Rengel akibat aktivitas penambangan batu kapur.

2. Metode

Penelitian ini menggunakan metode penelitian deskriptif kuantitatif. Penelitian deskriptif kuantitatif adalah jenis penelitian yang menganalisis data dengan menggambarkan informasi yang dikumpulkan. Penelitian kuantitatif adalah penelitian yang menggunakan pengukuran, perhitungan, rumus dan kepastian data numeric dalam perencanaan, proses, membangun hipotesis, teknik, analisis data dan menarik kesimpulan (6).

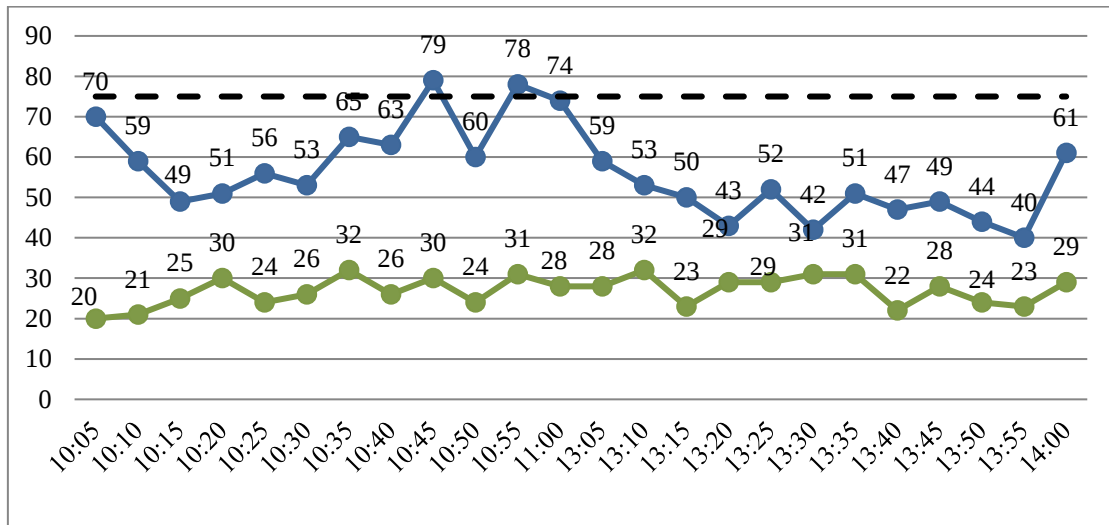
Pengambilan sampel dilaksanakan pada 1 titik di Dusun Purboyo Mayang Sekar, Desa Rengel, Kecamatan Rengel, Kabupaten Tuban, lokasi yang dekat dan berdasarkan kondisi arah angin. Waktu pengambilan sampel selama 7 hari, karena sesuai dengan hari kerja. Jam operasional kerja pada pukul 08.00 WIB – 16.00 WIB. Pengambilan sampel dilakukan pada waktu pagi pukul (10.00-11.00 WIB) dan siang hari pukul (13.00-14.00), karena pada jam dan waktu tersebut terdapat puncak aktivitas penambangan batu kapur. Hari jumat libur beroperasi namun tetap mengambil sampel karena digunakan sebagai kontrol. Teknis pelaksanaan sampel diambil selama 1 jam dan pembacaan sampel setiap per 5 menit, maka terdapat 24 kali pencatatan untuk satu hari pengukuran, jika 7 hari maka didapatkan sampel 168 pengukuran.

Data-data yang diperoleh dari hasil pengukuran dicatat dalam *form sampling* kemudian dipindahkan kedalam *Microsoft Excel* untuk dijadikan grafik. Data yang diperoleh kemudian diklasifikasikan berdasarkan output yang akan diolah dengan membandingkan baku mutu udara ambien berdasarkan PP RI NO 22 TAHUN 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup. Dengan waktu pengukuran 24 jam, dan batas baku mutu yaitu $75 \mu g/m^3$.

3. Hasil Penelitian

3.1. Hasil Observasi dan Pengukuran Langsung di Desa Rengel

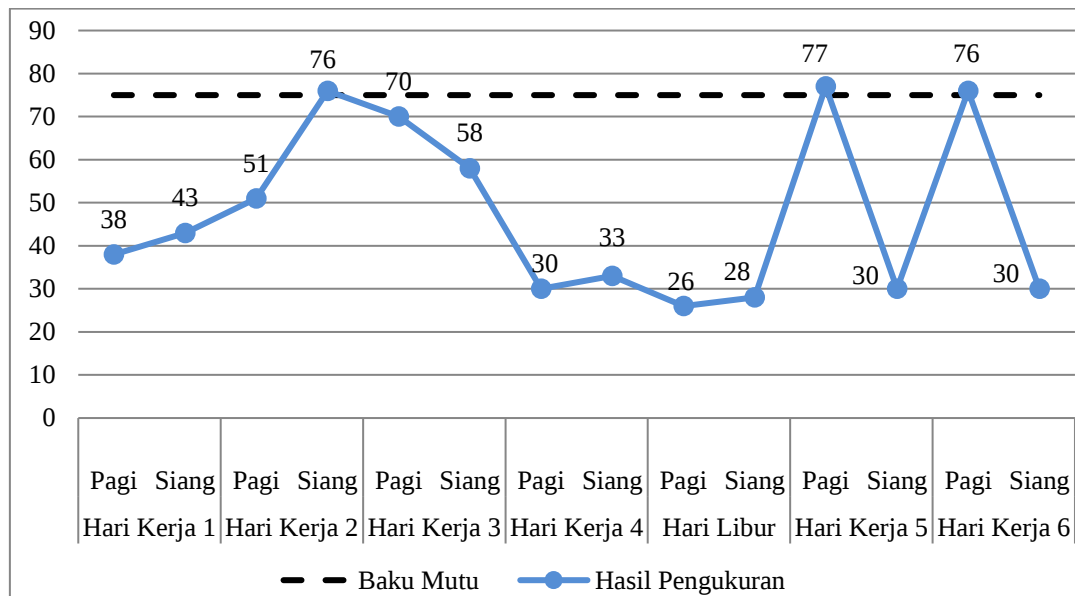
3.1.1. Konsentrasi PM₁₀ Per 5 Menit Terhadap Baku Mutu



Gambar 1. Hasil Pengukuran Konsentrasi PM₁₀ Per 5 Menit Hari Kerja dan Hari Libur

Gambar 1 menunjukkan bahwa konsentrasi paling tinggi pada hari kerja PM₁₀ di waktu pagi hari pukul 10.45 WIB dengan nilai sebesar 79 µg/m³, dan pada hari libur konsentrasi PM₁₀ rendah waktu pagi hari pukul 10.05 WIB sebesar 20 µg/m.

3.1.2 Konsentrasi PM₁₀ Per 5 Menit Terhadap Baku Mutu



Gambar 2. Hasil Pengukuran Konsentrasi PM₁₀ Harian terhadap Baku Mutu

4. Pembahasan

4.1 Konsentrasi PM_{10} Per 5 Menit Terhadap Baku Mutu

Berdasarkan **Gambar 1.** menunjukkan bahwa hasil analisis data yang telah dilakukan konsentrasi PM_{10} $\mu\text{g}/\text{m}^3$ selama 1 minggu pengukuran yaitu Hari Kerja (Sabtu-Kamis) dan Hari libur (Jumat), bahwa konsentrasi PM_{10} bervariasi.

Pada hari kerja yaitu pada hari Sabtu – Kamis, konsentrasi PM_{10} mencapai puncaknya atau tertinggi di waktu pagi hari pukul 10.45 WIB dengan nilai sebesar $79 \mu\text{g}/\text{m}^3$, hal ini disebabkan oleh aktivitas penambangan batu kapur yang cenderung intensif karena operasional tambang pada proses produksi dan transportasi material (7). Selain itu, faktor tambahan dari cuaca panas yang dapat meningkatkan jumlah konsentrasi PM_{10} . Intensitas penyinaran matahari yang tinggi dapat meningkatkan kadar polutan di udara (8).

Konsentrasi PM_{10} pada hari kerja rendah di waktu siang hari pukul 13.30 WIB dengan nilai sebesar $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$, hal ini disebabkan oleh aktivitas produksi penambangan dipengaruhi oleh kondisi cuaca yang hujan. Nilai curah hujan yang tinggi dapat menyebabkan konsentrasi PM_{10} menurun (9).

Tingginya konsentrasi PM_{10} pada hari kerja sejalan dengan penelitian (10) dengan konsentrasi sebesar $138,79 \mu\text{g}/\text{m}^3$, bisa dipengaruhi oleh lokasi pengukuran sampling yang berada pada *roadside* jalan utama di Kota Jambi yang ramai dilalui oleh berbagai jenis kendaraan mulai dari kendaraan roda dua, kendaraan roda empat, bus dan truk (10).

Konsentrasi PM_{10} pada hari libur (Jumat) rendah waktu pagi hari pukul 10.05 WIB sebesar $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$, hal ini dipengaruhi oleh kecepatan angin yang rendah yaitu 1.2 m/s . Hal tersebut menyebabkan polutan tidak dapat menyebar dan terakumulasi pada tempat tersebut (11) dan dikarenakan tidak ada aktivitas produksi penambangan batu kapur.

Konsentrasi PM_{10} tinggi pada waktu siang hari pukul 13.10 WIB sebesar $32 \mu\text{g}/\text{m}^3$, hal ini dipengaruhi oleh kelembaban yang tinggi yaitu $79 \text{ RH}\%$. Bahwa kondisi kelembaban tinggi juga dapat mempengaruhi bahan pencemar di udara (12).

Rendahnya konsentrasi PM_{10} pada hari libur sejalan dengan penelitian (10) dengan konsentrasi sebesar $135,52 \mu\text{g}/\text{m}^3$, hal ini dipengaruhi oleh faktor meteorologi kecepatan angin. Semakin cepat angin bertiup ke suatu arah maka luas sebarannya semakin luas dan konsentrasinya kecil (10).

4.2 Kualitas Udara Konsentrasi PM_{10} Harian Terhadap Baku Mutu

Kualitas udara mengacu pada kondisi udara di lingkungan yang dipengaruhi oleh konsentrasi PM_{10} . Di Indonesia baku mutu udara ambien diatur dalam Peraturan Pemerintah

No. 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, dengan baku mutu $75 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Berdasarkan **Gambar 2.** menunjukkan bahwa hasil analisis data yang telah dilakukan bahwa konsentrasi PM_{10} selama 1 minggu pengukuran. Pada hari kerja 1 (Senin) waktu pagi hari $38 \mu\text{g}/\text{m}^3$ hari efektif dengan konsentrasi PM_{10} rendah dan kondisi cuaca cerah tidak hujan, waktu siang hari dengan konsentrasi PM_{10} $43 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dan kondisi cerah tidak hujan. Pada hari kerja 2 (Selasa) waktu pagi hari dengan konsentrasi PM_{10} $51 \mu\text{g}/\text{m}^3$ hari efektif kondisi cuaca cerah tidak hujan, dan waktu siang hari dengan konsentrasi PM_{10} $76 \mu\text{g}/\text{m}^3$ kondisi cuaca cerah tidak hujan. Pada hari kerja 3 (Rabu) waktu pagi hari $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$ hari efektif kondisi cuaca cerah tidak hujan, dan waktu siang hari dengan konsentrasi PM_{10} $58 \mu\text{g}/\text{m}^3$ kondisi cuaca cerah tidak hujan. Pada hari kerja 4 (Kamis) waktu pagi hari $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ hari efektif kondisi cuaca hujan mulai pukul 10.00-11.30 WIB, dan waktu siang hari dengan konsentrasi PM_{10} $33 \mu\text{g}/\text{m}^3$ kondisi hujan gerimis mulai pukul 13.00-13.30 WIB. Pada hari libur (Jumat) waktu pagi hari dengan konsentrasi PM_{10} $26 \mu\text{g}/\text{m}^3$ hari libur produksi dan cuaca cerah tidak hujan, dan waktu siang hari dengan konsentrasi PM_{10} $28 \mu\text{g}/\text{m}^3$ hari libur produksi dan cuaca cerah tidak hujan. Pada hari kerja 5 (Sabtu) waktu pagi hari $77 \mu\text{g}/\text{m}^3$ hari efektif dengan kondisi cuaca tidak hujan, dan waktu siang hari dengan konsentrasi PM_{10} $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dengan kondisi hujan. Pada hari kerja 6 (Minggu) waktu pagi hari $76 \mu\text{g}/\text{m}^3$ hari efektif dengan kondisi cuaca tidak hujan, dan waktu siang hari dengan konsentrasi PM_{10} $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dengan kondisi hujan.

Faktor meteorologi seperti angin, suhu, hujan dan kelembaban mempengaruhi konsentrasi PM di udara (13). Pada hari ke-2 Selasa waktu siang hari dengan konsentrasi PM_{10} $76(\mu\text{g}/\text{m}^3)$. Dipengaruhi oleh faktor meteorologi dari suhu yang tinggi yaitu 40°C . Suhu tinggi dapat meningkatkan partikel dari permukaan tambang, mempercepat pelepasan debu batu kapur ke atmosfer (14).

Pada hari ke-6 Sabtu waktu pagi hari sebesar $77 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Dipengaruhi oleh faktor meteorologi dari kecepatan angin yang besar yaitu 4.2 m/s . Bahwa angin dengan kecepatan tinggi meningkatkan konsentrasi PM_{10} secara signifikan pada radius 5 km dari tambang (15).

Pada hari ke-7 Minggu waktu pagi hari sebesar $76 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Dipengaruhi oleh faktor meteorologi dari kelembaban $75 \text{ RH}\%$. Kelembaban tinggi menyebabkan partikel PM_{10} menyerap uap air dan menggumpal menjadi partikel yang lebih besar (16).

Di Indonesia baku mutu udara ambien diatur dalam Peraturan Pemerintah No. 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, dengan

baku mutu $75 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Berdasarkan pengukuran selama 1 minggu di dapatkan hasil pada **Gambar 2.** menunjukkan bahwa konsentrasi PM_{10} mengalami fluktuasi yang cukup tinggi dalam 1 minggu. Hal ini menunjukkan adanya faktor-faktor yang sangat mempengaruhi konsentrasi PM_{10} seperti kondisi cuaca dan meteorologi. Pada hari Selasa waktu siang hari, Sabtu waktu pagi hari dan Minggu waktu pagi hari, konsentrasi PM_{10} melebihi baku mutu yang ditetapkan.

Pada hari ke-4 Kamis dengan konsentrasi PM_{10} rendah dan berada dibawah baku mutu dipengaruhi oleh curah hujan yang terjadi pada saat pengambilan sampel. Menurunnya konsentrasi PM_{10} pada saat hujan karena adanya proses *washing out* atau pencucian polutan (17). Pada hari ke-5 Jumat dengan konsentrasi PM_{10} rendah dan berada dibawah baku mutu dikarenakan pada hari tersebut libur sehingga tidak ada aktivitas penambangan batu kapur.

Pada hari ke-1 Senin waktu pagi hari dan siang hari berada dibawah baku mutu, Pada hari ke-2 Selasa waktu pagi hari berada dibawah baku mutu, Pada hari ke-3 Rabu waktu siang hari berada dibawah baku mutu, Pada hari ke-4 Kamis, Pada hari ke-5 Jumat dan Pada hari ke-6 Sabtu waktu siang hari berada dibawah baku mutu, Pada hari ke-7 Minggu waktu siang hari berada dibawah baku mutu. Hal ini dikarenakan faktor meteorologi kecepatan angin yang rendah akan mencegah penyebaran partikel di udara (18).

PM_{10} memiliki kandungan zat kimia yang dapat menyebabkan partikulat tersebut bersifat karsinogenik dan non karsinogenik. Sifat karsinogenik pada PM_{10} memiliki tingkat bahaya lebih tinggi dibandingkan sifat non karsinogenik. Paparan PM_{10} dalam jangka waktu lama dapat menyebabkan kanker paru-paru dan berujung pada kematian. Bahaya kesehatan yang disebabkan PM_{10} bersifat non karsinogenik adalah infeksi saluran pernapasan akut (ISPA), asma, bronkitis, risiko penyakit paru obstruktif menahun, dan penyakit-penyakit pernapasan lainnya (19).

4.3 Pengaruh Penambangan Batu Kapur Terhadap Kualitas Udara

Penambangan batu kapur merupakan salah satu aktivitas manusia yang dapat berdampak signifikan terhadap kualitas udara. Proses penambangan, pengolahan, dan transportasi batu kapur menghasilkan berbagai jenis polutan udara yang dapat membahayakan kesehatan manusia dan lingkungan. Konsentrasi PM_{10} yang dihasilkan dari aktivitas penambangan batu kapur partikel-partikel kecil batu kapur yang terangkat ke udara akibat proses penghancuran, pengangkutan, dan pemuatan, debu ini dapat menyebabkan gangguan pernapasan, iritasi mata, dan penyakit paru-paru.

Dampak terhadap kualitas udara peningkatan konsentrasi partikulat yaitu debu yang dihasilkan dari penambangan batu kapur dapat meningkatkan konsentrasi partikulat di udara, yang dapat menyebabkan penurunan visibilitas, gangguan pernapasan, dan penyakit jantung. Peningkatan konsentrasi gas polutan emisi gas buang kendaraan dan pembakaran bahan bakar dapat meningkatkan konsentrasi gas polutan di udara, yang dapat menyebabkan iritasi pada mata dan saluran pernapasan, serta masalah kesehatan lainnya. Gas-gas polutan seperti sulfur dioksida dan nitrogen oksida dapat bereaksi dengan uap air di atmosfer membentuk asam sulfat dan asam nitrat, yang kemudian turun sebagai hujan asam. Hujan asam dapat merusak tanaman, bangunan, dan ekosistem perairan (20).

Pengaruh penambangan batu kapur sejalan dengan penelitian (21). Proses produksi batu kapur menjadi batu gamping menghasilkan polusi udara yang cukup tinggi, polusi udara berasal dari asap pembakaran dan abu gamping saat di pindahkan dari pembakaran dan diangkut ke tempat tujuan (21). Kualitas udara pada lokasi tersebut secara rata-rata masih berada di bawah baku mutu, namun terdapat tingginya kasus ISPA yang berdampak bagi penduduk setempat.

5. Kesimpulan

Penelitian ini menunjukkan bahwa pada hari kerja yaitu pada hari Sabtu – Kamis , konsentrasi PM_{10} mencapai puncaknya atau tertinggi di waktu pagi hari pukul 10.45 WIB dengan nilai sebesar $79 \mu g/m^3$, Konsentrasi PM_{10} pada hari kerja rendah di pagi hari pukul 13.35 WIB dengan nilai sebesar $40 \mu g/m^3$. Konsentrasi PM_{10} pada hari libur (Jumat) tinggi pada waktu siang hari pukul 13.10 WIB sebesar $32 \mu g/m^3$, konsentrasi PM_{10} rendah waktu pagi hari pukul 10.05 WIB sebesar $20 \mu g/m^3$, dikarenakan tidak ada aktivitas produksi penambangan batu kapur.

Hasil konsentrasi PM_{10} yang melebihi baku mutu yaitu pada hari kerja (Selasa) waktu siang hari sebesar $76 \mu g/m^3$, pada hari kerja (Sabtu) waktu pagi hari sebesar $77 \mu g/m^3$ dan Pada hari kerja (Minggu) waktu pagi hari sebesar $76 \mu g/m^3$. Konsentrasi PM_{10} yang berada dibawah baku mutu yaitu padahari kerja (Senin), pada hari kerja (Selasa) waktu pagi hari, pada hari kerja (Rabu) waktu siang hari, pada hari kerja (Kamis), pada hari libur (Jumat), pada hari kerja (Sabtu) waktu siang hari, dan pada hari kerja (Minggu) waktu siang hari.

Daftar Pustaka

1. Al Idrus SW. Pencemaran udara akibat pengolahan batu kapur di Dusun Open Desa 112 Mangkung Praya Barat. *J Pijar MIPA*. 2013;8(2):85–90.
2. Purnamasari S. Analisis risiko kesehatan lingkungan pada air tanah dan udara Kawasan Gunung Kapur Puger Kabupaten Jember. 2018;54–81.
3. Direktorat Jenderal Pencegahan Penyakit Menular dan Penyehatan Lingkungan. No Title. 2014;
4. Wulandari A. Analisis risiko kesehatan lingkungan pajanan Particulate Matter (PM10) pada pedagang kaki lima akibat aktivitas transportasi (Studi Kasus : Jalan Kaligawe Kota Semarang). *J Kesehat Masy*. 2016;4(3):677–90.
5. Nurbiantara S. Pengaruh polusi udara terhadap fungsi paru pada polisi lalu lintas di Surakarta. Universitas Sebelas Maret; 2010.
6. Sugiyono. Metode penelitian bisnis. 2010;
7. Kamaruzzaman NA. Influence of quarry activities on PM10 concentration in the surrounding environment. *Environ Monit Assess*. 2019;
8. Cahyadi W, Achmad B, Suhartono E, Razie F. Pengaruh faktor meteorologis dan konsentrasi Partikulat (PM10) terhadap kejadian Infeksi Saluran Pernapasan Akut (ISPA) (Studi Kasus Kecamatan Banjarbaru Selatan, Kota Banjarbaru Tahun 2014-2015). 2016;12(3):302–11.
9. Apriyanto Y. Prediksi kadar Particulate Matter (PM10) untuk pemantauan kualitas udara menggunakan jaringan syaraf tiruan studi kasus Kota Pontianak. 2018;8(1):15–20.
10. Anggraini FJ, Handika RA, Rhodiyah Z, Septiani D. Analisis konsentrasi dan komposisi kandungan logam pada PM10 di udara roadside saat malam hari (Studi Kasus : Jalan Hos Cokroaminoto Kota Jambi). *J Daur Lingkung*. 2020;
11. Budianto W. Analisis hubungan kualitas udara ambien dengan kejadian penyakit ISPA. Universitas Indonesia; 2008.
12. Winata B. Paparan konsentrasi pencemar CO yang dipengaruhi oleh faktor meteorologi pada area Jalan Malioboro. 2020;
13. Melinda S, Nuryanto. Identifikasi Sumber Particulate Matter 2,5 di Sorong Berdasarkan Hysplit Backward Trajectory. *Bull GAH Bariri*. 2023;4(1):11–20.
14. Gupta A. Impact of meteorological parameters on PM10 dispersion in mining areas. *Environ Monit Assess*. 2019;19(5):300.

15. McTanish G. Wind erosion and PM10 emissions from mining regions: A case study. *Atmos Environ.* 2018;174:107–17.
16. Pathak S. Effect of humidity and rainfall on particulate matter in limestone mining zones. *J Environ Sci Pollut Res.* 2020;27:6523–35.
17. Gusnita D, Choliniawati N. Pola Konsentrasi dan Trayektori Polutan PM2,5 serta Faktor Meteor di Kota Jakarta. *Junal Kim dan Pendidik Kim.* 2019;4(3):152–63.
18. Ramayana K, Istirokhatun T, Sudarno. Pengaruh jumlah kendaraan faktor meteorologis (suhu, kelembaban, kecepatan angin) terhadap peningkatan konsentrasi gas pencemar CO (Karbon Monoksida) pada persimpangan jalan Kota Semarang (Studi Kasus Jalan Karangrejo Raya, Sukun Raya, dan Ngesrep Timur V. Universitas Diponegoro; 2013.
19. Purwaningrum SI, Lestari RA, Handika RA. Analisis risiko karsinogenik paparan PM10 terhadap pedagang di Kelurahan Pasar Jambi. 2019;
20. Hartanto I, Fevria R. Dampak penambangan batu kapur Bukit TUI terhadap kualitas udara di Kota Padang Panjang. *Menara Ilmu.* 2017;
21. Wellid I, Fachriansyah MR, Markus M, Yuningsih N, Sumeru K. Kaji Eksperimental Konsentrasi Pm10 Di Kawasan Industri Batu Gamping Padalarang Dan Sekitarnya. *J Ilmu Lingkung.* 2023;17(1):11.