

Dampak Polusi Udara terhadap Kesehatan dan Kesiapan Pertahanan Negara di Provinsi DKI Jakarta

Anatansyah Ayomi Anandari¹, Achmad Farid Wadjdi², Gentio Harsono³

^{1,3}Universitas Pertahanan RI, Kawasan IPSC Sentul, Sukahati, Citeureup, Bogor, Jawa Barat, 16810, Indonesia

²Badan Riset dan Inovasi Nasional, Gedung B.J. Habibie, Jl. M.H. Thamrin No. 8, Jakarta Pusat 10340
anatansyah.anadari@tp.idu.ac.id

Abstract

Air pollution in DKI Jakarta Province has reached alarming levels, threatening the health and quality of life of millions of residents and damaging the integrity of national defense preparedness. As the capital and center of Indonesian government, Jakarta plays an important role in the country's defense and security structure. This research was conducted to understand and evaluate the complex impacts of air pollution, which relate not only to public health but also to defense readiness. Through empirical data analysis, interviews with stakeholders, and the application of geospatial intelligence from satellite imagery, this research found various variables that correlate between air pollution, public health, and defense readiness. One of the main findings is that high levels of air pollution have a significant impact on public health conditions, which in turn can disrupt the country's defense readiness. Therefore, these results demonstrate the need for comprehensive and coordinated mitigation actions between various parties, including the provincial government, central government, and the military. These policies and actions should focus on protecting public health, preserving critical military infrastructure, and preparing the country to face additional challenges that may arise, such as climate change. In an increasingly interconnected and complex global context, this research highlights the urgency for a more holistic approach to addressing the problem of air pollution and its multifaceted impacts.

Keywords: DKI Jakarta, Public Policy, Public Health, Defense, Air Pollution

Abstrak

Polusi udara di Provinsi DKI Jakarta telah mencapai tingkat yang alarmant, mengancam kesehatan dan kualitas hidup jutaan penduduk serta merusak integritas kesiapan pertahanan nasional. Sebagai ibu kota dan pusat pemerintahan Indonesia, Jakarta memegang peranan penting dalam struktur pertahanan dan keamanan negara. Penelitian ini dilakukan untuk memahami dan mengevaluasi dampak kompleks dari polusi udara, yang tidak hanya berhubungan dengan kesehatan publik tetapi juga dengan kesiapan pertahanan. Melalui analisis data empiris, wawancara dengan stakeholder, dan penerapan intelijen geospasial dari citra satelit, penelitian ini menemukan berbagai variabel yang berkorelasi antara polusi udara, kesehatan masyarakat, dan kesiapan pertahanan. Salah satu temuan utama adalah bahwa tingkat polusi udara yang tinggi berdampak signifikan terhadap kondisi kesehatan masyarakat, yang pada gilirannya dapat mengganggu kesiapan pertahanan negara. Oleh karena itu, hasil ini menunjukkan kebutuhan untuk tindakan mitigasi yang komprehensif dan terkoordinasi antara berbagai pihak, termasuk pemerintah provinsi, pemerintah pusat, dan pihak militer. Kebijakan dan tindakan ini harus fokus pada melindungi kesehatan masyarakat, menjaga infrastruktur militer yang penting, dan mempersiapkan negara dalam menghadapi tantangan tambahan yang dapat timbul, seperti perubahan iklim. Dalam konteks global yang semakin saling terkait dan kompleks, penelitian ini menyoroti urgensi untuk pendekatan yang lebih holistik dalam menangani masalah polusi udara dan dampaknya yang multifaset.

Kata Kunci: DKI Jakarta, Kebijakan Publik, Kesehatan Masyarakat, Pertahanan, Polusi Udara

Copyright (c) 2023 Anatansyah Ayomi Anandari, Achmad Farid Wadjdi, Gentio Harsono

✉ Corresponding author: Anatansyah Ayomi Anandari

Email Address: anatansyah.anadari@tp.idu.ac.id(Kawasan IPSC Sentul, Bogor, Jawa Barat, 16810, Indonesia)

Received 19 Desember 2023, Accepted 26 Desember 2023, Published 3 Januari 2024

PENDAHULUAN

Polusi udara di Provinsi DKI Jakarta telah mencapai tingkat yang alarmant, sebuah kondisi yang mempengaruhi kualitas hidup jutaan penduduknya dan menjadi sorotan dari berbagai pihak, mulai dari organisasi kesehatan hingga pemerintah daerah (Tan Hoi, 2020) (Tilford, 2017). Tingkat

polutan seperti partikel mikro (PM_{2.5}), karbon monoksida, dan nitrogen dioksida kerap melebihi batas yang dianggap aman oleh Organisasi Kesehatan Dunia (Manisalidis et al., 2020). Dampak langsung dari kondisi ini adalah peningkatan kasus penyakit pernapasan, jantung, dan bahkan kanker di kalangan penduduk (Torjesen, 2015). Namun, ada aspek lain dari masalah ini yang sering kali luput dari perhatian, yaitu implikasi terhadap kesiapan pertahanan negara.

Dalam konteks militer dan pertahanan, kinerja dan kesiapan fisik serta mental personel menjadi faktor yang sangat krusial (Reena et al., 2021). Polusi udara dapat menurunkan fungsi paru-paru, mengurangi stamina, dan bahkan mempengaruhi keseimbangan hormon yang berhubungan dengan stres dan kesejahteraan mental (Hourani et al., 2006). Ini bisa berdampak serius pada kesiapan operasional, baik dalam latihan maupun dalam pengerahan pasukan dalam situasi darurat. Personel yang mengalami gangguan kesehatan akibat polusi udara mungkin membutuhkan waktu lebih lama untuk pulih, atau dalam kasus yang lebih serius, menjadi tidak layak untuk bertugas (Stacey et al., 2018). Tak hanya itu, polusi udara juga berpotensi mempengaruhi peralatan dan infrastruktur pertahanan (Schwab et al., 2011). Misalnya, partikel-partikel di udara dapat menyebabkan korosi pada peralatan logistik dan kendaraan militer, atau bahkan mempengaruhi visibilitas, yang menjadi faktor penting dalam operasi militer (Péter et al., 2018). Peralatan elektronik sensitif juga bisa terpengaruh, mengingat partikel mikroskopis dan gas polutan bisa merusak sirkuit dan komponen elektronik (Abbasi et al., 2013).

DKI Jakarta, sebagai ibu kota dan pusat pemerintahan Indonesia, memegang peranan penting dalam strategi pertahanan nasional (Muksinin, 2020). Kota ini menjadi rumah bagi sejumlah besar personel militer dan kantor-kantor pemerintah yang terlibat dalam keputusan keamanan dan pertahanan. Oleh karena itu, setiap penurunan dalam kesiapan pertahanan dan keamanan di Jakarta bisa berdampak serius pada struktur pertahanan nasional sebagai keseluruhan (Dwi et al., 2018). Dalam skenario ekstrem, ini bisa mencakup lambatnya respon terhadap ancaman, penurunan efektivitas operasi, dan bahkan kegagalan dalam menjaga keamanan negara. Mengingat semua faktor ini, ada kebutuhan mendesak untuk mengakui dan menangani dampak polusi udara terhadap kesiapan pertahanan negara, khususnya di Provinsi DKI Jakarta (Rahardjo & Prihanton, 2020). Ini bukan hanya masalah kesehatan publik, tetapi juga masalah keamanan nasional yang memerlukan perhatian dan solusi yang komprehensif.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memberikan gambaran yang lebih komprehensif mengenai bagaimana polusi udara mempengaruhi kesehatan masyarakat dan kesiapan pertahanan di Provinsi DKI Jakarta. Melalui analisis data empiris dan wawancara dengan stakeholder, kami berusaha untuk memahami dan mengidentifikasi variabel yang saling berkorelasi (Douglass, 2020). Penelitian ini akan mengeksplorasi jenis-jenis polusi yang paling berdampak, mengukur efeknya terhadap berbagai kondisi kesehatan, dan menilai sejauh mana ini mempengaruhi kesiapan pertahanan negara (Garnett et al., 2019). Urgensi penelitian ini terletak pada kebutuhan untuk memahami dampak multifaset dari polusi udara, yang tidak hanya terbatas pada isu-isu kesehatan tetapi juga menjangkau

aspek-aspek keamanan dan pertahanan nasional. Dalam konteks global di mana tantangan lingkungan menjadi semakin kompleks dan saling terkait, kebutuhan untuk pendekatan yang lebih holistik dalam menangani masalah ini menjadi semakin mendesak (Agustian et al., 2020).

Kontribusi dari penelitian ini diharapkan akan sangat berarti baik dalam literatur akademis maupun kebijakan publik. Hasil dari penelitian ini akan memfasilitasi pembuatan kebijakan yang lebih tepat sasaran, memungkinkan praktisi kesehatan untuk merespons dengan lebih efektif, dan membantu institusi pertahanan dalam merancang strategi yang lebih efektif untuk mitigasi dan adaptasi. Dengan demikian, penelitian ini akan menambahkan dimensi baru dalam diskusi tentang polusi udara, kesehatan, dan keamanan, sambil memberikan rekomendasi konkret untuk aksi masa depan. Selain itu, penelitian ini juga akan memperkaya literatur yang ada dengan menawarkan perspektif baru mengenai dampak polusi udara pada aspek keamanan nasional, sebuah area yang relatif kurang dieksplorasi (Errigo et al., 2020). Kita akan memanfaatkan pendekatan interdisipliner, menggabungkan metode kuantitatif dan kualitatif untuk memberikan gambaran yang lebih holistik dan nuansif. Metodologi ini diharapkan bisa menjadi model untuk penelitian-penelitian serupa di masa depan, baik di Indonesia maupun di negara-negara lain yang menghadapi masalah serupa.

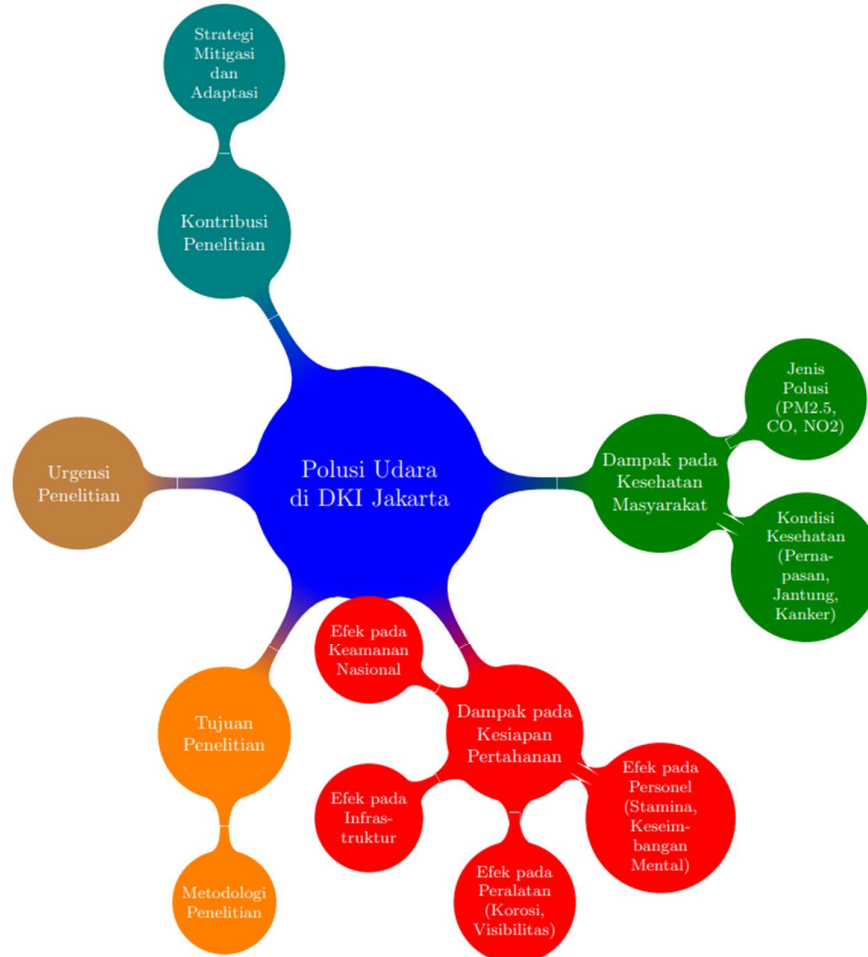
METODE

Dalam upaya untuk memahami dampak kompleks dari polusi udara terhadap kesehatan dan kesiapan pertahanan di Provinsi DKI Jakarta, penelitian ini akan mengadopsi sebuah metodologi yang mencakup analisis korelasi dan geospasial intelijen dari citra satelit. Awalnya, studi akan fokus pada pengumpulan dan evaluasi data sekunder yang mencakup berbagai jenis informasi, mulai dari laporan ilmiah, publikasi dari organisasi kesehatan, hingga data yang disediakan oleh agen pemerintah. Analisis ini bertujuan untuk mengevaluasi tingkat polusi udara yang berdampak, serta memahami bagaimana kondisi ini mempengaruhi kesehatan masyarakat di Jakarta (Bhat et al., 2021).

Setelah memahami latar belakang dan konteks dari data yang tersedia, penelitian akan berlanjut ke tahap analisis statistik yang mendalam. Di sini, teknik analisis korelasi akan digunakan untuk mengukur dan mengevaluasi hubungan antara berbagai variabel yang diteliti (Maulana et al., 2020). Selain itu, geospasial intelijen dari citra satelit akan memberikan perspektif spasial yang penting dalam memahami distribusi polusi udara di wilayah Provinsi DKI Jakarta. Kombinasi teknik ini akan memberikan wawasan yang lebih kuantitatif dan memungkinkan untuk membuat prediksi yang lebih akurat mengenai dampak potensial dari polusi udara.

Tahap akhir dari penelitian ini akan difokuskan pada evaluasi kebijakan. Berdasarkan temuan dari analisis data dan interpretasi statistik serta pemahaman yang mendalam tentang pola polusi udara yang diidentifikasi melalui citra satelit, penelitian akan merumuskan serangkaian rekomendasi kebijakan yang ditujukan untuk mitigasi dan adaptasi. Selain itu, kebijakan yang sudah ada akan dievaluasi untuk menentukan apakah modifikasi atau peningkatan diperlukan untuk menghadapi masalah ini lebih efektif. Dengan menerapkan metodologi ini, penelitian ini diharapkan dapat

memberikan gambaran yang holistik dan berbasis data mengenai bagaimana polusi udara mempengaruhi kesehatan dan kesiapan pertahanan di Provinsi DKI Jakarta. Selanjutnya, temuan ini akan membantu dalam merumuskan strategi dan kebijakan yang lebih efektif untuk mengatasi masalah ini.



Gambar 1. Mind Map Penelitian

HASIL DAN DISKUSI

Analisis Polusi Udara

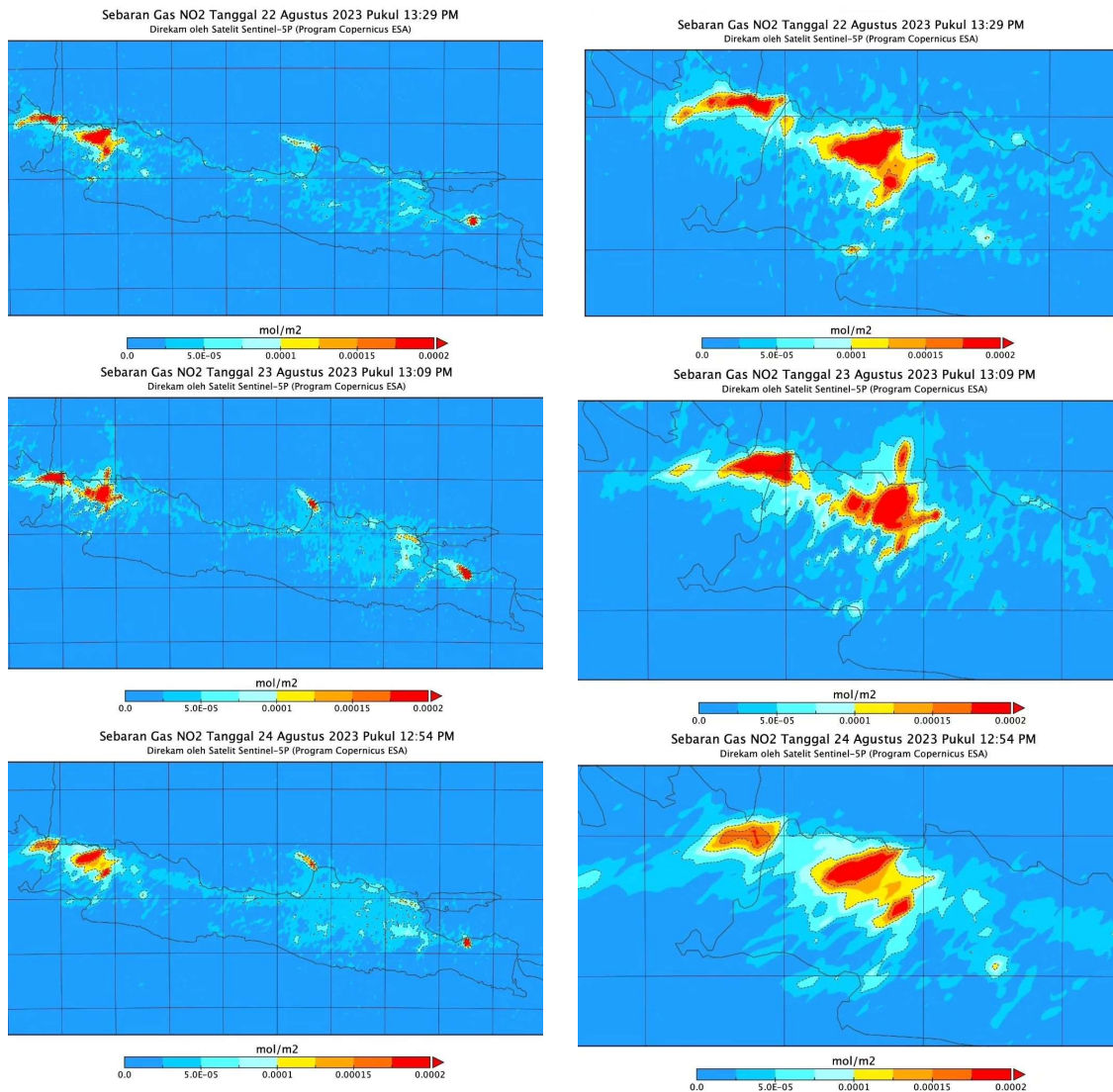
Polusi udara adalah salah satu masalah lingkungan yang serius dan berdampak luas pada kesehatan manusia, ekosistem, dan iklim global (Ivanova, 2020). Polusi ini terjadi ketika bahan-bahan berbahaya seperti partikel, gas, dan senyawa kimia dilepaskan ke atmosfer. Sumber-sumber polusi udara bisa bervariasi, mulai dari kegiatan industri, kendaraan bermotor, hingga alamiah seperti kebakaran hutan dan letusan gunung berapi (Manisalidis et al., 2020). Dari segi komponen, polusi udara terdiri dari berbagai jenis partikel dan gas. Partikel PM2.5 dan PM10 adalah contoh partikel yang sangat kecil dan dapat masuk ke dalam sistem pernapasan manusia (Ghosh et al., 2018). Gas berbahaya seperti karbon monoksida (CO), sulfur dioksida (SO₂), dan nitrogen dioksida (NO₂) juga

sering ditemukan dalam polusi udara (Zorzos et al., 2019). Selain itu, senyawa organik volatil (VOC) dan logam berat juga termasuk dalam daftar polutan udara.

Efek dari polusi udara bisa sangat merusak. Dalam jangka pendek, paparan polusi udara dapat menyebabkan masalah pernapasan, iritasi mata, dan kelelahan. Sementara itu, dampak jangka panjangnya bisa lebih serius, termasuk penyakit jantung, kanker paru-paru, dan bahkan efek negatif pada perkembangan anak (Sivarethinamohan et al., 2020). Polusi udara juga mempengaruhi lingkungan, termasuk perubahan iklim, kerusakan lapisan ozon, dan hujan asam yang dapat merusak ekosistem air dan tanah. Pengendalian polusi udara membutuhkan upaya gabungan dari pemerintah, industri, dan masyarakat. Regulasi ketat pada emisi industri, pembatasan penggunaan kendaraan bermotor, dan promosi energi bersih adalah beberapa cara untuk mengurangi polusi udara (Hunter, 2020). Kesadaran masyarakat juga penting dalam memerangi masalah ini. Mengurangi penggunaan produk yang menghasilkan VOC, melakukan penghijauan, dan memilih untuk berjalan kaki atau menggunakan kendaraan umum adalah beberapa langkah yang bisa diambil oleh setiap individu untuk membantu mengurangi polusi udara.

Teknologi memainkan peran yang krusial dalam mengidentifikasi dan mengurangi polusi udara (Gallagher & Holloway, 2020). Sensor udara canggih, misalnya, dapat memberikan data real-time tentang kualitas udara, yang membantu pemerintah dan organisasi dalam membuat keputusan yang tepat waktu. Selain itu, teknologi pembersihan udara, seperti scrubbers di pabrik atau filter udara di kendaraan, juga membantu dalam mengurangi emisi berbahaya (Pitt & Mudway, 2020). Dalam konteks kebijakan publik, pendekatan multi-disiplin sering kali adalah yang paling efektif. Ini bisa mencakup pembatasan emisi untuk industri tertentu, insentif pajak untuk kendaraan ramah lingkungan, atau bahkan larangan total terhadap aktivitas yang menghasilkan polusi tinggi (Mahajan et al., 2021). Edukasi publik juga merupakan komponen penting dalam strategi ini; masyarakat yang terinformasi lebih cenderung untuk mengambil tindakan pribadi yang mengurangi polusi udara.

Namun, penting untuk diingat bahwa polusi udara adalah masalah global, yang memerlukan solusi global. Negara-negara harus bekerja sama untuk menetapkan standar dan regulasi yang mengurangi emisi berbahaya. Ini terutama penting karena polusi udara tidak mengenal batas; emisi dari satu negara dapat dengan mudah menyebar ke negara lain. Masalah polusi udara juga berhubungan erat dengan isu-isu lain seperti perubahan iklim dan keadilan sosial. Komunitas yang kurang mampu sering kali lebih rentan terhadap efek negatif dari polusi udara, sehingga solusi yang diusulkan harus mempertimbangkan faktor ini untuk mencapai hasil yang adil dan berkelanjutan.



Gambar 2. Konsentrasi Gas NO₂ di Provinsi DKI Jakarta

Gambar-gambar tersebut menunjukkan peningkatan konsentrasi gas NO₂ dari tanggal 22 hingga 24 Agustus 2023 di Provinsi DKI Jakarta, ini bisa menjadi indikator masalah polusi udara yang semakin serius. Gas NO₂, atau nitrogen dioksida, adalah salah satu polutan udara yang paling berbahaya dan sering dihubungkan dengan berbagai masalah kesehatan seperti asma, penyakit jantung, dan bahkan penurunan fungsi paru-paru. Peningkatan konsentrasi NO₂ bisa disebabkan oleh berbagai faktor. Salah satu penyebab utamanya adalah emisi dari kendaraan bermotor dan industri. DKI Jakarta, sebagai ibu kota dan pusat bisnis di Indonesia, memang dikenal memiliki tingkat polusi udara yang cukup tinggi karena kepadatan lalu lintas dan aktivitas industri. Selain itu, kondisi cuaca seperti kecepatan angin yang rendah atau suhu yang tinggi juga bisa mempengaruhi tingkat polusi.

Jika peningkatan ini terjadi dalam jangka waktu yang sangat singkat hanya dalam tiga hari ini bisa menjadi tanda alarm untuk pihak berwenang. Kenaikan cepat ini bisa menunjukkan adanya kejadian atau aktivitas tertentu yang drastis meningkatkan emisi NO₂, seperti mungkin adanya

peningkatan aktivitas industri atau lalu lintas yang luar biasa padat. Penting bagi pihak berwenang untuk segera mengidentifikasi sumber peningkatan ini dan mengambil tindakan mitigasi. Ini bisa termasuk inspeksi mendadak ke pabrik-pabrik, pengetatan regulasi lalu lintas, atau bahkan pengenalan kebijakan darurat seperti pembatasan kendaraan berdasarkan nomor plat. Peningkatan konsentrasi NO₂ dalam beberapa hari bisa menjadi indikator serius yang memerlukan tindakan cepat untuk melindungi kesehatan publik dan lingkungan.

Dampak Polusi Udara Terhadap Kesehatan

Polusi udara memiliki dampak yang signifikan pada saluran pernapasan manusia. Ketika seseorang terpapar polusi udara, partikel-partikel yang terkandung di dalamnya dapat memasuki sistem pernapasan melalui inhalasi (Cheng et al., 2016). Ini sering kali mengakibatkan iritasi pada bagian-bagian awal saluran pernapasan, seperti hidung dan tenggorokan. Kondisi ini dapat menyebabkan gejala yang tidak nyaman, seperti bersin, gatal pada tenggorokan, mata berair, dan batuk (Duan et al., 2020). Terutama pada individu yang memiliki alergi atau sensitivitas tinggi, paparan polusi udara dapat memicu serangan asma yang parah, yang bisa mengancam nyawa dalam beberapa kasus.

Dampak polusi udara tidak terbatas pada reaksi jangka pendek saja. Paparan jangka panjang terhadap polusi udara dapat mengakibatkan masalah kesehatan pernapasan yang lebih serius (Sivarethinamohan et al., 2020). Salah satunya adalah asma, yang dapat menjadi lebih parah dan sulit dikendalikan dengan waktu. Selain itu, paparan kronis terhadap polusi udara dapat menyebabkan bronkitis kronis, yang merupakan kondisi di mana saluran pernapasan kecil di paru-paru menjadi meradang dan menghasilkan lendir berlebihan. Kondisi lain yang terkait dengan paparan jangka panjang adalah penyakit paru obstruktif kronik (PPOK), yang merupakan kelompok penyakit yang mencakup emfisema dan bronkitis kronis. PPOK ditandai dengan kerusakan permanen pada saluran pernapasan dan paru-paru, yang dapat mengurangi kapasitas pernapasan seseorang secara signifikan. Dalam jangka panjang, gangguan saluran pernapasan ini dapat mengganggu kualitas hidup seseorang dan memerlukan perawatan medis yang berkelanjutan. Selain itu, mereka dapat meningkatkan risiko komplikasi serius seperti infeksi pernapasan yang berulang, penurunan fungsi paru-paru, dan risiko kematian yang lebih tinggi (Schraufnagel et al., 2019). Oleh karena itu, menjaga kualitas udara yang baik dan mengurangi paparan polusi udara adalah langkah penting dalam menjaga kesehatan saluran pernapasan dan mencegah penyakit pernapasan kronis.

Polusi udara tidak hanya berdampak pada kesehatan saluran pernapasan melalui iritasi dan penyakit kronis, tetapi juga dapat meningkatkan risiko infeksi saluran pernapasan. Partikel-partikel polusi udara, terutama partikel yang sangat kecil seperti PM_{2,5} (partikulat berukuran 2,5 mikrometer atau lebih kecil), memiliki kapasitas untuk membawa zat-zat berbahaya dan mikroorganisme ke dalam sistem pernapasan manusia (Cheng et al., 2016). Virus dan bakteri adalah contoh mikroorganisme yang dapat terbawa oleh partikel-partikel polusi udara. Ketika seseorang menghirup udara yang terkontaminasi oleh partikel ini, mikroorganisme tersebut dapat masuk ke dalam sistem pernapasan

dan menyebabkan infeksi. Contohnya, flu, batuk, dan pilek adalah penyakit saluran pernapasan yang dapat disebabkan oleh infeksi virus yang dapat ditularkan melalui udara (Grzywa-Celińska et al., 2020). Selain itu, partikel-partikel polusi udara juga dapat membawa senyawa-senyawa berbahaya seperti logam berat dan senyawa organik yang beracun. Paparan terhadap senyawa-senyawa ini dapat merusak sistem kekebalan tubuh dan membuat seseorang lebih rentan terhadap infeksi saluran pernapasan. Selain itu, peradangan yang disebabkan oleh paparan polusi udara juga dapat melemahkan pertahanan alami saluran pernapasan, membuatnya lebih sulit untuk melawan infeksi.

Dalam situasi di mana polusi udara sangat tinggi, seperti kebakaran hutan atau pencemaran udara akibat aktivitas industri, risiko infeksi saluran pernapasan dapat meningkat secara signifikan. Oleh karena itu, penting bagi individu untuk mengambil tindakan pencegahan, seperti menghindari area dengan tingkat polusi udara yang tinggi, menggunakan masker penutup mulut dan hidung ketika diperlukan, dan menjaga kebersihan tangan dan pernapasan agar melindungi diri mereka dari risiko infeksi saluran pernapasan yang disebabkan oleh polusi udara (Carlsten et al., 2020). Paparan polusi udara bukan hanya masalah bagi saluran pernapasan, tetapi juga memiliki dampak serius pada sistem kardiovaskular, yang mencakup jantung dan pembuluh darah. Penelitian telah menunjukkan bahwa polusi udara dapat meningkatkan risiko penyakit kardiovaskular yang berpotensi mematikan. Penyakit jantung koroner adalah salah satu dampak utama dari paparan polusi udara (Jiang et al., 2016). Partikel-partikel kecil dan senyawa kimia beracun dalam polusi udara dapat memasuki aliran darah dan menyebabkan kerusakan pada dinding arteri. Akumulasi plak aterosklerotik dalam arteri dapat mengganggu aliran darah ke jantung, yang dapat meningkatkan risiko serangan jantung. Selain itu, paparan polusi udara juga berhubungan dengan peningkatan risiko stroke. Polusi udara dapat merangsang pembentukan gumpalan darah, yang dapat menyumbat pembuluh darah otak dan menyebabkan stroke. Selain itu, peradangan yang disebabkan oleh polusi udara dapat merusak pembuluh darah otak.

Hipertensi, atau tekanan darah tinggi, adalah dampak kesehatan lainnya yang sering kali terkait dengan paparan polusi udara (Massimo, 2016). Polusi udara dapat menyebabkan ketegangan pembuluh darah dan merusak regulasi tekanan darah. Ini dapat mengakibatkan peningkatan tekanan darah yang berkelanjutan, yang merupakan faktor risiko utama penyakit jantung dan stroke (Oudin et al., 2012). Selain efek langsung pada jantung dan pembuluh darah, polusi udara juga dapat memicu peradangan sistemik dalam tubuh, yang berkontribusi pada perkembangan penyakit kardiovaskular. Peradangan ini dapat merusak jaringan jantung dan memperburuk kondisi kardiovaskular yang sudah ada. Dalam rangka melindungi kesehatan jantung dan pembuluh darah, sangat penting untuk mengurangi paparan polusi udara (Gold & Samet, 2013). Ini dapat mencakup menghindari aktivitas luar ruangan pada hari-hari dengan tingkat polusi yang tinggi, memasang perangkat pembersih udara dalam ruangan, dan mendukung upaya untuk mengurangi emisi polutan udara melalui peraturan dan tindakan berkelanjutan seperti penggunaan energi bersih dan transportasi berkelanjutan.

Paparan jangka panjang terhadap polusi udara dapat memiliki dampak yang sangat serius pada

kesehatan manusia, termasuk meningkatkan risiko perkembangan kanker. Beberapa komponen polusi udara yang paling berbahaya dalam hal risiko kanker adalah partikel halus dengan diameter kurang dari 2,5 mikrometer, yang disebut PM_{2,5}, dan senyawa-senyawa kimia beracun seperti benzena, formaldehida, dan polisiklik aromatik hidrokarbon (PAH). Kanker paru-paru adalah salah satu dampak kesehatan yang paling terkait dengan paparan jangka panjang terhadap polusi udara. Partikel PM_{2,5} dapat masuk ke dalam saluran pernapasan dan menembus lebih dalam ke paru-paru, di mana mereka dapat merusak jaringan dan menyebabkan peradangan kronis. Selain itu, senyawa kimia beracun dalam polusi udara seperti benzena dan formaldehida telah terbukti memiliki sifat karsinogenik, yang berarti mereka dapat menyebabkan mutasi genetik dalam sel-sel paru-paru dan meningkatkan risiko kanker.

Selain kanker paru-paru, paparan jangka panjang terhadap polusi udara juga telah terkait dengan risiko perkembangan kanker lainnya, termasuk kanker payudara, kanker prostat, dan kanker pankreas. Meskipun mekanisme pasti yang mendorong perkembangan kanker akibat polusi udara masih sedang diteliti, dugaan utamanya adalah bahwa senyawa-senyawa beracun dalam polusi udara dapat merusak DNA sel-sel tubuh, yang kemudian dapat menyebabkan pertumbuhan sel-sel kanker. Dalam upaya untuk mengurangi risiko kanker yang terkait dengan paparan polusi udara, penting untuk mengambil langkah-langkah yang efektif untuk mengurangi emisi polutan udara di sumber-sumber utama seperti industri, transportasi, dan pembangkit listrik. Peningkatan kualitas udara dan penggunaan teknologi bersih adalah upaya penting untuk melindungi kesehatan masyarakat dari risiko kanker yang disebabkan oleh polusi udara. Selain itu, individu juga dapat berperan dengan mengurangi paparan pribadi mereka terhadap polusi udara dengan menghindari aktivitas luar ruangan pada hari-hari dengan tingkat polusi yang tinggi dan menggunakan masker penutup mulut dan hidung yang sesuai saat diperlukan.

Polusi udara memiliki dampak yang serius dan beragam terhadap kesehatan masyarakat. Dampak polusi udara mencakup gangguan pada saluran pernapasan, infeksi saluran pernapasan, penyakit kardiovaskular, dan risiko perkembangan kanker. Gangguan saluran pernapasan termasuk iritasi pada hidung, tenggorokan, dan paru-paru, serta risiko perkembangan penyakit pernapasan kronis seperti asma, bronkitis kronis, dan penyakit paru obstruktif kronik (PPOK). Infeksi saluran pernapasan dapat dipicu oleh partikel-partikel polusi udara yang membawa mikroorganisme berbahaya seperti virus dan bakteri. Polusi udara juga meningkatkan risiko penyakit kardiovaskular seperti penyakit jantung koroner, stroke, dan hipertensi. Paparan jangka panjang terhadap polusi udara dapat menyebabkan peradangan dalam pembuluh darah dan merusak jaringan jantung. Selain itu, paparan jangka panjang terhadap polusi udara tertentu dapat meningkatkan risiko perkembangan kanker, terutama kanker paru-paru. Untuk melindungi kesehatan masyarakat dari dampak polusi udara, langkah-langkah penting termasuk mengurangi emisi polutan udara dari sumber-sumber utama, seperti industri dan transportasi, serta mendukung energi bersih dan transportasi berkelanjutan. Selain itu, individu juga dapat mengambil tindakan untuk melindungi diri mereka dengan menghindari

paparan polusi udara yang tinggi dan menggunakan perlindungan seperti masker penutup mulut dan hidung saat diperlukan. Upaya kolektif untuk mengurangi polusi udara adalah kunci untuk menjaga kesehatan masyarakat dan lingkungan yang lebih baik.

Dampak Polusi Udara Terhadap Kesiapan Pertahanan

Polusi udara merupakan masalah global yang telah mempengaruhi berbagai aspek kehidupan manusia, termasuk kesiapan pertahanan suatu negara. Dalam konteks ini, dampak polusi udara terhadap kesiapan pertahanan mencakup beberapa aspek yang perlu dipertimbangkan secara serius. Polusi udara dapat berdampak negatif pada kesehatan masyarakat. Tingginya tingkat polusi udara dapat menyebabkan berbagai penyakit pernapasan dan gangguan kesehatan lainnya. Ketika anggota angkatan bersenjata terpapar polusi udara secara terus-menerus, ini dapat mempengaruhi kondisi fisik dan mental mereka, yang pada gilirannya dapat mengurangi kemampuan mereka dalam menjalankan tugas-tugas pertahanan. Polusi udara juga dapat memengaruhi infrastruktur penting (Gautam & B. Bolia, 2020). Senjata, peralatan militer, dan fasilitas logistik memerlukan perawatan dan pemeliharaan yang baik. Polusi udara, terutama yang mengandung partikel-partikel yang korosif, dapat mempercepat kerusakan infrastruktur militer ini. Ini dapat mengganggu kesiapan pertahanan negara, mengurangi kemampuan untuk merespons ancaman keamanan.

Selain itu, perubahan iklim yang disebabkan oleh polusi udara juga dapat mempengaruhi kesiapan pertahanan. Perubahan pola cuaca ekstrem, seperti banjir, kekeringan, dan badai yang lebih intens, dapat menyulitkan operasi militer dan manajemen bencana. Negara-negara harus mengalokasikan sumber daya tambahan untuk menghadapi konsekuensi perubahan iklim ini, yang dapat mengurangi kemampuan pertahanan mereka (Deni, 2015). Polusi udara dapat mempengaruhi sumber daya alam yang penting untuk keperluan militer, seperti air bersih dan lahan pertanian. Pencemaran udara dapat merusak kualitas air dan tanah, yang pada akhirnya dapat mempengaruhi pasokan makanan dan air untuk personel militer (Isiksal, 2021). Ketergantungan pada pasokan sumber daya alam ini dapat menjadi kerentanan yang signifikan jika sumber daya tersebut terancam oleh polusi udara.

Dalam rangka memitigasi dampak polusi udara terhadap kesiapan pertahanan, negara-negara perlu mengambil langkah-langkah konkret untuk mengurangi emisi polutan udara dan melindungi infrastruktur kunci mereka. Ini termasuk investasi dalam teknologi bersih, pengembangan strategi pertahanan yang lebih tahan terhadap perubahan iklim, dan langkah-langkah untuk memastikan sumber daya alam penting tetap terlindungi. Kesadaran akan hubungan antara polusi udara dan kesiapan pertahanan adalah langkah penting dalam mengatasi tantangan ini. Berikut adalah tabel yang menggambarkan dampak polusi udara terhadap kesehatan dan kesiapan pertahanan negara di Provinsi DKI Jakarta:

Tabel 1. Dampak Polusi Udara Terhadap Kesehatan dan Kesiapan Pertahanan

No	Dampak	Kesehatan Masyarakat	Kesiapan Pertahanan
1	Penyakit Pernapasan	Peningkatan kasus asma, bronkitis, dan infeksi saluran napas.	Prajurit rentan terserang penyakit pernapasan.
		Lonjakan kunjungan ke fasilitas kesehatan akibat gejala.	Peningkatan absensi akibat sakit.
		Angka kematian akibat penyakit pernapasan meningkat.	Keterbatasan fisik dalam situasi krisis.
2	Penyakit Kardiovaskular	Peningkatan risiko penyakit jantung dan stroke.	Pengaruh negatif pada kemampuan fisik.
		Perburukan kondisi kesehatan individu dengan penyakit kardiovaskular.	Peningkatan risiko non-aktifitas.
3	Gangguan Kekebalan Tubuh	Penurunan fungsi sistem kekebalan tubuh.	Rentan terhadap infeksi dan penyakit.
		Peningkatan kerentanan terhadap infeksi dan penyakit lain.	Proses pemulihan lebih lambat.
4	Kondisi Fisik Prajurit	Penurunan daya tahan fisik prajurit.	Keterbatasan dalam melaksanakan tugas.
		Peningkatan kelelahan dan ketidaknyamanan.	Penurunan efisiensi dalam latihan.
5	Kondisi Mental Prajurit	Peningkatan stres dan gangguan mental.	Pengaruh negatif pada kewaspadaan.
		Dampak psikologis akibat penurunan kualitas udara.	Peningkatan risiko reaksi emosional.
6	Kesiapan Operasional	Absensi anggota pasukan akibat sakit.	Gangguan dalam perencanaan operasional.
		Penurunan performa pasukan dalam latihan dan operasi.	Peningkatan risiko kegagalan misi.

Kebijakan dan Tindakan Mitigasi

Kebijakan dan tindakan mitigasi terhadap dampak polusi udara terhadap kesehatan dan kesiapan pertahanan negara di Provinsi DKI Jakarta menjadi penting mengingat permasalahan polusi udara yang signifikan di kawasan tersebut. Dampak negatif dari polusi udara terhadap kesehatan masyarakat dan infrastruktur dapat mengganggu kesiapan pertahanan negara secara keseluruhan. Pertama, dalam konteks kesehatan, pemerintah Provinsi DKI Jakarta telah mengambil beberapa kebijakan proaktif untuk mengurangi dampak polusi udara (Zulfikri, 2023). Ini mencakup pembatasan kendaraan bermotor yang menghasilkan emisi tinggi melalui program ganjil-genap, pengurangan emisi dari industri, dan promosi transportasi berkelanjutan seperti penggunaan transportasi publik dan sepeda (Gunawan et al., 2019). Langkah-langkah ini bertujuan untuk mengurangi jumlah penduduk yang terpapar polusi udara berbahaya, yang dapat membantu menjaga kesehatan masyarakat dan potensi personel militer yang siap untuk tugas pertahanan.

Kedua, dalam hal kesiapan pertahanan, penting untuk menjaga infrastruktur militer agar tetap berfungsi dengan baik. Provinsi DKI Jakarta memiliki fasilitas militer yang penting, dan polusi udara dapat memengaruhi kondisi infrastruktur tersebut. Untuk mengatasi hal ini, perlu dilakukan

pemeliharaan dan perbaikan rutin, serta perlindungan infrastruktur militer dari korosi akibat polusi udara. Kebijakan pemantauan dan pemeliharaan yang ketat harus diterapkan untuk memastikan bahwa fasilitas militer tetap dalam kondisi optimal. Selain itu, Provinsi DKI Jakarta juga perlu memiliki rencana mitigasi untuk menghadapi perubahan iklim yang dapat mempengaruhi kesiapan pertahanan (Muradi, 2017). Ini termasuk penanganan dampak banjir dan cuaca ekstrem yang dapat mempengaruhi operasi militer dan infrastruktur. Pengembangan rencana darurat, pelatihan personel militer dalam penanganan bencana alam, dan investasi dalam infrastruktur tahan iklim adalah langkah-langkah yang harus diterapkan.

Kolaborasi antara pemerintah provinsi, pemerintah pusat, dan pihak militer sangat penting dalam memitigasi dampak polusi udara terhadap kesehatan dan kesiapan pertahanan. Kerjasama ini harus mencakup pengembangan kebijakan bersama, alokasi sumber daya yang memadai, dan koordinasi dalam menangani situasi darurat yang dapat timbul akibat polusi udara atau perubahan iklim. Kebijakan dan tindakan mitigasi yang komprehensif adalah kunci untuk mengatasi dampak polusi udara terhadap kesehatan dan kesiapan pertahanan negara di Provinsi DKI Jakarta (Gunawan et al., 2019). Upaya ini harus fokus pada melindungi kesehatan masyarakat, menjaga infrastruktur militer yang penting, dan siap menghadapi tantangan yang timbul akibat perubahan iklim yang dapat mempengaruhi kesiapan pertahanan negara (Huibin et al., 2021). Tabel berikut ini menyajikan temuan terkait korelasi antara polusi udara dan berbagai aspek kesehatan serta dampaknya pada kesiapan pertahanan. Selain itu, juga rekomendasi kebijakan yang dapat diimplementasikan untuk mengatasi dampak negatif polusi udara pada masyarakat dan personel militer, serta infrastruktur pertahanan negara.

Tabel 2. Temuan dan Rekomendasi Kebijakan

No	Aspek	Indikator	Temuan	Rekomendasi Kebijakan
1	Korelasi antara Polusi Udara dan Penyakit Pernapasan	Insiden Asma, Bronkitis	Tingkat polusi udara berhubungan positif dengan insiden Asma dan Bronkitis	Penerapan regulasi emisi yang lebih ketat, program edukasi masyarakat tentang asma dan bronkitis
2	Korelasi antara Polusi Udara dan Penyakit Kardiovaskular	Insiden Hipertensi, Penyakit Arteri Koroner	Tingkat polusi udara berhubungan positif dengan insiden Hipertensi dan Penyakit Arteri Koroner	Penerapan regulasi emisi yang lebih ketat, program edukasi masyarakat tentang penyakit jantung
3	Korelasi antara Polusi Udara dan Kesejahteraan Mental	Tingkat Stress, Depresi	Tingkat polusi udara berhubungan positif dengan tingkat stress dan depresi	Penerapan program kesadaran mental dan pendidikan psikologis untuk masyarakat
4	Dampak Polusi Udara terhadap Stamina Personel Militer	Daya Tahan Fisik, Kecepatan Respons	Penurunan daya tahan fisik dan kecepatan respons pada personel militer	Peningkatan standar kesehatan dan latihan fisik untuk personel militer

5	Dampak Polusi Udara terhadap Keseimbangan Mental Personel Militer	Konsentrasi, Keputusan Strategis	Penurunan konsentrasi dan kemampuan dalam mengambil keputusan strategis	Program pelatihan mental dan psikologis untuk personel militer
6	Dampak Polusi Udara terhadap Efektivitas Peralatan Pertahanan	Korosi Peralatan, Gangguan Sensor dan Visibilitas	Peningkatan risiko korosi pada peralatan dan gangguan pada sensor dan visibilitas	Peningkatan standar kualitas peralatan dan teknologi sensor
7	Dampak Polusi Udara terhadap Respon Keadaan Darurat	Kecepatan Respon, Efektivitas Evakuasi	Penurunan kecepatan respon dan efektivitas dalam evakuasi keadaan darurat	Pelatihan dan simulasi respon keadaan darurat yang lebih baik

KESIMPULAN

Polusi udara telah memantapkan dirinya sebagai masalah lingkungan dengan jangkauan dan dampak yang sangat luas, meresap ke dalam berbagai aspek kehidupan sosial dan keamanan. Di tingkat kesehatan manusia, dampaknya tidak hanya berhenti pada masalah pernapasan tetapi juga merambat pada masalah kardiovaskular, sistem kekebalan tubuh, dan bahkan meningkatkan risiko kanker. Hal ini menunjukkan betapa pentingnya memperlakukan polusi udara sebagai masalah kesehatan masyarakat yang memerlukan intervensi cepat dan efektif. Dari sudut pandang pertahanan, polusi udara juga menimbulkan tantangan yang tidak kalah serius. Faktor ini berdampak pada kesejahteraan fisik dan mental personel militer, efisiensi dan daya tahan peralatan, serta kesiapan dalam merespons situasi darurat. Dalam konteks ini, kegagalan untuk memperhitungkan dampak polusi udara dalam perencanaan dan strategi pertahanan bisa berakibat fatal. Provinsi DKI Jakarta, sebagai salah satu wilayah dengan tingkat polusi udara yang cukup signifikan, memerlukan serangkaian tindakan yang holistik dan terpadu. Beberapa di antaranya adalah kebijakan ganjil-genap yang lebih ketat, penegakan regulasi emisi industri, serta promosi transportasi berkelanjutan sebagai bagian dari solusi jangka panjang. Di sisi pertahanan, perlu ada pemeliharaan dan perbaikan rutin fasilitas militer serta rencana mitigasi yang mempertimbangkan perubahan iklim dan polusi udara. Apapun yang diperlukan bukanlah sekadar kebijakan atau tindakan isolatif, tetapi sebuah upaya kolaboratif yang melibatkan pemerintah, sektor industri, dan masyarakat. Ini termasuk penerapan regulasi yang lebih ketat, investasi dalam teknologi bersih, dan program edukasi publik untuk meningkatkan kesadaran akan isu ini.

REFERENSI

Abbasi, S., Sellgren, U., & Olofsson, U. (2013). Technical note: Experiences of studying airborne wear particles from road and rail transport. *Aerosol and Air Quality Research*, 13(4), 1161–1169. <https://doi.org/10.4209/aaqr.2012.10.0295>

- Agustian, D., Rachmi, C. N., Indraswari, N., Molter, A., Carder, M., Rinawan, F. R., van Tongeren, M., & Drijejana, D. (2020). Feasibility of indonesia family life survey wave 5 (Ifs5) data for air pollution exposure–response study in indonesia. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, *17*(24), 1–18. <https://doi.org/10.3390/ijerph17249508>
- Bhat, T. H., Jiawen, G., & Farzaneh, H. (2021). Air pollution health risk assessment (Ap-hra), principles and applications. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, *18*(4), 1–29. <https://doi.org/10.3390/ijerph18041935>
- Carlsten, C., Salvi, S., Wong, G. W. K., & Chung, K. F. (2020). Personal strategies to minimise effects of air pollution on respiratory health: Advice for providers, patients and the public. *European Respiratory Journal*, *55*(6). <https://doi.org/10.1183/13993003.02056-2019>
- Cheng, Y.-L., Lee, C.-Y., Huang, Y.-L., Buckner, C. A., Lafrenie, R. M., Dénomée, J. A., Caswell, J. M., Want, D. A., Gan, G. G., Leong, Y. C., Bee, P. C., Chin, E., Teh, A. K. H., Picco, S., Villegas, L., Tonelli, F., Merlo, M., Rigau, J., Diaz, D., ... Mathijssen, R. H. J. (2016). We are IntechOpen , the world ' s leading publisher of Open Access books Built by scientists , for scientists TOP 1 % . *Intech*, *11*(tourism), 13. <https://www.intechopen.com/books/advanced-biometric-technologies/liveness-detection-in-biometrics>
- Deni, J. R. N. R. E. S. in the 2010s and I. for the U. S. M. (2015). New Realities: Energy Security in the 2010s and Implications for the U.S. Military. In *Computer Graphics World* (Vol. 26, Issue 12). <https://publications.armywarcollege.edu/pubs/2313.pdf>
- Douglass, J. A. (2020). How can air quality affect health? *Internal Medicine Journal*, *50*(11), 1403–1404. <https://doi.org/10.1111/imj.15050>
- Duan, R. R., Hao, K., & Yang, T. (2020). Air pollution and chronic obstructive pulmonary disease. *Chronic Diseases and Translational Medicine*, *6*(4), 260–269. <https://doi.org/10.1016/j.cdtm.2020.05.004>
- Dwi, H., Saputri, A., Raja, M., Tan, R., & Shin, W. (2018). Future Challenges in Transforming Jakarta as One of The Best Green House City in Asean Region. *Global Research on Suitable Transport & Logistics*, 1269–1277.
- Errigo, I. M., Abbott, B. W., Mendoza, D. L., Mitchell, L., Sayedi, S. S., Glenn, J., Kelly, K. E., Beard, J. D., Bratsman, S., Carter, T., Chaney, R. A., Follett, A., Freeman, A., Frei, R. J., Greenhalgh, M., Holmes, H. A., Howe, P. D., Johnston, J. D., Lange, L., ... Wilson, D. (2020). Human health and economic costs of air pollution in utah: An expert assessment. *Atmosphere*, *11*(11), 1–28. <https://doi.org/10.3390/atmos11111238>
- Gallagher, C. L., & Holloway, T. (2020). Integrating Air Quality and Public Health Benefits in U.S. Decarbonization Strategies. *Frontiers in Public Health*, *8*(November), 1–16. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2020.563358>
- Garnett, E., Green, J., Chalabi, Z., & Wilkinson, P. (2019). Materialising links between air pollution and health: How societal impact was achieved in an interdisciplinary project. *Health (United*

- Kingdom*), 23(2), 234–252. <https://doi.org/10.1177/1363459318804590>
- Gautam, D., & B. Bolia, N. (2020). Air pollution: impact and interventions. *Air Quality, Atmosphere and Health*, 13(2), 209–223. <https://doi.org/10.1007/s11869-019-00784-8>
- Ghosh, N., Sherali, N., Hiranuma, N., Banerjee, P., Sherali, S., Romero, R., Rogers, J., Bennert, J., Vitale, J., Saadeh, C., & Revanna, C. (2018). Air Pollution With 2.5 Micron Particulate Matters and Testing the Decay of the Aerosol Concentration as a Function of Time to Compare the Efficiency of AHPCO® and Bi-Polar Units in Reducing the Indoor Particle Counts. *European Scientific Journal, ESJ*, 14(6), 26. <https://doi.org/10.19044/esj.2018.v14n6p26>
- Gold, D. R., & Samet, J. M. (2013). Air pollution, climate, and heart disease. *Circulation*, 128(21), 411–414. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.113.003988>
- Grzywa-Celińska, A., Krusiński, A., & Milanowski, J. (2020). ‘Smoging kills’ – Effects of air pollution on human respiratory system. *Annals of Agricultural and Environmental Medicine*, 27(1), 1–5. <https://doi.org/10.26444/aaem/110477>
- Gunawan, H., Bressers, H., Megantara, E. N., Kurnani, T. B. A., Hoppe, T., Mohlakoana, N., & Parikesit. (2019). A governance of climate change mitigation in transport sector and selected co-benefits in Indonesia: The case of Bandung City. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 306(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/306/1/012015>
- Hourani, L. L., Williams, T. V., & Kress, A. M. (2006). Stress, mental health, and job performance among active duty military personnel: Findings from the 2002 department of defense health-related behaviors survey. *Military Medicine*, 171(9), 849–856. <https://doi.org/10.7205/MILMED.171.9.849>
- Huubin, D., Yaqian, G., Zhongguo, L., Yueming, Q., & Xiao, X. (2021). Effects of the joint prevention and control of atmospheric pollution policy on air pollutants-A quantitative analysis of Chinese policy texts. *Journal of Environmental Management*, 300, 113721. <https://doi.org/10.1016/J.JENVMAN.2021.113721>
- Hunter, P. (2020). The health toll of air pollution. *EMBO Reports*, 21(8), 1–4. <https://doi.org/10.15252/embr.202051183>
- Isiksal, A. Z. (2021). Testing the effect of sustainable energy and military expenses on environmental degradation: evidence from the states with the highest military expenses. *Environmental Science and Pollution Research*, 28(16), 20487–20498. <https://doi.org/10.1007/s11356-020-11735-7>
- Ivanova, V. R. (2020). the Anthropogenic Air Pollution and Human Health. *Journal of IMAB - Annual Proceeding (Scientific Papers)*, 26(2), 3057–3062. <https://doi.org/10.5272/jimab.2020262.3057>
- Jiang, X. Q., Mei, X. D., & Feng, D. (2016). Air pollution and chronic airway diseases: What should people know and do? *Journal of Thoracic Disease*, 8(1), E31–E40. <https://doi.org/10.3978/j.issn.2072-1439.2015.11.50>

- Mahajan, M., Kumar, S., Pant, B., Tiwari, U. K., & Khan, R. (2021). Feature selection and analysis in air quality data. *Proceedings of the Confluence 2021: 11th International Conference on Cloud Computing, Data Science and Engineering*, 280–285. <https://doi.org/10.1109/Confluence51648.2021.9376882>
- Manisalidis, I., Stavropoulou, E., Stavropoulos, A., & Bezirtzoglou, E. (2020). Environmental and Health Impacts of Air Pollution: A Review. *Frontiers in Public Health*, 8. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2020.00014>
- Massimo, L. (2016). Ambient Air Pollution and Hypertension: A Relationship that Strikes Around the Clock. *Archives of Clinical Hypertension*, 2, 028–029. <https://doi.org/10.17352/ach.000009>
- Maulana, M., Kurniawan, S., Lesmini, L., & Suryobuwono, A. A. (2020). the Effects of Land Transportation and Logistics Policies in New Normal Against Food Availability. *Advance in Transportation and Logistic Research*, 188–194. <https://proceedings.itltrisakti.ac.id/index.php/ATLR/article/view/264>
- Muksinin, L. (2020). Sishankamrata in the Indonesian State Defense and Security System from the Beginning of Independence to the Reform Period. *Walisongo Law Review (Walrev)*, 2(2), 115. <https://doi.org/10.21580/walrev.2020.2.2.6587>
- Muradi, M. (2017). The Soldiers Welfare: The Military Keynesianism Perspective for The Indonesian Armed Forces's Professionalism. *Asian Social Science*, 13(11), 152. <https://doi.org/10.5539/ass.v13n11p152>
- Oudin, A., Forsberg, B., & Jakobsson, K. (2012). Air pollution and stroke. *Epidemiology*, 23(3), 505–506. <https://doi.org/10.1097/EDE.0b013e31824ea667>
- Péter, S., Tibor, N., Viktória, Kovács, K., Norbert, Z., Chung, C., & Zoltán, M. (2018). *Potentially Toxic Metal-Bearing Phases in Urban Dust and Suspended Particulate Matter*. The Case of Budapest.
- Pitt, S., & Mudway, I. (2020). The Solution to Pollution: Is it Technological? [Opinion]. *IEEE Technology and Society Magazine*, 39(3), 30-35+99. <https://doi.org/10.1109/MTS.2020.3012321>
- Rahardjo, H. A., & Prihanton, M. (2020). The most critical issues and challenges of fire safety for building sustainability in Jakarta. *Journal of Building Engineering*, 29(January), 101133. <https://doi.org/10.1016/j.jobe.2019.101133>
- Reena, B., Cecile, S., Rose, Gregory, P., Downey, Brian, J., Day, & Hong, Wei, C. (2021). Role of Particulate Matter from Afghanistan and Iraq in Deployment-Related Lung Disease. *Chemical Research in Toxicology*. <https://doi.org/10.1021/ACS.CHEMRESTOX.1C00090>
- Schraufnagel, D. E., Balmes, J. R., Cowl, C. T., De Matteis, S., Jung, S. H., Mortimer, K., Perez-Padilla, R., Rice, M. B., Riojas-Rodriguez, H., Sood, A., Thurston, G. D., To, T., Vanker, A., & Wuebbles, D. J. (2019). Air Pollution and Noncommunicable Diseases: A Review by the Forum of International Respiratory Societies' Environmental Committee, Part 1: The Damaging

- Effects of Air Pollution. *Chest*, 155(2), 409–416. <https://doi.org/10.1016/j.chest.2018.10.042>
- Schwab, J. H., Williams, A. L., Birnbaum, M. L., Emberts, Z. T., Padjen, P. D., Bhattacharya, A., & Olson, S. K. (2011). (A153) Analysis of Chest Compressions: Measured Using the Quality Compression Index and Performance Disparities among Demographic Characteristics. *Prehospital and Disaster Medicine*, 26(S1), s43–s44. <https://doi.org/10.1017/s1049023x11001518>
- Sivarethinamohan, R., Sujatha, S., Priya, S., Sankaran, Gafoor, A., & Rahman, Z. (2020). Impact of air pollution in health and socio-economic aspects: Review on future approach. *Materials Today: Proceedings*, 37(Part 2), 2725–2729. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.08.540>
- Stacey, M. J., Hill, N., & Woods, D. (2018). Physiological monitoring for healthy military personnel. *Journal of the Royal Army Medical Corps*, 164(4), 290–292. <https://doi.org/10.1136/jramc-2017-000851>
- Tan Hoi, H. (2020). Effects of Air Pollution and Measures to Improve City Community's Health. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 581(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/581/1/012031>
- Tilford, S. (2017). Air pollution—are we doing enough? *International Journal of Health Promotion and Education*, 55(4), 229–231. <https://doi.org/10.1080/14635240.2017.1333671>
- Torjesen, I. (2015). Even low levels of air pollution are linked to more deaths in over 65s, study finds. *BMJ (Online)*, 350(June), 3043. <https://doi.org/10.1136/bmj.h3043>
- Zorzos, A., Alexiadis, A., & Zacharopoulos, S. (2019). Air Pollution: Sources and Global Statistics. *Open Schools Journal for Open Science*, 1(3), 46. <https://doi.org/10.12681/osj.19576>
- Zulfikri, A. (2023). Effects of Pollution and Transportation on Public Health in Jakarta. *West Science Interdisciplinary Studies*, 1(03), 22–26. <https://doi.org/10.58812/wsis.v1i03.51>