



Environmental Economics: **Analisis Korelasi Antara Polusi Udara** **dan Produktivitas Tenaga Kerja di** **Indonesia**

Ringkasan

- Polusi udara merupakan isu lingkungan yang menjadi perhatian secara global.
- Di Indonesia sendiri, polusi udara mengalami tren yang fluktuatif sepanjang 2010-2019, yang disebabkan beberapa faktor seperti peningkatan penggunaan kendaraan bermotor, aktivitas ekonomi, dan terjadinya kebakaran hutan di beberapa wilayah di Indonesia.
- Di sisi lain, produktivitas pekerja Indonesia menunjukkan tren yang positif sepanjang 2010-2019.
- Hasil analisis korelasi menunjukkan adanya hubungan yang positif antara tingkat polusi udara dan produktivitas pekerja di Indonesia pada periode 2010-2019.
- Perkembangan pembangunan ekonomi dan hipotesis *Environmental Kuznet Curve* (EKC) menjadi salah satu penjelasan mengenai hubungan positif tersebut dalam kasus negara berkembang seperti Indonesia.

Azzahra Safira

Romaddhina

Asisten Bidang Kajian -
Media dan Desain

azzahra.safira@mail.
ugm.ac.id

Ghozi Naufal Ali

Asisten Bidang Kajian -
Kajian

ghozi.n.a@mail.ugm.ac.id

Ester Dwi Sabtu

Asisten Bidang Kajian -
Kajian

ester.dwi.s@mail.
ugm.ac.id

Qisha Quarina

Koordinator Bidang Kajian
Microeconomics Dashboard

qisha.quarina@ugm.ac.id



Pendahuluan

Diskursus mengenai pertumbuhan keberlanjutan, termasuk pengguna lahan dan lingkungan, belum menjadi fokus utama. Meningkatnya output industri dengan produktivitas tinggi justru mengabaikan konsekuensi lingkungan yang terjadi akibat ekspansi ekonomi. Arrow *et al.* (2004) menjelaskan bahwa peningkatan output perekonomian menciptakan peningkatan konsentrasi polusi lingkungan dan pada akhirnya membatasi kegiatan ekonomi di masyarakat. Ukaogo *et al.* (2020) menjelaskan beberapa penyebab dari polusi itu sendiri, seperti urbanisasi, industrialisasi, pertambangan dan eksplorasi, aktivitas agrikultur, pembakaran bahan bakar, hingga plastik. Bahkan, Meadows *et al.* (1972) menyatakan bahwa jika aktivitas perekonomian berlanjut dengan pola sama akan menyebabkan sumber daya alam yang semakin menipis dan tingkat polusi yang tidak dapat diprediksi sehingga menimbulkan pertumbuhan ekonomi yang stagnan.

Secara ekonomi, pengaruh polusi terhadap produktivitas dapat dilihat dalam dua skema, yakni skema makro dan skema mikro. Dalam skala makro, dampak polusi terhadap perekonomian digambarkan melalui hubungan antara konsentrasi polusi (khususnya polusi udara) terhadap indikator ekonomi makro, seperti *real output per worker* (Jooste *et al.*, 2022), PDB atau PDRB per kapita (Lee, 2009; Rofiuddin *et al.*, 2017; Lazăr *et al.*, 2019; Ding *et al.*, 2019), hingga tingkat employment (Wu *et al.*, 2022). Hasil yang ditemukan cukup beragam, tergantung pada konteks observasi yang dilakukan. Lazăr *et al.* (2019) menemukan hubungan antara polusi (dalam hal ini CO₂) terhadap perekonomian sepanjang tahun 1996–2015 di beberapa negara Eropa cukup variatif dan menjadi basis akan kompleksitas hubungan dari kedua variabel tersebut. Beralih ke daratan Asia, Ding *et al.* (2019) dengan menggunakan data regional di tiga kota di China, yakni Beijing, Tianjin, dan Hebei sepanjang 1998–2016 menunjukkan hubungan yang non-linear antara tingkat polusi terhadap perekonomian di wilayah tersebut. Di Indonesia sendiri, Rofiuddin *et al.* (2017) menggunakan data Indonesia sepanjang 1967–2013 menemukan bahwa PDB per kapita mempunyai pengaruh positif dan signifikan terhadap tingkat emisi CO₂.



Dampak polusi terhadap perekonomian juga dapat ditelaah dalam skema mikro. Secara umum, polusi menimbulkan berbagai dampak negatif yang kemudian memengaruhi pekerja dalam beraktivitas produktif, seperti penurunan kognitif (Guillermo *et al.*, 2021), ancaman kesehatan (WHO, 2023), hingga mendorong terjadinya migrasi dari para pekerja (Hanna & Oliva, 2015). Selain itu, peningkatan polusi kemudian memaksa pekerja melakukan penyesuaian terhadap *labor supply* (Fan & Grainger, 2023). Lebih jauh lagi, berbagai dampak negatif tersebut mendorong terjadi penurunan aktivitas ekonomi pada skala yang lebih tinggi. Li *et al.* (2020) menjelaskan bahwa polusi menyebabkan terjadi penurunan tingkat TFP (*total factor productivity*) perusahaan melalui penurunan tingkat produktivitas pekerja. Mekanisme ini yang kemudian membuat polusi berdampak negatif pada perekonomian dengan skala yang lebih luas, regional maupun nasional.

Selain itu, polusi juga terkait dengan isu eksternalitas. Polusi dikatakan sebagai eksternalitas negatif karena dihasilkan dari kegiatan-kegiatan ekonomi, seperti produksi dan konsumsi, yang kemudian memberikan dampak buruk terhadap masyarakat luas. Tanpa adanya kebijakan berkaitan pengelolaan polusi, berbagai perusahaan dalam perekonomian mendapatkan pembayaran dari output dan mereka dengan bebasnya menciptakan emisi atau sampah yang bertebaran (Henderson, 1977). Polusi sebagai eksternalitas negatif yang dihasilkan dari aktivitas ekonomi memberikan dampak kepada seluruh populasi yang menyebabkan *social marginal cost* (SMC) jauh lebih besar dibandingkan *privat marginal cost* (PMC) dari aktivitas ekonomi (Lazăr, 2018), yang membuat alokasi sumber daya tidak efisien tanpa adanya keterlibatan berbagai mekanisme, seperti kontrak, perubahan struktur organisasi, dan/atau intervensi pemerintah (Chavas, 2015). Bahkan idealnya, eksternalitas tersebut harus dibebankan kepada pihak yang melakukan pencemaran (Ali & de Oliveira, 2018). Rogna (2020) mencoba menjelaskan dampak dari kerusakan lingkungan terhadap kehilangan produksi, dengan menggunakan skema produksi dua barang (industri dan agrikultur) dan fungsi maksimisasi utilitas individu. Dalam studi ini didapatkan hasil bahwa peningkatan produksi barang industri (yang menciptakan peningkatan polusi) akan mendorong penurunan konsumsi barang industri yang tergambarkan dalam penurunan tingkat *employment*, yang menjadi faktor produksi utama dalam produksi barang tersebut.



Dampak polusi terhadap perekonomian juga dapat ditelaah dalam skema mikro. Secara umum, polusi menimbulkan berbagai dampak negatif yang kemudian memengaruhi pekerja dalam beraktivitas produktif, seperti penurunan kognitif (Guillermo *et al.*, 2021), ancaman kesehatan (WHO, 2023), hingga mendorong terjadinya migrasi dari para pekerja (Hanna & Oliva, 2015). Selain itu, peningkatan polusi kemudian memaksa pekerja melakukan penyesuaian terhadap *labor supply* (Fan & Grainger, 2023). Lebih jauh lagi, berbagai dampak negatif tersebut mendorong terjadi penurunan aktivitas ekonomi pada skala yang lebih tinggi. Li *et al.* (2020) menjelaskan bahwa polusi menyebabkan terjadi penurunan tingkat TFP (*total factor productivity*) perusahaan melalui penurunan tingkat produktivitas pekerja. Mekanisme ini yang kemudian membuat polusi berdampak negatif pada perekonomian dengan skala yang lebih luas, regional maupun nasional.

Selain itu, polusi juga terkait dengan isu eksternalitas. Polusi dikatakan sebagai eksternalitas negatif karena dihasilkan dari kegiatan-kegiatan ekonomi, seperti produksi dan konsumsi, yang kemudian memberikan dampak buruk terhadap masyarakat luas. Tanpa adanya kebijakan berkaitan pengelolaan polusi, berbagai perusahaan dalam perekonomian mendapatkan pembayaran dari output dan mereka dengan bebasnya menciptakan emisi atau sampah yang bertebaran (Henderson, 1977). Polusi sebagai eksternalitas negatif yang dihasilkan dari aktivitas ekonomi memberikan dampak kepada seluruh populasi yang menyebabkan *social marginal cost* (SMC) jauh lebih besar dibandingkan *privat marginal cost* (PMC) dari aktivitas ekonomi (Lazăr, 2018), yang membuat alokasi sumber daya tidak efisien tanpa adanya keterlibatan berbagai mekanisme, seperti kontrak, perubahan struktur organisasi, dan/atau intervensi pemerintah (Chavas, 2015). Bahkan idealnya, eksternalitas tersebut harus dibebankan kepada pihak yang melakukan pencemaran (Ali & de Oliveira, 2018). Rogna (2020) mencoba menjelaskan dampak dari kerusakan lingkungan terhadap kehilangan produksi, dengan menggunakan skema produksi dua barang (industri dan agrikultur) dan fungsi maksimisasi utilitas individu. Dalam studi ini didapatkan hasil bahwa peningkatan produksi barang industri (yang menciptakan peningkatan polusi) akan mendorong penurunan konsumsi barang industri yang tergambarkan dalam penurunan tingkat *employment*, yang menjadi faktor produksi utama dalam produksi barang tersebut.



Kajian edisi ini akan melihat dampak polusi, khususnya polusi udara, melalui berbagai kajian mendalam dari literatur yang ada, terutama dalam level nasional dan provinsi. Secara khusus, kajian ini akan membahas mengenai pengaruh polusi udara terhadap produktivitas pekerja di Indonesia sepanjang tahun 2010-2019 menggunakan analisis statistik deskriptif. Periode analisis ini dipilih untuk menghindari pola yang terjadi akibat *shock* pandemi COVID-19 di tahun 2020 terhadap perekonomian dan produktivitas pekerja. Data yang digunakan dalam analisis studi ini didapatkan dari Badan Pusat Statistik (BPS) Indonesia dan berbagai sumber data lain. Metodologi statistik deskriptif dipilih guna melihat perkembangan hubungan polusi-produktivitas pekerja dalam konteks Indonesia.

Ukuran produktivitas pekerja pada level nasional dihitung dari besarnya nilai produk domestik bruto (PDB) harga konstan dibagi jumlah pekerja di Indonesia, sedangkan produktivitas pada level provinsi dihitung dari besarnya nilai produk domestik regional bruto (PDRB) harga konstan dibagi jumlah tenaga kerja pada masing-masing provinsi. Analisis provinsi dilakukan pada 33 provinsi di Indonesia, dimana Provinsi Kalimantan Utara tidak diperhitungkan karena adanya keterbatasan ketersediaan data. Hasil analisis pada kajian ini diharapkan dapat memberikan gambaran dari hubungan antara polusi udara dan produktivitas pekerja dalam konteks negara berkembang dengan populasi yang besar.



Polusi dan Produktivitas: Kajian Literatur

Dampak polusi terhadap produktivitas pekerja dapat dilihat dalam hubungan kausalitasnya terhadap indikator produktivitas pekerja, termasuk jam kerja maupun tingkat upah. Fan & Grainger (2023) menjelaskan bahwa peningkatan polusi menyebabkan penurunan *labor supply* dari pekerja di China. Ditemukan setidaknya peningkatan 1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ dari PM2,5 menciptakan penurunan jam kerja sebesar 0,235 jam atau 14 menit per minggu. Chen & Zhang (2021) menggunakan data dari *prison factory data* di China menjelaskan bahwa peningkatan satu standar deviasi dari API (*air pollution index*) menciptakan penurunan produktivitas pekerja (dalam hal ini *average piece-rate wage*) dari pekerja narapidana sebesar 6%. Dampak tersebut kemudian dipengaruhi oleh berbagai karakteristik individu, seperti sektor pekerjaan, umur, hingga tingkat pendidikan yang dimiliki individu.

Dalam konteks jenis pekerjaan yang banyak terpapar lingkungan, studi pekerja di sektor subsisten wilayah perdesaan menjadi kasus yang menarik. Masyarakat di wilayah perdesaan (*rural*) cenderung memiliki mata pencaharian agraris, sehingga dampak dari perubahan iklim sebagai akibat dari deforestasi memberikan penjelasan yang lebih terkait perilaku adaptif tenaga kerja. Masuda *et al.* (2021) menemukan bahwa tenaga kerja merespon perubahan iklim sebagai akibat dari deforestasi dengan mengurangi jam kerja. Hal tersebut terjadi karena tenaga kerja merespon kenaikan suhu dengan mengubah perilaku mereka berupa penambahan frekuensi istirahat dalam bekerja, yang kemudian berdampak pada penurunan produktivitas. Kenaikan suhu mungkin menjadi kenaikan *cost of effort* dari tenaga kerja, sehingga insentif berupa kenaikan upah dapat mengurangi atau bahkan meningkatkan *cost of effort*.



Lebih lanjut, dampak buruk dari perubahan polusi terhadap produktivitas juga dipengaruhi oleh timeframe perubahan polusi. He *et al.* (2019) menjelaskan bahwa peningkatan polusi sesaat terhadap tingkat output pekerja tidak signifikan. Namun apabila terjadi peningkatan polusi udara selama 3-4 minggu sebelum proses produksi, hal tersebut akan mendorong penurunan *output* sebesar 0,5-1%. Kemudian apabila peningkatan polusi udara terjadi lebih dari 3 minggu, dampak negatif dari polusi udara tetap berada pada angka kisaran 0,1%. Hal tersebut kemudian menjelaskan bahwa peningkatan polusi tidak akan memengaruhi produktivitas pekerja secara langsung. Namun, dampak negatif polusi baru akan terlihat dari paparan dalam jangka waktu yang lebih panjang (dalam penelitian ini sekitar 3-4 minggu). Meski demikian, dampak negatif tersebut dalam jangka yang lebih panjang lagi akan mengalami penurunan secara *magnitude*.

Kesehatan menjadi salah satu mekanisme dominan dari dampak polusi terhadap produktivitas pekerja dari segenap literatur. Costa *et al.* (2014) menjelaskan bahwa intensifikasi aktivitas manusia berkontribusi terhadap memburuknya polusi udara sehingga berhubungan dengan kesehatan manusia. Kemudian, Seaton *et al.* (1995) menyatakan adanya hubungan antara polusi dengan penderita penyakit pernafasan pada individu rentan yang berujung pada kematian. Dampak buruk pada kesehatan ini akan mengganggu fungsi fisik tubuh manusia sehingga dapat memengaruhi produktivitas seseorang. Dampak polusi terhadap kesehatan seperti pada penurunan fungsi kognitif otak manusia, memiliki dampak tidak langsung pada produktivitas tenaga kerja (Ebenstein *et al.*, 2016).

Mekanisme lain dijelaskan oleh Hoffmann & Rud (2021) menggunakan skema fungsi utilitas harian (*one-day horizon utility function*) yang bergantung pada tingkat konsumsi, c , dan kesehatan, h . Konsumsi menjadi fungsi dari pendapatan tetap individu, tingkat *leisure*, dan tingkat upah tambahan lembur. Di sisi lain, kesehatan bergantung pada karakteristik individu, *leisure*, dan polusi. Hasilnya, dampak polusi terhadap tingkat *labor supply* individu terjadi melalui dua mekanisme. Pertama, *avoidance effect*, dimana polusi akan mendorong pekerja untuk memperbanyak waktu *leisure* demi menghindari dampak negatif dari polusi yang pada akhirnya menurunkan jam kerja individu. Kedua, *productivity effect* dimana polusi menciptakan penurunan biaya kesempatan dari bekerja sehingga menciptakan kurva hambatan biaya yang lebih landai dan tingkat *labor supply* yang lebih rendah.



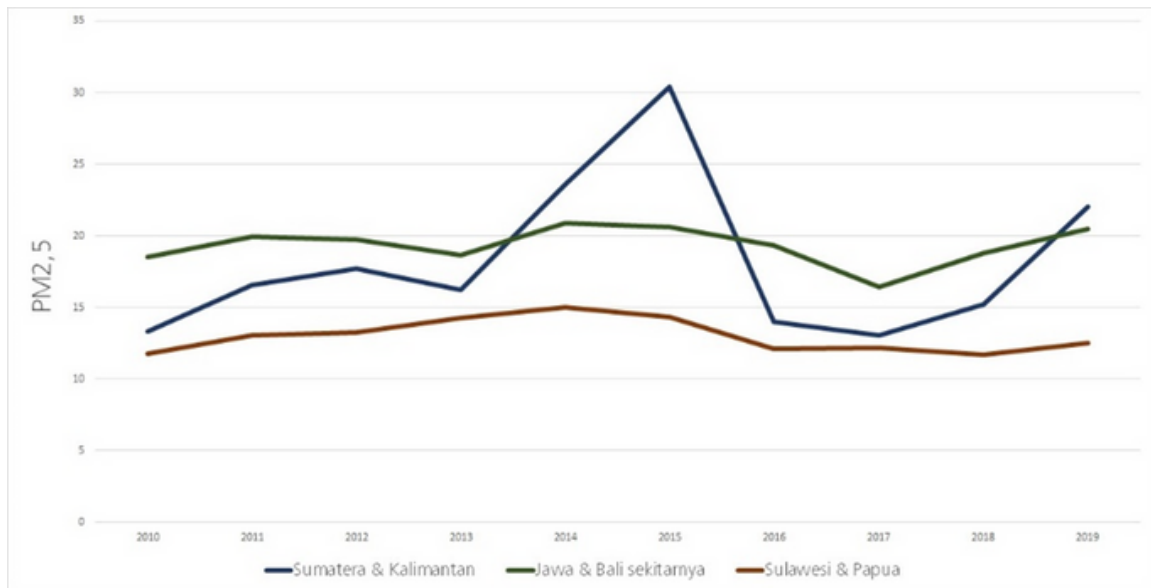
Selain itu, *caregiving* juga menjadi mekanisme yang penting dalam mendorong penurunan *labor supply* dari tenaga kerja sebagai konsekuensi dari memburuknya kualitas udara. Kim *et al.* (2017) menggunakan *natural experiment* untuk melihat dampak jangka menengah dan jangka panjang dari *pollution shocks* terhadap jam kerja tenaga kerja. Ditemukan bahwa *pollution shocks* menurunkan jumlah jam kerja dalam jangka menengah maupun jangka panjang, dengan magnitude yang lebih besar terjadi di jangka menengah. Temuan menarik dalam studi ini adalah bahwa pengaruh polusi terhadap produktivitas pekerja dalam jangka menengah tidak hanya ditemukan melalui mekanisme kesehatan pekerja, akan tetapi juga dipengaruhi faktor tanggungan pekerja. Pekerja yang memiliki anak atau orangtua yang lebih rentan terpapar dampak negatif dari polusi, akan mengurangi jam kerjanya untuk dialokasikan merawat keluarga mereka. Kedua, kondisi kesehatan anggota keluarga lain menimbulkan peningkatan biaya perawatan yang mendorong pekerja untuk mengorbankan waktu kerja mereka untuk merawat anggota keluarga (Linn *et al.*, 1987).

Berbagai dampak negatif melalui segenap mekanisme yang ada juga memengaruhi produktivitas perusahaan. Li *et al.* (2020) meneliti dampak dari polusi terhadap tingkat TFP (*total factor productivity*) menggunakan data perusahaan di China sepanjang tahun 2013–2017. Hasilnya adalah tingkat polusi menghasilkan dampak negatif terhadap tingkat produktivitas skala perusahaan melalui TFP. Selain memang dipengaruhi oleh penurunan produktivitas pekerja, dampak negatif polusi tersebut juga disebabkan oleh beberapa aspek organisasi lain, seperti perubahan regulasi lingkungan, penurunan market value, hingga penurunan kemampuan manajerial dari para manajer.



Analisis Deskriptif Data

1. Perkembangan Polusi Udara dan Produktivitas Pekerja di Indonesia



Gambar 1. Perkembangan Rata-rata Tingkat Polusi di Indonesia 2010-2019

Sumber: AQLI, diolah penulis

Perkembangan tren polusi udara di Indonesia dapat dilihat pada **Gambar 1**. Terlihat bahwa tingkat polusi udara di Indonesia berfluktuatif sepanjang tahun 2010-2019 untuk masing-masing wilayah/regional. Sepanjang tahun 2010-2014, tingkat polusi udara di seluruh wilayah mengalami tren positif (kecuali di 2013). Peningkatan tertinggi terjadi pada tahun 2015 yang disebabkan oleh fenomena alam pada bulan Juni dan Oktober yang menghancurkan 100.000 hektar di beberapa provinsi di Pulau Sumatera dan Kalimantan (Greenstone *et al.*, 2021). Kebakaran hutan tersebut menyebabkan peningkatan pesat tingkat polusi udara di kawasan tersebut, relatif terhadap Pulau Jawa (lihat Gambar 2(a)). Namun setelahnya di tahun 2016 dan 2017, tingkat polusi udara mengalami penurunan secara rata-rata seiring dengan meredanya kebakaran hutan tersebut.



Selanjutnya, pada tahun 2018 dan 2019 tingkat polusi udara mengalami peningkatan kembali, seiring dengan peningkatan aktivitas ekonomi di Pulau Jawa. Bahkan di tahun 2019, terjadi kebakaran hutan di beberapa provinsi di Indonesia (lihat **Gambar 2(b)**), seperti Riau, Kalimantan Tengah, Kalimantan Barat, Sumatera Selatan, dan Jambi (Movanita & Rastika, 2019). Di luar fenomena tersebut, Pulau Jawa, khususnya Provinsi DKI Jakarta dan Jawa Barat, memegang wilayah dengan tingkat polusi udara tertinggi relatif dibandingkan dengan provinsi lain di Indonesia, dimana rata-rata tingkat konsentrasi PM_{2,5} berada pada rentang 14,34 – 32,04 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Secara umum, rata-rata polusi di provinsi yang berada di Pulau Jawa melebihi ambang batas konsentrasi PM_{2,5} oleh WHO yaitu sebesar 15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (P2P Kementerian Kesehatan, 2023). Artinya, sepanjang periode 2018–2019, tingkat kualitas udara di pusat aktivitas Indonesia berada di atas ambang yang ditetapkan oleh WHO. Tingginya tingkat polusi udara tersebut disebabkan oleh besarnya populasi sekaligus peningkatan aktivitas masyarakat di kawasan tersebut (BBC, 2023).

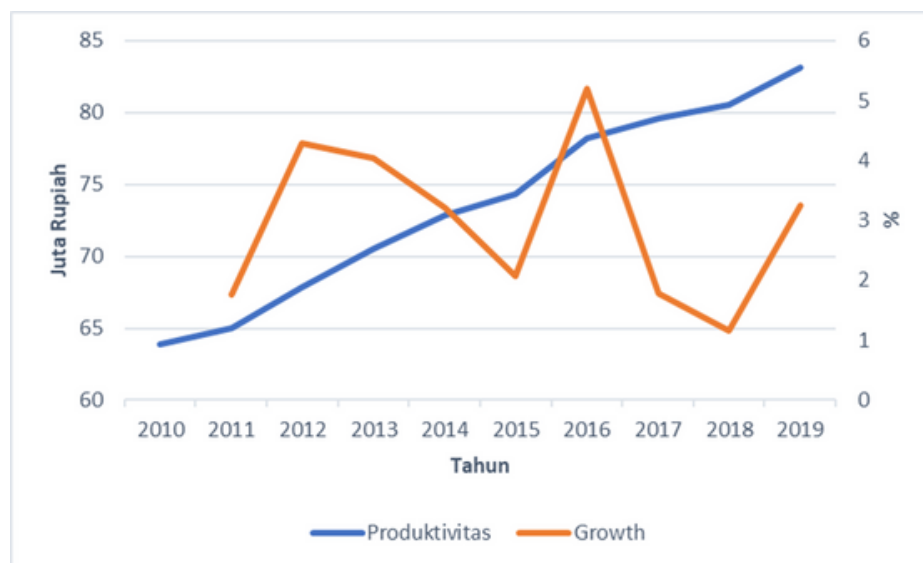


Gambar 2. Persebaran Tingkat Polusi di Indonesia menurut Provinsi: (a) Tahun 2015 dan (b) Tahun 2019

Sumber: AQLI, diolah penulis

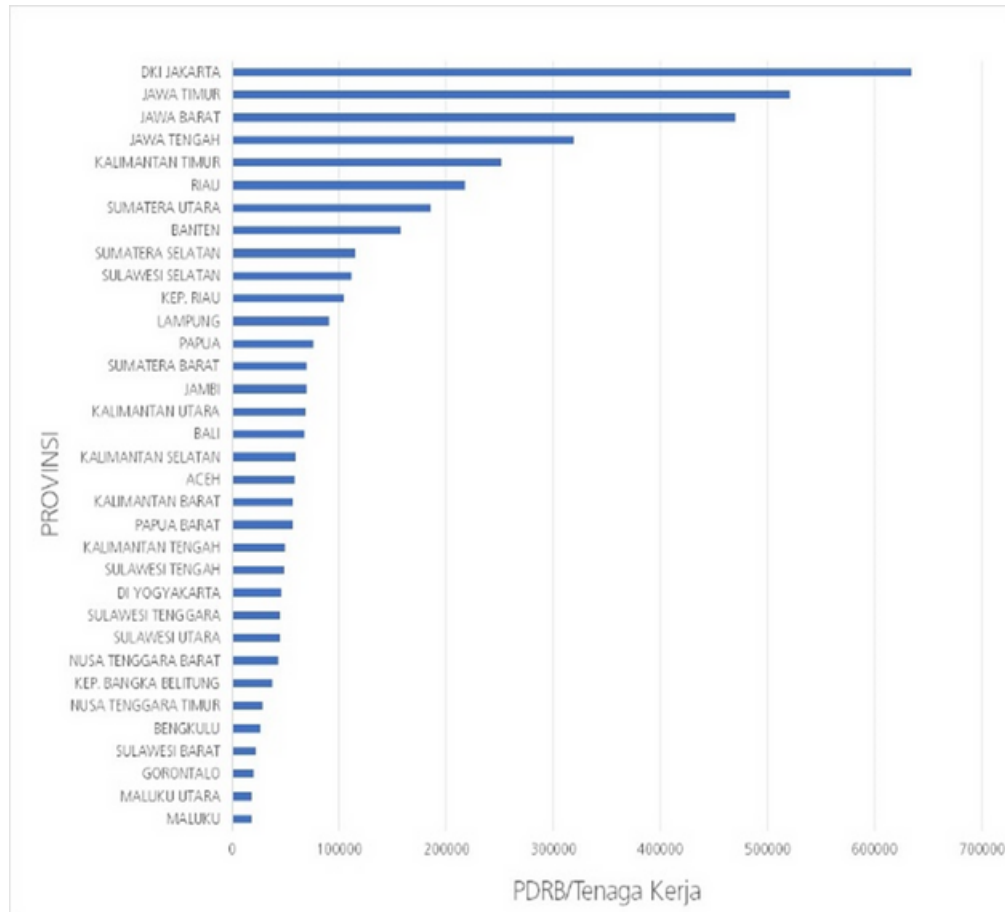


Terkait tren produktivitas pekerja di Indonesia, secara agregat terlihat adanya tren positif atau peningkatan produktivitas pekerja di Indonesia (lihat **Gambar 3**) sepanjang tahun 2010 hingga 2019 (kecuali 2012 dan 2018). Menggunakan tingkat PDB per jumlah tenaga kerja, rata-rata produktivitas pekerja Indonesia antara tahun 2010-2019 adalah sebesar Rp73,6 juta. Secara ukuran pertumbuhan produktivitas, Gambar 3 menunjukkan pola pertumbuhan produktivitas yang cenderung fluktuatif dari tahun 2010-2019. Pertumbuhan produktivitas tenaga kerja pada periode 2010-2019 berada pada kisaran 1,161%-5,206%. Jika diukur secara rata-rata 10 tahunan (dari 2010 sampai 2019), provinsi dengan tingkat produktivitas tertinggi di Indonesia adalah DKI Jakarta, disusul Provinsi Jawa Timur, Jawa Barat, dan Jawa Tengah. Selain itu, rata-rata tingkat produktivitas provinsi lain di Indonesia pada kurun waktu yang sama, berada pada kisaran Rp 6.649.718 – Rp 34.950.041 (lihat **Gambar 4**).



Gambar 3. Perkembangan Produktivitas Tenaga Kerja di Indonesia Tahun 2010-2019

Sumber: BPS, diolah penulis



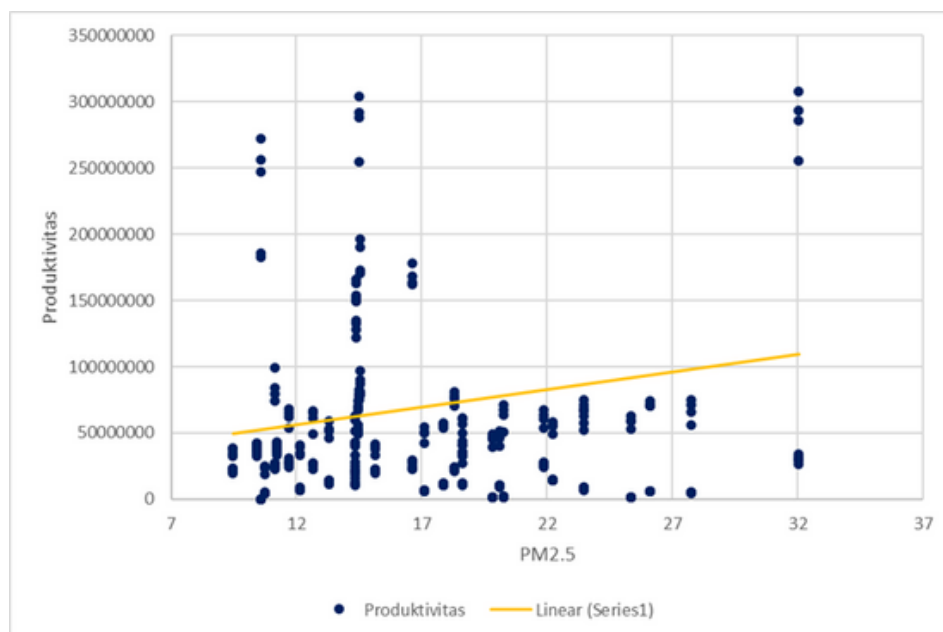
Gambar 4. Rata-rata Produktivitas Tenaga Kerja Antara Tahun 2010-2019 Menurut Provinsi di Indonesia

Sumber: BPS, diolah penulis



2. Korelasi Polusi Udara dan Produktivitas Pekerja

Analisis korelasi antara tingkat polusi udara dan produktivitas pekerja dilakukan dengan melakukan visualisasi *scatter plot*. Hasil pada **Gambar 5** menunjukkan adanya korelasi yang positif antara tingkat polusi udara dan produktivitas pekerja, dimana besarnya nilai koefisien korelasi adalah sebesar 0,22. Hasil ini menunjukkan hubungan searah yang relatif lemah antara tingkat polusi udara dan produktivitas pekerja.



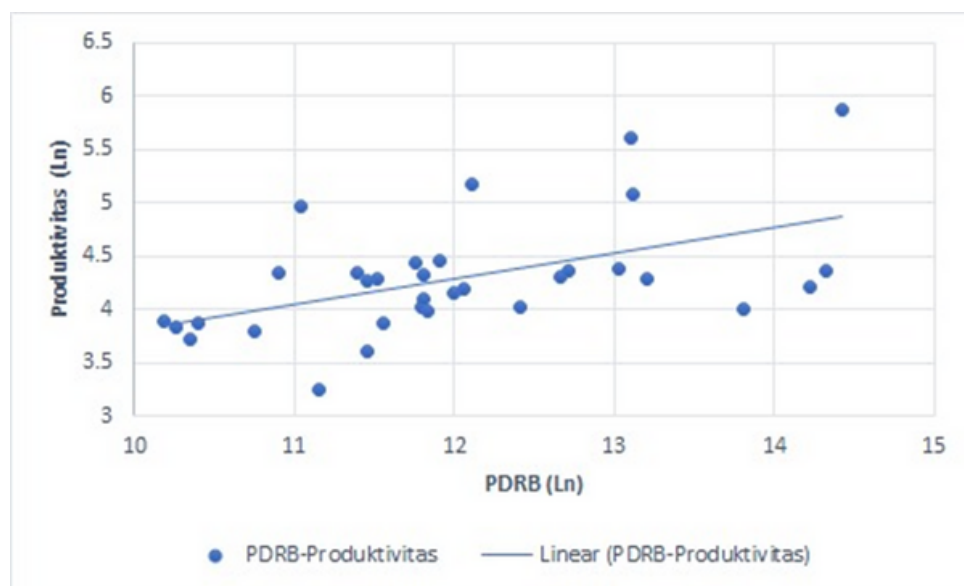
Gambar 5. Korelasi antara Tingkat Polusi Udara dan Produktivitas Pekerja Menurut Provinsi, 2010-2019

Sumber: AQLI dan BPS, diolah penulis

Hasil pada Gambar 5 berbanding terbalik dengan temuan beberapa studi terdahulu yang menunjukkan dampak negatif dari polusi udara terhadap produktivitas pekerja. Namun demikian, hasil ini mungkin sejalan dengan penelitian Rofiuddin *et al.* (2017) untuk Indonesia, yang menemukan bahwa PDB per kapita mempunyai pengaruh positif dan signifikan terhadap tingkat emisi CO₂. Dalam hal ini, produktivitas pekerja dapat memiliki kaitan erat dengan tingkat pendapatan nasional atau PDB suatu negara atau daerah.



Gambar 6 menunjukkan adanya korelasi positif antara produktivitas pekerja dan PDRB provinsi-provinsi di Indonesia. Lebih lanjut, peningkatan PDB nasional maupun PDRB daerah yang didorong oleh meningkatnya kegiatan ekonomi, dapat mengakibatkan tingkat polusi yang lebih tinggi. Dinda (2004) menyatakan bahwa seiring dengan peningkatan proses pembangunan ekonomi, terjadi peningkatan *rate of resource depletion* (Dinda, 2004). Lebih lanjut, Brannlund & Ghalwash (2007) yang dikutip dari Ali & Oliveira (2018) menjelaskan bahwa proses pembangunan ekonomi merujuk kepada berbagai literatur disebabkan oleh dua hal: (1) peningkatan alokasi sumber daya dalam pembangunan infrastruktur dan (2) peningkatan konsumsi sumber daya yang menciptakan polusi akibat dari peningkatan disposable income masyarakat. Argumen tersebut dapat menjadi salah satu penjelasan adanya korelasi positif antara polusi udara dan produktivitas pekerja di Indonesia sepanjang periode 2010–2019.

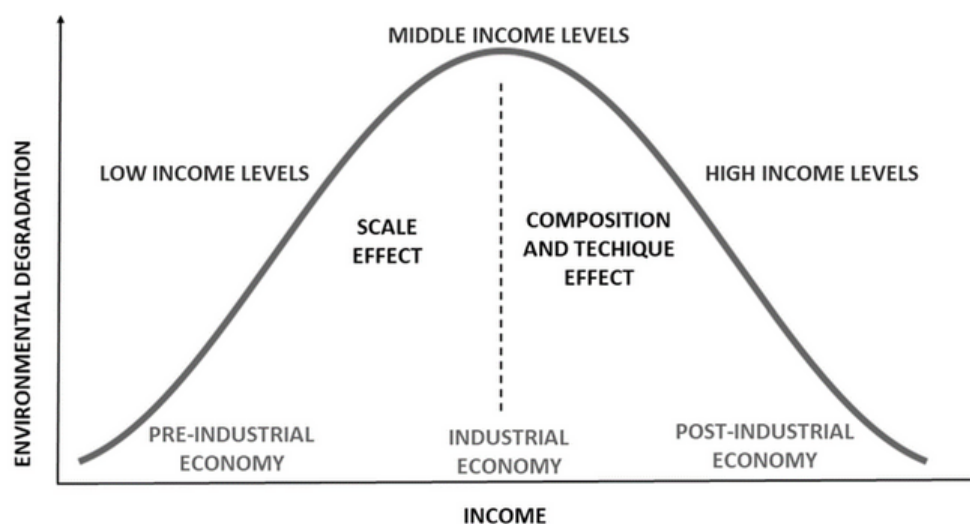


Gambar 6. Korelasi antara PDRB dan Produktivitas Pekerja Tahun 2019

Sumber: BPS, diolah penulis



Penjelasan lainnya adalah terkait hipotesis *Environmental Kuznet Curve* (EKC) yang menjelaskan adanya hubungan non-linear berbentuk *inverted U-shaped* antara jumlah polutan dan per kapita pendapatan. **Gambar 7** menunjukkan bahwa negara yang berada pada tingkat pendapatan rendah (*low-income*) hingga menengah (*middle-income*) memiliki hubungan positif dengan *environmental degradation*. Pada kasus Indonesia, terutama pada periode antara tahun 2010-2018 Indonesia masih berada dalam kategori negara *middle-low income* menurut klasifikasi Bank Dunia dengan rentang *gross national income* (GNI) per kapita sebesar \$2.510 - \$3.850 (World Bank, 2023). Namun di tahun 2019, Indonesia berhasil naik kelas menjadi *upper-middle income* dengan tingkat GNI sebesar \$4.070, sedikit di atas ambang batas pada angka \$4.045 (Finaka & Nurhanisah, 2023). Hal ini juga dapat mendukung hasil temuan korelasi positif antara tingkat polusi udara dan produktivitas pekerja dalam kajian ini, dimaan digambarkan pada kurva EKC (Gambar 7) negara pada level *middle-income* cenderung masih memiliki hubungan positif antara pendapatan negara (yang berbanding lurus dengan tingkat produktivitas pekerja, lihat Gambar 6)) dan *environmental degradation*.



Gambar 7. Environmental Kuznet Curve (EKC)

Sumber: Mitic et al. (2019)



Penutup

Polusi udara memberikan dampak negatif terhadap masyarakat luas tidak hanya soal kesehatan, tetapi juga secara ekonomi. Berbagai studi berupaya untuk melihat dampak yang timbul dari peningkatan polusi terhadap perekonomian, baik pada skala makro maupun mikro. Melalui mekanisme mikro, polusi dapat memengaruhi produktivitas pekerja melalui berbagai transmisi, seperti kesehatan, perilaku *avoidance*, hingga potensi *caregiving*. Kajian ini menganalisis hubungan antara polusi udara dan produktivitas pekerja menggunakan data Indonesia tahun 2010-2019 pada tingkat nasional dan provinsi. Hasilnya ditemukan bahwa peningkatan polusi di Indonesia diasosiasikan dengan peningkatan produktivitas pekerja di Indonesia. Hal ini diperkirakan disebabkan oleh masifnya pembangunan ekonomi di Indonesia pada periode tersebut yang membuat peningkatan polusi terjadi seiring dengan perbaikan indikator perekonomian di negara tersebut. Hasil kajian ini juga dapat dijelaskan oleh hipotesis *Environmental Kuznet Curve* (EKC) yang menjelaskan adanya hubungan non-linear berbentuk *inverted U-shaped* antara jumlah polutan dan per kapita pendapatan. Namun demikian, hasil kajian ini hanya menunjukkan hasil analisis secara deskriptif. Studi lebih lanjut diperlukan untuk melihat hubungan yang lebih kausal.



Referensi

- Ali, S. H., & de Oliveira, J. A. P. (2018). Pollution and economic development: an empirical research review. *Environmental Research Letters*, 13(12), 123003–123003. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/aaeea7>.
- Arrow, K., et al. (2004) Are we consuming too much?. *J Econ Perspect*, 18, pp. 147–72. DOI: 10.1257/O895330042162377.
- AQLI. (2023). Air Quality Life Index Country Spotlight: Indonesia. <https://aqli.epic.uchicago.edu/country-spotlight/Indonesia/>.
- Badan Pusat Statistik. (2020). [SERI 2010] Produk Domestik Regional Bruto (Miliar Rupiah) Harga Konstan. <https://www.bps.go.id/indicator/52/286/1/-seri-2010-produk-domestik-regional-bruto-.html>.
- Badan Pusat Statistik. (2022). Jumlah dan Persentase Penduduk Bekerja dan Pengangguran 2022-2023. <https://www.bps.go.id/indicator/6/1953/1/jumlah-dan-persentase-penduduk-bekerja-dan-pengangguran.html>.
- Chavas, J. P. (2015). Coase Revisited: Economic Efficiency under Externalities, Transaction Costs, and Nonconvexity. *Journal of Institutional and Theoretical Economics*, 171(4), pp. 709–734.
- BBC. (2023). Polusi udara di Jakarta tertinggi se-Asia Tenggara, dua tahun setelah Pemprov DKI kalah gugatan. *Bbc.com*, 8 Juni. <https://www.bbc.com/indonesia/articles/cjmy2nez84vo>.
- Chen, S., & Zhang, D. (2021). Impact of air pollution on labor productivity: Evidence from prison factory data. *China Economic Quarterly International*, 1(2), 148–159. <https://doi.org/10.1016/j.ceqi.2021.04.004>.
- Costa, S., et al. (2014). Integrating Health on Air Quality Assessment—Review Report on Health Risks of Two Major European Outdoor Air Pollutants: PM and NO₂. *Journal of Toxicology and Environmental Health Part B*, 17(6), pp. 307–340, DOI: 10.1080/10937404.2014.946164.
- Dinda, S. (2004). Environmental Kuznets Curve Hypothesis: A Survey. *Ecological Economics*, 49(4), pp. 431–455. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2004.02.011>.



- Ding, Y., et al. (2019). The environmental Kuznets curve for PM2.5 pollution in Beijing-Tianjin-Hebei region of China: A spatial panel data approach. *Journal of Cleaner Production*, 220, pp. 984-994.
- Ebenstein, A. et al. (2016). The Long-Run Economic Consequences of High-Stakes Examinations: Evidence from Transitory Variation in Pollution. *Am. Econ. J. Appl. Econ.*, 8, pp. 36-65. Doi: 10.1257/app.20150213.
- Fan, M., & Grainger, C. (2023). The Impact of Air Pollution on Labor Supply in China. *Sustainability*, 15(17), 13082. <https://doi.org/10.3390/su151713082>.
- Finaka, A. W. (red.), & Nurhanisah, Y. (2023). Indonesia Naik Kelas Jadi Berpenghasilan Menengah Atas. *indonesiabaik.id*, Juli. <https://indonesiabaik.id/infografis/indonesia-naik-kelas-jadi-berpenghasilan-menengah-atas>.
- Greenstone, M., et al. (2021). Indoor Air Quality, Information, and Socio-Economic Status: Evidence from Delhi. *SSRN Electronic Journal*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.3767009>.
- Guillermo, J. et al. (2021). Associations between acute exposures to PM2.5 and carbon dioxide indoors and cognitive function in office workers: a multicountry longitudinal prospective observational study. *Environmental Research Letters*, 16(9), 094047-094047. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ac1bd8>.
- Hanna, R., & Oliva, P. (2015). The effect of pollution on labor supply: Evidence from a natural experiment in Mexico City. *Journal of Public Economics*, 122, 68-79. <https://doi.org/10.1016/j.jpubeco.2014.10.004>
- He, J., et al. (2019). Severe Air Pollution and Labor Productivity: Evidence from Industrial Towns in China. *American Economic Journal: Applied Economics*, 11(1), 173-201. <https://doi.org/10.1257/app.20170286>
- Henderson, J. V. (1977). Externalities in a Spatial Context. *Journal of Public Economics*, 7(1), pp. 89-110. [https://doi.org/10.1016/0047-2727\(77\)90038-X](https://doi.org/10.1016/0047-2727(77)90038-X).
- Hoffmann, B. & Rud, J. P. (2021). Exposure or Income? The Unequal Effect of Pollution on Daily Labor Supply. *Documento de trabajo RedNIE*. <https://rednie.eco.unc.edu.ar/files/DT/109.pdf>.
- Jooste, C., et al. (2022). Pollution and Labor Productivity: Evidence from Chilean Cities. *The World Bank*. <https://doi.org/10.1596/1813-9450-10236>.



- Kim, Y., et al. (2017). Medium- and Long-Term Consequences of Pollution on Labor Supply: Evidence from Indonesia. *IZA Journal of Labor Economics*, 6(5), pp. 1-15.
- Lazăr, A. I. (2018). Economic efficiency vs. positive and negative externalities. *Review of General Management*, 27(1), 112-118.
- Lazăr, D., et al. (2019). Pollution and economic growth: Evidence from Central and Eastern European countries. *Energy Economics*, 81, 1121-1131. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2019.05.011>.
- Lee, C. G. (2009). Foreign direct investment, pollution and economic growth: Evidence from Malaysia. *Applied Economics*, 41(13), 1709-1716. <https://doi.org/10.1080/00036840701564376>.
- Li, B., et al. (2020). The Impact of Haze Pollution on Firm-Level TFP in China: Test of a Mediation Model of Labor Productivity. *Sustainability*, 12(20), 8446. <https://doi.org/10.3390/su12208446>.
- Linn, W. S. et al. (1987). Replicated Dose-Response Study of Sulfur Dioxide Effect in Normal, Atopic, and Ashtmatic Volunteer. *Am. Rev. Respir. Dis.*, 136(5), pp. 1127-1134.
- Masuda, H., et al. (2021). SDGs Mainstreaming at the Local Level: Case Studies from Japan. *Sustainability Science*, 16, pp. 1539-1562.
- Meadows, D. H., et al. (1972). The Limits to Growth – Club of Rome. <https://policycommons.net/artifacts/1529440/the-limits-to-growth/2219251/>.
- Mitic, P., et al. (2019). A Literature Survey of the Environmental Kuznets Curve. *Economic Analysis*, 52(1), pp. 109-127.
- Movanita, A. N. K. & Rastika, I. (2019). Selain Riau, Ini Provinsi dengan Kebakaran Hutan Parah Tahun 2019. nasional.kompas.com, 16 September. <https://nasional.kompas.com/read/2019/09/16/14103181/selain-riau-ini-provinsi-dengan-kebakaran-hutan-parah-tahun-2019?page=all>.
- P2P Kementerian Kesehatan. (2023). Polusi Udara di dalam Ruangan juga Perlu Diwaspadai. p2p.kemkes.go.id, 9 September. <http://p2p.kemkes.go.id/polusi-udara-dalam-ruangan/>.
- Rofiuddin, M., et al. (2017). Economic Activity and Pollution: The case of Indonesia 1967-2013. *Jurnal Ekonomi Pembangunan: Kajian Masalah Ekonomi Dan Pembangunan*, 18(2), 239. <https://doi.org/10.23917/jep.v18i2.5312>.
- Rogna, M. (2020). Microeconomic models of a production economy with environmental externalities. *Environment, Development and Sustainability*, 22(3), 2625-2650. <https://doi.org/10.1007/s10668-019-00313-8>.



Seaton, A. et al. (1995). Particulate Air Pollution and Acute Health Effects. *Lancet.*, 345, pp. 176–178. doi: 10.1016/S0140-6736(95)90173-6.

Ukaogo, P. O., et al. (2020). Environmental pollution: Causes, effects, and the remedies. In *Microorganisms for Sustainable Environment and Health* (pp. 419–429). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-819001-2.00021-8>.

WHO. (2023). Air pollution: The invisible health threat. *Who.int*, 12 Juli. <https://www.who.int/news-room/feature-stories/detail/air-pollution--the-invisible-health-threat>.

World Bank. (2023). GNP per Capita, Atlas Method (Current US\$) – Indonesia. [data.worldbank.org](https://data.worldbank.org/indicator/NY.GNP.PCAP.CD?locations=ID). <https://data.worldbank.org/indicator/NY.GNP.PCAP.CD?locations=ID>.

Wu, B., et al. (2022). The impact of environmental pollution on labor supply: Empirical evidence from China. *Environmental Science and Pollution Research*, 30(10), 25764–25772. <https://doi.org/10.1007/s11356-022-23720-3>