

## UJI COBA PEMBACAAN RANCANG BANGUN DUST MONITORING DENGAN HAZ-DUST HD-1004 MENGGUNAKAN REGRESI LINIER

Aulia Nadia Rachmat<sup>1</sup>, Rakha Zayyan Setijadi<sup>2</sup>, Dewi Kurniasih<sup>3</sup>

<sup>1,3</sup>Teknik Keselamatan dan Kesehatan Kerja, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negri Surabaya

<sup>2</sup>Teknik Otomasi, Jurusan Teknik Kelistrikan Kapal, Politeknik Perkapalan Negri Surabaya

E-mail: [nadia.rachmat@ppns.ac.id](mailto:nadia.rachmat@ppns.ac.id)

### ABSTRAK

Industri galangan kapal merupakan salah satu tempat yang memiliki berbagai risiko kecelakaan antara lain terjatuh dari ketinggian, kebisingan, kebakaran, ledakan, dan paparan toksik dari berbagai bahan kimia. Proses *sandblasting* dan *coating* adalah salah satu kegiatan pada proses pembuatan maupun reparasi kapal dengan potensi bahaya debu yang tinggi. Polusi udara terjadi ketika partikel dari kategori debu yang disebut debu profil bersarang di paru-paru, menyebabkan penyakit akibat kerja pada jaringan parut (fibrosis), mempersulit pekerjaan dan merusak produk dan mesin. Pembentukan debu sebagai produk sampingan dari kegiatan tersebut harus dicegah dan dikendalikan sebanyak mungkin. Penelitian ini merupakan kelanjutan dari pembuatan rancang bangun alat monitoring kadar debu di lingkungan secara *real time* yang terintegrasi dengan website. Validasi ketepatan pengukuran nilai rancang bangun alat tersebut akan dibandingkan dengan HAZ-DUST HD-1004 menggunakan regresi linier. Hasil penelitian menunjukkan bahwa masih terdapat *error* sebesar 80,16% sehingga diperlukan studi lanjut tentang pengembangan rancang bangun alat tersebut.

**Kata Kunci:** Alat ukur, Debu, Fibrosis, Penyakit Akibat Kerja, Regresi Linier

### ABSTRACT

*In dusty workplaces, air pollution occurs when particles from the dust category, called profile dust, lodge in the lungs, causing scarring (fibrosis), complicating work and damaging products and machinery. The formation of dust as a by-product of the manufacturing process should be prevented and controlled as much as possible. This study aims to design and manufacture a dust measuring device and understand how it works. In addition, you can determine the value of the concentration of hazardous dust in your work environment and apply the linear regression method to your design. This has led to the development of a dust concentration detection system that is integrated into the website and enhanced by a linear regression algorithm. This linear regression algorithm is useful as a calibration sensor value corresponding to the HAZ dust. From the results of the study, a measuring instrument was made to measure the level of dust that can be used. The design made after applying the linear regression method to the dust measurement has an error of 80.163%.*

**Keyword:** Pollution, Dust, Measuring Instruments, Linear Regression

## 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Partikulat dengan ukuran aerodinamis 10 mikron (PM10) menyebabkan wabah ISPA (infeksi saluran pernapasan akut). Berbagai jenis ISPA termasuk asma, bronkitis, dan berbagai jenis penyakit pernapasan lainnya. Pencemaran udara menimbulkan bahaya bagi makhluk hidup dan lingkungan, sehingga perlu dilakukan upaya pencegahan dan penanggulangan pencemaran udara. Badan Perlindungan Lingkungan (EPA) menyatakan bahwa paparan PM10 merupakan faktor penyebab disfungsi sistem pernapasan, termasuk: B. Kerusakan jaringan paru-paru, iritasi mata, kanker dan kematian dini. Diperkirakan hingga 800.000 orang akan meninggal sebelum waktunya dan sekitar

6,4 juta orang akan kehilangan harapan hidup karena polusi partikulat (Nurjazuli, 2010). Pembentukan debu sebagai produk sampingan dari proses manufaktur harus dicegah dan dikendalikan sebanyak mungkin. Hal ini sesuai dengan Nomor 1 Ayat 3 G Undang-Undang 1970 tentang Kondisi Kesehatan dan Keselamatan. Pencegahan dan pengendalian cahaya atau radiasi, suara, dan getaran "Oleh karena itu, peralatan pengukur dan informasi tingkat debu dan kualitas udara diperlukan untuk mengetahui kualitas dan keamanan udara yang dihirup oleh pekerja industri. Beberapa pengukur telah ditemukan untuk mengukur tingkat debu, termasuk Personal Dust Sampler dan Portable High Volume Air Sampler. Namun, karena ada beberapa alat ukur, saya memiliki kesan bahwa masih ada

beberapa poin yang perlu diperbaiki, seperti penyederhanaan waktu penggunaan alat dan proses penggunaan alat. Alat-alat ini belum memiliki kemampuan untuk mengirim data ke situs web untuk pemantauan rutin.

## 1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini antara lain:

- Bagaimana cara kerja dari alat ukur pendeteksi debu didalam suatu ruangan?
- Berapa kadar debu yang aman dan tidak aman didalam sebuah lingkungan kerja?
- Bagaimana cara menerapkan metode Regresi Linier untuk Rancang bangun sistem pendeteksi kadar debu?

## 1.3 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini antara lain:

- Mampu memahami dan mengetahui cara kerja dari alat ukur kadar debu didalam suatu ruangan.
- Mampu mengetahui berapa kadar debu yang aman dan juga tidak didalam sebuah lingkungan kerja.
- Mampu menerapkan metode Regresi Linier untuk rancang bangun sistem pendeteksi kadar debu.

## 1.4 ESP32

Mikrokontroler adalah *chip* yang terdiri dari ROM, CPU, RAM, *memory*, dan komponen *input output* yang digabungkan pada *Integrated Circuit* (IC) yang berfungsi sebagai penggerak utama atau pengontrol berbagai rangkaian elektronik demi menjalankan perintah tertentu. Salah satu komponen penting yang digunakan pada pengembangan fitur dan teknologi jam yaitu ESP32. Komponen ini dikenalkan oleh *Espressif System* sebagai perkembangan dari mikrokontroler ESP8266. Kelebihan mikrokontroler ini yaitu memiliki berupa modul *Wi-Fi* dalam *chip* yang memudahkan untuk membuat dan memberikan koneksi sistem aplikasi *Internet of Things* (Pradana, 2019).

## 1.5 Pencemaran

Pencemaran atau polusi adalah suatu kondisi yang telah berubah dari bentuk asal (baik) menjadi keadaan yang lebih buruk. Pergeseran bentuk tatanan dari kondisi asal pada kondisi yang buruk ini dapat terjadi sebagai masukkan dari bahan-bahan pencemar atau polutan. Bahan polutan tersebut pada umumnya mempunyai sifat racun (*toxic*) yang berbahaya bagi kelangsungan hidup organisme. Toksisitas atau daya racun dari polutan itu yang kemudian menjadi pemicu terjadinya pencemaran (Prianto and Husnah, 2017).

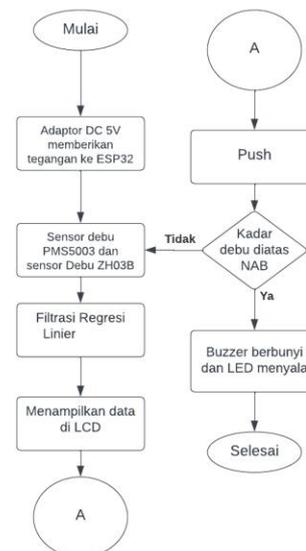
## 1.6 Partikulat (Debu)

Nilai ambang batas (NAB) paparan debu yaitu batas nilai maksimal untuk paparan debu sehingga masih bisa diterima oleh pernapasan dalam batas waktu tertentu. Apabila jumlah paparan debu diatas NAB dan waktu terpapar debu maka seseorang akan menderita gangguan pernapasan. Standar NAB paparan debu sudah diatur dalam sebagian peraturan yang berhubungan. Hal itu mencakup paparan debu di daerah kerja, baku tingkat paparan debu sampai paparan debu yang berkaitan dengan kesehatan. Peraturan Menteri Ketenagakerjaan No. 5 Tahun 2018 Tentang Keselamatan dan Kesehatan Kerja Lingkungan Kerja. Pada aturan ini menetapkan Nilai Ambang Batas (NAB) untuk kadar debu kayu di daerah kerja adalah 1 mg/m<sup>3</sup> dan untuk Nilai Ambang Batas (NAB) debu logam di daerah kerja adalah 10 mg/m<sup>3</sup>.

## 2. PEMBAHASAN

### 2.1 Flowchart System

Selama fase ini, analisis kinerja alat dilakukan pada desain sistem yang diinginkan. Jika ditemukan kesalahan pada alat, baik dalam kode program atau dalam arti yang diperoleh, perbaikan perangkat lunak akan dilakukan lebih cepat. Desain asli dari sistem dalam penelitian ini ditunjukkan pada gambar di bawah ini.

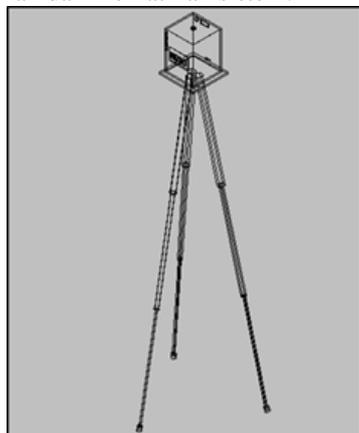


Gambar 1. Flowchart System

### 2.2 Desain Rancang Bangun Sistem Monitoring Kadar Debu

Jika konfigurasi sistem pemantauan debu adalah kotak yang terbuat dari balok. Kotak ditempatkan pada titik pengukuran pada ketinggian zona pernapasan, kira-kira 150 cm di atas permukaan tanah, dan konsentrasi debu dicatat pada waktu yang disesuaikan dengan kebutuhan dan tujuan pengukuran. Bagian belakang memiliki lubang untuk intake dan kotak memiliki lubang persegi

panjang untuk knalpot. Di bagian bawah terdapat tombol tekan yang dapat digunakan untuk mengubah satuan volume debu. Di bagian depan terdapat LCD yang menampilkan nilai tingkat debu pada unit yang dibutuhkan dan LED yang menunjukkan apakah tingkat debu di dalam ruangan aman atau di atas NAB. Di bagian atas adalah tombol tekan untuk menghidupkan dan mematikan sistem.



Gambar 2. Desain Perencanaan Rancang Bangun

### 2.3 Perhitungan Regresi Linier

Seperti yang telah disebutkan sebelumnya, saat mengkalibrasi pembacaan sensor, proses kalibrasi dilakukan dengan menggunakan metode regresi linier. Prosedur regresi linier ini diterapkan pada dua sensor debu yang dipasang pada desain meteran. Data teknis dicatat dengan membandingkan pembacaan sensor debu dengan alat pengukur debu, yaitu sampler debu sebagai kalibrator.

Tabel 1. Data Regresi Linier Sensor ZH03B)

No.	Haz-Dust	ZH03B
1.	0.62	0.209
2.	0.62	0.2
3.	0.62	0.193
4.	0.62	0.209
5.	0.42	0.209
6.	0.42	0.209
7.	0.42	0.209
8.	0.42	0.209
9.	0.42	0.209
10.	0.42	0.183
...	...	...
295.	0.03	0.115
296.	0.03	0.115
297.	0.03	0.117
298.	0.03	0.112
299.	0.03	0.111
300.	0.03	0.115
Rata-rata	0.136	0.170

Seperti terlihat pada tabel di atas, hasil pengumpulan data untuk setiap variasi input densitas

debu yang berbeda dikonversikan dengan perhitungan matematis untuk menentukan nilai konstanta (a) dan koefisien regresi (b) sebagai berikut: Kita dapat menghitung .

$$a = \frac{\sum y \sum x^2 - \sum x \sum xy}{n \sum x^2 - (\sum x)^2}$$

$$= \frac{40.873 \times 12.1754 - 51.14 \times 7.87324}{300 \times 12.1754 - (51.14)^2}$$

$$= \frac{95.00763}{1037.32}$$

$$a = 0.091589$$

$$b = \frac{n \sum xy - \sum x \sum y}{n \sum x^2 - (\sum x)^2}$$

$$= \frac{300 \times 7.87324 - 51.14 \times 40.873}{300 \times 12.1754 - (51.14)^2}$$

$$= \frac{271.7268}{1037.32}$$

$$b = 0.261951$$

Setelah dilakukan perhitungan kedua persamaan tersebut maka nilai regresi linier untuk sensor ZH03B adalah  $\hat{Y}_t = 0.091589 + 0.261951$ . Selain itu, data pengukuran sensor juga diperoleh dengan sensor PMS5003. Dari hasil pengumpulan data, hasilnya ditunjukkan pada tabel di bawah ini.

Tabel 2. Data Regresi Linier Sensor PMS5003)

No.	PMS5003	Haz-Dust
1.	0.075	0.11
2.	0.073	0.11
3.	0.075	0.11
4.	0.075	0.11
5.	0.078	0.11
6.	0.078	0.11
7.	0.078	0.11
8.	0.078	0.11
9.	0.078	0.11
10.	0.078	0.11
...	...	...
295.	0.07	0.11
296.	0.07	0.11
297.	0.073	0.11
298.	0.073	0.11
299.	0.073	0.11
300.	0.07	0.11
Rata-rata	0.076	0.11

Seperti terlihat pada tabel di atas, hasil pengumpulan data untuk setiap variasi input densitas debu yang berbeda dikonversikan dengan perhitungan matematis untuk menentukan nilai konstanta (a) dan koefisien regresi (b) sebagai berikut: Kita dapat menghitung .

$$a = \frac{\sum y \sum x^2 - \sum x \sum xy}{n \sum x^2 - (\sum x)^2}$$

$$= \frac{45.602 \times 7.26 - 66 \times 5.01622}{600 \times 7.26 - (66)^2}$$

$$a = 0.064302885$$

$$b = \frac{n \sum XY - \sum X \sum Y}{n \sum X^2 - (\sum X)^2}$$

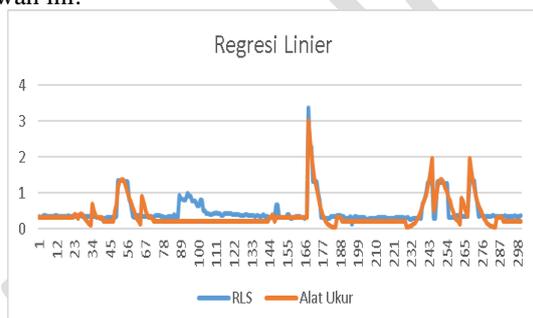
$$= \frac{600 \times 5.01622 - 66 \times 45.602}{600 \times 7.26 - (66)^2}$$

$$b = 0.105769231$$

Setelah dilakukan perhitungan kedua persamaan tersebut maka diperoleh nilai regresi linier untuk sensor PMS5003 adalah  $\bar{Y}_t = 0.064302885 + 0.105769231$ .

## 2.4 Pengujian Metode Regresi Linier

Setelah memperkenalkan metode regresi linier dan polinomial, saya berhasil menulis program untuk menyaring hasil pengukuran secara real time. Kemudian dilakukan pengujian pengukuran tingkat selanjutnya. Pengujian ini dilakukan dengan membandingkan pembacaan meteran debu berbahaya dengan desain yang dibuat. Pengujian metode berjalan secara bersamaan, sehingga satu pengujian dapat menghasilkan tiga grafik. Uji regresi linier dan regresi polinomial dilakukan di bengkel kayu. Serpihan kayu yang diperiksa di bengkel kayu merupakan hasil pemolesan dengan amplas pada meja kerja. Dalam proses pemeriksaan, letakkan draft di sebelah meja kerja Anda dan letakkan pengukur perbandingan di dada penggiling. Pemolesan membutuhkan waktu sekitar 5 menit. Hasil pengujian ditampilkan seperti gambar di bawah ini.



**Gambar 3. Grafik Perbandingan Pembacaan Rancang Bangun Dengan Metode Regresi Linier Dan Haz-Dust**

Membandingkan hasil pembacaan desain menggunakan metode regresi linier dengan pengukur, kami mendapatkan hasil grafis yang ditunjukkan pada gambar di atas, juga dengan kesalahan 80,16324358%.

## 3. KESIMPULAN

Penerapan metode regresi linier dalam perancangan sistem pendeteksi debu telah berhasil diterapkan. Nilai sensor belum dapat disesuaikan dengan alat ukur. Meter memiliki kesalahan

30.90606061 ± dan 52.1816167 ± untuk kedua sensor sebelum menerapkan metode regresi linier. Kemudian, setelah menerapkan metode regresi linier pada pembacaan debu, kami mendapatkan kesalahan sebesar 80,16324358%, yang memiliki beberapa kekurangan.

## PUSTAKA

- [1] Ikawati, B., & Nurjazuli, N. (2010). Analysis on environmental characteristics related to the occurrence of leptospirosis in Demak district, Central Java, 2009. *Media Kesehat Masy Indones*, 9(1), 33-40.
- [2] Permenaker 2018 Peraturan Menteri Tenaga Kerja No 5/2018 K3 Lingkungan Kerja. Peraturan Menteri Ketenagakerjaan Republik Indonesia No 5 Tahun 2018 [online]. 5 pp. 1-258. Available from: <https://jdih.kemnaker.go.id/keselamatan-kerja.html>.
- [3] Pradana, R. A., 2019. Mikrokontroler ESP32, apa itu? Timur Ilearning.
- [4] Prianto, E. and Husnah, H., 2017. Penambangan timah inkonvensional: dampaknya terhadap kerusakan biodiversitas perairan umum di Pulau Bangka. *BAWAL Widya Riset Perikanan Tangkap*, 2(5), pp.193-198.