

**SKRIPSI**

**PENGEMBANGAN SISTEM KERJA E-MAGiC DENGAN  
INTEGRASI DETEKSI PARTIKEL UDARA**

**Disusun dan diajukan oleh:**

**MUHAMMAD HASBIH SUPRIATNA  
D041191021**



**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
GOWA  
2024**

**LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI**

**PENGEMBANGAN SISTEM KERJA E-MAGiC  
DENGAN INTEGRASI DETEKSI PARTIKEL UDARA**

Disusun dan diajukan oleh

**Muh Hasbii Supriatna**  
**D041191021**

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka  
Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Teknik Elektro  
Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin  
Pada Tanggal 02 Agustus 2024  
dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan



Pembimbing Utama,

Pembimbing Pendamping,

~~Muh Anshar, S.T., M.Sc (Research), Ph.D.~~  
~~NIP. 19770817 200501 1 003~~

Dr. Eng. Ir. Dewiani, M.T. IPM  
NIP. 19691026 199412 2 001

Ketua Program Studi,

Dr. Eng. Ir. Dewiani, M.T. IPM  
NIP. 19691026 199412 2 001

## PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhammad Hasbih Supriatna  
NIM : D041191021  
Program Studi : Teknik Elektro  
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya yang berjudul

### **PENGEMBANGAN SISTEM KERJA E-MAGiC DENGAN INTEGRASI DETEKSI PARTIKEL UDARA**

Adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan merupakan pengambilan alihan tulisan orang lain dan bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri.

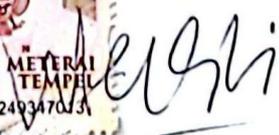
Semua informasi yang ditulis dalam skripsi yang berasal dari penulis lain telah diberi penghargaan, yakni dengan mengutip sumber dan tahun penerbitannya. Oleh karena itu semua tulisan dalam skripsi ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab penulis. Apabila ada pihak manapun yang merasa ada kesamaan judul dan atau hasil temuan dalam skripsi ini, maka penulis siap untuk diklarifikasi dan mempertanggungjawabkan segala resiko.

Segala data dan informasi yang diperoleh selama proses pembuatan skripsi, yang akan dipublikasi oleh Penulis di masa depan harus mendapat persetujuan dari Dosen Pembimbing.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan isi skripsi ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Gowa, 2 Agustus 2024

Yang Menyatakan

  
  
Muhammad Hasbih Supriatna

## KATA PENGANTAR

Puji syukur Penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya kepada Penulis sehingga dapat menyelesaikan penelitian dan skripsi ini yang berjudul "Pengembangan Sistem Kerja *E-MAGiC* dengan Integrasi Deteksi Partikel Udara". Serta selawat dan salam penulis sampaikan kepada junjungan Nabi Muhammad SAW yang telah membawa kita dari alam jahiliah menuju alam kemajuan seperti sekarang ini. Penyelesaian skripsi ini merupakan salah satu upaya Penulis untuk memenuhi syarat memperoleh gelar Sarjana Teknik di Departemen Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.

Penulis menyadari bahwa untuk menyelesaikan skripsi serta penelitian ini tidaklah mudah, banyak hambatan dan masalah yang penulis hadapi hingga sampai ke penyelesaian skripsi dan penelitian ini. Namun berkat doa dan dukungan dari berbagai pihak akhirnya skripsi dan penelitian ini Alhamdulillah Penulis telah berhasil menyelesaikannya. Oleh sebab itu pada kesempatan kali ini perkenankan Penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada :

1. Kedua orang tua dan saudara penulis, Bunda Atitha, Ayah Rudy S, Aisy dan Acoy. yang selalu memotivasi dan sabar menanti penulis untuk menyelesaikan bangku kuliah. Selalu memberikan dukungan dan semangat serta doa yang tidak henti-hentinya hingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
2. Pembimbing Muh. Anshar, ST., M.Sc. (Research) PhD. dan Dr. Eng. Ir. Dewiani, M.T. yang telah memberikan arahan, bimbingan, dan masukan berharga dalam setiap tahap penelitian ini.
3. Ibu Dr. A. Ejah Umraeni Salam, S.T, M.T. selaku Dosen Penguji I dan Ibu Ida Rachmaniar Sahali, S.T., M.T. selaku Dosen Penguji II, yang telah memberikan kritik dan saran dalam penyusunan skripsi ini.
4. Bapak/Ibu Dosen dan Staff Departemen Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin yang telah banyak memberikan ilmu dan bantuan selama menempuh proses perkuliahan.

5. Teman-teman biro KCT Fariz, Salam, Iqrima, dan Kurni serta adinda 2020 dan 2021 yang telah mewarnai KCT dengan berbagai canda dan tangis didalamnya.
6. Teman-teman Lab IASCR Arya, Hayyul, Bryan, Dim, kanda Ihsan, ibu Asni, ibu Yulie dan teman-teman yang lain yang mememani bermain dan mewarnai lab.
7. Teman-teman TR19GER yang turut serta membantu Dede, Tria, Lia, Gab, Alhan, Ochang, Sony, Yoga, Fatur, Afdal, Ibni dan yang tak dapat penulis sebutkan satu-persatu yang telah membantu dan mendukung agar skripsi ini dapat selesai.
8. Teman-teman posko 19 Putri, Asta, Lulu, Indri, Affan, Amran, Faidel, dan kanda Ikhsan yang turut serta memberi warna di posko 19.
9. Untuk seseorang yang masih dalam penjagaan Allah, maaf menjadi pengecut atas segala rasa yang tak mampu terungkap kata. Terimakasih karena telah menjadi alasan bahagia tercipta. Meski kisah ini telah berakhir namun namamu akan tetap ada di langit tanpa akhir.

Semoga Allah SWT membalas kebaikan semua pihak yang telah membantu Penulis menyelesaikan skripsi ini. Penulis menyadari skripsi ini masih jauh dari kata sempurna, sehingga penulis dengan sangat terbuka menerima kritikan dan saran yang membangun untuk memperbaiki skripsi dan penelitian ini ke depannya.

Gowa, 02 Agustus 2024

Muh Hasbih Supriatna

## ABSTRAK

*MUH HASBIH SUPRIATNA. Pengembangan Sistem Kerja E-MAGiC dengan Integrasi Deteksi Partikel Udara (dibimbing oleh Muh Anshar dan Dewiani)*

Organisasi Kesehatan Dunia (WHO) melaporkan bahwa sekitar 7 juta kematian setiap tahunnya disebabkan oleh paparan polutan udara dalam ruangan. Polutan ini berasal dari berbagai sumber, termasuk asap rokok, bahan kimia dari produk pembersih, dan gas berbahaya seperti radon dan karbon monoksida. Paparan jangka panjang terhadap polutan ini dapat menyebabkan berbagai masalah kesehatan, termasuk penyakit jantung, stroke, dan penyakit paru-paru kronis. Dalam beberapa tahun terakhir, teknologi sensor telah berkembang pesat memungkinkan deteksi dan pemantauan polutan udara dalam ruangan menjadi lebih mudah dan efisien. Namun, kebanyakan sistem pemantauan kualitas udara saat ini bersifat stasioner, yang hanya dapat memantau kondisi udara di satu lokasi. E-MAGiC yang sebelumnya berfungsi untuk mengatasi penyebaran aerosol pada tindakan kedokteran gigi dikembangkan sebagai sistem yang dapat mendeteksi dan memantau partikel udara di berbagai lokasi dalam suatu ruangan. Tujuan penelitian ini adalah meningkatkan performa sistem E-MAGiC menambahkan sensor DSM501a untuk deteksi partikel udara dan polutan berasal dari limbah bahan rak telur, kertas, obat nyamuk bakar, lilin, dan lidi yang ditempatkan secara acak. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pembacaan keberhasilan sensor E-MAGiC sebesar 92,6% dan dapat mendeteksi polutan pada jarak 30 -90 cm. E-MAGiC bergerak ketika sumber terdeteksi dibawah terdeteksi kurang dari 1000 ug/m<sup>3</sup>, berhenti ketika diatas 50000 ug/m<sup>3</sup>, dan bergerak dengan PWM 140 sampai 100 ketika berada diantara 1000 ug/m<sup>3</sup> dan kurang dari 50000 ug/m<sup>3</sup>.

**Kata Kunci:** E-MAGiC, *Polutan*, Deteksi Partikel, Aerosol, Robot.

## ABSTRACT

*MUH HASBIH SUPRIATNA. Development of E-MAGiC Working System with Air Particle Detection Integration (supervised by Muh Anshar and Dewiani)*

The World Health Organization (WHO) reports that about 7 million deaths each year are caused by exposure to indoor air pollutants. These pollutants come from a variety of sources, including cigarette smoke, chemicals from cleaning products, and harmful gases such as radon and carbon monoxide. Long-term exposure to these pollutants can lead to a variety of health problems, including heart disease, stroke, and chronic lung disease. In recent years, sensor technology has evolved rapidly allowing for easier and more efficient detection and monitoring of indoor air pollutants. However, most current air quality monitoring systems are stationary, which can only monitor air conditions in a single location. E-MAGiC, which previously served to address aerosol dispersion in dental procedures, was developed as a system that can detect and monitor air particles at various locations in a room. The purpose of this research is to improve the performance of the E-MAGiC system by adding a DSM501a sensor for the detection of airborne particles and pollutants from the waste materials of egg shelves, paper, mosquito coils, candles, and sticks that are placed randomly. The results show that the success reading of the E-MAGiC sensor is 92.6% and can detect pollutants at a distance of 30-90 cm. E-MAGiC moves when the source is detected below less than  $1000 \text{ ug/m}^3$ , stops when above  $50000 \text{ ug/m}^3$ , and moves with PWM 140 to 100 when between  $1000 \text{ ug/m}^3$  and less than  $50000 \text{ ug/m}^3$ .

**Keywords:** E-MAGiC, Pollutant, Particle Detection, Aerosol, Robot.

## DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL .....	i
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI .....	ii
PERNYATAAN KEASLIAN .....	iii
KATA PENGANTAR .....	iv
ABSTRAK .....	vi
ABSTRACT .....	vii
DAFTAR ISI .....	viii
DAFTAR GAMBAR .....	x
DAFTAR TABEL .....	xi
DAFTAR LAMPIRAN .....	xii
DAFTAR SINGKATAN .....	xiii
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan Penelitian .....	2
1.4 Manfaat Penelitian .....	2
1.5 Batasan Masalah .....	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....	3
2.1 Aerosol .....	3
2.2 <i>Particulate Matter</i> .....	4
2.3 Robot .....	5
2.4 E-MAGiC .....	6
2.5 <i>State of Art</i> .....	7
BAB III METODE PENELITIAN .....	9
3.1 Waktu dan Lokasi .....	9
3.2 Bahan dan alat .....	9
3.3 Tahapan Perancangan .....	16
3.4 Rancangan Pengujian .....	23
BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN .....	24

4.1 Hasil Perancangan.....	24
4.2 Kalibrasi dan Pengujian Sensor .....	24
4.3 Pengujian Gerak.....	25
4.4 Pengujian Kepadatan Polutan .....	25
4.5 Pengujian Pencarian Kepadatan Polutan .....	27
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....	28
5.1 Kesimpulan .....	28
5.2 Saran .....	28
DAFTAR PUSTAKA .....	29
DAFTAR LAMPIRAN.....	30

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Ukuran polusi partikel.....	5
Gambar 2. (a) Bug Robot, (b) Mobile Robot, (c) Humanoid Robot.....	6
Gambar 3. Desain E-MAGiC.....	7
Gambar 4. Diagram Alir Penelitian.....	16
Gambar 5. Diagram blok sistem.....	18
Gambar 6. Rangkaian skematik sistem.....	19
Gambar 7. Desain 3D E-MAGiC.....	20
Gambar 8. (a) Sensor DSM501a yang terpasang pada lengan, (b) Desain <i>casing</i> sensor DSM501a.....	20
Gambar 9. Flowchart program.....	21
Gambar 10. Hasil Pengintegrasian E-MAGiC dan Sensor, (a) Tampak Depan, (b) Tampak Samping.....	24

## DAFTAR TABEL

Tabel 1. Jadwal kegiatan penelitian.....	9
Tabel 2. Alat.....	9
Tabel 3. Komponen E-MAGiC saat ini .....	10
Tabel 4. Komponen E-MAGiC yang ditambahkan .....	11
Tabel 5. Spesifikasi Arduino.....	12
Tabel 6. Spesifikasi DSM501A .....	12
Tabel 7. Spesifikasi Motor Vakum.....	13
Tabel 8. Spesifikasi LDR Module .....	13
Tabel 9. Spesifikasi Ionizer.....	13
Tabel 10. Spesifikasi BTS7960.....	14
Tabel 11. Spesifikasi Relay Module .....	14
Tabel 12. Spesifikasi Relay AC.....	15
Tabel 13. Spesifikasi Motor.....	15
Tabel 14. Spesifikasi Power supply .....	15
Tabel 15. Spesifikasi Dimmer.....	15
Tabel 16. Spesifikasi Relay Remote .....	16
Tabel 17. Gerakan E-MAGiC .....	22
Tabel 18. Data sensor DSM501A dan Air detector .....	24
Tabel 19. Gerak E-MAGiC.....	25
Tabel 20. Kepadatan Polutan dengan Kipas .....	26
Tabel 21. Kepadatan Polutan Tanpa Kipas.....	26
Tabel 22. Pengujian Pencarian Asap .....	27

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Program pseudocode .....	30
Lampiran 2. Control Room E-MAGiC .....	32
Lampiran 3. Uji Sensor.....	32

## DAFTAR SINGKATAN

Lambang/Singkatan	Arti dan Keterangan
USB	Universal Serial Bus
UART	Universal Asynchronous Receiver-Transmitter
ICSP	In Circuit Serial Programming
SRAM	Static Random Access Memory
EEPROM	Electrically Erasable Programmable Read-only Memory
DC	Direct Current
AC	Alternating Current
MOSFET	Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor
IC	Integrated Circuit
EMI	Electromagnetic Interference
GND	Ground
LED	Light Emitting Diode
AQI	Air Quality Index
HEPA	High Efficiency Particulate Air

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Pencemaran udara dalam ruangan telah diakui sebagai masalah kesehatan masyarakat yang signifikan. Menurut Organisasi Kesehatan Dunia (WHO), sekitar 7 juta kematian setiap tahunnya disebabkan oleh paparan polutan udara dalam ruangan (Vijayan dkk., 2015). Polutan ini bisa berasal dari berbagai sumber, seperti asap rokok, bahan kimia dari produk pembersih, dan gas berbahaya seperti radon dan karbon monoksida. Paparan jangka panjang terhadap polutan ini dapat menyebabkan berbagai masalah kesehatan, termasuk penyakit jantung, stroke, dan penyakit paru-paru kronis.

Polutan udara memiliki dampak signifikan terhadap suhu lingkungan. Polutan seperti gas rumah kaca menyerap radiasi panas dari matahari dan mencegahnya kembali ke luar, fenomena ini dikenal sebagai efek rumah kaca. Akibatnya, suhu permukaan bumi meningkat, kondisi ini dikenal sebagai pemanasan global. Di dalam ruangan, polutan seperti senyawa organik yang mudah menguap dapat mempengaruhi suhu ruangan. Peningkatan suhu dapat memicu pelepasan lebih banyak polutan, menciptakan siklus yang berkelanjutan. Oleh karena itu, pengendalian polutan udara sangat penting untuk mengelola suhu lingkungan.

Dalam beberapa tahun terakhir, teknologi sensor telah berkembang pesat, memungkinkan deteksi dan pemantauan polutan udara dalam ruangan menjadi lebih mudah dan efisien. Sensor-sensor ini dapat mendeteksi berbagai jenis polutan, seperti partikel debu, gas berbahaya, dan senyawa organik volatil (VOC). Namun, kebanyakan sistem pemantauan kualitas udara saat ini bersifat stasioner, yang berarti mereka hanya dapat memantau kondisi udara di satu lokasi. Ini bisa menjadi masalah, karena kualitas udara bisa sangat bervariasi di berbagai bagian ruangan atau bangunan.

Dari masalah tersebut peneliti mengusulkan menggunakan E-MAGiC untuk menjadi solusi dalam menangkap seluruh polusi udara (*Particulate Matter*) dengan cara yang efektif untuk mengurangi dampak buruk bagi kesehatan.

## **1.2 Rumusan Masalah**

1. Bagaimana mengintegrasikan sensor DSM501a pada E-MAGiC dalam deteksi partikel udara?
2. Bagaimana mengoptimalkan kinerja dan meningkatkan akurasi sensor partikel udara?

## **1.3 Tujuan Penelitian**

1. Mengembangkan E-MAGiC untuk mendeteksi partikel udara.
2. Mengoptimalkan performa keseluruhan sistem deteksi partikel udara agar lebih akurat.

## **1.4 Manfaat Penelitian**

1. Sistem deteksi partikel udara dapat memberikan kontribusi signifikan dalam memantau kualitas udara di berbagai lingkungan, seperti ruang kesehatan terkhusus ruang aerosol pada tindakan kedokteran gigi, laboratorium, dan tempat umum.
2. Penelitian ini memiliki potensi untuk mendukung pemantauan lingkungan kesehatan masyarakat, terutama dalam situasi seperti pandemi, di mana pemahaman yang lebih baik tentang penyebaran partikel udara dapat menjadi kunci untuk pencegahan dan pengendalian penyakit.

## **1.5 Batasan Masalah**

Dalam penelitian ini dibuat sistem yang hanya fokus pada perancangan sistem E-MAGiC. Sehingga pada penelitian ini diberikan beberapa batasan yaitu

1. Jenis partikel yang akan dideteksi adalah asap.
2. Ruang uji coba dilakukan pada ruangan tertutup.
3. Kalibrasi sensor hanya mengambil nilai bersih atau nilai terendah sebagai nilai awal.
4. Batas kemampuan sensor mendeteksi.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Aerosol

Aerosol merupakan kombinasi partikel cair dan padat yang umumnya berdiameter lebih kecil dari 50 mikrometer, sedangkan *splatter* atau percikan adalah partikel yang terdiri dari campuran udara, air dan zat padat yang lebih besar dari 50 mikrometer. Aktivitas fisik manusia sehari-hari, seperti batuk, bernapas, bersin atau tertawa, dapat menghasilkan bio-aerosol. Ketika diuapkan, aerosol akan membentuk 'inti tetesan' yang terdiri dari air liur, serum kering, dan mikroorganisme. Ukuran inti tetesan bervariasi dari 0,5 hingga 10 mikron yang dapat mencapai alveoli paru atau mengambang di udara selama beberapa jam. Aerosol juga dapat menembus jauh ke dalam sistem pernapasan. Prosedur perawatan gigi rutin menghasilkan aerosol dan percikan, yang berpotensi menimbulkan risiko bagi staf kedokteran gigi serta pasien (Ariestiana, 2022). Aerosol dapat diklasifikasikan menurut dimensi partikel yang terlibat. Hal ini berdampak pada potensi akses ke saluran pernapasan bagian bawah. Secara khusus, partikel >10 m diblokir di daerah hidung, sedangkan partikel 5-10 m dapat mencapai dan mengendap di sistem pernapasan bagian atas. Jika diameter aerodinamis partikel lebih kecil dari 5 m, partikel aerosol dapat mencapai alveoli paru dan menyebabkan infeksi saluran pernapasan bagian bawah. Transmisi partikel di udara dapat diklasifikasikan menjadi dua (Anshar dkk., 2023), yaitu:

1. Transmisi droplet, terjadi melalui kontak langsung droplet dengan mukosa mulut, hidung, dan mata atau melalui inhalasi langsung
2. Transmisi aerosol, di mana partikel udara <5 m tetap tersuspensi dalam udara dan mencapai paru-paru melalui inhalasi.

Aerosol dapat terbentuk melalui dua cara, yaitu proses buatan dan proses alami yang berasal dari aktivitas makhluk hidup. Pembakaran bahan bakar fosil, umpamanya untuk kegiatan industri dan transportasi, dipercaya memberikan sumbangan yang cukup besar terhadap peningkatan jumlah aerosol atmosfer, khususnya di lapisan troposfer bawah. Kandungan sulfur pada bahan bakar fosil

akan menghasilkan aerosol sulfat ke udara. Hampir sebagian besar jumlah aerosol yang terdapat di lapisan troposfer bawah merupakan turunan dari sulfurdioksida yang dihasilkan dari pembakaran bahan bakar fosil. Demikian juga dengan kebakaran hutan yang sering terjadi di beberapa negara, termasuk Indonesia, menghasilkan aerosol dalam jumlah yang sangat banyak dan terdistribusi hingga ke tempat yang sangat jauh (*remote area*). Aerosol yang dihasilkan dalam peristiwa kebakaran hutan dikenal dengan istilah aerosol organik ataupun *black carbon*. Aerosol juga dihasilkan oleh tumbuh-tumbuhan berupa senyawa organik tidak stabil atau dikenal dengan istilah *Volatile Organics Compounds (VOC)*. Informasi mengenai mekanisme pelepasan VOC ini masih sangat sedikit yang diketahui mengingat sangat beragamnya jenis vegetasi yang dikenal. Salah satu jenis VOC yang sangat dikenal adalah *Dimethyl Sulfide (DMS)*, yaitu jenis VOC utama yang dilepaskan oleh phytoplankton di lautan dan berperan penting dalam siklus sulfur di atmosfer. Selain itu, laut juga menghasilkan aerosol melalui mekanisme *bursting bubbles* pada permukaan laut. Dengan demikian maka lautan merupakan sumber aerosol yang sangat luas bagi atmosfer bumi. Aerosol yang berasal dari laut utamanya merupakan aerosol garam laut misalnya Cl, Na, dan Ca (Hamdi, 2013).

## 2.2 *Particulate Matter*

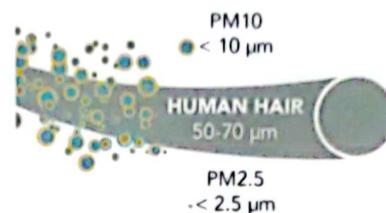
*Particulate matter* atau polusi partikel (PM) merupakan campuran partikel padat dan tetesan cairan yang ditemukan di udara. Beberapa partikel seperti debu, kotoran, jelaga atau asap yang sangat pekat dapat terlihat jelas oleh mata sedangkan partikel yang begitu kecil hanya dapat dideteksi dengan menggunakan mikroskop elektron (California Air Resources Board, 2024).

Asap merupakan campuran bahan partikulat, uap, gas dan abu secara garis besar *Particulate Matter* dibagi menjadi 3 kelompok yaitu: PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub>, dan PM<sub>1</sub>. PM<sub>10</sub> merupakan jenis partikel yang bisa dihirup oleh hidung dengan diameter berukuran 10 mikrometer. PM<sub>2,5</sub> partikel dengan diameter 2,5 mikrometer dan PM<sub>1</sub> diameter partikelnya 1 mikrometer.

PM<sub>10</sub> dan PM<sub>2.5</sub> sering kali berasal dari sumber emisi yang berbeda, dan juga memiliki komposisi kimia yang berbeda. Emisi dari pembakaran bensin,

minyak, bahan bakar diesel, atau kayu menghasilkan sebagian besar polusi PM2.5 yang ditemukan di udara luar ruangan, serta sebagian besar PM10. PM10 juga mencakup debu dari lokasi konstruksi, tempat pembuangan sampah dan pertanian, kebakaran hutan dan pembakaran semak/sampah, sumber industri, debu yang tertiuang dari lahan terbuka, serbuk sari dan fragmen bakteri.

Partikel PM bisa berasal langsung dari sumbernya (partikel primer) atau tercipta di atmosfer melalui reaksi kimia gas (partikel sekunder) seperti sulfur dioksida (SO<sub>2</sub>), nitrogen oksida (NOX), dan beberapa senyawa organik. Senyawa organik ini bisa berasal dari sumber alami, seperti pohon dan tanaman, atau dari sumber buatan manusia (antropogenik), seperti proses industri dan emisi kendaraan bermotor. Ukuran relatif partikel PM10 dan PM2.5 dapat dilihat pada gambar berikut (Arminarahmah dkk., 2017).



Gambar 1. Ukuran polusi partikel.  
Sumber (California Air Resources Board)

### 2.3 Robot

Robot merupakan entitas yang bisa berbentuk fisik atau virtual, yang memiliki kecerdasan. Biasanya, robot adalah sistem elektro mekanik yang dapat bergerak dan berpikir (Siswaja, 2008). Ada lima jenis robot, yaitu *fixed robot* (bentuk robot yang tidak dapat berpindah dari satu tempat ke tempat lain secara keseluruhan), *mobile robot* (bentuk robot yang dapat secara dinamis berpindah tempat dari satu titik ke titik lainnya), *bug robot* (robot yang menyerupai binatang), *humanoid* (robot yang menyerupai manusia), dan *kombinasi* (gabungan dari bentuk-bentuk robot). robot otonom adalah agen cerdas yang sangat canggih. Robot biasanya didefinisikan sebagai mesin yang dapat merasakan, berpikir, dan bertindak. Robot berbeda dari perangkat lunak karena robot adalah agen yang ada di dunia nyata. Oleh karena itu, robot harus menghadapi tantangan dan kesulitan di dunia nyata. Robot dapat diraba, dilihat, dan didengar, memiliki dimensi fisik,

dan dapat memberikan kekuatan pada objek lain. Robot otonom dirancang untuk melakukan tugas tingkat tinggi secara mandiri atau dengan kontrol eksternal yang sangat terbatas (Bensalem dkk., 2009). Robot sangat dibutuhkan dalam situasi di mana kontrol manusia tidak memungkinkan atau tidak efisien karena fitur-fitur berikut (Bekey, 1998):

1. Beroperasi di lingkungan yang sangat bervariasi, tidak pasti, dan berubah-ubah.
2. Robot harus memenuhi batasan waktu nyata untuk bekerja dengan baik.
3. Robot sering berinteraksi dengan objek lain, baik manusia dan mesin lainnya.

Sistem penggerak adalah aspek penting dari *mobile robot* yang tidak hanya bergantung pada media tempat robot bergerak, tetapi juga pada faktor-faktor lain seperti kemampuan manuver, kemampuan kontrol, kondisi medan, efisiensi, stabilitas, dan sebagainya. Desain *mobile robot* bergantung pada layanan yang akan diberikan; oleh karena itu, *mobile robot* dapat dirancang untuk berjalan, berlari, melompat, terbang, dll. Dengan kebutuhan robot yang dirancang, mereka dikategorikan menjadi stasioner dan mobilitas: di darat, air, atau udara. Robot bergerak terutama otonom sangat diminati karena kemampuan dan kapasitasnya untuk melakukan tugas-tugas yang mungkin tampak sulit bagi manusia (Alatise & Hancke, 2020).



(a)



(b)



(c)

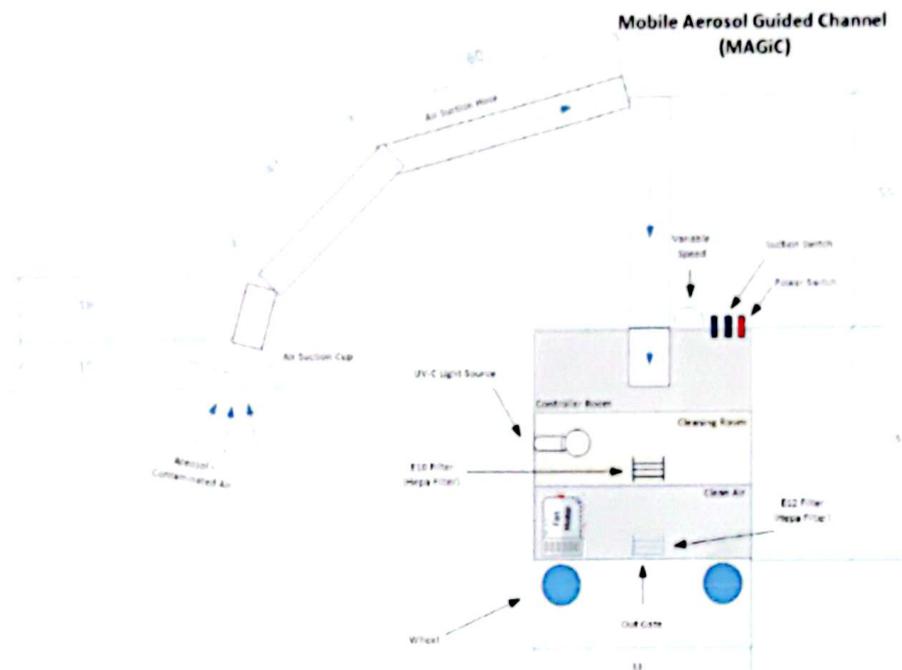
Gambar 2. (a) Bug Robot, (b) Mobile Robot, (c) Humanoid Robot

Sumber: (a) <https://assets.bolong.id>, (b) <https://1.bp.blogspot.com>, (c) Euronews.

## 2.4 E-MAGiC

*Extraoral-Mobile Aerosol Guided Channel* (E-MAGiC) merupakan alat *extraoral suction* yang dikembangkan oleh Fakultas Teknik dan Fakultas Kedokteran Gigi universitas Hasanuddin dalam mengatasi penyebaran aerosol pada tindakan kedokteran gigi. Fungsi penggunaan alat *extraoral suction aerosol* ini adalah untuk mencegah darah, saliva (liur), debu dan substansi lain yang dapat

menyebarkan dalam ruangan perawatan saat tindakan kedokteran gigi dilakukan. E-MAGIC dilengkapi dengan vakum motor berkekuatan 1800 Watt, UV indicator, UV filter, Mesh (perforated filter), HEPA filter E10, HEPA filter E12 dan HEPA filter E12 exit.



Gambar 3. Desain E-MAGiC  
Sumber: Tesis Yossy Yoanita

## 2.5 State of Art

No	Penulis	Judul Penelitian	Hasil Yang Dicapai
1.	Yossy Yoanita Ariestiana (2022)	Efektifitas Extraoral-Mobile Aerosol Guide Channel (E-MAGiC) dalam Upaya Eliminasi Aerosol pada Tindakan Kedokteran Gigi dan Mulut Pendidikan Universitas Hasanuddin	Efektif dalam mengurangi sebaran aerosol maupun percikan yang dibuktikan tindakan kedokteran gigi berupa pembersihan karang gigi (scaling) menggunakan scaller ultrasonic.

No	Penulis	Judul Penelitian	Hasil Yang Dicapai
2.	Nur Arminarahmah (2017)	Desain dan Implementasi Pengukur Kualitas Udara PM10 Berbasis Mikrokontroler	Hasil pengujian perangkat sensor pada lingkungan didalam ruangan secara langsung dapat terdeteksi dengan menggunakan perangkat sensor yang digunakan dan siap digunakan dalam sistem pengendalian dapat dikembangkan untuk kondisi yang luas cakupannya.
3.	Tong Yu, Meide Xu, dan Tianqing Zhang (2019)	Design and implementation of a PM2.5 dust detection system based on ZigBee.	Studi eksperimental menunjukkan bahwa konsistensi sinyal keluaran sensor DSM501 kurang baik. setelah pengoptimalan sistem, tetap saja sulit untuk mencapai konsistensi kurang dari (+20%)
4.	Muh Anshar (2023)	Assessment of a Novel Application of the Capture-Trap-Terminate Approach for Treating Aerosol Products During Dental Procedures	Eksperimen ini menilai efektivitas mekanisme yang diusulkan dalam mendisinfeksi mikroorganisme yang ditangkap. Hasilnya menunjukkan bahwa sistem ini mengurangi kuantitas dan area penyebaran percikan dan aerosol berbahaya sekitar 50%.
5.	Alexandra Stanimirecu (2024)	Measurements Made Using DSM501a Sensors Versus Measurements Made by National Air Quality Monitoring Network	Nilai yang diukur oleh sensor kurang lebih sama atau identik dengan nilai yang diidentifikasi oleh perangkat yang diakui pada stasiun RNMCA.