

# Desain dan Implementasi Pembersih Udara Portabel dengan Anion Generator

Muhammad Rafli Ananda  
Fakultas Teknik Elektro  
Universitas Telkom  
Bandung, Indonesia

anandarafli@student.telkomuniversity.ac.id

Sony Sumaryo  
Fakultas Teknik Elektro  
Universitas Telkom  
Bandung, Indonesia

sonysumaryo@telkomuniversity.ac.id

R. Djoko Goenawan  
Perekaya Ahli Madya  
PRIMA - BRIN  
Bandung, Indonesia

guncloudjoko@gmail.com

**Abstrak**— Masalah kualitas udara di Indonesia sebagai latar belakang penelitian ini didasarkan pada fakta bahwa Indonesia berada di peringkat 17 dari 180 negara sebagai negara dengan kualitas udara terburuk di dunia per 2021. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengembangkan sebuah sistem pembersih udara portabel yang dapat membantu meningkatkan kualitas udara di dalam ruangan. Berbagai macam penelitian dilakukan untuk mengatasi penurunan kualitas udara khususnya didalam ruangan. Pada penelitian Tugas Akhir ini akan dibuat suatu sistem pembersih udara portabel yang dapat meningkatkan kualitas udara di dalam ruangan. Sistem akan diuji dengan memantau kualitas udara di dalam ruangan berukuran 3x3 m2 sebelum dan sesudah menggunakan pembersih udara yang di buat. Hasil dari perancangan sistem pembersih udara portabel dengan anion generator yang diintegrasikan dengan sensor *Particulate Matter GP2Y1010AU0F* memiliki tingkat akurasi sebesar 95.88% dan rata-rata konsentrasi ion yang dihasilkan dari anion generator sebesar 6.771.000 ion/cm3. Pembersih udara ini dapat mengurangi polutan *Particulate Matter* selama 1 menit.

**Kata kunci**— Kualitas Udara, Pembersih Udara Portabel, Anion Generator, Sensor *Particulate Matter GP2Y1010AU0F*

## I. PENDAHULUAN

Udara memiliki peranan yang sangat penting bagi kehidupan, sehingga kualitasnya harus dijaga dan ditingkatkan agar makhluk hidup dapat hidup secara optimal[1]. Namun akhir – akhir ini, kualitas udara di Indonesia mengalami penurunan. Data yang dirilis di laman IQAir menyatakan bahwa negara Indonesia berada di peringkat 17 dari 180 sebagai negara yang memiliki kualitas udara terburuk di dunia per 2021[2]. Ini menandakan bahwa perlu adanya sebuah tindakan untuk memperbaiki kualitas udara tersebut.

Pencemaran udara tidak hanya terjadi di luar ruangan, tetapi juga terjadi di dalam ruangan. Menurut EPA (*Environment Protection Agency*), paparan pencemaran udara di dalam ruangan memiliki dampak yang lebih besar dibandingkan di luar ruangan[3][4]. Banyak yang masih tidak mengetahui akan hal tersebut. Penyebabnya adalah berbagai aktivitas atau kegiatan yang dapat melepaskan asap dan partikel debu ke udara seperti menyapu, merokok didalam ruangan dan kegiatan lainnya. Akibatnya adalah muncul berbagai penyakit pada tubuh kita seperti ISPA (Infeksi Saluran Pernapasan Akut), asma, paru-paru basah, serangan jantung dan masih banyak penyakit lainnya. Salah satu cara untuk meningkatkan kualitas udara adalah dengan mengembangkan pembersih udara yang dapat digunakan secara portabel.

Pada penelitian ini akan di kembangkan sebuah sistem pembersih udara dengan ukuran portabel. Teknologi ini dipilih karena dipercaya dapat meningkatkan kualitas udara di dalam ruangan. Untuk membangun sistem ini menggunakan mikrokontroler Arduino Nano, sensor *Particulate Matter GP2Y1010AU0F* yang berfungsi untuk mendeteksi nilai kerapatan partikel debu di udara, anion generator untuk mengionisasi molekul udara, sumber tegangan baterai 9V. Diharapkan dengan adanya penelitian ini dapat menjadi solusi untuk mengatasi permasalahan kualitas udara yang buruk.

## II. KAJIAN TEORI

Perangkat yang dibuat mampu mengurangi polutan *Particulate Matter* yang ada di dalam ruangan berukuran 3x3 m<sup>2</sup> dengan menggunakan teknologi anion generator dan pembersihan udara dapat terlihat di tampilan OLED Display.

### A. Kualitas Udara

Udara yang sehat diperlukan bagi semua manusia untuk mendukung kesehatan fisiknya, dan diperlukan untuk aktivitas mereka dalam kondisi fisik yang sehat dan secara tidak langsung untuk meningkatkan etos kerja. Kualitas udara umumnya ditentukan oleh konsentrasi parameter pencemaran udara yang lebih tinggi atau lebih rendah dari standar kualitas udara nasional.

Berdasarkan PP nomor 41 tahun 1999, pencemaran udara adalah masuknya zat, energi, atau komponen lain kedalam udara ambien karena kegiatan manusia. Udara ambien sendiri adalah udara bebas dekat permukaan bumi pada lapisan troposfer yang dibutuhkan oleh makhluk hidup serta unsur lingkungannya. Parameter udara bersih memiliki 3 persyaratan, yaitu syarat fisik, kimiawi dan biologis[8].

### B. ISPU (Indeks Standar Pencemar udara)

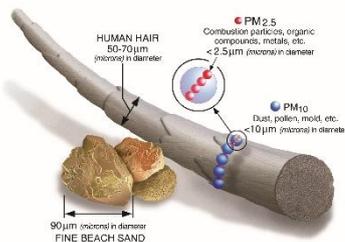
Indeks standar kualitas udara yang digunakan di Indonesia saat ini adalah Indeks Standar Pencemar Udara (ISPU). ISPU adalah angka yang tidak memiliki satuan yang menyatakan keadaan kualitas udara di suatu lokasi dengan parameter – parameter yang telah ditetapkan. Parameter ISPU sendiri antara lain Karbon Monoksida (CO), Hidrokarbon (HC), Sulfur Dioksida (SO<sub>2</sub>), Partikulat (PM<sub>2,5</sub> dan PM<sub>10</sub>), Nitrogen Dioksida (NO<sub>2</sub>), Ozon (O<sub>3</sub>)[1].

**Tabel 1** Indeks Standar Pencemar Udara

| ISPU    | 24 Jam<br>PM 10<br>( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) | 24 Jam<br>PM 2.5<br>( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) |
|---------|---|--|
| 0-50    | 50  | 15,5   |
| 51-100  | 100   | 55,4   |
| 101-200 | 350   | 150,4  |
| 201-300 | 420   | 250,4  |
| >300    | 500   | 500  |

### C. PM (Particulate Matter)

*Particulate Matter* adalah jenis polutan yang berbahaya dan memiliki berbagai ukuran, yang dapat meningkatkan tingginya tingkat kematian karena paparan polusi udara [10].

**Gambar 1** Perbandingan Ukuran *Particulate Matter*

Adapun nilai *Particulate Matter* diklasifikasikan berdasarkan ukurannya, yaitu [11] :

1. PM10 : Partikel dengan ukuran kurang dari 10 mikrometer. PM10 dapat terbawa oleh angin dan masuk ke paru-paru.
2. PM2,5 : Partikel dengan ukuran kurang dari 2,5 mikrometer. PM2,5 lebih kecil daripada PM10 dan dapat masuk ke sistem peredaran darah melalui paru-paru, membahayakan kesehatan jangka panjang

### D. Pembersih Udara

Pembersih udara adalah alat yang memiliki kemampuan untuk membersihkan udara yang ada di dalam suatu ruangan. Penggunaan pembersih udara dapat memberikan manfaat seperti mencegah gejala asma, menetralkan bau tidak sedap, mengurangi kemungkinan penyakit yang menular di udara, dan masih banyak lagi.

### E. Anion Generator

Anion generator adalah alat yang digunakan untuk menghasilkan ion negatif (anion). Cara kerja dari ion menggunakan pelepasan plasma untuk memecah molekul air menjadi ion bermuatan positif dan negatif. Anion generator memiliki *output* DC yang cukup tinggi. *Output* akan disalurkan di ujung karbon berupa elektron ( $e^-$ ) dan setelah itu elektron akan ditangkap oleh oksigen ( $O_2$ ) di udara, sehingga akan menghasilkan ion negatif.

### F. Sensor *Particulate Matter*

Sensor *Particulate Matter* merupakan sebuah sensor yang dirancang untuk mengukur tingkat kepadatan polutan di udara. Selain polutan, sensor ini juga dapat mendeteksi asap seperti asap rokok [17]. Sensor *Particulate Matter* biasanya digunakan dalam aplikasi pembersih udara dan alat pengukur

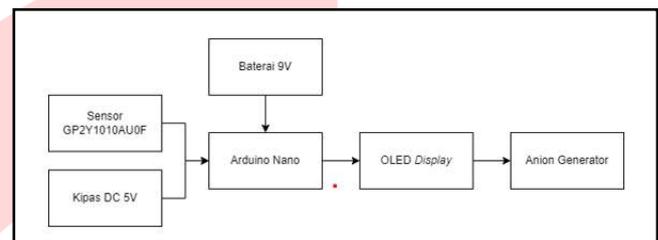
kualitas udara. Dengan sensor ini, tingkat kepadatan *Particulate Matter* di udara dapat diukur secara *real-time*, sehingga dapat memberikan informasi yang berguna bagi pengguna untuk menentukan tindakan yang perlu dilakukan untuk menjaga kualitas udara di ruangan.

## III. METODE

Sistem yang akan dirancang adalah sebuah sistem pembersih udara portabel. Sistem ini dirancang dengan beberapa tahapan dimulai dari merancang sistem perangkat keras, serta sistem perangkat lunaknya.

### A. Desain Sistem

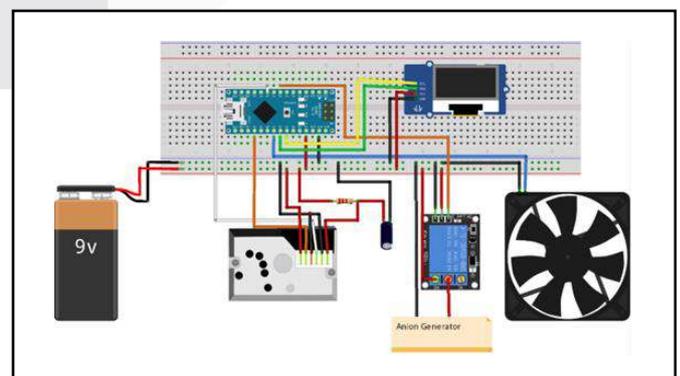
Desain ini digunakan sebagai gambaran umum yang mendefinisikan cara kerja sistem yang akan dirancang.

**Gambar 2** Diagram Blok Sistem

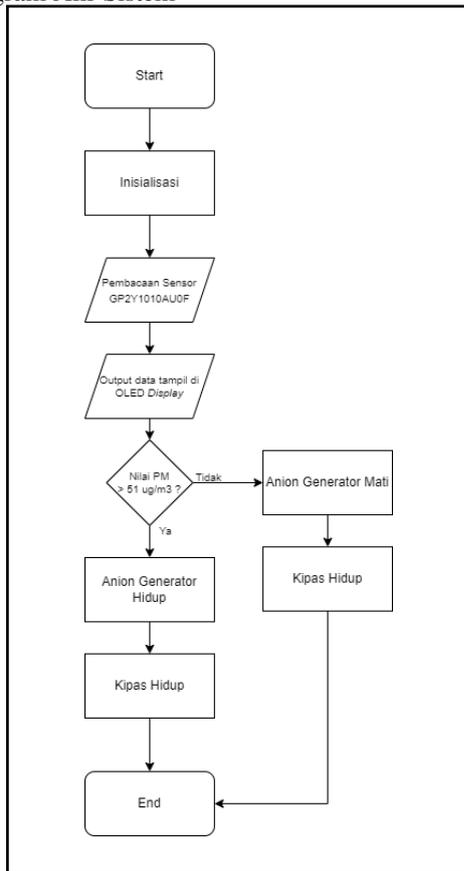
Gambar 2 menunjukkan diagram blok sistem secara keseluruhan. Sistem yang akan dibuat yaitu pembersih udara dengan input kualitas udara. Sistem ini menggunakan baterai sebagai energi listrik yang dihubungkan ke Arduino nano. Pembersih udara pada sistem ini menggunakan anion generator dan sensor *Particulate Matter* GP2Y1010AU0F. Proses pada sistem ini terdiri dari deteksi nilai kualitas udara, pengelompokan kualitas udara, dan pembersihan udara menggunakan anion generator sebagai *output* sesuai dengan nilai ambang batas kualitas udara yang sudah ditentukan.

### B. Desain Perangkat Keras

Gambar 3 merupakan rangkaian sistem pemembersih udara yang dibuat. Pembersih udara ini membutuhkan desain perangkat keras yang terdiri dari beberapa komponen yaitu baterai 9 Volt, Sensor *Particulate Matter* GP2Y1010AU0F, Anion Generator, Arduino nano, OLED Display, Relay, Kipas DC.

**Gambar 3** Skematik Sistem

C. Diagram Alir Sistem



Gambar 4 Diagram Alir Keseluruhan Sistem

Diagram Alir pada Gambar 4 merupakan gambaran dari sistem pembersih udara secara keseluruhan. Proses dari alat ini diawali dengan inisialisasi keseluruhan sistem. Kemudian dilanjutkan pembacaan nilai kualitas udara menggunakan sensor GP2Y1010AU0F. Data ditampilkan di layar OLED. Jika kualitas udara kurang dari 51 ug/m<sup>3</sup>, maka anion mati dan kipas juga mati. Jika kualitas udara lebih dari 51 ug/m<sup>3</sup>, maka anion generator hidup dan kipas juga akan hidup.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Bagian hasil dan pembahasan membahas mengenai hasil pengujian perancangan sistem pembersih udara portabel dengan anion generator. Berikut merupakan beberapa pengujian yang dilakukan:

1. Pengujian Anion Generator
2. Kalibrasi sensor PM GP2Y1010AU0F
3. Pengujian sensor PM GP2Y1010AU0F
4. Pengujian keseluruhan sistem

A. Penyusunan Anion Generator

Pengujian anion generator menggunakan anion tester KT-401 dengan tujuan untuk mengetahui konsentrasi ion yang dihasilkan. Anion generator dihubungkan dengan relay 5V. Konsentrasi ion yang diinginkan berdasarkan jurnal adalah 100.000 - 500.000 ion/cm<sup>3</sup>.

Tabel 1 Hasil Pengujian Anion Generator

| No Check           | Hasil Pengukuran Konsentrasi Ion ( ions/cm <sup>3</sup> ) |
|--------------------|---|
| 1                  | 5400000   |
| 2                  | 6300000   |
| 3                  | 6760000   |
| 4                  | 7320000   |
| 5                  | 8590000   |
| 6                  | 9210000   |
| 7                  | 7650000   |
| 8                  | 6540000   |
| 9                  | 4320000   |
| 10                 | 5620000   |
| <b>Rata - Rata</b> | <b>6771000</b>  |

Tabel diatas menunjukkan data pengukuran konsentrasi ion dengan alat uji KT-401 anion tester dengan rata - rata sebesar 6.771.000.

B. Hasil Pengujian Sensor PM GP2Y1010AU0F

Sensor *Particulate Matter* GP2Y1010AU0F yang digunakan berjumlah satu buah. Pengujian sensor *Particulate Matter* diawali dengan mengkalibrasi sensor. Tujuannya untuk menyesuaikan data pengukuran sensor dengan data hasil pengukuran alat kalibrator SW-825. Pengujian menggunakan 3 *sample* dengan setiap *sample* dilakukan pengambilan data sebanyak 30 kali. Berikut adalah tabel pengambil data *sample* dari sensor *Particulate Matter* GP2Y1010AU0F.

Tabel 2 Data Hasil Pengujian Akurasi Sensor *Particulate Matter* GP2Y1010AU0F

| Sample             | Sensor GP2Y1010AU0F |                | Dust detector | Error (%)    | Akurasi (%)   |
|--------------------|---------------------|----------------|---------------|--------------|---------------|
|                    | Rata-rata Volt      | Rata - rata PM | Nilai PM      |              |               |
| PM                 | 0,61                | 39             | 37            | 5,41%        | 94,59%        |
| Asap Rokok         | 1,75                | 285            | 304           | 6,25%        | 93,75%        |
| Asap Vape          | 2,48                | 285            | 283           | 0,71%        | 99,29%        |
| <b>Rata - Rata</b> |                     |                |               | <b>4,12%</b> | <b>95,88%</b> |

Tabel diatas menunjukkan data hasil pengukuran sensor *Particulate Matter* dan kalibrator. Sensor ini memiliki tingkat akurasi sebesar 95,88% dan rata-rata error sebesar 4,12%.

C. Hasil Pengujian Keseluruhan Sistem

Pengujian keseluruhan sistem merupakan pengujian terhadap proses dari sistem pembersih udara dari awal pendeteksian nilai kualitas udara melalui sensor hingga pembersihan udara dengan anion generator. Lokasi pengujian dilakukan di dalam ruangan tertutup berukuran 3x3 m<sup>2</sup>. Keseluruhan sistem memiliki input yaitu nilai kualitas udara dan output konsentrasi ion dan tampilan data di OLED Display.

**Tabel 3** Hasil Pengujian Pembersih Udara di Pagi Hari

| Pembersih Udara   |                                 |  |
|-------------------|---------------------------------|--|
| Waktu Ke- (Detik) | PM ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) | Konsentrasi Ion ( $\text{Ion}/\text{cm}^3$ ) |
| 5                 | 32                              | 20000  |
| 10                | 48                              | 70000  |
| 15                | 63                              | 3640000                                      |
| 20                | 54                              | 8740000                                      |
| 25                | 67                              | 15670000                                     |
| 30                | 82                              | 18930000                                     |
| 35                | 76                              | 15650000                                     |
| 40                | 77                              | 14070000                                     |
| 45                | 63                              | 16750000                                     |
| 50                | 58                              | 10210000                                     |
| 55                | 57                              | 8630000                                      |
| 60                | 48                              | 4560000                                      |
| <b>Rata-rata</b>  | <b>60,42</b>                    | <b>9745000</b>                               |

Pada Tabel 3 menunjukkan hasil pengujian pembersih udara yang dilakukan selama 1 menit di pagi hari. Hasil pengujian di bandingkan dengan alat kalibrator dari sensor dan pembacaan anion menggunakan anion *tester*. Rata-rata pembacaan *Particulate Matter* di angka 60,4  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  dengan kategori sedang. Untuk pembacaan anion generator menggunakan anion *tester*, mendapatkan rata-rata nilai sebesar 9.745.000.

**Tabel 4** Hasil Pengujian Pembersih Udara di Siang Hari

| Pembersih Udara   |                                 |  |
|-------------------|---------------------------------|--|
| Waktu Ke- (Detik) | PM ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) | Konsentrasi Ion ( $\text{Ion}/\text{cm}^3$ ) |
| 5                 | 56                              | 4560000                                      |
| 10                | 67                              | 8140000                                      |
| 15                | 245                             | 17580000                                     |
| 20                | 521                             | 18930000                                     |
| 25                | 518                             | 15640000                                     |
| 30                | 466                             | 13780000                                     |
| 35                | 416                             | 11270000                                     |
| 40                | 367                             | 9840000                                      |
| 45                | 256                             | 8750000                                      |
| 50                | 221                             | 6590000                                      |
| 55                | 187                             | 5890000                                      |
| 60                | 112                             | 4730000                                      |
| <b>Rata-rata</b>  | <b>286</b>                      | <b>10475000</b>                              |

Pada Tabel 4 menunjukkan hasil pengujian pembersih udara yang dilakukan selama 1 menit di siang hari. Hasil pengujian di bandingkan dengan alat kalibrator dari sensor

dan pembacaan anion menggunakan anion *tester*. Pada detik ke 15 diberi asap rokok dan nilai *Particulate Matter* naik dengan puncaknya di detik ke 30 yaitu 466  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Pada detik ke 60, terjadi penurunan polutan asap. Rata-rata pembacaan *Particulate Matter* di angka 286  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  dengan kategori sangat tidak sehat. Untuk pembacaan anion generator menggunakan anion *tester*, mendapatkan rata-rata nilai sebesar 10.475.000.

**Tabel 5** Hasil Pengujian Pembersih Udara di Malam Hari

| Pembersih Udara   |                                 |  |
|-------------------|---------------------------------|--|
| Waktu Ke- (Detik) | PM ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) | Konsentrasi Ion ( $\text{Ion}/\text{cm}^3$ ) |
| 5                 | 42                              | 100000                                       |
| 10                | 48                              | 80000  |
| 15                | 56                              | 3450000                                      |
| 20                | 98                              | 7140000                                      |
| 25                | 102                             | 9890000                                      |
| 30                | 156                             | 15630000                                     |
| 35                | 227                             | 14530000                                     |
| 40                | 189                             | 13210000                                     |
| 45                | 176                             | 10980000                                     |
| 50                | 121                             | 8120000                                      |
| 55                | 102                             | 6210000                                      |
| 60                | 89                              | 3420000                                      |
| <b>Rata-rata</b>  | <b>117,17</b>                   | <b>7730000</b>                               |

Pada Gambar 5 menunjukkan hasil pengujian pembersih udara yang dilakukan selama 1 menit di malam hari. Hasil pengujian di bandingkan dengan alat kalibrator dari sensor dan pembacaan anion menggunakan anion *tester*. Pada detik ke 20 diberi asap rokok dan nilai *Particulate Matter* naik dengan puncaknya di detik ke 35 yaitu 227  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Pada detik ke 60 terjadi penurunan polutan asap. Rata-rata pembacaan *Particulate Matter* di angka 117  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  dengan kategori tidak sehat. Untuk pembacaan anion generator menggunakan anion *tester*, mendapatkan rata-rata nilai sebesar 7.730.000.

## V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian Tugas Akhir yang telah dilakukan, dapat disimpulkan sebagai berikut.

1. Pembersih udara *portable* dengan anion generator ini sudah berhasil dibuat yaitu dapat bekerja untuk membersihkan udara dengan rata-rata konsentrasi ion sebesar 6.771.000  $\text{ion}/\text{cm}^3$  dan sensor dapat mendeteksi nilai *Particulate Matter* dengan tingkat akurasi sebesar 95,88% dan error sebesar 4,15%
2. Sistem ini telah di implementasikan di ruangan berukuran  $3 \times 3 \text{ m}^2$  dan dapat membersihkan udara dari asap rokok elektrik dan rokok konvensional dengan rata-rata waktu pembersihan selama 1 menit

## REFERENSI

- [1] J. Jurnal, T. Elektro, P. M. B. Iot, I. Salamah, R. Tapera, and I. Hadi, "Alat Penjernih Udara dengan Sensor Radar RCWL dan Monitoring," vol. 8, no. 2, pp. 349–359, 2022.
- [2] "Kualitas udara di Indonesia," *iqair*, 2021. <https://www.iqair.com/id/indonesia> (accessed Sep. 26, 2022).
- [3] M. F. Setiyono, "Desain Air Purifier Untuk Keluarga Baru Dengan Memaksimalkan Fungsi Feedback Dan Konektivitas," pp. 1–113, 2016, [Online]. Available: <http://repository.its.ac.id/id/eprint/76230>.
- [4] K. E. R. Dawe, T. C. Furlani, S. F. Kowal, T. F. Kahan, T. C. VandenBoer, and C. J. Young, "Formation and emission of hydrogen chloride in indoor air," *Indoor Air*, vol. 29, no. 1, pp. 70–78, 2019, doi: 10.1111/ina.12509.
- [5] Y. Lu, C. Ni, M. Gao, C. Lu, and C. Zhang, "Portable air purifier based on negative ions," *IJRDO J.*, vol. 5, no. 1, 2019.
- [6] S. Ngudiwaluyo, R. D. Goenawan, Sudarmin, R. A. Purnama, and A. Lukas, "RANCANGAN RUANGAN KERJA YANG SEHAT DI ERA KEBIASAAN BARU DENGAN TEKNOLOGI COVID BUSTER SESUAI PERATURAN MENTERI KESEHATAN PMK 1077 TAHUN 2011," pp. 35–42, 2020.
- [7] R. S. Darwis and W. Kurniawan, "Rancang Bangun Smart Air Purifier," vol. 7, no. 2, pp. 66–73, 2021, doi: 2460-5263.
- [8] M. Kesehatan and R. Indonesia, "Peraturan Menteri Kesehatan Indonesia No 1077/Menkes/PER/2011," 2011.
- [9] D. Chaniago, A. Zahara, and I. S. Ramadhani, "INDEKS STANDAR PENCEMAR UDARA (ISPU) SEBAGAI INFORMASI MUTU UDARA AMBIEN DI INDONESIA," *Direktorat Pengendalian Pencemaran Udara, Direktorat Jenderal Pengendalian Pencemaran dan Kerusakan Lingkungan, Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan*, 2020. <https://ditppu.menlhk.go.id/portal/read/index-standar-pencemar-udara-ispu-sebagai-informasi-mutu-udara-ambien-di-indonesia> (accessed Feb. 10, 2023).
- [10] S. Arba, "Kosentrasi Respirable Debu *Particulate Matter* (Pm<sub>2,5</sub>) Dan Gangguan Kesehatan Pada Masyarakat Di Pemukiman Sekitar PLTU," *Promot. J. Kesehat. Masy.*, vol. 9, pp. 178–184, 2019.
- [11] "Particulate Matter (PM) Pollution," *EPA United States Environmental Protection Agency*, 2022. <https://www.epa.gov/pm-pollution/particulate-matter-pm-basics#:~:text=PM stands for Particulate Matter,seen with the naked eye.> (accessed Feb. 10, 2023).
- [12] C. Wang, X. Chen, J. Ouyang, T. Li, and J. Fu, "Pulse current of multi-needle negative corona discharge and its electromagnetic radiation characteristics," *Energies*, vol. 11, no. 11, 2018, doi: 10.3390/en11113120.
- [13] Medical Advisory Secretariat, *Air cleaning technologies: an evidence-based analysis.*, vol. 5, no. 17. 2005.
- [14] S. Y. Jiang, A. Ma, and S. Ramachandran, "Negative air ions and their effects on human health and air quality improvement," *Int. J. Mol. Sci.*, vol. 19, no. 10, 2018, doi: 10.3390/ijms19102966.
- [15] T. A. Purifiers, "What is Ionization?," 2022. <https://thinkairpurifiers.com/pages/what-is-ionization> (accessed Feb. 13, 2023).
- [16] SHARP, "GP2Y1010AU0F Compact Optical Dust Sensor," *Datasheet*, pp. 1–11, 2017, [Online]. Available: <http://www.sharpsme.com/download/gp2y1010au-epdf>.
- [17] Sharp, "Application note of Sharp dust sensor GP2Y1010AU0F," pp. 0–6, 2013, [Online]. Available: [http://www.sharp-world.com/products/device-china/lineup/data/pdf/datasheet/gp2y1010au\\_appl\\_e.pdf](http://www.sharp-world.com/products/device-china/lineup/data/pdf/datasheet/gp2y1010au_appl_e.pdf).
- [18] "Arduino Nano V2.3 User Manual," 2008. [Online]. Available: <https://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardUno>.
- [19] Tokopedia, "Discount Yin Kipas Angin Mini Dc 5V Dengan Generator Ion Negatif Untuk." <https://www.tokopedia.com/umbaso/discount-yin-kipas-angin-mini-dc-5v-dengan-generator-ion-negatif-untuk> (accessed Feb. 12, 2023).
- [20] Fabiana Meijon Fadul, "OLED 4 Pin 128\*64 Display Module 0.96" Blue Color In," pp. 3–6, 2019.
- [21] Tokopedia, "Battery kotak 9v 1000mah rechargeable USB isi ulang." <https://www.tokopedia.com/tomsmemandiri/battery-kotak-9v-1000mah-rechargeable-usb-isi-ulang?extParam=ivf%3Dfalse%26src%3Dsearch> (accessed Feb. 12, 2023).
- [22] Tokopedia, "Tombol Push Button 3A Switch Saklar Tekan Push ON OFF AC DC Bahan PVC - Merah, Push LOCK." <https://www.tokopedia.com/rajacell/tombol-push-button-3a-switch-saklar-tekan-push-on-off-ac-dc-bahan-pvc-merah-push-lock?extParam=ivf%3Dfalse%26src%3Dsearch> (accessed Feb. 12, 2023).
- [23] R. W. Idea, "Relay modules 1-channel features," no. 5 V, pp. 1–2.
- [24] Tokopedia, "Cooling Fan Kipas Pendingin SUNON 5v 6 cm 5 volt DC 6cm 0,9w KD0506."

- <https://www.tokopedia.com/elektronikdr/cooling-fan-kipas-pendingin-sunon-5v-6cm-5-volt-dc-6cm-0-9w-kd0506?extParam=ivf%3Dfalse%26src%3Dsearch> (accessed Feb. 12, 2023).
- [25] E. E. Suprihatin, "Pengaruh Penganggaran, Prosedur Kalibrasi, Dan Praktik Sumber Daya Manusia Terhadap Kepatuhan Pelaksanaan Kalibrasi Alat Kesehatan Di Puskesmas Se-Kabupaten Gunungkidul," *J. Ris. Manaj. Sekol. Tinggi Ilmu Ekon. Widya Wiwaha Progr. Magister Manaj.*, vol. 8, no. 1, pp. 67–79, 2021, doi: 10.32477/jrm.v8i1.248.
- [26] Tokopedia, "Air Ion *Tester* Positif Negatif Ukur kadar Ion udara KT-401 Ionizer + -," 2022. <https://www.tokopedia.com/digilifeweb/air-ion-tester-positif-negatif-ukur-kadar-ion-udara-kt-401-ionizer?extParam=ivf%3Dfalse%26src%3Dsearch> (accessed Feb. 13, 2023).

