

KAJIAN LITERATUR DAMPAK TRANSPORTASI TERHADAP LINGKUNGAN

Nareswara Hidayat*, Nurul Hidayati

¹ Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Surakarta, Jawa Tengah

*Email: d100210242@student.ums.ac.id

Abstrak

Transportasi memiliki peran penting dalam mendukung aktivitas ekonomi, sosial, dan perdagangan global. Namun, peningkatan aktivitas transportasi juga menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan. Artikel ini menyajikan hasil studi literatur terkait dampak transportasi terhadap masyarakat khususnya lingkungan, meliputi polusi udara, kebisingan, tanah dan air. Kajian literatur didasarkan pada berbagai sumber ilmiah yang relevan. Hasil kajian menunjukkan bahwa sektor transportasi berkontribusi signifikan terhadap pencemaran udara melalui emisi gas rumah kaca seperti CO₂, CO, NO_x, dan partikel yang berdampak pada kesehatan manusia serta perubahan iklim. Selain itu, kebisingan akibat lalu lintas dan aktivitas transportasi udara dapat menimbulkan gangguan fisiologis dan psikologis. Transportasi laut juga berkontribusi terhadap pencemaran air melalui limbah plastik, tumpahan minyak, dan aktivitas industri yang merusak ekosistem laut. Oleh karena itu, diperlukan upaya pengendalian serta penerapan transportasi berkelanjutan guna meminimalkan dampak lingkungan dan mendukung pembangunan berkelanjutan.

Kata kunci: lingkungan, polusi, transportasi

Abstract

Transportation plays a vital role in supporting global economic, social, and trade activities. However, increased transportation activity also has negative impacts on the environment. This article presents the results of a literature study related to the impact of transportation on society, especially the environment, including air, noise, land and water pollution. The literature review is based on various relevant scientific sources. The results of the study indicate that the transportation sector contributes significantly to air pollution through greenhouse gas emissions such as CO₂, CO, NO_x, and particulate matter, which impact human health and climate change. In addition, noise from traffic and air transportation activities can cause physiological and psychological disorders. Maritime transportation also contributes to water pollution through plastic waste, oil spills, and industrial activities that damage marine ecosystems. Therefore, efforts are needed to control and implement sustainable transportation to minimize environmental impacts and support sustainable development.

Keywords: environment, pollution, transportation

1. PENDAHULUAN

Transportasi berperan sebagai penghubung dalam pembentukan perdagangan internasional. Oleh karena itu, dalam beberapa dekade terakhir banyak negara melakukan investasi secara signifikan pada infrastruktur transportasi guna meningkatkan konektivitas dan integrasi dalam jaringan transportasi global (Şahan & Tuna, 2021). Meskipun memberikan berbagai manfaat, pembangunan infrastruktur juga menimbulkan dampak negatif, terutama terhadap lingkungan. Berbagai penelitian menunjukkan bahwa kegiatan konstruksi berskala besar dapat menyebabkan degradasi lingkungan, deforestasi, pencemaran air dan udara, serta kerusakan habitat alami (Alim, 2024). Permasalahan pencemaran lingkungan saat ini tidak hanya terbatas pada polusi udara, air, dan tanah, tetapi juga mencakup pencemaran suara yang terus meningkat seiring dengan perkembangan wilayah perkotaan dan bertambahnya volume lalu lintas (Putri & Santosa, 2022). Kebisingan yang ditimbulkan oleh transportasi dapat memicu tekanan psikologis dan fisiologis yang menyebabkan peningkatan sekresi hormon stres serta naiknya tekanan darah. Kondisi ini berpotensi memberikan dampak negatif terhadap kesehatan kardiovaskular dan metabolisme, terutama apabila terjadi dalam jangka waktu yang lama (Arregi dkk., 2024 ; Rylander, 2004). Sektor transportasi memiliki peran penting dalam kehidupan sehari-hari serta memberikan kontribusi yang cukup besar terhadap emisi pencemaran udara (Rahmawati & Pratama, 2023). Meningkatnya polusi udara di Indonesia menjadi salah satu indikator terjadinya kerusakan lingkungan yang dapat berdampak pada perubahan iklim (Kurniarahma dkk., 2020). Pemakaian bahan bakar fosil sebagai sumber energi untuk menggerakkan mesin menghasilkan berbagai gas rumah kaca, seperti karbon dioksida (CO₂), metana (CH₄), senyawa hidrokarbon lainnya, serta nitrogen oksida (N₂O). Selain itu, proses tersebut

juga menghasilkan polutan udara lain yang telah dikenal luas dampaknya, antara lain karbon monoksida (CO), *Non-methane Volatile Organic Compounds* (NMVOCs), sulfur dioksida (SO₂), partikulat (PM₁₀), dan oksida nitrogen lainnya (NO_x). Gas rumah kaca dan berbagai pencemar udara tersebut dapat memengaruhi kesehatan manusia sebagai reseptor, baik secara langsung maupun tidak langsung (Lindley dkk, 1999). Karbon monoksida (CO) merupakan salah satu gas emisi yang paling berpengaruh terhadap pencemaran udara, dan sebagian besar gas tersebut dihasilkan oleh sektor transportasi akibat proses pembakaran yang tidak sempurna (Tamin, 2007). Seiring dengan meningkatnya jumlah kendaraan serta tingginya ketergantungan global terhadap bahan bakar fosil, sektor transportasi memberikan kontribusi yang signifikan terhadap peningkatan emisi karbon yang merugikan (Primastuti & Puspitasari, 2022).

Berdasarkan uraian di atas telah banyak penelitian tentang dampak transportasi terhadap lingkungan di Indonesia. Penelitian ini bertujuan untuk menyajikan hasil studi literatur terkait dampak transportasi terhadap masyarakat khususnya lingkungan, meliputi polusi udara, kebisingan, air, dan tanah. Kajian literatur didasarkan pada berbagai sumber ilmiah yang relevan.

2. DAMPAK TRANSPORTASI TERHADAP MASYARAKAT

Kemajuan teknologi transportasi ditunjukkan oleh kemampuan dalam mengangkut barang atau penumpang jarak jauh dengan tingkat kecepatan, kenyamanan, dan keamanan yang semakin baik, serta berperan dalam mendukung aktivitas perdagangan dan interaksi antar pemangku peradaban (Kenneth, 2013). Sistem transportasi merupakan suatu interaksi yang dinamis dan kompleks antara penumpang atau barang dengan sarana serta prasarana, yang bertujuan untuk mewujudkan perpindahan yang berkelanjutan dan optimal dari satu lokasi ke lokasi lainnya. Sistem ini mencakup dua aspek utama, yaitu sarana seperti mobil dan pesawat serta prasarana seperti jalan tol dan bandara (Illahi & Mir, 2020). Oleh karena itu, apabila terjadi permasalahan dalam sistem transportasi, maka hal tersebut akan berdampak luas terhadap kelancaran lalu lintas dan pada akhirnya dapat menghambat serta merugikan aktivitas perekonomian masyarakat. Selain itu, upaya dalam mencapai kesejahteraan masyarakat juga turut terhambat. Sebagai contoh, dalam sektor bisnis dan ekonomi, banyak pelaku usaha maupun masyarakat umum yang mengeluhkan kemacetan pada jalur-jalur ekonomi dan bisnis, yang mengakibatkan meningkatnya biaya operasional serta terganggunya aktivitas kerja (Kadarisman dkk., 2015).

Berdasarkan Studi Sosial Pembangunan Infrastruktur (2023), Dampak sosial yang timbul akibat pembangunan infrastruktur juga merupakan aspek penting yang perlu mendapat perhatian. Proses pembebasan lahan kerap menimbulkan konflik antara pemerintah, pihak pengembang, dan masyarakat yang terdampak. Tidak sedikit warga yang harus direlokasi dari tempat tinggalnya tanpa memperoleh kompensasi yang memadai maupun pemberdayaan yang cukup, sehingga memicu ketidakadilan sosial dan menurunnya kualitas hidup. Selain itu, pengusuran tersebut dapat memutus jaringan sosial dan budaya masyarakat yang selama ini menjadi modal sosial dalam kehidupan. Di sisi lain, manfaat pembangunan sering kali lebih banyak dirasakan oleh kelompok masyarakat yang telah memiliki kondisi ekonomi yang lebih baik, sementara kelompok rentan justru mengalami marginalisasi. Sebagai contoh, peningkatan akses transportasi di wilayah perkotaan belum tentu dapat dinikmati oleh masyarakat berpenghasilan rendah di daerah pinggiran apabila biaya transportasi atau biaya hidup turut meningkat akibat pembangunan tersebut (Sadikin dkk., 2025). Dalam praktiknya, sektor transportasi juga sering kali belum menjadi prioritas bagi masyarakat berpendapatan rendah. Transportasi juga kerap menimbulkan dampak negatif bagi kelompok rentan, seperti masyarakat miskin, penyandang disabilitas, perempuan, anak-anak, lanjut usia, serta individu yang tidak memiliki tempat tinggal. Oleh karena itu, kebijakan yang berorientasi pada keadilan sosial seharusnya memprioritaskan penyediaan angkutan umum, fasilitas bagi pejalan kaki, serta moda transportasi tidak bermotor yang mudah diakses oleh seluruh lapisan masyarakat.

Dampak terakhir yang dapat dirasakan masyarakat yaitu kesehatan, karena adanya transportasi dapat menimbulkan polusi udara. Polutan seperti ozon (O₃), nitrogen dioksida (NO₂), dan partikulat (PM) diketahui berhubungan dengan peningkatan risiko serta perkembangan gangguan pernapasan, terutama di wilayah perkotaan dengan tingkat emisi lalu lintas yang tinggi (Odubo & Kosoe, 2024). Berdasarkan WHO (2023), berbagai kajian dalam literatur menunjukkan bahwa paparan polutan beracun dapat menimbulkan dampak kesehatan berupa penyakit kardiovaskular, gangguan pernapasan, hingga kanker paru-paru. Deteksi dini terhadap penyakit pernapasan yang berkaitan dengan paparan polutan menjadi hal yang sangat penting untuk mendukung upaya pengobatan dan pencegahan secara efektif (Zanobetti dkk., 2024). Hal ini disebabkan oleh paparan polusi udara dalam jangka panjang yang berpotensi menyebabkan kondisi serius, seperti asma, Penyakit Paru Obstruktif Kronis (PPOK), dan kanker paru-paru. Identifikasi penyakit sejak tahap awal

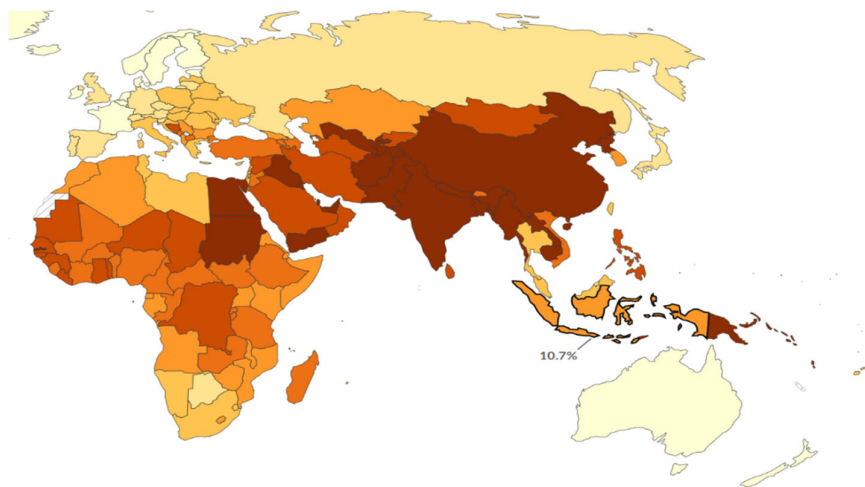
memungkinkan dilakukannya intervensi medis secara tepat waktu, sehingga dapat mengurangi dampak jangka panjang serta meningkatkan tingkat kesembuhan bagi penderita (Lu dkk., 2022).

3. PERMASALAHAN DAMPAK TRANSPORTASI TERHADAP LINGKUNGAN

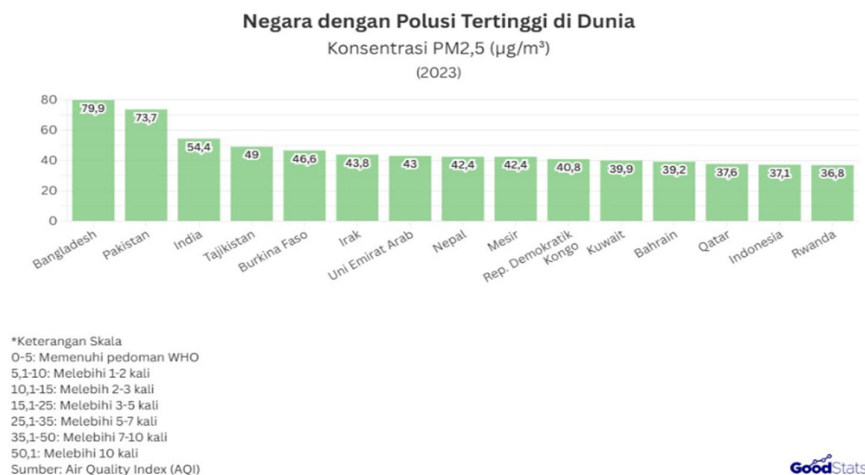
3.1. Polusi udara

Polusi udara merupakan zat, energi, dan/atau komponen lain yang menyebabkan terjadinya polusi udara. Upaya pengendalian polusi udara meliputi pencegahan, penanggulangan, serta pemulihan dampak yang ditimbulkan. Salah satu sumber pencemaran udara berasal dari sumber bergerak spesifik, seperti kereta api, pesawat terbang, kapal laut, dan kendaraan berat lainnya, serta sumber bergerak umum seperti kendaraan bermotor (Sembiring & Samadi, 2023). Dalam meninjau kasus pencemaran udara akibat kendaraan bermotor sebagai suatu dampak, hal tersebut bukan merupakan satu-satunya penyebab yang dapat dipersalahkan. Namun, penggunaan yang tidak tertib dan tidak terkendali justru berpotensi menimbulkan penyalahgunaan yang merugikan lingkungan, khususnya kualitas udara.

Sektor transportasi mengonsumsi sekitar 21% energi primer dan menyumbang sekitar 20% terhadap total emisi gas rumah kaca secara global (Dane dkk., 2009). Peningkatan emisi CO₂ dari sektor transportasi yang terus bertambah menimbulkan dampak terhadap lingkungan serta berpotensi mengancam keberlanjutan pembangunan sebagai dasar pembangunan nasional. Hal ini menjadikan pembangunan berkelanjutan sebagai pertimbangan utama bagi para pembuat kebijakan di bidang ekonomi, transportasi, dan perubahan iklim (Saboori dkk., 2014). Pemakaian bahan bakar fosil sebagai sumber energi untuk menggerakkan mesin menghasilkan berbagai gas rumah kaca, seperti karbon dioksida (CO₂), metana (CH₄), senyawa hidrokarbon lainnya, serta nitrogen oksida (N₂O). Selain itu, proses tersebut juga menghasilkan polutan udara lain yang telah dikenal luas dampaknya, antara lain karbon monoksida (CO), *Non-methane Volatile Organic Compounds* (NMVOCs), sulfur dioksida (SO₂), partikulat (PM10), dan oksida nitrogen lainnya (NO_x). Gas rumah kaca dan berbagai pencemar udara tersebut dapat memengaruhi kesehatan manusia sebagai reseptor, baik secara langsung maupun tidak langsung (Lindley dkk., 1999). Kontribusi pencemaran udara yang berasal dari sektor transportasi mencapai 60%, sehingga menimbulkan permasalahan dalam upaya pemeliharaan kualitas udara. Kendaraan bermotor menyumbang sekitar 25% emisi karbon dioksida (CO₂), serta 90% karbon monoksida (CO) dan 50% oksida nitrogen (NO_x) dari total emisi yang dihasilkan secara global (Kusuma, 2013). Indonesia termasuk dalam negara dengan tingkat polusi tertinggi di dunia, dapat dilihat pada Gambar 1 dan 2.



Gambar 1. Tingkat Polusi Udara di Dunia (Ourworldindata, 2023)



Gambar 2. Diagram Tingkat Polusi Udara di Beberapa Negara (Goodstats, 2023)

3.2. Polusi Suara

Permasalahan pencemaran lingkungan saat ini tidak hanya terbatas pada polusi udara, air, dan tanah, tetapi juga mencakup pencemaran suara yang terus meningkat seiring dengan perkembangan wilayah perkotaan dan bertambahnya volume lalu lintas (Putri & Santosa, 2022). Menurut *World Health Organization* (WHO, 2002), kebisingan didefinisikan sebagai berbagai jenis suara yang tidak diperlukan dan dapat berdampak negatif terhadap kualitas hidup, kesehatan, serta kesejahteraan manusia. Djalante (2010) menambahkan bahwa kebisingan merupakan suara yang tidak diinginkan dan mengganggu manusia, bahkan suara dengan intensitas rendah sekalipun dapat dianggap mengganggu apabila tidak dikehendaki. Selain itu, peningkatan penggunaan jasa transportasi di wilayah perkotaan menyebabkan bertambahnya intensitas kendaraan yang melintas, sehingga berpotensi menimbulkan kepadatan lalu lintas (Wijanarko & Ridlo, 2019).

Tingginya arus lalu lintas menimbulkan berbagai permasalahan, terutama dampak lingkungan berupa gangguan kebisingan di kawasan permukiman maupun tempat umum, seperti rumah sakit, perkantoran, dan instansi pemerintahan (Abduh, 2018). Tingkat kebisingan di jalan raya dapat mencapai 70–80 dB. Salah satu sumber kebisingan lalu lintas berasal dari berbagai jenis kendaraan, baik roda dua, roda tiga, maupun roda empat, dengan penyebab utama berupa bunyi klakson dan suara knalpot (Dalimunthe & Sari, 2020). Kebisingan yang tidak terkendali dapat menimbulkan berbagai gangguan, seperti gangguan fisiologis, psikologis, pendengaran, serta komunikasi (Halil, 2015). Setelah transportasi darat, sektor penerbangan merupakan salah satu penyumbang emisi terbesar dibandingkan moda transportasi lainnya (Van Fan dkk., 2018). Kebutuhan masyarakat terhadap transportasi udara turut menimbulkan dampak kebisingan yang berasal dari mesin pesawat saat proses pendaratan dan lepas landas terhadap kawasan permukiman di sekitar bandar udara. Dampak negatif kebisingan yang terjadi secara terus-menerus dari aktivitas tersebut memiliki cakupan luas dan dapat memengaruhi perilaku manusia, baik dari aspek fisiologis maupun psikologis (Fachrul dkk., 2016). Penerbangan menyumbang sekitar 2,4% emisi CO₂ global yang berasal dari penggunaan bahan bakar fosil, sehingga CO₂ dianggap sebagai Gas Rumah Kaca (GRK) paling dominan yang dihasilkan dari aktivitas penerbangan. Pada tahun 2018, sekitar 920 juta ton CO₂ dilepaskan oleh penerbangan komersial (Graver dkk., 2018). Selain itu, emisi dari sektor penerbangan dinilai lebih berdampak terhadap lingkungan dibandingkan sektor lain karena memengaruhi kondisi atmosfer pada ketinggian tertentu (Sohail dkk., 2021).

3.3. Polusi Air

Laut merupakan ekosistem terbesar di Bumi yang mencakup sekitar 71% dari luas permukaan planet ini serta berperan penting dalam menjaga keseimbangan ekosistem global (Nugraha & Mulyono, 2017). Selain sebagai habitat berbagai biota, laut juga berfungsi dalam pengendalian iklim, siklus hidrologi, serta siklus karbon (Handayani, 2019). Namun, dalam beberapa dekade terakhir, kelestarian laut semakin terancam akibat aktivitas manusia (Uar dkk., 2016). Salah satu ancaman utama adalah penangkapan ikan secara berlebihan (*overfishing*), yang menyebabkan penurunan drastis populasi spesies tertentu dan mengganggu keseimbangan rantai makanan laut (Pham dkk., 2023). Pencemaran air laut meliputi berbagai jenis dan sumber, seperti limbah plastik, tumpahan minyak, limbah industri, serta pencemaran nutrien yang berasal dari aktivitas pertanian (Wijayanti & Chamid, 2021). Selain itu, pencemaran limbah plastik, khususnya dalam bentuk mikroplastik, turut membahayakan biota laut seperti ikan, burung laut, dan plankton karena tertelan secara tidak sengaja.

Partikel mikroplastik tersebut juga berpotensi membawa bahan kimia berbahaya yang teradsorpsi pada permukaannya (Li dkk., 2016).

Selain itu, kegiatan pengeboran dan transportasi laut dapat menyebabkan tumpahan minyak yang berpotensi merusak ekosistem laut serta berdampak pada habitat tertentu, seperti terumbu karang dan hutan mangrove (Zhang dkk., 2019). Laut juga berfungsi sebagai sarana transportasi yang menghubungkan antar wilayah guna mendukung perdagangan, perekonomian, pariwisata, serta keamanan dan kerja sama antarnegara (Ambarita & Sirait, 2020). Dalam perdagangan internasional, transportasi maritim dianggap sebagai moda yang paling efisien untuk mengangkut kargo dan penumpang ke luar negeri dibandingkan dengan moda lain, seperti transportasi udara, kereta api, atau jalan raya (Lenzen dkk., 2023). Indonesia sebagai negara kepulauan dengan luas wilayah laut yang lebih besar dibandingkan daratan memanfaatkan transportasi laut untuk mengoptimalkan potensi distribusi dan pemanfaatan sumber daya (Wahyuni dkk., 2020). Meningkatnya polusi udara di Indonesia menjadi salah satu indikator terjadinya kerusakan lingkungan yang dapat berdampak pada perubahan iklim (Kurniarahma dkk., 2020). Menurut IPCC, perubahan iklim merupakan perubahan kondisi iklim yang dapat diidentifikasi secara statistik, baik melalui perubahan rata-rata maupun variabilitasnya dalam jangka waktu yang panjang. Perubahan ini dipengaruhi oleh faktor internal, seperti variasi alami sistem iklim, serta faktor eksternal, terutama aktivitas manusia yang meningkatkan konsentrasi gas rumah kaca di atmosfer (IPCC, 2014). Sementara itu, NASA mendefinisikan perubahan iklim sebagai perubahan signifikan pada kondisi cuaca global yang berlangsung selama beberapa dekade atau lebih, yang mencakup perubahan suhu rata-rata serta unsur meteorologis lainnya, seperti curah hujan dan pola angin (NASA, 2022).



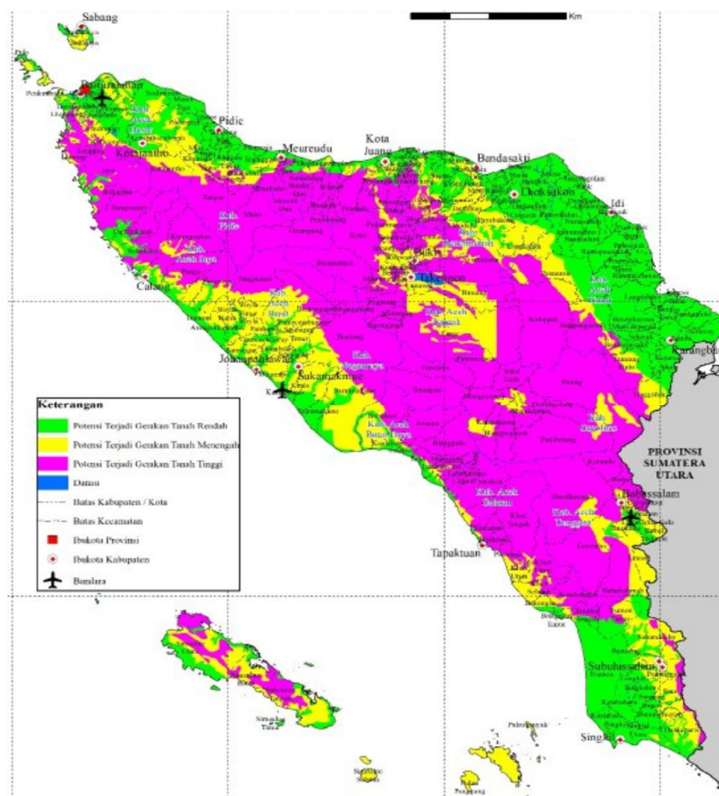
Gambar 3. Presentase Provinsi yang Mengalami Pencemaran Air (databoks, 2022)

3.4. Polusi Tanah

Tanah merupakan komponen penting dalam lingkungan yang berperan penting dalam menunjang kehidupan makhluk hidup. Selain itu, tanah berfungsi mengatur pergerakan air dan zat kimia antara atmosfer dan permukaan bumi, serta berperan sebagai media penyimpanan gas, seperti oksigen dan karbon dioksida, di atmosfer. Tanah tidak hanya mencerminkan proses-proses alami, tetapi juga merekam berbagai aktivitas manusia, baik yang terjadi pada masa kini maupun masa lampau (Mishra dkk., 2016). Polusi tanah merupakan penurunan produktivitas tanah akibat keberadaan bahan pencemar di dalamnya (Ranieri dkk., 2016). Kondisi ini dapat menimbulkan kerusakan, baik dalam jangka pendek maupun jangka panjang, yang ditandai dengan menurunnya pertumbuhan tanaman dan hewan serta terganggunya kesehatan lingkungan yang pada akhirnya berdampak pada kesehatan manusia (Jurewicz dkk., 2010; Havugimana dkk., 2017).

Kegiatan yang memicu polusi tanah, apabila dilakukan secara terus-menerus tanpa upaya pencegahan, akan memberikan dampak negatif terhadap lingkungan dan kualitas tanah itu sendiri. Kesehatan tanah menjadi faktor kunci dalam menjaga fungsi ekosistem, mempertahankan aktivitas biologis, meningkatkan kualitas udara dan air, serta melindungi kesehatan tanaman, hewan, dan manusia (Karlen dkk., 2003; Doran dan Zeiss, 2000). Polusi tanah merupakan salah satu permasalahan lingkungan yang memerlukan penanganan segera. Peningkatan jumlah industri untuk memenuhi kebutuhan masyarakat turut menghasilkan limbah dalam jumlah besar yang, apabila tidak dikelola dengan baik, dapat menimbulkan dampak negatif bagi lingkungan (Zhang

dkk., 2013; Hidayat 2015). Selain itu, kegiatan penambangan sejak dahulu telah memberikan dampak signifikan terhadap tanah, air, dan biota (FAO dan ITPS, 2015). Berbagai kasus menunjukkan adanya pencemaran tanah akibat aktivitas pertambangan di berbagai wilayah dunia. Di Indonesia, kegiatan penambangan di Kecamatan Kluet Tengah, Kabupaten Aceh Selatan, berpotensi menimbulkan bencana seperti longsor dan banjir akibat hilangnya daya dukung tanah terhadap air. Di sisi lain, pengolahan bijih emas yang dilakukan di sekitar permukiman warga menyebabkan limbah dibuang langsung ke tanah, sehingga berisiko mencemari air sumur dan membahayakan kesehatan masyarakat (Rahmatillah dan Husen 2018). Hal tersebut dapat dilihat pada Gambar 4. Selain itu, penelitian pada lahan bekas tambang timah di Provinsi Kepulauan Bangka Belitung menunjukkan adanya kandungan logam berat, seperti tembaga (Cu), timbal (Pb), kadmium (Cd), dan merkuri (Hg). Pada lapisan tanah pucuk ditemukan logam Cu dan Pb, sedangkan Cd dan Hg tidak terdeteksi. Kandungan logam berat tertinggi ditemukan pada material galian dari lapisan tanah bagian bawah (Sukarman dkk., 2020). Kegiatan transportasi di dalam dan di sekitar pusat perkotaan merupakan salah satu sumber utama pencemaran tanah. Hal ini antara lain disebabkan oleh emisi dari mesin pembakaran internal yang dapat mencapai permukaan tanah hingga jarak lebih dari 100 meter melalui proses pengendapan atmosfer, serta akibat tumpahan bahan bakar (Mirsal, 2008). Selain itu, percikan air yang dihasilkan oleh lalu lintas saat hujan dan aliran limpasan, terutama apabila sistem drainase tidak terpelihara dengan baik, dapat memindahkan partikel-partikel yang mengandung logam berat. Partikel tersebut berasal dari korosi komponen logam kendaraan, keausan ban, serta abrasi permukaan jalan (Venuti dkk., 2016; Zhang dkk., 2015). Di samping itu, polutan lain seperti hidrokarbon aromatik polisiklik, partikel karet, dan senyawa hasil olahan bahan plastik juga turut berkontribusi terhadap pencemaran tanah (Kumar dkk., 2016; Wawer dkk., 2015).



Gambar 4. Peta Wilayah Terjadinya Gerakan Tanah Provinsi Aceh (ESDM Provinsi Aceh, 2020)

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil kajian literatur, sektor transportasi memiliki peran yang sangat penting dalam menunjang aktivitas ekonomi, sosial, dan perdagangan. Namun, di balik manfaat tersebut, transportasi juga memberikan dampak negatif yang signifikan terhadap lingkungan dan masyarakat. Dampak utama yang ditimbulkan meliputi pencemaran udara, kebisingan, pencemaran air, dan pencemaran tanah. Emisi gas rumah kaca seperti CO₂, CO, NO_x, serta partikulat dari kendaraan bermotor menjadi penyumbang utama polusi udara yang berdampak pada kesehatan manusia dan perubahan iklim. Selain itu, kebisingan akibat lalu lintas dan aktivitas transportasi dapat menyebabkan gangguan fisiologis dan psikologis. Transportasi laut turut berkontribusi terhadap pencemaran air melalui limbah plastik dan tumpahan minyak yang merusak ekosistem laut, sedangkan aktivitas transportasi darat juga menyebabkan pencemaran tanah akibat endapan emisi dan limbah kendaraan. Secara keseluruhan, peningkatan aktivitas transportasi tanpa pengelolaan yang baik berpotensi menambah kerusakan lingkungan serta menurunkan kualitas hidup masyarakat. Saran untuk pihak terkait yaitu perlu mengembangkan kebijakan transportasi berkelanjutan berbasis energi ramah lingkungan, pengawasan terhadap emisi kendaraan dan aktivitas transportasi harus ditingkatkan secara konsisten, pengembangan serta optimalisasi transportasi publik perlu ditingkatkan untuk mengurangi ketergantungan terhadap kendaraan pribadi. UCAPAN TERIMA KASIH

DAFTAR PUSTAKA

- Abduh, I. M. N. 2018. *Ilmu dan rekayasa lingkungan* (Vol. 1). SAH MEDIA.
- Alim, S. 2024. *Komunikasi Lingkungan: Konsep Kunci Dan Studi Kasus Terkini Di Asia Dan Indonesia*. Universitas Brawijaya Press.
- Ambarita, Y. M. R., & Sirait, T. 2020. Penerapan Model Gravitasi Data Panel: Kajian Perdagangan Internasional Indonesia Ke Negara Anggota Asean. *Seminar Nasional Official Statistics*, 2019(1), 726–737. <https://doi.org/10.34123/semnasoffstat.v2019i1.85>
- Arregi, A., Vegas, O., Lertxundi, A., et al. 2024. Road traffic noise exposure and its impact on health: evidence from animal and human studies—chronic stress, inflammation, and oxidative stress as key components of the complex downstream pathway underlying noise-induced non-auditory health effects. *Environ. Sci. Pollut. Res.* 31, 46820–46839.
- Dalimunthe, K. T., & Sari, M. V. R. 2020. Hubungan Kebisingan dengan Konsentrasi Belajar Siswa di Sekolah MAS AL Washilyah 22 Tembung. *Jurnal Education and Development Institut Pendidikan Tapanuli Selatan*, 8(1), 380–383.
- Dane, W., Wang, X., Pan, X., Zhang, K. M.. 2009. Characterization of On-road Vehicle Emission Factors and Microenvironmental Air Quality in Beijing, China. *Atmospheric Environment* 43 pp. 697–705.
- Data Books. 2022. <https://databoks.katadata.co.id/lingkungan/statistik/a249bf6d2afb84b/pencemaran-air-terjadi-di-10-ribu-desakelurahan-indonesia>
- Dinas Energi dan Sumber Daya Mineral Aceh. 2020. <https://esdm.acehprov.go.id/berita/kategori/esdm-aceh/waspada-potensi-gerakan-tanah-di-aceh>
- Djalante, S. 2010. Analisis Tingkat Kebisingan di Jalan Raya yang Menggunakan Alat Pemberi Isyarat Lalulintas (APIL). *Jurnal Sipil Mesin Arsitektur Elektro*. Vol. 8. No. 4.
- Doran, J. W., Zeiss, M. R. 2000. Soil health and sustainability: managing the biotic component of soil quality. *Applied Soil Ecology* 15: 3–11. Doi: [https://doi.org/10.1016/S0929-1393\(00\)00067-6](https://doi.org/10.1016/S0929-1393(00)00067-6).
- Fachrul, M. F., Yulinawati, H., & Ernawati. 2016. Analisis Pengaruh Tingkat Kebisingan Lalulintas Terhadap Lingkungan Kampus A – Universitas Trisakti A Grogol, Jakarta Barat dan Masyarakat di Sekitarnya. Indonesia *Jurnal of Urban and Environmental Technology*. Vol. 6, DOI: <http://dx.doi.org/10.25105/urbanenvirotech.v6i2.702>
- FAO, ITPS. 2015. *Status of the World's Soil Resources (SWSR) - Main Report*. Rome, Italy, Food and Agriculture Organization of the United Nations and Intergovernmental Technical Panel on Soils. <http://www.fao.org/3/a-i5199e.pdf>.
- Good Stats. 2023. <https://goodstats.id/article/indonesia-masuk-daftar-negara-polusi-udara-tertinggi-zCaUx>
- Graver, B., Zhang, K., Rutherford, D. 2018. *CO2 Emissions from Commercial Aviation*, p. 2019.
- Halil, A., Yanis, A., & Noer, M. 2015. Pengaruh Kebisingan Lalulintas terhadap Konsentrasi Belajar Siswa SMP N 1 Padang. *Jurnal Kesehatan Andalas*, 4(1). <https://doi.org/10.25077/jka.v4i1.188>.

- Handayani, T. 2019. Peranan Ekologi Makroalga Bagi Ekosistem Laut. *Oseana*, 44(1), 1–14.
- Havugimana, E., Bhople, B., Anil, K., Byiringiro, E., Mugabo, J.P., Kumar, A. 2017. Soil pollution-major sources and types of soil and pollutants. *Environmental Science and Engineering*.11(December): 53–86.
- Hidayat, B. 2015. Remediasi tanah tercemar logam berat dengan menggunakan biochar. *Jurnal Pertanian Tropik*, 2(7): 31-41. Doi: <https://doi.org/10.32734/jpt.v2i1.2878>.
- Illahi, U., & Mir, M. S. 2020. Development Of Indices For Sustainability Of Transportation Systems: A Review Of State-Of-The-Art. *Ecological Indicators*, 118, 106760. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2020.106760>
- IPCC. 2014. *Climate Change 2014: Synthesis Report*. Geneva, Switzerland: IPCC.
- Jurewicz, J., Hanke, W., Radwan, M., Bonde, J. P. E. 2010. Environmental factors and semen quality. *Int. J. Occup. Med. Environ. Health*, 22(4):305-329. Doi: 10.2478/v10001-009-0036-1.
- Kadarisman, M., Gunawan, A., & Ismiyati. 2015. Implementasi kebijakan sistem transportasi darat dan dampaknya terhadap kesejahteraan sosial di Jakarta. *Jurnal Manajemen Transportasi & Logistik (JMTransLog)*, 2(1), 59–72.
- Karlen, D. L., Doran, J. W., Weinhold, B. J., Andrew, S. S. 2003. Soil quality humankind's foundation for survival. *Journal of Soil and Water Conservation*: 58(4): 171-179.
- Kenneth, A., Small. 2013. Regional and Urban Economics Parts 1 & 2. In Regional and Urban Economics Parts 1. *Taylor and Francis*. <https://doi.org/10.4324/9781315077161>
- Kumar, V., Kothiyal, N. C., Saruchi, Vikas, P., Sharma, R. 2016. Source, distribution and health effect of carcinogenic polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs)-current knowledge and future directions. *Journal of the Chinese Advanced Materials Society* 4 (4): 1-20. Doi: <https://doi.org/10.1080/22243682.2016.1230475>.
- Kurniarahma, L., Laut, L. T., & Prasetyanto, P. K. 2020. Analisis Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Emisi CO2 di Indonesia. *Directory Journal of Economic*, 2(2), 368–385.
- Kusuma, Y. 2013. Pengaruh Bahan Bakar pada Aktivitas Transportasi Terhadap Pencemaran Udara (pp. 88–101). <https://jurnal.polban.ac.id/index.php/sigmamu/article/view/851>
- Lenzen, M., Tzeng, M., Floerl, O., Zaiko, A., 2023. Application of multi-region input-output analysis to examine biosecurity risks associated with the global shipping network. *Sci. Total Environ.* 854, 158758.
- Li, W. C., TSE, H. F., & FOK, L. 2016. Plastic waste in the marine environment: A review of sources, occurrence and effects. *Science of The Total Environment*, 566–567, 333–349. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.05.084>
- Lindley, S. J., Conlan, D. E., Raper, D. W., Watson, A. F. R. 1999. Estimation of Spatially Resolved Road Transport Emission For Air Quality Management Application In The North West Region Of England. *The Science Of The Total Environment*, 235, pp. 119 132
- Lu, Z. et al. 2022. Air pollution as an early determinant of COPD, *Eur. Respir. Rev.* 31 (165) 220059.
- Mirsal, I. 2008. Soil Pollution: Origin, Monitoring & Remediation. *Springer Science & Business Media*. 310 pp.
- Mishra, R. K., Muhammad, N., Roychoudhury, N. 2016. Soil pollution : causes, effects and control. *Tropical Forest Research Institute*, Jabalpur, MP, India, 3 (January), Vol. 3(1): 1–14.
- NASA. 2022. *National Aeronautics and Space Administration*.
- Nugraha, E., & Mulyono, M. 2017. *Laut Sumber Kehidupan*. STP PRESS.
- Odubo, T. C., Kosoe, E. A. 2024. Sources of air pollutants: impacts and solutions, in: Air Pollutants in the Context of One Health: Fundamentals, Sources, and Impacts, *Springer*, pp. 75–121.
- Our World in Data. 2023. <https://ourworldindata.org/air-pollution>
- Pham, C. Van, Wang, H. C., Chen, S. H., & Lee, J. M. 2023. The Threshold Effect of Overfishing on Global Fishery Outputs: International Evidence from a Sustainable Fishery Perspective. *Fishes*, 8(2). <https://doi.org/10.3390/fishes8020071>
- Primastuti, N. A., & Puspitasari, A. Y. 2022. Studi Literature : Penerapan Green Transportation Untuk Mewujudkan Kota Hijau Dan Berkelanjutan. *Jurnal Kajian Ruang*, 1(1), 62. <https://doi.org/10.30659/jkr.v1i1.19980>
- Putri, D. R., & Santosa, B. 2022. “Polusi Suara dan Tantangan Penanggulangannya di Kawasan Urban. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 20(1), 55–63.

- Rahmatillah S, Husen T. 2018. Penyalahgunaan pengelolaan pertambangan terhadap kerusakan lingkungan hidup di Kecamatan Kluet Tengah. *LEGITIMASI, Jurnal Hukum Pidana dan Politik Hukum*, 3 (1): 149-171. Doi: <http://dx.doi.org/10.22373/legitimasi.v7i1.3969>
- Rahmawati, S., & Pratama, I. N. 2023. Pengaruh Penggunaan Transportasi Berkelanjutan Terhadap Kualitas Udara Dan Kesejahteraan Masyarakat. *Journal of Enviromental Policy and Technology*, 1(2), 90–99.
- Ranieri E, Bombardelli F, Gikas P, Chiaia B. 2016. Soil pollution prevention and remediation. *Applied and Environmental Soil Science*, Vol. 2016: 2–4. Doi: <http://dx.doi.org/10.1155/2016/9415175>.
- Rylander, R., 2004. Physiological aspects of noise-induced stress and annoyance. *J. Sound Vib.* 277, 471–478.
- Saboori, B., Sapri, M., & Bin Baba, M. 2014. Economic growth, energy consumption and CO2 emissions in OECD (Organization for Economic Co-operation and Development)'s transport sector: A fully modified bi directional relationship approach. *Energy*, 66, 150–161.
- Sadikin, G. N., Syaharani, R. A., Johari, G. S., Azizah, S. A., Dewi, A. M., Salsabila, N. N., Vadhilah, V., Iryanudin, & Herdiana, D. 2025. Dampak pembangunan infrastruktur terhadap lingkungan dan kehidupan masyarakat. *Madani: Jurnal Ilmiah Multidisiplin*, 3(5), 377–381. <https://doi.org/10.5281/zenodo.15633132>
- Şahan, D., & Tuna, O. 2021. Policy Implications on Transport Infrastructure–Trade Dynamics: Case of Turkey. *Logistics*, 5(3), 47.
- Sembiring, D., & Samadi. 2023. *Management Of Industrial Chimney Missions*.
- Sohail, M.T., Ullah, S., Majeed, M. T., Usman., A. 2021. Pakistan management of green transportation and environmental pollution: a nonlinear ARDL analysis, *Environ. Sci. Pollut. Res.* 28 29046–29055, <https://doi.org/10.1007/s11356-021-12654-x>.
- Studi Sosial Pembangunan Infrastruktur. (2023). *Dampak Sosial Pembangunan Infrastruktur Di Indonesia*. Jakarta: Lembaga Studi Sosial. Jakarta: Lembaga Studi Sosial
- Sukarman, Gani, R. A., Asmarhansyah. 2020. Tin mining process and its effects on soils in Bangka Belitung Islands Province, Indonesia. *SAINS TANAH – Journal of Soil Science and Agroclimatology*, 17(2): 10.20961/stjssa.v17i2.3.
- Tamin, O. Z. 2007. Menuju Terciptanya Sistem Transportasi Berkelanjutan di Kota-Kota Besar di Indonesia. *Jurnal Transportasi*, 7(2), 87–104.
- Uar, N. D., Murti, S. H., & Hadisusanto, S. 2016. Kerusakan Lingkungan Akibat Aktivitas Manusia Pada Ekosistem Terumbu Karang. *Majalah Geografi Indonesia*, 30(1), 88–95. <https://doi.org/https://doi.org/10.22146/mgi.15626>
- Van Fan, Y., Perry, S., Klemeš, J. J., Lee, C. T.. 2018. A review on air emissions assessment: transportation, *J. Clean. Prod.* 194 673–684, <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.05.151>.
- Venuti A, Alfonsi L, Cavallo A. 2016. Anthropogenic pollutants on top soils along a section of the Salaria state road, central Italy. *Annals of Geophysics* 59 (5) : 1-11. Doi: 10.4401/ag-7021
- Wahyuni, T. I. E., Sunusi, S., Jaya, I., & B. N., S. 2020. Analisis Perkembangan Transportasi Laut Dalam Wilayah Sulawesi Untuk Mendukung Tol Laut. *Jurnal Venus*, 7(13), 61–74. <https://doi.org/10.48192/vns.v7i13.242>
- Wawer, M., Magiera, T., Ojha, G., Appel, E., Kusza, G., Hu, S., Basavaiah, N. 2015. Traffic related pollutants in roadside soils of different countries in Europe and Asia. *Water, Air, & Soil Pollution* 226 (7): 1-14. Doi: 10.1007/s11270-015-2483-6.
- WHO – SEARO (World Health Organization - South East Asia Regional Office). 2002. *Faktor Penyebab Gangguan Pendengaran*. Intercountry Meeting, Colombo.
- WHO. 2023. *Lung Cancer*, Available from: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/lung-cancer>, 2023.
- Wijanarko, I., & Ridlo, M. A. 2019. Faktor-Faktor Pendorong Penyebab Terjadinya Kemacetan Studi Kasus: Kawasan Sukun Banyumanik Kota Semarang. *Jurnal Planologi*, 14(1), 63–74.
- Wijayanti, B. I., & Chamid, C. 2021. Kajian Pengendalian Pencemaran Air Laut Berdasarkan Partisipasi Masyarakat di Kawasan Pesisir Pantai Santolo Kecamatan Cikelet Kabupaten Garut. *Jurnal Riset Perencanaan Wilayah Dan Kota*. 1(1), 23-29. <https://doi.org/10.29313/jrowk.v1i1.74>
- Zanobetti, A. et al. 2024. Early-life exposure to air pollution and childhood asthma cumulative incidence in the ECHO CREW consortium, *JAMA Netw. Open* 7 (2) e240535.
- Zhang, H., Wang, Z., Zhang, Y., Ding, M., Li, L.. 2015. Identification of traffic-related metals and the effects of different environments on their enrichment in roadside soils along the Qinghai Tibet highway. *Environment Science* 521-522: of The Total 160-172. Doi: 10.1016/j.scitotenv.2015.03.054.

- Zhang, B., Matchinski, E. J., Chen, B., Ye, X., Jing, L., & Lee, K. 2019. Chapter 21 - *Marine Oil Spills—Oil Pollution, Sources and Effects* (C. B. T.-W. S. A. E. E. (Second E. Sheppard (ed.); pp. 391–406). Academic Press. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-0-12-805052-1.00024-3>
- Zhang, P., Sun, H., Yu, L., Sun, T. 2013. Adsorption and catalytic hydrolysis of carbaryl and atrazine on pig manure derived biochars: impact of structural properties of biochars. *J Hazard Mater* 244-245: 217-224. anpa Nomor pada judul topik.