

# **ECO-PHOTOCATALYTIC PAVING: INOVASI PAVING PIEZOELEKTRIK-TIO<sub>2</sub> UNTUK ENERGI BERKELANJUTAN DAN REDUKSI POLUSI UDARA PERKOTAAN**

**Rabiatun Adwiyyah, Dewi Sekar Intan Nor Aini, Ma'rifaturoziah**

Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang

[rabiatunadwiyyah@gmail.com](mailto:rabiatunadwiyyah@gmail.com), [Intansekar551@gmail.com](mailto:Intansekar551@gmail.com),

[marifaturoziah20@gmail.com](mailto:marifaturoziah20@gmail.com)

+62852-5348-7200, +62856-4021-0541, +62831-9526-9911

## **1. Pendahuluan**

### **1.1 Latar Belakang**

Pencemaran udara menjadi salah satu permasalahan lingkungan yang semakin mengkhawatirkan di Indonesia, terutama di kawasan perkotaan dengan tingkat aktivitas kendaraan dan industri yang tinggi. Berdasarkan laporan kualitas udara global IQAir tahun 2025, Indonesia termasuk negara dengan tingkat polusi udara tertinggi di Asia Tenggara. Tingginya emisi gas buang kendaraan bermotor, aktivitas industri, pembakaran sampah, serta penggunaan energi berbasis bahan bakar fosil menyebabkan kualitas udara terus mengalami penurunan. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa polusi udara menjadi ancaman serius yang tidak hanya berdampak pada lingkungan, tetapi juga terhadap kesehatan masyarakat.

Polusi udara di Indonesia memberikan dampak besar terhadap meningkatnya berbagai penyakit. Menurut Musadad (2024), lima penyakit utama akibat polusi udara di Indonesia meliputi stroke, penyakit jantung iskemik, diabetes melitus, penyakit paru obstruktif kronis (*chronic obstructive pulmonary disease/COPD*), dan gangguan neonatal. Dampak tersebut menunjukkan bahwa pencemaran udara bukan hanya persoalan lingkungan, tetapi juga krisis kesehatan masyarakat yang memerlukan penanganan serius dan berkelanjutan.

Kondisi tersebut juga terjadi di Jawa Tengah, khususnya di Kota Semarang dan kawasan perkotaan sekitarnya. Berdasarkan data IQAir tahun 2026, kualitas udara di Semarang berada pada kategori sedang dengan indeks kualitas udara (*Air Quality Index/AQI*) mencapai 89 dan konsentrasi PM2.5 sebesar 29,6  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Nilai tersebut hampir dua kali lipat di atas batas tahunan yang direkomendasikan oleh World Health Organization (WHO), yaitu 15  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Pada waktu tertentu, kualitas udara bahkan mencapai kategori “tidak sehat bagi kelompok sensitif”. Tingginya konsentrasi PM2.5 disebabkan oleh emisi kendaraan bermotor, aktivitas industri, pembakaran terbuka, serta debu jalanan yang terakumulasi di atmosfer perkotaan.

Permasalahan pencemaran udara juga berkaitan erat dengan tingginya konsumsi energi berbasis bahan bakar fosil. Pemanfaatan listrik untuk penerangan jalan umum, gedung perkantoran, pusat perbelanjaan, dan fasilitas publik masih sangat bergantung pada pembangkit listrik berbahan bakar fosil. Hingga semester pertama tahun 2024, sekitar 85% kapasitas pembangkit listrik di Indonesia masih berasal dari energi fosil, seperti batu bara, minyak bumi, dan gas alam. Padahal, penggunaan energi fosil secara terus-menerus menghasilkan emisi karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ) yang berkontribusi terhadap pemanasan global dan perubahan iklim. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa pencemaran udara dan tingginya konsumsi energi fosil merupakan dua permasalahan yang saling berkaitan. Oleh karena itu, diperlukan inovasi teknologi ramah lingkungan yang mampu mengurangi polusi udara sekaligus mendukung pemanfaatan energi berkelanjutan di kawasan perkotaan.

Salah satu inovasi yang berpotensi dikembangkan adalah *Eco-Photocatalytic Paving*, yaitu paving block berbasis teknologi piezoelektrik dan titanium dioksida ( $\text{TiO}_2$ ). Teknologi piezoelektrik memungkinkan paving menghasilkan energi listrik dari tekanan kendaraan maupun pejalan kaki yang melintas di atas permukaannya. Energi yang dihasilkan dapat dimanfaatkan sebagai sumber daya tambahan untuk penerangan jalan, lampu lalu lintas, dan fasilitas publik lainnya. Selain itu, lapisan titanium dioksida ( $\text{TiO}_2$ ) pada permukaan paving berfungsi sebagai material fotokatalis yang mampu membantu mengurai polutan udara berbahaya, seperti nitrogen oksida ( $\text{NO}_x$ ), melalui bantuan sinar matahari.

Inovasi *Eco-Photocatalytic Paving* dinilai relevan untuk diterapkan di Indonesia, khususnya di kawasan perkotaan dengan mobilitas kendaraan yang tinggi. Selain memiliki desain yang praktis dan mudah diterapkan tanpa memerlukan ruang tambahan yang luas, paving block juga mampu membantu penyerapan air hujan sehingga dapat mengurangi genangan air di wilayah perkotaan. Dengan mengintegrasikan teknologi energi terbarukan dan reduksi polusi udara dalam satu infrastruktur, inovasi ini diharapkan mampu menjadi solusi berkelanjutan dalam mendukung terciptanya kota rendah emisi dan ramah lingkungan di masa depan.

### **1.2 Tujuan**

- a. Merancang konsep *Eco-Photocatalytic Paving* sebagai solusi energi berkelanjutan dan reduksi polusi udara di kawasan perkotaan.
- b. Menjelaskan mekanisme teknologi piezoelektrik dalam menghasilkan energi listrik dari tekanan kendaraan dan pejalan kaki.
- c. Menganalisis potensi titanium dioksida ( $\text{TiO}_2$ ) sebagai material fotokatalis dalam mengurangi polusi udara perkotaan.
- d. Mengkaji manfaat lingkungan dari penerapan paving ramah lingkungan dalam mendukung pembangunan kota rendah emisi.
- e. Menghasilkan gagasan inovatif berbasis sains dan teknologi untuk mendukung pembangunan infrastruktur perkotaan yang berkelanjutan.

### **1.3 Manfaat**

- a. Memberikan pemahaman mengenai pemanfaatan teknologi ramah lingkungan dalam mengatasi pencemaran udara dan kebutuhan energi di perkotaan.
- b. Menjadi sumber gagasan inovatif terkait pengembangan infrastruktur berkelanjutan berbasis energi terbarukan dan teknologi fotokatalitik.
- c. Mendorong terciptanya lingkungan perkotaan yang lebih bersih, hemat energi, dan rendah emisi karbon.
- d. Mendukung upaya pembangunan berkelanjutan melalui penerapan teknologi ramah lingkungan dalam infrastruktur perkotaan.

## 2. Pembahasan

### 2.1. Pengertian dan Konsep Eco-Photocatalytic Paving

*Eco-photocatalytic paving* merupakan inovasi paving block ramah lingkungan yang mengintegrasikan teknologi piezoelektrik dan fotokatalitik titanium dioksida ( $\text{TiO}_2$ ) dalam satu sistem infrastruktur perkotaan. Teknologi ini dirancang untuk menghasilkan energi listrik dari tekanan kendaraan maupun pejalan kaki sekaligus membantu mengurangi polusi udara melalui proses fotokatalitik. Konsep tersebut menjadi solusi inovatif dalam mendukung pembangunan kota rendah emisi dan berkelanjutan di tengah meningkatnya permasalahan pencemaran udara serta tingginya konsumsi energi fosil di kawasan perkotaan.

Berbeda dengan paving block konvensional yang hanya berfungsi sebagai lapisan permukaan jalan, *eco-photocatalytic paving* memiliki fungsi ganda, yaitu sebagai penghasil energi alternatif dan media reduksi polutan udara. Inovasi ini menggabungkan dua teknologi sekaligus dalam satu infrastruktur jalan, sehingga mampu bekerja secara simultan dalam menghasilkan energi dan memperbaiki kualitas udara perkotaan. Teknologi tersebut dinilai relevan diterapkan di Indonesia karena memiliki tingkat mobilitas kendaraan yang tinggi, khususnya di kota-kota besar dengan aktivitas transportasi yang padat hampir sepanjang waktu.

Selain memiliki desain yang praktis dan mudah diterapkan tanpa membutuhkan ruang tambahan yang luas, paving block juga mampu membantu penyerapan air hujan sehingga dapat mengurangi genangan air di kawasan perkotaan. Dengan demikian, *eco-photocatalytic paving* tidak hanya berfungsi sebagai infrastruktur transportasi, tetapi juga mendukung konsep pembangunan infrastruktur hijau (*green infrastructure*) dan *smart city* yang berorientasi pada efisiensi energi dan keberlanjutan lingkungan.

### 2.2 Mekanisme Piezoelektrik dalam Menghasilkan Energi

Teknologi piezoelektrik bekerja berdasarkan kemampuan material tertentu dalam menghasilkan energi listrik ketika menerima tekanan mekanik. Pada *eco-photocatalytic paving*, material paving tersusun atas campuran semen, pasir, kerikil, dan air yang diintegrasikan dengan material piezoelektrik berupa *lead zirconate*

*titanate* (PZT). Material tersebut dipilih karena memiliki sensitivitas tinggi terhadap tekanan dan mampu menghasilkan tegangan listrik yang relatif stabil.

Ketika kendaraan atau pejalan kaki melintasi permukaan paving, tekanan yang dihasilkan akan menyebabkan perubahan bentuk pada struktur kristal PZT. Perubahan tersebut memicu perpindahan muatan listrik sehingga menghasilkan arus listrik. Energi yang dihasilkan kemudian dialirkan menuju rangkaian penyimpanan seperti kapasitor atau baterai untuk dimanfaatkan sebagai sumber energi tambahan bagi fasilitas publik, seperti lampu jalan, lampu lalu lintas, sensor jalan pintar, maupun sistem penerangan kawasan perkotaan.

Konsep ini menunjukkan bahwa energi mekanik dari aktivitas kendaraan yang sebelumnya terbuang dapat dimanfaatkan kembali sebagai energi alternatif yang lebih ramah lingkungan. Berdasarkan beberapa penelitian pengembangan material piezoelektrik, satu tekanan kendaraan dapat menghasilkan energi listrik dalam skala kecil yang apabila diakumulasikan pada jalan dengan mobilitas tinggi berpotensi menjadi sumber energi tambahan yang cukup signifikan. Sebagai contoh, apabila teknologi ini diterapkan pada kawasan dengan lebih dari 10.000 kendaraan per hari, energi yang dihasilkan dapat dimanfaatkan sebagai sumber daya tambahan untuk penerangan jalan dan fasilitas publik lainnya.

Dibandingkan panel surya yang sangat bergantung pada intensitas cahaya matahari dan membutuhkan area pemasangan yang luas, teknologi piezoelektrik memiliki keunggulan karena mampu menghasilkan energi selama terdapat tekanan dari aktivitas kendaraan maupun pejalan kaki. Hal tersebut menjadikan teknologi ini lebih adaptif untuk diterapkan di kawasan perkotaan dengan keterbatasan lahan dan mobilitas tinggi.

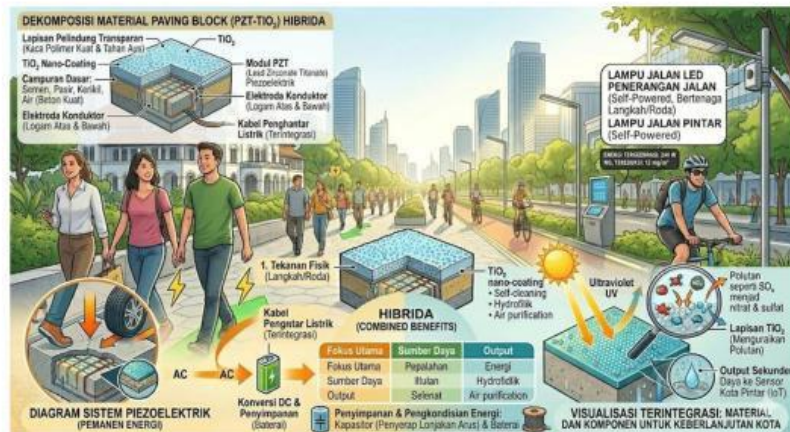
### **2.3 Proses Fotokatalitik Titanium Dioksida (TiO<sub>2</sub>)**

Selain menghasilkan energi, *eco-photocatalytic paving* juga dilengkapi lapisan titanium dioksida (TiO<sub>2</sub>) yang berfungsi sebagai material fotokatalis untuk membantu mengurangi polusi udara. Titanium dioksida merupakan semikonduktor yang mampu memicu reaksi kimia ketika terkena sinar ultraviolet dari matahari. Saat permukaan paving menerima paparan sinar matahari, elektron pada TiO<sub>2</sub> akan berpindah dari pita valensi menuju pita konduksi sehingga membentuk pasangan elektron (*electron*) dan lubang positif (*hole*). Reaksi tersebut menghasilkan radikal

hidroksil ( $\bullet\text{OH}$ ) dan ion superoksida ( $\text{O}_2^-$ ) yang bersifat oksidator kuat. Senyawa tersebut kemudian bereaksi dengan polutan udara seperti nitrogen oksida ( $\text{NO}_x$ ), karbon monoksida ( $\text{CO}$ ), serta senyawa organik volatil (*volatile organic compounds/VOCs*) dan mengubahnya menjadi zat yang lebih aman, seperti nitrat, karbon dioksida, dan air.

Melalui mekanisme tersebut, *eco-photocatalytic paving* tidak hanya berfungsi sebagai infrastruktur jalan, tetapi juga berperan sebagai media pemurnian udara di kawasan perkotaan. Penerapan lapisan  $\text{TiO}_2$  pada paving dinilai efektif karena polutan kendaraan umumnya terkonsentrasi di area jalan raya dan pusat mobilitas masyarakat. Dengan adanya proses fotokatalitik tersebut, konsentrasi polutan udara seperti  $\text{PM}_{2.5}$  dan  $\text{NO}_x$  berpotensi berkurang sehingga kualitas udara perkotaan menjadi lebih baik.

Selain membantu menurunkan tingkat polusi udara, teknologi  $\text{TiO}_2$  juga mendukung upaya mitigasi perubahan iklim melalui pengurangan emisi karbon tidak langsung akibat menurunnya kebutuhan energi berbasis fosil. Inovasi ini sejalan dengan tujuan pembangunan berkelanjutan (*Sustainable Development Goals/SDGs*), khususnya SDGs 7 tentang energi bersih dan terjangkau, SDGs 11 tentang kota dan permukiman berkelanjutan, serta SDGs 13 tentang penanganan perubahan iklim.



Gambar: konsep kerja *eco-photocatalytic paving* yang menggabungkan teknologi piezoelektrik dan titanium dioksida ( $\text{TiO}_2$ ).

## 2.4 Perbandingan dengan Upaya Pengendalian Polusi Sebelumnya

Upaya pengendalian polusi udara di Indonesia selama ini umumnya dilakukan melalui penghijauan kota, uji emisi kendaraan, pembatasan kendaraan bermotor, serta kampanye pengurangan penggunaan bahan bakar fosil. Meskipun langkah tersebut memberikan kontribusi dalam menekan pencemaran udara, peningkatan jumlah kendaraan dan aktivitas perkotaan menyebabkan laju pertumbuhan polusi berlangsung lebih cepat dibandingkan upaya pengendaliannya. Sebagian besar strategi sebelumnya masih bersifat pasif dan membutuhkan waktu yang relatif lama untuk memberikan dampak signifikan terhadap kualitas udara. Sebagai contoh, penghijauan memerlukan lahan yang luas dan waktu pertumbuhan tanaman yang cukup panjang, sedangkan kebijakan pembatasan kendaraan sering kali menghadapi kendala implementasi di lapangan.

Berbeda dengan pendekatan tersebut, *eco-photocatalytic paving* menawarkan solusi yang lebih terintegrasi karena mampu bekerja langsung pada sumber pencemaran. Teknologi piezoelektrik memungkinkan tekanan kendaraan diubah menjadi energi listrik, sedangkan lapisan  $\text{TiO}_2$  membantu mengurai polutan udara secara langsung melalui proses fotokatalitik. Dengan demikian, inovasi ini tidak hanya berfungsi sebagai media pengurangan polusi, tetapi juga menghasilkan energi alternatif yang dapat dimanfaatkan untuk mendukung kebutuhan fasilitas perkotaan secara berkelanjutan.

Keunggulan lainnya adalah teknologi ini dapat diintegrasikan dengan konsep *smart city* melalui penggunaan sensor jalan pintar, sistem monitoring energi otomatis, serta penerangan jalan berbasis energi hasil tekanan kendaraan. Integrasi tersebut menjadikan *eco-photocatalytic paving* tidak hanya berfungsi sebagai infrastruktur jalan, tetapi juga sebagai bagian dari transformasi kota cerdas rendah emisi di masa depan.

## 2.5 Potensi Implementasi dan Tantangan di Indonesia

Indonesia memiliki potensi besar dalam penerapan *eco-photocatalytic paving*, terutama di kawasan perkotaan dengan tingkat mobilitas kendaraan yang tinggi seperti Semarang, Jakarta, Surabaya, dan Bandung. Tingginya intensitas lalu lintas serta paparan sinar matahari yang melimpah menjadi faktor pendukung bagi optimalisasi teknologi piezoelektrik dan fotokatalitik. Selain itu, meningkatnya

kebutuhan energi ramah lingkungan dalam pengembangan konsep *smart city* menjadikan inovasi ini relevan untuk diterapkan sebagai bagian dari infrastruktur perkotaan modern.

Implementasi awal teknologi ini dapat diterapkan pada kawasan dengan mobilitas tinggi seperti trotoar perkotaan, terminal, stasiun, kawasan *car free day*, pusat perbelanjaan, area kampus, dan jalur pedestrian. Sebagai contoh, kawasan Simpang Lima Semarang memiliki potensi menjadi lokasi uji coba karena memiliki tingkat aktivitas kendaraan dan pejalan kaki yang tinggi setiap harinya. Penerapan pada area tersebut memungkinkan teknologi menghasilkan energi secara lebih optimal sekaligus membantu mengurangi polusi udara di kawasan perkotaan padat aktivitas.

Penerapan teknologi ini juga berpotensi memberikan berbagai manfaat lingkungan, seperti mengurangi emisi karbon, menurunkan konsentrasi polutan udara, menghasilkan energi alternatif, serta mendukung efisiensi penggunaan energi pada fasilitas publik. Selain itu, penggunaan paving block yang memiliki kemampuan menyerap air hujan dapat membantu mengurangi genangan air dan meningkatkan kualitas drainase perkotaan. Dengan berbagai manfaat tersebut, *eco-photocatalytic paving* dapat menjadi salah satu bentuk infrastruktur hijau yang mendukung terciptanya kota rendah karbon di Indonesia.

Meskipun memiliki potensi besar, implementasi *eco-photocatalytic paving* masih menghadapi sejumlah tantangan. Biaya produksi dan pemasangan relatif lebih tinggi dibandingkan paving konvensional karena penggunaan material piezoelektrik dan lapisan titanium dioksida. Selain itu, teknologi ini masih memerlukan pengembangan lebih lanjut terkait efisiensi energi, daya tahan material, serta sistem penyimpanan energi agar dapat diterapkan secara luas dan ekonomis.

Tantangan lainnya adalah minimnya pemahaman masyarakat terhadap teknologi hijau serta terbatasnya dukungan kebijakan dan investasi dalam pengembangan infrastruktur berkelanjutan. Oleh karena itu, diperlukan kolaborasi antara pemerintah, akademisi, industri, dan masyarakat untuk mendukung riset, pengembangan, serta implementasi teknologi *eco-photocatalytic paving* secara bertahap. Tahap awal dapat dimulai melalui pembuatan prototipe skala kecil pada

kawasan publik, kemudian dikembangkan menuju implementasi yang lebih luas sebagai bagian dari transformasi infrastruktur hijau dan kota cerdas rendah emisi di Indonesia. Dengan pengembangan lebih lanjut, *eco-photocatalytic paving* berpotensi menjadi bagian dari transformasi infrastruktur hijau Indonesia menuju kota masa depan yang lebih adaptif, efisien energi, dan berkelanjutan.

### 3. Penutup

#### 3.1. Kesimpulan

Pencemaran udara dan tingginya ketergantungan terhadap energi fosil menjadi tantangan serius bagi pembangunan perkotaan di Indonesia. Meningkatnya jumlah kendaraan bermotor serta kebutuhan energi perkotaan menyebabkan kualitas udara terus menurun dan berdampak terhadap kesehatan masyarakat maupun lingkungan. Kondisi tersebut menunjukkan perlunya inovasi berbasis sains dan teknologi yang mampu mendukung upaya mitigasi perubahan iklim secara berkelanjutan.

*Eco-photocatalytic paving* hadir sebagai solusi inovatif melalui integrasi teknologi piezoelektrik dan titanium dioksida ( $\text{TiO}_2$ ) dalam satu sistem infrastruktur hijau. Teknologi piezoelektrik memungkinkan tekanan dari kendaraan maupun pejalan kaki diubah menjadi energi listrik alternatif, sedangkan lapisan  $\text{TiO}_2$  berfungsi membantu mengurangi polusi udara melalui proses fotokatalitik. Dengan konsep tersebut, inovasi ini tidak hanya berperan sebagai media penghasil energi terbarukan, tetapi juga sebagai upaya pengendalian pencemaran udara di kawasan perkotaan.

Selain memiliki potensi mendukung pengembangan kota rendah emisi dan *smart city*, penerapan *eco-photocatalytic paving* juga mampu meningkatkan efisiensi energi fasilitas publik serta mendukung terciptanya lingkungan perkotaan yang lebih bersih, sehat, dan berkelanjutan. Meskipun implementasinya masih menghadapi tantangan dari segi biaya, pengembangan teknologi, dan dukungan infrastruktur, inovasi ini memiliki prospek besar untuk diterapkan di Indonesia, khususnya pada kawasan dengan mobilitas tinggi.

Dengan demikian, pengembangan *eco-photocatalytic paving* diharapkan dapat menjadi langkah inovatif dalam menciptakan infrastruktur masa depan yang

adaptif, efisien energi, serta berkontribusi terhadap mitigasi perubahan iklim dan pembangunan berkelanjutan di Indonesia.

### **3.2. Saran**

Pengembangan *eco-photocatalytic paving* harus didorong melalui penelitian berkelanjutan untuk meningkatkan daya guna bahan piezoelektrik serta efektivitas titanium dioksida (TiO<sub>2</sub>) dalam menanggulangi pencemaran udara. Diharapkan pemerintah dan sektor industri dapat menguji coba penerapan teknologi ini di lokasi-lokasi dengan tingkat mobilitas tinggi, seperti trotoar, jalan kota, dan area publik, untuk mengevaluasi efektivitasnya secara langsung. Selain itu, penting juga untuk meningkatkan kesadaran masyarakat tentang perlunya menggunakan teknologi yang ramah lingkungan untuk menciptakan kota yang lebih bersih, efisien dalam penggunaan energi, dan berkelanjutan dimasa depan.

### Daftar Pustaka

- Chen, X., & Mao, S. S. (2007). Titanium Dioxide Nanomaterials: Synthesis, Properties, Modifications, and Applications. *Chemical Reviews*, 107(7), 2891–2959.
- Fujishima, A., & Honda, K. (1972). Electrochemical Photolysis Of Water At a Semiconductor Electrode. *Nature*, 238(5358), 37–38.
- IQAir. (2025). *World Air Quality Report 2025*. IQAir.
- IQAir. (2026). *Air Quality in Semarang and Jakarta 2026*. IQAir.
- Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral. (2024). *Handbook Of Energy and Economic Statistics Of Indonesia 2024*. KESDM.
- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. (2024). *Laporan Kualitas Udara dan Pengendalian Pencemaran Udara di Indonesia*. KLHK.
- Kurniawan, A., & Prasetyo, B. (2023). Pemanfaatan Teknologi Piezoelektrik Sebagai Sumber Energi Alternatif pada Infrastruktur Jalan. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 24(1), 55–64.
- Musadad, D. A. (2024). Dampak Polusi Udara Terhadap Kesehatan Masyarakat Indonesia. *Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia*, 23(2), 115–123.
- PowderNano. (2026). *Lead Zirconate Titanate (PZT) Nanopowder/Nanoparticles, purity: 99.5+ %, size: < 100 nm*. PowderNano.
- Sari, N. P., & Hidayat, R. (2022). Penggunaan Titanium Dioksida (TiO<sub>2</sub>) Sebagai Material Fotokatalitik untuk Reduksi Polusi Udara. *Jurnal Rekayasa Lingkungan*, 18(3), 201–210.
- Wang, Z. L., & Song, J. (2006). Piezoelectric Nanogenerators Based on Zinc Oxide Nanowire Arrays. *Science*, 312(5771), 242–246.
- World Health Organization. (2021). *WHO Global Air Quality Guidelines: Particulate Matter (PM<sub>2.5</sub> and PM<sub>10</sub>), Ozone, Nitrogen Dioxide, Sulfur Dioxide and Carbon Monoxide*. WHO.

**Lampiran 1 Scan KTM / KRS / Keterangan Aktif Kuliah**

KTM / KRS / Keterangan Aktif Kuliah yang discan



## Lampiran 2 Lembar Pernyataan

### PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Rabiatur Adwiyah  
NIM : 25080760006  
Prodi : Pendidikan Kimia  
Perguruan Tinggi : Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang  
No HP : 085253487200

Menyatakan bahwa esai saya yang berjudul :

#### ECO-PHOTOCATALYTIC PAVING: INOVASI PAVING PIEZOELEKTRIK-TIO<sub>2</sub> UNTUK ENERGI BERKELANJUTAN DAN REDUKSI POLUSI UDARA PERKOTAAN

1. Merupakan karya asli saya dan tidak menjiplak karya orang lain.
2. Tidak melakukan *copy paste*.
3. Tidak melebihi batas plagiarism 20%, dibuktikan dengan Turnitin yang dilakukan oleh panitia.
4. Jika terbukti melakukan poin 1,2, dan 3, saya bertanggung jawab penuh terhadap apa yang saya lakukan dan dinyatakan gugur sebagai peserta lomba.

Yang memberi pernyataan,

  
METERAL  
TEMPEL  
542DCANX392555791

Rabiatur Adwiyah