

TUGAS AKHIR

DESAIN *OPACITY METER* DENGAN *IMAGE PROCESSING*
BERDASARKAN *RISK BASED MEASUREMENT*



ARGI ANANDA WARDANA

NPM. 18.0503.0018

DIKY ERYANTO

NPM. 18.0503.0011

PROGRAM STUDI MESIN OTOMOTIF (D3)
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAGELANG
AGUSTUS 2021

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Opacity merupakan polutan warna hitam yang mengandung unsur karbon berasal dari pembakaran dari mesin diesel. Polutan ini sangat berbahaya bagi lingkungan. Untuk itu *opacity* mesin diesel perlu dikendalikan.

Pengendalian *opacity* mesin diesel ada beberapa metode, diantaranya penggunaan bahan bakar mesin diesel yang memiliki kualitas lebih tinggi, metode penyemprotan bahan bakar dan inspeksi/pengukuran *opacity* pada emisi mesin diesel. Pengukuran *opacity* mesin diesel yang ada saat ini menggunakan *smoke tester* atau *opacity meter*. Teknologi ini bekerja berdasarkan sensor yang dipasangkan pada saluran *exhaust manifold*.

Opacity meter/opacity meter yang ada pada kondisi saat ini memiliki beberapa kelemahan, diantaranya memiliki harga sangat mahal, tidak flexible/praktis dan membutuhkan tempat khusus. Melihat permasalahan ini perlu mengembangkan teknologi *opacity meter* yang praktis, *flexible* dan memiliki harga terjangkau. Untuk itu dalam penelitian ini mengusulkan pengembangan desain *opacity meter* berdasarkan *digital image processing*. Kelebihan alat yang dikembangkan memiliki harga lebih terjangkau, lebih praktis dan flexible. Novelty/kebaruan dari alat yang dikembangkan terletak pada penerapan teknologi *image processing* dengan penambahan fitur analisis emisi berdasarkan *Risk Based Measurement*.

B. Rumusan Masalah

Bagaimana mendesain *smoke meter* dengan *image processing* berdasarkan *Risk Based Measurement* untuk membantu pemeriksaan gas buang pada mesin diesel ?

C. Tujuan Penelitian

1. Mendesain *smoke meter* dengan *image processing* berdasarkan *Risk Based Measurement* (RBM Risiko) / pemeriksaan gas buang pada mesin diesel.

2. Mendesain teknologi smok meter yang flexibel dan tidak membutuhkan tempat khusus dalam proses pengujian.

D. Manfaat

Manfaat dari penelitian ini diperoleh sebagai berikut,

1. Diperolehnya teknologi *smoke meter* berdasarkan *digital image processing*.
2. Pengembangan teknologi pencitraan pada kendaraan.
3. Terciptanya teknologi pengendalian *smoke* berdasarkan analisis RBM.
4. Terciptanya teknologi dengan harga yang sangat murah, flexible/praktis, dan tidak membutuhkan tempat khusus.

E. Batasan Masalah

Adapun batasan masalah yang di gunakan dalam penelitian ini, sebagai berikut.

1. Penelitian yang di lakukan menggunakan teknologi *image processing* untuk mendeteksi kepekatan asap mesin diesel.
2. Program yang digunakan menggunakan *VISUAL BASIC.NET*.
3. Kendaraan yang digunakan untuk objek pengamatan menggunakan mesin diesel.

BAB II

TINJUAN PUSTAKA

A. Penelitian yang Relevan

Teknologi pengendalian gas buang kendaraan dengan mesin diesel telah banyak dilakukan. Salah satu pengendalian emisi gas buang mesin diesel dengan mengukur *opacity*. *Opacity* ini merupakan partikel karbon yang dihasilkan oleh hasil pembakaran mesin diesel. Pengukuran *opacity* ini dapat diukur dengan *smoke tester* atau *opacity meter* (Report, 2014). *Opacity meter* yang berkembang saat ini memiliki kelemahan harga cukup mahal dan pengukuran sangat rigid. Saat ini *opacity meter* telah dikembangkan dengan berbagai variable, diantaranya dengan menggunakan *opacity meter test bench*. Teknologi bekerja berdasarkan sensor yang dipasangkan pada *muffler*. Hasilnya pengukuran *opacity* ditampilkan dalam sebuah monitor. Produk ini memiliki kelemahan diantaranya memiliki dimensi cukup besar dengan harga relative mahal.

Pengembangan selanjutnya dengan menggunakan teknologi *Digital Image Processing* - DIP (Putra et al., 2018); (Georgeses & Lipner, 2018); (Blyankinshtein et al., 2017). Penelitian ini menggunakan DIP untuk mengukur dampak pencemaran akibat emisi gas buang kendaraan. Metode yang ditempuh mengukur tingkat keburaman asap mesin diesel menggunakan kamera. Penelitian ini menghasilkan analisis *opacity* dengan basis gambar untuk pembacaan keburaman asap. Kelemahan yang ada dalam penelitian ini belum menggunakan aspek risiko.

Smoke meter untuk melakukan pengukuran *exhaust gas* pada kendaraan diesel dengan pencapaian target emisi standar Euro IV (Tomohiro Minagawa, Daiji Nagaoka, Hiroyuki Yuza, Teruo Nakada, 2014). Namun, Penelitian yang dilakukan belum mengarah pada teknologi *image processing*. Pengukuran *opacity* menggunakan sinar laser (Audish et al., 2012). Audish (2012) mengembangkan pengukuran *opacity* menggunakan sinar laser sebagai media pengukuran *opacity*. Media uji studi ini menggunakan mesin Isuzu 1900 cc, namun studi ini belum melakukan pengembangan

pada teknologi *image processing*.

Pengukuran *opacity* dilakukan dengan penambahan bahan bakar alternatif (Chen et al., 2019). Penelitian ini fokus pada pengurangan *opacity* berdasarkan karakteristik *Particulate Meter* (PM). Untuk mengukur *opacity* masih menggunakan *smoke tester* konvensional. Kelemahan alat yang digunakan pada penelitian ini memiliki harga cukup mahal, kurang praktis dan tidak terdapat analisis risiko.

Opacity meter/smoke meter dikembangkan melalui pengendalian secara otomatis (Piccolo & Joseph, 2015). Piccolo & Joseph (2015) mematenkan *smoke meter* hasil penemuannya pada sistemnya. Prototipe yang dipatenkan berupa sistem deteksi pada *source* asap yang keluar. Penemuan ini belum mengembangkan *smoke meter* pada sistem *image processing*. Produk berikutnya tentang *teknologi analysis mode smoke* (Frost, 2006). Frost (2006) menemukan transduser pada pembacaan untuk optic pada *smoke meter*. Teknologi yang dikembangkan masih pada area pengembangan sensor belum mengarah pada *opacity meter* dengan *image processing*.

Kegiatan selanjutnya tentang *opacity* dengan membandingkan dua jenis bahan bakar yang berbeda pada mesin diesel model *direct injection* (Du et al., 2013). Tujuan kegiatan ini untuk mengurangi pencemaran udara dengan percobaan digital. Variable yang diukur dengan pengamatan *opacity* pada gas buang. Kelemahan penelitian ini belum mengaplikasikan analisis *opacity meter* berbasis risiko.

B. Variabel Penelitian

1. Image Processing

Image processing merupakan teknik mengolah gambar yang dapat digunakan untuk tujuan tertentu (Mulyawan et al., 2011). Saat ini *image processing* dapat digunakan untuk memonitoring kepekatan asap. Pengolahan ini berupa pengolahan *image* yang dirubah ke dalam bentuk basis data digital. Basis data ini berupa data integer yang memiliki potensi untuk digunakan dalam peningkatan sistem pengendalian gas buang kendaraan. Metode penerepan *image processing* memiliki potensi

untuk dikembangkan dalam mengukur kepekatan asap pada mesin diesel lebih efisien dan akurat (Putra et al., 2018).

2. Opacity Meter

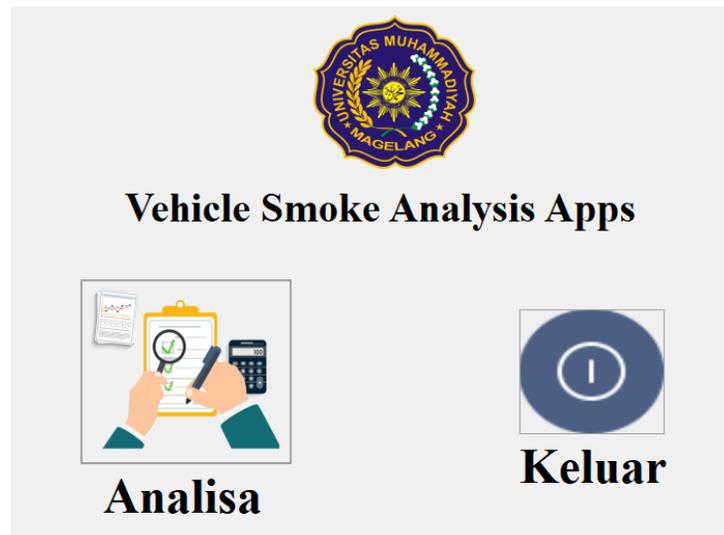
Opacity meter merupakan alat yang digunakan untuk mengukur kepekatan dari asap, baik asap yang dihasilkan oleh industri maupun asap kendaraan. *Opacity* dalam asap perlu dilakukan pengukuran dalam menjaga keselamatan manusia dan lingkungan. Saat ini asap perlu dikendalikan emisinya agar dapat meningkatkan kesehatan bagi kehidupan manusia. Untuk mengurangi pencetus *global warming*, maka teknologi kendaraan harus dirancang agar lebih ramah lingkungan dengan mengacu pada standar tertentu (Putra et al., 2018).

3. Risk Based Measurement

Risk based measurement merupakan sebuah metode untuk mengetahui tingkat risiko berdasarkan pengukuran. Pengukuran yang dilakukan akan menghasilkan data, dimana data ini dianalisis berdasarkan standar tertentu untuk memberikan keputusan. *Risk based measurement* untuk penelitian yang dilakukan menggunakan logika tingkat bahaya yang timbul dari asap yang dihasilkan berdasarkan referensi dan standar sistem keamanan.(Giechaskiel et al., 2014).

4. Visual basic .net

Visual basic .net adalah sebuah alat untuk mengembangkan dan membangun aplikasi yang bergerak di atas sistem .NET Framework, dengan menggunakan bahasa BASIC. atau juga dapat diperoleh secara terpadu dalam Microsoft Visual Studio .NET. Bahasa Visual Basic .NET sendiri menganut paradigma bahasa pemrograman berorientasi objek yang dapat dilihat sebagai evolusi dari Microsoft Visual Basic versi sebelumnya yang diimplementasikan di atas .NET Framework. Peluncurannya mengundang kontroversi, mengingat banyak sekali perubahan yang dilakukan oleh Microsoft, dan versi baru ini tidak kompatibel dengan versi terdahulu. Visual basic .net digambarkan pada gambar 2.1.



Gambar 2.1 Visual basic .net

C. Landasan Teori

1. Pengolahan Data

Data merupakan sekumpulan fakta-fakta yang memberikan informasi. Data yang digunakan pada penelitian ini ada beberapa macam, diantaranya data primer dan data sekunder.

a. Data primer

Data primer merupakan data yang diambil secara langsung. Data primer yang digunakan dalam penelitian ini diantaranya,

- 1) Data *image* yang dihasilkan oleh kamera.
- 2) Nilai *opacity* yang diperoleh dari kepekatan asap.

Data yang dihasilkan berupa data yang dengan hasil uji *opacity* kendaraan tersebut.

b. Data sekunder

Data sekunder merupakan data yang diambil secara tidak langsung atau melalui media lain. Data sekunder dalam penelitian ini diantaranya spesifikasi komputer yang digunakan dalam penelitian, spesifikasi kamera, spesifikasi aplikasi.

2. Konsep Teknologi yang Dikembangkan

a. Konsep Teknologi

Pertumbuhan serta perkembangan penduduk di Indonesia yang semakin pesat tentu mempengaruhi bidang industri yang dapat membawa dampak positif maupun negatif. Salah satunya dengan pencemaran udara yang dihasilkan dari aktivitas perindustrian yaitu asap. Asap adalah sebuah perpaduan antara karbondioksida, air, zat-zat yang terdifusi di udara dan mineral. Tingkat kepekatan asap dapat dilihat dari banyak faktor seperti jenis bahan bakar yang digunakan, temperatur api serta kondisi angin. Tingkat kepekatan asap dapat disebut dengan opasitas. *Opacity* merupakan sebuah polutan yang berwarna hitam yang mengandung unsur karbon, *output* dari pembakaran mesin diesel. Polutan tersebut tentu sangat berbahaya bagi lingkungan, untuk itu maka *opacity* perlu dikendalikan. Pada dasarnya dalam pengembangan serta penciptaan suatu alat maupun sistem yang digunakan untuk mengukur *opacity* meter dapat dilakukan dengan menggunakan alat maupun sistem dengan harga yang tergolong terjangkau dan fleksibel. Penelitian ini menggunakan DIP yang bertujuan untuk mengukur dampak pencemaran akibat emisi gas buang kendaraan serta metode yang kami ambil untuk mengukur tingkat keburaman asap mesin diesel yaitu dengan menggunakan kamera. Berikut ini adalah analisis *opacity* dengan basis gambar untuk pembacaan keburaman asap. Alur dari konsep teknologi yang dikembangkan dapat dilihat pada gambar 2.2.



Gambar 2.2 Konsep dari teknologi yang dikembangkan

b. Proses pengukuran *opacity meter* berdasarkan *image processing*

Proses pengukuran opacity meter ada beberapa tahapan, diantaranya:

- 1) Kamera dipasangkan pada box yang terpasang pada knalpot/muffler kendaraan.
- 2) Kamera mengambil data opacity dari gas buang mesin diesel berupa data image.
- 3) Image opacity akan diolah oleh aplikasi dengan program visual basic.net
- 4) Hasil final berupa data opacity beserta level risiko yang mengacu standar tertentu.

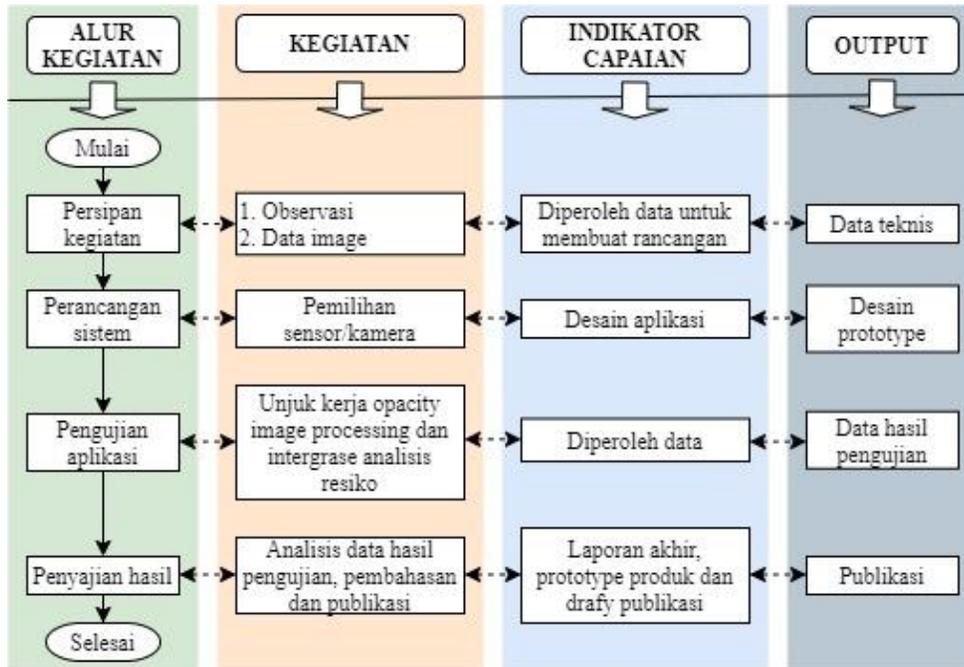
Berikut ini adalah alur proses pengukuran disajikan dalam Gambar 2.3.



Gambar 2.3 Alur proses pengukuran

BAB III METODOLOGI PELAKSANAAN

A. Diagram Alir Pelaksanaan



Gambar 3.1 Diagram alir pelaksanaan

Diagram alir pelaksanaan pada gambar 3.1 yang digunakan dalam kegiatan ini memiliki 4 skema diantaranya,

1. Alur Kegiatan

Alur kegiatan memiliki 4 tahap, diantaranya persiapan, perancangan sistem, pengujian dan penyajian hasil.

2. Kegiatan

Kegiatan memiliki 4 tahapan. Tahap pertama berupa observasi terhadap teknologi yang akan dibuat dan data *image* dari asap yang akan dievaluasi.

3. Indikator Capaian

Indikator capaian memiliki 4 tahap. Tahap pertama pemerolehan data untuk membuat rancangan selanjutnya design aplikasi sehingga data

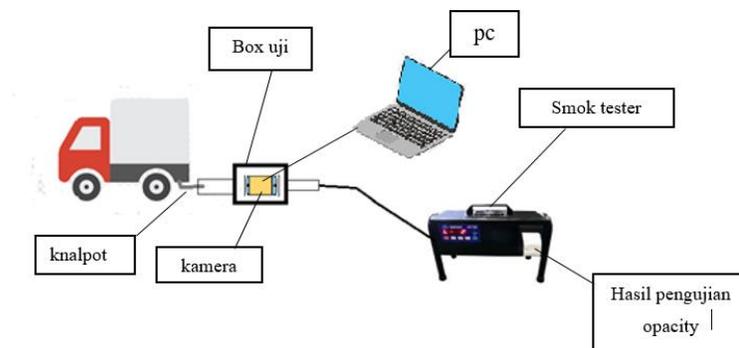
di peroleh dan yang terakhir laporan akhir prototipe produk dan draf publikasi.

4. Output

Output memiliki 4 tahapan. Tahap yang pertama data teknis, *design prototype*, data hasil pengujian dan publikasi.

B. Set up pengujian

Adapun set up pengujian dimulai dengan memasang komponen-komponen disajikan dalam Gambar 3.2 Data *opacity* pada gas buang yang diperoleh melalui pengambilan gambar oleh kamera yang dipasang pada box uji. Kamera menghasilkan image berupa file *jpg*. File *jpg* yang dihasilkan dirubah dalam data digital RGB (*Red Green Blue*) berupa bilangan numerik. Besaran nilai *opacity* dari gas buang divalidasi menggunakan smoke tester test bend. Alat ini bekerja berdasarkan sensor infra red, sehingga data yang dihasilkan sangat rigid. Set up pengujian dapat dilihat pada gambar 3.2.



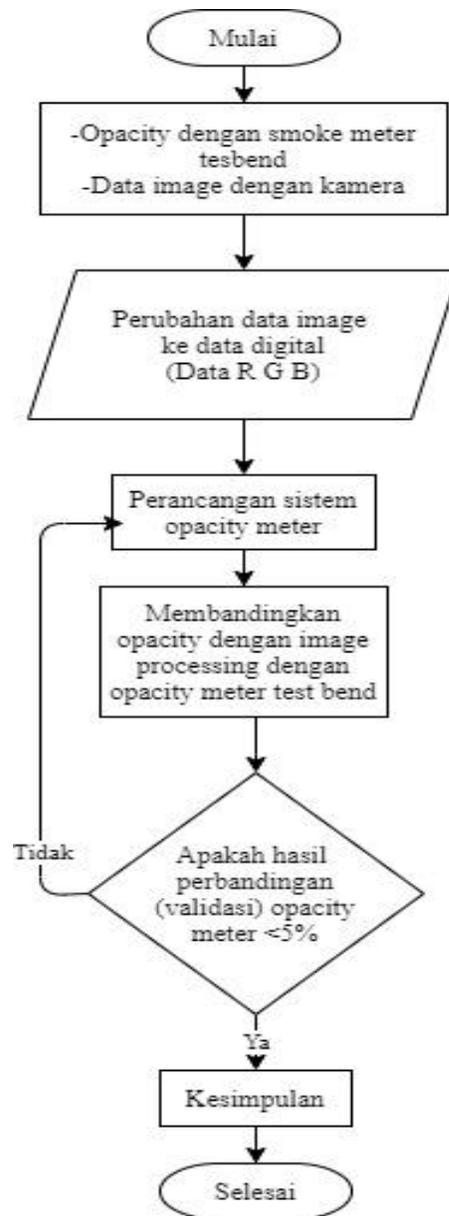
Gambar 3.2 Set up pengujian.

Proses pengujian dilakukan di Dinas Perhubungan Darat Kota Magelang. Smoke tester yang dimiliki oleh dinas ini sudah terkalibrasi dengan kadar keakurasian 70%.

C. Diagram Alir Perancang Sistem

Dalam perancangan program *opacity* meter, langkah pertama yang harus kita lakukan yaitu dengan memulai observasi terhadap objek yang akan kita analisis. Pada saat observasi kita perlu mengumpulkan berbagai data *opacity* sebagai bahan untuk

masuk ke dalam perencanaan sistem. Setelah diperoleh data-data maka langkah selanjutnya yang kita kerjakan yaitu masuk ke dalam perencanaan sistem *opacity* meter dengan menguji polutan yang dihasilkan atau *output* dari pembakaran melalui foto yang kita peroleh dari kamera yang digunakan sebagai pembanding dengan *opacity* elektrik. Berikut ini akan dijelaskan pada gambar 3.3.



Gambar 3.3 Alur perancangan sistem

D. Validasi Sistem

Alur validasi sistem yang dijalankan dalam aplikasi *opacity* meter disajikan dalam gambar 3.4. Proses validasi *opacity* meter yang dikembangkan dengan membandingkan dengan *opacity/smoke tester testbench*. Acuan error (tingkat kesalahan pembacaan) kurang dari 5%.



Gambar 3.4 Alur pengolahan sistem

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan yang sudah di uraikan, maka dapat di ambil kesimpulan dapat mendesain *smoke meter* dengan *image processing* berdasarkan *Risk Based Measurement* untuk membantu pemeriksaan gas buang pada mesin diesel, dengan alat yang terjangkau, flexible dan tidak memerlukan tempat khusus untuk menggunakannya dengan hasil validasi tidak melebihi 5%.

B. Saran

Berdasarkan desain smoke meter dengan image processing berdasarkan Risk Based Measurement untuk membatu pemeriksaan gas buang pada mesin diesel yang dibuat, saran untuk penelitian selanjutnya dapat mengembangkan desain smoke meter lebih baik dengan mengumpulkan data pengujian real lebih banyak dan memperbaiki kualitas gambar (image) yang diambil serta memperbaiki pencahayaan pada box uji agar lebih baik lagi dan menambahkan desain yang lebih menarik dan mudah digunakan bagi khalayak umum.

DAFTAR PUSTAKA

- Audish, J., Ko, B., Ma, E., & McDaniel, T. (2012). Active Diesel Soot Measurement By Laser Opacity. In *California State University San Luis Obispo*. <https://doi.org/10.1111/j.1949-8594.1976.tb09303.x>
- Blyankinshtein, I., Askhabov, A., Voevodin, E., Kashura, A., & Malchikov, S. (2017). Concept and models for evaluation of black and white smoke components in diesel engine exhaust. *Transport Problems*, 12(3), 83–91. <https://doi.org/10.20858/tp.2017.12.3.8>
- Chen, C., Yao, A., Yao, C., Wang, B., Lu, H., Feng, J., & Feng, L. (2019). Study of the characteristics of PM and the correlation of soot and smoke opacity on the diesel methanol dual fuel engine. *Applied Thermal Engineering*, 148(92), 391–403. <https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2018.11.062>
- Du, K., Shi, P., Rood, M. J., Wang, K., Wang, Y., & Varma, R. M. (2013). Digital Optical Method to quantify the visual opacity of fugitive plumes. *Atmospheric Environment*, 77, 983–989. <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2013.06.017>
- Frost, B. E. (2006). Analyser of Smoke Mode.
- Georgesesen, C., & Lipner, S. R. (2018). Surgical smoke: Risk assessment and mitigation strategies. *Journal of the American Academy of Dermatology*, 79(4), 746–755. <https://doi.org/10.1016/j.jaad.2018.06.003>
- Giechaskiel, B., Maricq, M., Ntziachristos, L., Dardiotis, C., Wang, X., Axmann, H., Bergmann, A., & Schindler, W. (2014). Review of motor vehicle particulate emissions sampling and measurement: From smoke and filter mass to particle number. *Journal of Aerosol Science*, 67, 48–86. <https://doi.org/10.1016/j.jaerosci.2013.09.003>
- Mulyawan, H., Samsono, M. Z. H., & Setiawardhana. (2011). Identifikasi Dan Tracking Objek Berbasis Image. *EEPIS Final Project*, 1–5. http://repo.pens.ac.id/1324/1/Paper_TA_MBAH.pdf
- Piccolo, & Joseph. (2015). Self-testing smoke detector with integrated smoke source.
- Putra, D. S., Fernandez, D., & Wagino. (2018). Optimization of digital image processing method to improve smoke opacity meter accuracy. *International Journal on Informatics Visualization*, 2(2), 88–91. <https://doi.org/10.30630/joiv.2.2.114>
- Report, M. (2014). Supply of Opacity meter . 1–2.
- Tomohiro Minagawa, Daiji Nagaoka, Hiroyuki Yuza, Teruo Nakada, T. K. (2014). Development of a High Sensitivity and High Response Portable Smoke Meter 2014-01-1580. *SAE International*, 11. <https://doi.org/https://doi.org/10.4271/2014-01-1580>