

TREN KONSENTRASI GAS PENCEMAR TAHUN 2011-2017 DI DKI JAKARTA

IRDIANTO RAFANSYAH¹, DIDIN AGUSTIAN PERMADI¹

1. Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Nasional Bandung

Email : Irdianto.rafa@gmail.com

ABSTRAK

DKI Jakarta menghadapi pencemaran udara yang signifikan akibat emisi kendaraan dan industri. Penelitian ini menganalisis tren dan distribusi temporal SO_2 pada 2011–2017 menggunakan *wind rose* dan analisis temporal. Hasil menunjukkan di Bundaran HI, SO_2 hanya berfluktuasi, sedangkan di Jagakarsa dan Lubang Buaya terjadi peningkatan sejak 2013, dengan puncak $385 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (2017) dan $193 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (2016). Peningkatan ini dipengaruhi oleh emisi kendaraan berbahan bakar solar serta faktor meteorologi. Diperlukan pemantauan dan kebijakan pengendalian emisi untuk mengurangi dampaknya.

Kata kunci: Pencemaran udara, SO_2 , *wind rose*, DKI Jakarta.

1. PENDAHULUAN

Pencemaran udara disebabkan oleh zat-zat polutan. Setiap polutan memiliki dampak yang berbeda-beda. Zat yang dapat menyebabkan pencemaran udara meliputi: Karbon Monoksida (CO), Sulfur Oksida (SO_x), Nitrogen Oksida (NO_x), Hidrokarbon (HC), Timbal (Pb), dan Partikulat (PM). Zat polutan di udara memiliki berbagai sifat, seperti ada yang berbau, tidak berbau, terlihat, tidak terlihat, berwarna, dan tidak berwarna. Dampak pencemaran udara antara lain mengganggu kesehatan makhluk hidup, merusak lingkungan ekosistem, dan menyebabkan hujan asam. Kesehatan manusia dapat terganggu akibat udara yang tercemar, yang bisa menyebabkan penyakit seperti infeksi saluran pernapasan, paru-paru, jantung, dan bahkan memicu kanker yang sangat berbahaya (Abidin 2019).

Berdasarkan data Indeks Standar Pencemar Udara (ISPU) diketahui bahwa Jakarta sebagai ibukota dan pusat aktivitas perekonomian negara merupakan kota yang memiliki kualitas udara terendah di Indonesia dan termasuk kategori kota yang tidak sehat karena terdapat 26 hari tercemar dalam satu bulan di kota tersebut (Bestari 2014). Sumber pencemaran udara yang utama di DKI Jakarta adalah kendaraan bermotor. Polutan yang dikeluarkan oleh kendaraan bermotor antara lain CO , NO_x , HC , SO_2 , Pb dan CO_2 . Dari beberapa jenis polutan ini, CO merupakan salah satu polutan yang paling banyak yang dihasilkan oleh kendaraan bermotor (Sengkey 2011). Dalam hal ini, terhadap beban emisi total, kendaraan bermotor menyumbang sekitar 71% pencemar NO_x , 15% pencemar oksida sulfur (SO_x) dan 70% PM_{10} . Tampaknya, emisi gas dan kandungannya menjadi beban moral bagi pengguna transportasi dan industri transportasi (BPLH 2013).

Berdasarkan uraian diatas maka diperlukan kajian lebih lanjut mengenai bagaimana tren status pencemaran konsentrasi parameter SO_2 di DKI Jakarta. Penelitian ini dilakukan untuk membuat

distribusi temporal SO_2 di DKI Jakarta dengan tujuan agar dapat membantu dalam pemantauan pencemaran udara.

2. LANDASAN TEORI

2.1 Pencemaran Udara

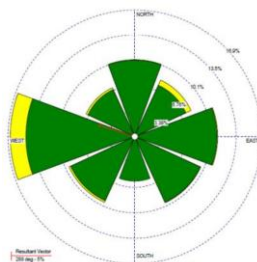
Pencemaran udara terjadi ketika "zat, energi, dan/atau komponen lainnya masuk kedalam udara ambien akibat aktivitas manusia, melebihi standar baku mutu udara ambien yang telah ditetapkan". Pencemaran udara adalah penambahan substansi fisik atau kimia ke dalam lingkungan udara normal sampai mencapai tingkat tertentu yang dapat dideteksi oleh manusia (diukur dan dihitung). Hal ini dapat berdampak pada manusia, hewan, tanaman, dan bahan-bahan. Definisi lain dari pencemaran udara adalah adanya kontaminan alami atau buatan kedalam atmosfer (Mukono 2011).

2.2 Parameter Pencemar Udara

Parameter pencemar udara mencakup semua jenis zat yang mencemari udara, termasuk polutan gas, partikel, aerosol, dan logam berat. Pada penelitian ini parameter pencemar udara berfokus pada polutan gas (NO_x , CO , dan SO_2). Polutan gas adalah zat kimia berbahaya dalam bentuk gas yang mencemari atmosfer dan berdampak negatif pada kesehatan manusia, hewan, serta lingkungan. Polutan gas biasanya dihasilkan dari berbagai aktivitas manusia, termasuk pembakaran bahan bakar fosil, proses industri, dan transportasi, serta dari sumber alami seperti letusan gunung berapi dan kebakaran hutan (Kurniawan 2018).

2.3 Arah Angin

Angin merupakan aliran udara di atmosfer yang terdiri dari banyak gas. Arah angin serta perubahan arah angin dipengaruhi oleh kondisi geografi, iklim global dan lokal dan juga dipengaruhi oleh rotasi bumi (Saputra, Darsan and Munawir 2019). Wind Rose (mawar angin) merupakan bentuk grafik dari distribusi arah angin. Berikut adalah contoh dari grafik mawar angin.



Jari-jari terluar di setiap sektor mewakili frekuensi relatif angin terhadap arah. Bagian tengah menggambarkan kecepatan angin rata-rata total. Pembacaan arah angin tergantung dari orientasi pembacaan yaitu bisa berupa blowing from (berhembus dari) atau blowing to (berhembus menuju) (Saputra, Darsan and Munawir 2019).

Pengaruh angin lokal dapat dilihat berdasarkan penelitian (Habeebullah, Dorling and Govier 2013). Penelitian menunjukkan bahwa terdapat hubungan yang kuat antara faktor meteorologi dan kualitas udara di perkotaan. Angin laut sering terjadi pada siang hari dan membawa polutan ke pedalaman Swansea. Namun, angin laut tersebut kembali akibat adanya angin yang turun dari pegunungan di belakang Swansea, pada malam hari (angin katabatik).

3. METODOLOGI

3.1 Arah Angin

Data arah angin yang diambil pada tahun 2011-2017 dari data sekunder hasil stasiun pemantauan kualitas udara di Dinas Lingkungan Hidup DKI Jakarta. Arah angin dipantau di stasiun pemantauan kualitas udara setiap 30 menit selama 24 jam selama tahun 2011 – 2017. Pemantauan kualitas udara secara kontinyu dan real-time dengan menggunakan peralatan pemantau secara otomatis atau disebut *Air Quality Monitoring System* (AQMS) merupakan salah satu cara untuk memberikan keseragaman informasi kepada masyarakat mengenai kualitas udara di lokasi dan waktu tertentu (Wangintan and Sofyan 2019).

3.2 Wind Rose

Tampilan *wind rose* dapat berupa rata-rata konsentrasi setiap jenis polutan pada setiap arah mata angin yang dipilih ada pula yang menggambarkan besarnya beberapa interval konsentrasi setiap jenis polutan pada setiap arah mata angin yang dipilih (Al Harbi, 2014. Dalam Sumaryati, 2014). Penggambaran *wind rose* menggunakan perangkat lunak WRPLOT dan MS Excel. Pada prinsipnya WRPLOT digunakan untuk menggambarkan windrose, untuk menggambarkan *wind rose* parameter kecepatan angin diganti dengan konsentrasi polutan, dan pilihan arah mata angin sebanyak 16 buah. Penggambaran *wind rose* dapat dengan menggunakan MS Excel, dilakukan dengan mengelompokkan data setiap dalam 16 arah mata angin, sehingga diperoleh data arah mata angin dan konsentrasi rata-rata polutan pada arah tertentu (Sumaryati 2014).

3.3 Distribusi Temporal

Hasil pengumpulan data sekunder, dilakukan pengolahan data dari parameter udara yaitu SO₂ dari tiga stasiun pemantauan udara dalam kurun waktu 2011-2017 menggunakan Microsoft Excel. Kemudian, dilakukan perhitungan untuk mendapat rata-rata per satu jam dalam satu tahun, rata-rata per bulan dalam satu tahun, dan rata-rata 1 tahun selama 7 tahun. Hasil perhitungan tersebut digunakan untuk mengidentifikasi grafik dan dibandingkan dengan baku mutu dengan menggunakan *software* Origin .

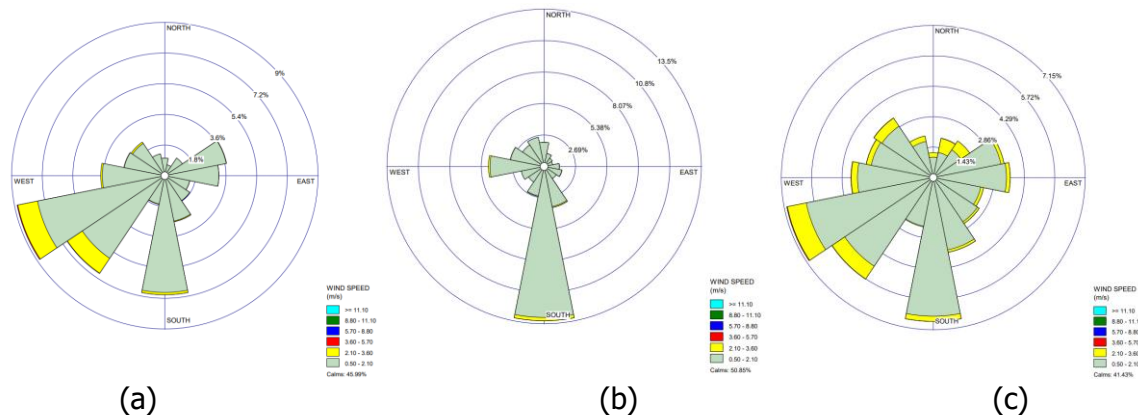
Distribusi temporal adalah data waktu, yaitu kueri untuk data dengan referensi atau atributnya berupa waktu. Serupa dengan distribusi spasial, distribusi temporal digunakan untuk melihat sebaran konsentrasi ozon dalam interval waktu.

Dalam penelitian ini distribusi temporal dianalisis berdasarkan frekuensi rata-rata per jam nya (diurnal pattern selama tujuh tahun. Distribusi temporal harian yang dianalisis adalah tahun 2011 - 2017 di ketiga stasiun pemantau udara yang ada di DKI Jakarta.

4. PEMBAHASAN

4.1 WIND ROSE

Diagram *wind rose* dalam periode tahunan dibuat menggunakan software WRPlot View dengan menginput data konsentrasi arah angin di Bundaran HI, Jagakarsa, dan Lubang Buaya dengan data arah angin setiap 1 jam setiap tahunnya. Hasil pengolahan *wind rose* di 3 lokasi tahunan dapat dilihat pada **Gambar 4.1**.

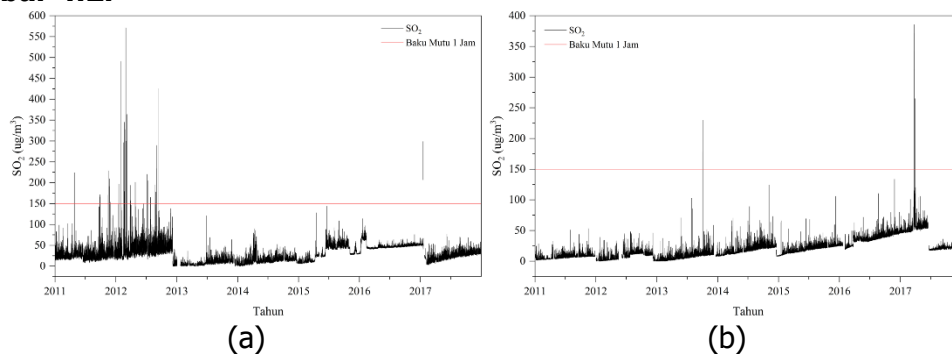


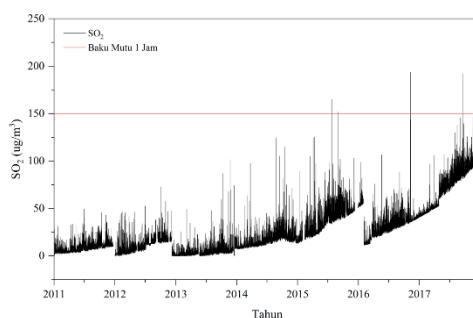
Gambar 4.1 Konsentrasi arah mata angin (a) Bundaran HI, (b) Jagakarsa, dan (c) Lubang Buaya

Berdasarkan analisis diagram *wind rose* tahunan untuk periode 2011-2017, sumber utama polutan SO_2 cenderung berasal dari arah selatan dan barat daya dengan variasi pola distribusi di beberapa lokasi. Polutan dengan frekuensi distribusi tertinggi umumnya berasal dari arah barat daya dan selatan, yang kemudian diikuti oleh arah sekitarnya seperti selatan tenggara, selatan barat daya, hingga ke arah timur dan barat. Hal ini menunjukkan adanya pola dominan pergerakan polutan yang dipengaruhi oleh arah angin utama, yang dapat berkontribusi terhadap penyebaran pencemaran udara di wilayah tersebut.

4.2 TREK KONSENTRASI

Data *time series* konsentrasi pengukuran per jam SO_2 tahun 2011-2017 pada stasiun Bundaran HI (Jakarta Pusat), Jagakarsa (Jakarta Selatan), dan Lubang Buaya (Jakarta Timur) dapat dilihat pada **Gambar 4.2**.





(c)

Gambar 4.2 konsentrasi pengukuran per jam SO_2 tahun 2011-2017 (a) Bundaran HI, (b) Jagakarsa, dan (c) Lubang Buaya

Data *time series* konsentrasi pengukuran per jam CO tahun 2011-2017 pada stasiun Bundaran HI (Jakarta Pusat), Jagakarsa (Jakarta Selatan), dan Lubang Buaya (Jakarta Timur) dapat dilihat pada **Gambar 4.2.** bagian (a) secara keseluruhan, konsentrasi SO_2 selama periode 2011 hingga 2017 menunjukkan fluktuasi yang cukup signifikan tanpa adanya tren peningkatan yang konsisten. Konsentrasi tertinggi tercatat pada tahun 2011 dan 2012, dengan puncak mencapai $570 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pada 29 Februari 2012, jauh di atas baku mutu $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Setelah periode tersebut, terjadi penurunan drastis dalam konsentrasi SO_2 , yang kemudian relatif lebih stabil dari tahun 2013 hingga 2017, meskipun masih terdapat beberapa lonjakan sporadis, terutama pada tahun 2015 dan 2016. Lonjakan SO_2 pada 2011-2012 diduga berkaitan dengan tingginya penggunaan bahan bakar berkadar sulfur tinggi di sektor transportasi dan industri, terutama dari kendaraan bermotor berbahan bakar solar seperti truk dan bus yang menghasilkan emisi SO_2 dalam jumlah besar.

Gambar 4.2 bagian (b) Secara keseluruhan, konsentrasi SO_2 selama periode 2011 hingga 2017 menunjukkan tren peningkatan yang jelas, terutama setelah tahun 2013. Sebelum 2013, konsentrasi SO_2 relatif rendah dan stabil, tetapi mulai meningkat secara bertahap hingga mencapai beberapa puncak signifikan pada tahun 2017. Peningkatan bertahap ini disertai dengan lonjakan besar yang semakin sering terjadi, dengan puncak tertinggi mencapai $385 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pada 25 Maret 2017, melebihi baku mutu $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Peningkatan konsentrasi SO_2 setelah tahun 2013 diduga berkaitan dengan meningkatnya jumlah kendaraan bermotor, khususnya yang menggunakan bahan bakar solar dengan kandungan sulfur tinggi. Kendaraan berat seperti truk dan bus menghasilkan emisi SO_2 yang lebih tinggi dibandingkan kendaraan berbahan bakar bensin, sehingga berkontribusi terhadap peningkatan kadar SO_2 di udara ambien, terutama di wilayah Jagakarsa.

Gambar 4.2 bagian (c) secara keseluruhan, konsentrasi SO_2 selama 2011–2017 menunjukkan tren peningkatan, terutama setelah pertengahan 2015. Sebelumnya, konsentrasi relatif stabil, tetapi mulai menunjukkan pola musiman dengan lonjakan yang lebih sering terjadi pada akhir tahun. Puncak tertinggi tercatat $193 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pada 8 November 2016, melebihi baku mutu $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Peningkatan ini diduga dipengaruhi oleh meningkatnya aktivitas industri dan proyek pembangunan yang menggunakan alat berat berbahan bakar solar, serta faktor meteorologi seperti inversi suhu dan kecepatan angin rendah yang memperburuk akumulasi polutan.

Sesuai dengan penelitian yang pernah dilakukan oleh (Yunita and Kiswandono 2017) Kenaikan konsentrasi SO_2 di atmosfer sangat dipengaruhi oleh penggunaan bahan bakar yang memiliki kadar sulfur tinggi, terutama dari sektor transportasi dan industri. Pembakaran bahan bakar fosil seperti bensin, solar, dan batubara menghasilkan gas SO_2 , yang dilepaskan ke udara melalui emisi kendaraan bermotor serta aktivitas industri. Kendaraan bermotor yang masih menggunakan solar

dengan kandungan sulfur tinggi, khususnya kendaraan berat seperti truk dan bus, berkontribusi secara signifikan terhadap peningkatan emisi SO_2 , terutama di daerah dengan lalu lintas yang padat.

Selain itu faktor meteorologi sangat mempengaruhi tingginya konsentrasi SO_2 di Bundaran HI, berdasarkan **Gambar 4.1** wind rose menghasilkan frekuensi distribusi polutan dari arah barat daya yaitu sekitar 13,15% sedangkan dari arah selatan sebesar 4,45% Jika dilihat dari distribusinya sumber polutan paling tinggi yaitu berasal dari barat daya yang diikuti dengan arah sekitarnya yaitu selatan hingga ke arah selatan tenggara. Arah angin sangat mempengaruhi konsentrasi polutan di DKI Jakarta rendahnya kecepatan angin dan arah angin menyebabkan udara tidak terdispersi dengan baik sehingga pencemar berkumpul di suatu tempat. Sesuai dengan penelitian yang pernah dilakukan oleh (Dittia 2017) Pemodelan dispersi gas SO_2 selama jam puncak menunjukkan adanya penyebaran konsentrasi SO_2 , yang ditandai dengan perubahan warna pada titik lokasi yang sama akibat variasi arah angin dominan yang datang terhadap jalan.

KESIMPULAN

Parameter SO_2 pada titik pemantauan Bundaran HI tidak terjadi tren, hanya terjadi fluktuasi yang signifikan. Pada titik pemantauan SO_2 di Jagakarsa terjadi tren konsentrasi yang naik, tren konsentrasi yang naik dimulai setelah tahun 2013 dan mencapai puncaknya pada tahun 2017 sebesar $385 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Pada titik pemantauan Lubang Buaya terjadi tren konsentrasi yang naik. Tren konsentrasi terjadi mulai dari tahun 2011 dan berakhir pada tahun 2017, peningkatan signifikan terjadi di tahun 2015 dengan konsentrasi sebesar $193 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

DAFTAR RUJUKAN

- Abidin, J., et al. (2019). "Pengaruh dampak pencemaran udara terhadap kesehatan untuk menambah pemahaman masyarakat awam tentang bahaya dari polusi udara." Prosiding SNFUR-4 **2**(2): 978-979.
- BPLH, D. (2013). *Substance Air Pollutants (Zat-Zat Pencemar Udara)*, Jakarta.
- Dittia, R. (2017). Pengaruh Arah Angin terhadap Konsentrasi Sulfur Dioksida (SO_2) pada Udara Roadside di Kota Padang, Universitas Andalas.
- Habeebullah, T., et al. (2013). "The Effect of Sea Breezes on Air Pollution Dispersion." Journal of King Abdulaziz University: Meteorology, Environment & Arid Land Agriculture Sciences **24**(2).
- Kurniawan, A. (2018). "Pengukuran parameter kualitas udara (CO , NO_2 , SO_2 , O_3 dan PM_{10}) di Bukit Kototabang berbasis ISPU." Jurnal Teknosains **7**(1): 1-13.
- Saputra, M., et al. (2019). "Kecepatan Angin: Menggunakan Mawar Angin Sebagai Prediktor." Jurnal Mekanova: Mekanikal, Inovasi dan Teknologi **5**(2).
- Mukono, H. (2011). Aspek kesehatan pencemaran udara, Airlangga University Press.
- Wangintan, R. and A. Sofyan (2019). "ANALISIS KUALITAS UDARA AMBIEN DAN PENETUAN LOKASI STASIUN PEMANTAUAN KUALITAS UDARA (SPKU) DKI JAKARTA."
- Sumaryati (2014). "Aplikasi WRPLOT untuk menggambarkan concentration rose sebagai kajian distribusi PM_{10} di cekungan Bandung." Kualitas udara dan komposisi atmosfer Indonesia **100-110**.
- Yunita, R. D. and A. A. Kiswandono (2017). "Kajian indeks standar pencemar udara (ISPU) sulfur dioksida (SO_2) sebagai polutan udara pada tiga lokasi di kota Bandar Lampung." Analit: Analytical and Environmental Chemistry **2**(01).