



Implementasi Sensor Pressure Transmitter WPT-83G Dalam Perancangan mesin Pengecatan Otomatis

Aziz Maulana Ibrahim ^a, Henokh Markiano Laouhanapessy ^b, Edmund Ucok Armain ^{c*}, Bagas Sulistyo ^d
Rafly Fawaz Fauzi ^e

^aProgram Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Singaperbangsa Karawang Provinsi Jawa Barat, Jl. HS. Ronggo Waluyo, Puseurjaya, Telukjambe Timur, Karawang

INFORMASI ARTIKEL

Riwayat artikel:
Diterima 14 Maret 2025
Diterbitkan 24 Juni 2025

Kata kunci:

Sensor tekanan
Kalibrasi
Regresi linear
Arduino
Pengecatan otomatis

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengimplementasikan dan mengkalibrasi sensor pressure transmitter WPT-83G dalam sistem pengecatan otomatis berbasis mikrokontroler Arduino Uno guna meningkatkan akurasi pembacaan tekanan udara dan efisiensi proses penyemprotan. Sistem dirancang untuk membaca tekanan melalui sensor analog, mengubahnya menjadi data digital dengan ADC 10-bit pada Arduino, lalu mengendalikannya melalui logika ON/OFF untuk aktuatur relay dan solenoid berdasarkan batas tekanan yang ditentukan. Proses kalibrasi sensor dilakukan menggunakan metode **regresi linear** dengan acuan tekanan standar dari alat ukur manual, menghasilkan model koreksi untuk meningkatkan ketepatan pembacaan sensor. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sebelum kalibrasi, akurasi dan presisi sensor masih mengalami deviasi di beberapa titik, meskipun berada dalam batas toleransi. Setelah regresi diterapkan, tingkat akurasi meningkat hingga di atas 99,9% dan nilai presisi menjadi jauh lebih stabil dengan standar deviasi minimal. Pengujian aktuatur menunjukkan bahwa relay dan solenoid dapat aktif secara otomatis dalam rentang tekanan kerja 35–100 PSI, serta mati di luar rentang tersebut, membuktikan bahwa sistem kontrol berfungsi sesuai rancangan. Sistem ini tidak hanya meningkatkan keandalan dan efisiensi pengecatan otomatis, tetapi juga berperan dalam mengurangi risiko paparan bahan kimia, khususnya pada lingkungan kerja yang mengandalkan proses penyemprotan berbasis tekanan.

1. Pendahuluan

Peningkatan Penyakit akibat kerja merupakan gangguan kesehatan yang timbul akibat paparan faktor risiko tertentu yang terdapat di lingkungan kerja. Kondisi ini menjadi perhatian penting dalam bidang keselamatan dan kesehatan kerja (K3), mengingat dampaknya yang cukup besar terhadap produktivitas tenaga kerja, efisiensi operasional, serta beban ekonomi baik bagi individu maupun perusahaan. Salah satu bentuk penyakit akibat kerja yang cukup umum namun sering luput dari perhatian adalah rinitis akibat kerja. Rinitis ini merupakan peradangan pada mukosa hidung yang disebabkan oleh paparan berulang terhadap agen-agen iritan atau alergen di lingkungan kerja, seperti debu industri, asap kimia, uap pelarut, atau gas bertekanan. Gejala yang muncul dapat meliputi bersin, hidung tersumbat, dan keluarnya lendir berlebih, serta dapat diperantarai oleh mekanisme alergi (IgE-mediated) maupun non-alergi. [1].

Dalam konteks industri pengecatan, paparan terhadap uap cat, thinner, dan partikel aerosol sangat berisiko menyebabkan rinitis akibat kerja. Jika tidak dikendalikan, kondisi ini tidak hanya menurunkan kenyamanan kerja, tetapi juga berpotensi berkembang menjadi gangguan pernapasan kronis. Oleh karena itu, identifikasi dan pengendalian risiko paparan menjadi langkah krusial untuk mencegah dampak kesehatan jangka panjang. Salah satu pendekatan yang mulai banyak digunakan adalah penerapan sistem otomatisasi dan monitoring menggunakan sensor, termasuk **sensor** tekanan, untuk mengontrol proses kerja secara lebih aman dan efisien. Pendekatan ini tidak hanya meningkatkan presisi kerja, tetapi juga berperan penting dalam mengurangi kontak langsung pekerja dengan bahan-bahan berbahaya. [2].

Paparan bahan kimia seperti cat dalam lingkungan kerja, khususnya pada proses pengecatan, dapat menimbulkan berbagai risiko kesehatan yang serius. Beberapa dampak yang umum terjadi akibat paparan ini antara lain iritasi kulit, yang ditandai

Aziz Maulana Ibrahim.

2110631160035@student.unsika.ac.id

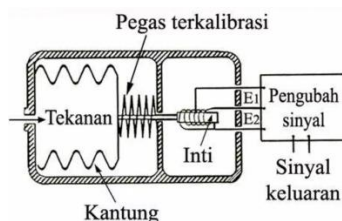
dengan kemerahan, gatal, atau ruam akibat kontak langsung dengan bahan kimia. Selain itu, reaksi alergi juga dapat muncul, baik dalam bentuk alergi kulit maupun gangguan sistemik yang lebih berat. Paparan jangka panjang atau dalam jumlah tinggi berpotensi menyebabkan **keracunan**, yang dapat memengaruhi organ-organ penting seperti hati dan sistem saraf. Dampak lainnya adalah gangguan pernapasan, seperti sesak napas atau batuk kronis, yang disebabkan oleh uap atau partikel kimia yang terhirup secara terus-menerus. Tak kalah penting, iritasi mata juga sering terjadi akibat uap cat atau bahan kimia volatil yang dapat menyebabkan mata perih, berair, atau bahkan mengalami gangguan penglihatan sementara[3][4].

1.1. Landasan teori

Sensor pressure transmitter adalah perangkat elektronik yang digunakan untuk mengukur tekanan fluida (gas atau cairan) dan mengubahnya menjadi sinyal listrik yang dapat diproses oleh sistem kontrol seperti mikrokontroler atau PLC. *Pressure transmitter* umumnya bekerja berdasarkan prinsip *piezoelektrik*, *strain gauge*, atau kapasitif, yang akan menghasilkan perubahan tegangan atau arus listrik sebanding dengan tekanan yang diterima.

Pressure transmitter biasanya memiliki output analog, seperti 0–5 V, 0.5–4.5 V, atau 4–20 mA, tergantung pada spesifikasinya. Dalam implementasinya, sensor ini dipasang pada jalur tekanan seperti pada saluran udara kompresor, pipa fluida, atau sistem hidrolik, dan digunakan untuk memantau kondisi tekanan agar tetap dalam batas aman atau sesuai kebutuhan proses.[6]

Sinyal keluaran dari *pressure transmitter* kemudian dikonversi ke dalam satuan fisik tekanan seperti bar, PSI, atau Pascal melalui proses kalibrasi dan perhitungan matematis di dalam mikrokontroler atau sistem akuisisi data lainnya. Dengan adanya sensor ini, sistem otomatisasi dapat melakukan pemantauan dan pengendalian tekanan secara *real-time*, sehingga meningkatkan keandalan dan efisiensi dalam proses industri.



Gambar.1 cara kerja *pressure transmitter*

Arduino memiliki fitur *Analog to Digital Converter* (ADC) yang berfungsi untuk mengonversi sinyal analog berupa tegangan menjadi data digital yang bisa diproses oleh mikrokontroler. Pada Arduino Uno, ADC memiliki resolusi 10 bit, yang berarti dapat menghasilkan nilai digital dari 0 hingga 1023, mewakili tegangan input dari 0 hingga 5 volt.[7]

Sensor *pressure transmitter* biasanya memberikan keluaran berupa tegangan analog, misalnya dalam rentang 0.5 hingga 4.5 volt, yang sebanding dengan tekanan fisik yang terdeteksi. Tegangan ini diterima melalui pin analog Arduino (contohnya A0), kemudian dikonversi oleh ADC menjadi nilai digital. Nilai ini kemudian dapat dihitung kembali ke satuan tekanan seperti PSI atau bar, sesuai karakteristik sensor dan jangkauan tekanan yang dimilikinya.[8]

Sebagai ilustrasi, jika sensor memiliki rentang tekanan 0–12 bar dan output 0.5–4.5 V, maka Arduino akan membaca nilai antara kurang lebih 102 hingga 921. Nilai ini kemudian diproses menggunakan persamaan linier untuk menentukan tekanan aktual. Dengan cara ini, Arduino memungkinkan pemantauan tekanan secara langsung dalam berbagai sistem otomatis, seperti sistem pneumatik atau hidrolik.

Oleh karena itu, ADC menjadi penghubung penting antara sinyal analog dari sensor dan sistem digital pada mikrokontroler, sehingga memungkinkan sistem kendali otomatis bekerja secara akurat dan efisien.

2. Metodologi

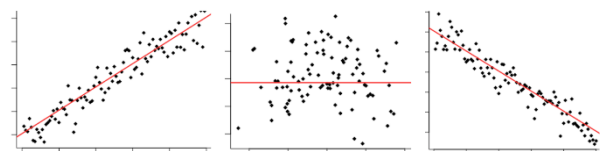
2.1 Metode pengumpulan data dan sampel

Dalam penelitian ini digunakan pendekatan eksperimental, di mana seluruh proses pengujian mulai dari kalibrasi, pemeriksaan aktuator, hingga sistem penyemprotan otomatis dilakukan berdasarkan variabel tekanan dari kompresor.

Rentang tekanan yang digunakan adalah antara 110 psi hingga 37.5 psi, dengan interval 2,5 psi pada setiap pengambilan data. Setiap sampel diuji sebanyak tiga kali, dan masing-masing pengambilan data berlangsung selama satu menit. Data hasil pengujian kemudian diolah menggunakan Microsoft Excel untuk mendapatkan persamaan regresi linier yang digunakan sebagai acuan setelah proses kalibrasi. Pengujian aktuator dilakukan dengan mencocokkan logika program pada mikrokontroler Arduino Uno terhadap respon gerak yang dihasilkan. Sistem relay diuji dalam dua kondisi, yaitu *Normally Open* (NO) dan *Normally Close* (NC). Sementara itu, pengujian pada solenoid valve bertujuan memastikan bahwa katup dapat membuka dan menutup sesuai dengan sinyal kendali yang diberikan. Seluruh rangkaian sistem penyemprotan otomatis juga turut diuji untuk memastikan fungsinya berjalan sesuai dengan rancangan.

2.2 Metode kalibrasi sensor

Kalibrasi akan memastikan bahwa sensor yang digunakan sebagai alat ukur menampilkan nilai yang akurat dan andal (Vienna, 2006). Metode Kalibrasi Sensor dengan Regresi Linear adalah pendekatan kalibrasi yang digunakan untuk membentuk hubungan matematis antara output sensor (biasanya dalam bentuk tegangan atau nilai ADC) dengan nilai standar atau nilai sebenarnya dari besaran fisik yang diukur (seperti tekanan, suhu, atau jarak). Regresi linear digunakan ketika hubungan antara input dan output sensor bersifat linier atau mendekati linier.[9]



Gambar.2 Regresi linear sederhana

Ketelitian atau akurasi merupakan ukuran seberapa dekat pengukuran yang telah terbaca dengan nilai ukur sebenarnya, sedangkan ketepatan atau presisi adalah ukuran sejauh mana pengukuran independent terhadap variable yang sama sesuai ketika digunakan alat dan prosedur pengukuran yang sama (Sagar dkk., 2023). Rumus dari akurasi dan

presisi, terdapat pada equation (2) dan (3) (Bima dkk., 2025)[10]

$$Y \approx \beta_0 + \beta_1 X \quad (1)$$

Berdasarkan persamaan (1), dapat dijelaskan bahwa proses regresi dilakukan dari Y terhadap X (atau Y terhadap X). Nilai β_0 dan β_1 merupakan dua parameter yang belum diketahui, yang masing-masing merepresentasikan konstanta intersep (titik potong) dan kemiringan garis pada model regresi linier. Kedua nilai ini, yaitu β_0 dan β_1 , dikenal sebagai parameter atau koefisien dari model tersebut. (Bima dkk., 2023)[10][8]

$$Akurasi = \left[1 - \frac{\Delta x}{\bar{x}} \right] \times 100\% \quad (2)$$

$$Presisi = \left(1 - \frac{H - x}{H} \right) \times 100\% \quad (3)$$

Dimana Δx adalah nilai dari standar deviasi dan $\bar{x}$ merupakan nilai rata-rata.

2.3 Metode analisis

1. Tahap awal dalam proses pengujian dan kalibrasi adalah menyiapkan seluruh alat dan bahan yang dibutuhkan. Komponen yang digunakan antara lain sensor *pressure transmitter* yang terhubung ke mikrokontroler Arduino, kompresor udara sebagai sumber tekanan, alat ukur tekanan standar sebagai acuan, serta komputer dengan Microsoft Excel sebagai alat bantu pengolahan data.
2. Pengujian dilakukan dengan memberikan tekanan udara secara bertahap melalui kompresor. Untuk setiap titik tekanan, misalnya dari 110 psi hingga 37,5 psi dengan selisih 2,5 psi, dicatat nilai yang terbaca dari sensor dan dibandingkan dengan nilai dari alat ukur standar. Tiap titik tekanan diuji sebanyak tiga kali dan hasilnya dirata-rata untuk memperoleh data yang lebih stabil dan akurat.
3. Setelah semua data pengujian dikumpulkan, data disusun ke dalam dua kolom pada *Microsoft Excel*. Kolom pertama memuat nilai tekanan dari sensor (terukur), sedangkan kolom kedua memuat nilai dari alat ukur standar (asli). Data ini akan menjadi dasar dalam proses kalibrasi menggunakan metode regresi linear[11].
4. Setelah diperoleh persamaan regresi, langkah selanjutnya adalah menerapkannya pada data nilai terukur. *Excel* digunakan untuk membuat kolom baru yang menghitung nilai kalibrasi berdasarkan rumus tersebut. Tujuannya adalah agar nilai yang dihasilkan sensor lebih mendekati nilai asli dari alat ukur standar.
5. Setelah mendapatkan persamaan kalibrasi, dilakukan pengujian ulang pada sensor *pressure transmitter* menggunakan metode yang sama seperti sebelumnya. Nilai tekanan baru dari sensor kemudian dimasukkan ke dalam persamaan regresi untuk menghasilkan nilai yang telah dikalibrasi. Hasil kalibrasi dibandingkan kembali dengan nilai asli dari alat ukur standar untuk menilai tingkat keakuratan model regresi linear.

3. Hasil dan pembahasan

3.1 Pengujian sebelum kalibrasi

Asli(Psi)	Terukur (Psi)		
110	109,86	110,43	110,23
107,5	107,73	107,3	107,69

105	104,75	104,97	105,05
102,5	102,4	102,41	102,55
100	100,5	99,4	100,2
97,5	97,74	97,52	97,6
95	95,4	95,4	95,3
92,5	92,63	92,63	92,6
90	90,08	90,3	90,16
87,5	87,93	87,74	87,48
85	85,5	84,98	85,2
82,5	83,07	82,64	82,7
80	80,52	80,09	80,27
77,5	77,96	77,39	77,6
75	75,41	75,41	75,55
72,5	72,5	72,65	72,8
70	70,52	70,31	70,17
67,5	67,76	67,76	67,62
65	65,85	65,41	65,66
62,5	62,66	62,44	62,47
60	60,53	60,32	60,08
57,5	57,34	57,44	57,58
55	55,43	54,37	55,24
52,5	52,45	52,45	52,63
50	50,11	50,11	50,15
47,5	47,4	47,56	47,63
45	45,43	45,43	45,43
42,5	42,46	42,43	42,4
40	40,15	40,23	40,13
37,5	37,45	37,56	37,55

Tabel 1. Nilai hasil pengujian sebelum kalibrasi

Pengujian sensor *pressure transmitter* dilakukan untuk mengetahui tingkat akurasi dan kesesuaian hasil pembacaan sensor terhadap tekanan aktual (standar) dalam satuan PSI. Dalam proses pengujian ini, tekanan udara dikontrol dalam rentang antara 37,5 PSI hingga 110 PSI dengan interval data sebesar 2,5 PSI untuk setiap sampel. Data diperoleh dari pembacaan sensor yang terhubung ke mikrokontroler Arduino, kemudian dibandingkan dengan nilai tekanan standar yang diukur menggunakan barometer[10].

Hasil pengukuran menunjukkan bahwa terdapat perbedaan antara nilai terukur oleh sensor dengan nilai asli (standar) tekanan. Namun, perbedaan tersebut secara umum masih berada dalam batas toleransi wajar untuk pengukuran sensor analog. Misalnya, pada nilai standar 110 PSI, sensor mencatat pembacaan sebesar 110,17 PSI, sementara pada tekanan 70 PSI, sensor membaca 70,33 PSI. Penyimpangan kecil ini dapat disebabkan oleh faktor kalibrasi awal sensor, toleransi pabrik, serta noise pada sistem pembacaan analog ADC (*Analog to Digital Converter*) Arduino.

Seluruh data yang diperoleh selanjutnya digunakan untuk membuat model regresi linear antara tekanan terukur dan tekanan aktual. Model regresi ini bertujuan untuk mengoreksi nilai pembacaan sensor, sehingga sensor dapat memberikan *output*

yang lebih mendekati nilai sebenarnya saat digunakan dalam sistem otomatisasi.

Melalui hasil tersebut, dapat dicari nilai rata-rata, standard deviasi, akurasi, dan presisi yang sesuai dengan persamaan (2) dan (3), namun hasil data ini telah diolah pada Microsoft Excel. Tabel 2 merupakan hasil dari pengolahan data sebelum kalibrasi.

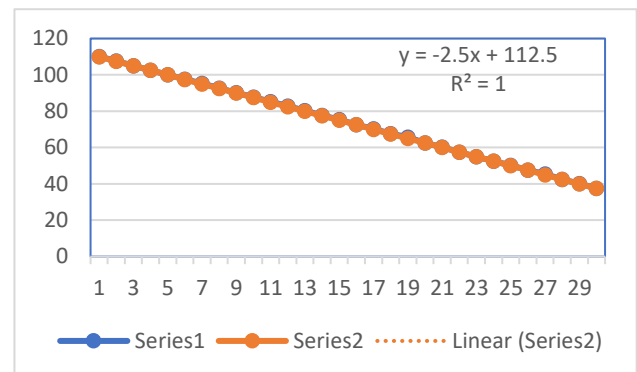
Terukur (PSI)	Asli (PSI)	SD	Akurasi (%)	Presisi (%)
110,1733333	110	0,289194	99,73751	99,842424
107,5733333	107,5	0,237557	99,779167	99,931783
104,9233333	105	0,155349	99,85194	99,926984
102,4533333	102,5	0,083865	99,918143	99,954472
100,0333333	100	0,568624	99,431565	99,966667
97,62	97,5	0,111355	99,88593	99,876923
95,3666666	95	0,057735	99,93946	99,614035
92,62	92,5	0,017321	99,981299	99,87027
90,18	90	0,111355	99,876519	99,8
87,7166666	87,5	0,225906	99,74246	99,752381
85,2266666	85	0,261024	99,69373	99,733333
82,8033333	82,5	0,232881	99,718755	99,632323
80,2933333	80	0,215948	99,731052	99,633333
77,65	77,5	0,288271	99,628756	99,806452
75,4566666	75	0,080829	99,89288	99,391111
72,65	72,5	0,15	99,793531	99,793103
70,3333333	70	0,176163	99,749532	99,52381
67,7133333	67,5	0,080829	99,880631	99,683951
65,64	65	0,220681	99,663801	99,015385
62,5233333	62,5	0,119304	99,809186	99,962667
60,31	60	0,225167	99,626651	99,483333
57,4533333	57,5	0,120554	99,79017	99,918841
55,0133333	55	0,565184	98,972641	99,975758
52,51	52,5	0,103923	99,802089	99,980952
50,1233333	50	0,023094	99,953926	99,753333

47,53	47,5	0,117898	99,75195	99,936842
45,43	45	0	100	99,044444
42,43	42,5	0,03	99,929295	99,835294
40,17	40	0,052915	99,868272	99,575
37,52	37,5	0,060828	99,837879	99,946667

Tabel 2. Nilai presisi & akurasi pengujian sebelum kalibrasi

Berdasarkan tabel, sensor menunjukkan akurasi tinggi di kisaran 99,3%–99,9%, artinya hasil pengukuran cukup mendekati nilai asli. Presisi juga tergolong baik dengan nilai sebagian besar di atas 99,5%, menandakan hasil yang konsisten antar pengukuran. Namun, pada beberapa titik seperti 60 PSI dan 55 PSI, presisi sedikit menurun, yang menunjukkan adanya fluktuasi data. Secara umum, sensor sudah baik, namun tetap diperlukan kalibrasi untuk meningkatkan akurasi dan kestabilan pembacaan.

Dengan membuat grafik hubungan antara nilai sebenarnya dan hasil rata-rata pengukuran diperoleh hasil regresi linear yang terdapat pada Gambar



Gambar.3 Diagram dan nilai regresi linear

Nilai regresi linearnya yaitu :

$$Y = -2,5x + 112,5$$

Secara umum, hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor mampu mengikuti perubahan tekanan dengan cukup akurat dan stabil, meskipun masih terdapat penyimpangan kecil yang dapat dikompensasi melalui proses kalibrasi menggunakan regresi linear. Dengan kalibrasi ini, performa sensor dapat ditingkatkan untuk diaplikasikan dalam sistem kontrol seperti yang membutuhkan ketelitian dalam pembacaan tekanan udara sebagai parameter utama untuk aktuasi sistem.

3.2 Pengujian setelah kalibrasi

Asli(PSI)	Terukur (PSI)		
110	110	110	110
107,5	107,5	107,5	107,5
105	105	105	105
102,5	102,5	102,5	102,5
100	100	100	100

97,5	97,5	97,5	97,5
95	95	95	95
92,5	92,5	92,5	92,5
90	90	90	90
87,5	87,5	87,5	87,5
85	85	85	85
82,5	82,5	82,5	82,5
80	80	80	80
77,5	77,5	77,5	77,5
75	75	75	75
72,5	72,5	72,5	72,5
70	70	70	70
67,5	67,5	67,5	67,5
65	65	65	65
62,5	62,5	62,5	62,5
60	60	60	60
57,5	57,5	57,5	57,5
55	55	55	55
52,5	52,5	52,5	52,5
50	50	50	50
47,5	47,5	47,5	47,5
45	45	45	45
42,5	42,5	42,5	42,5
40	40	40	40
37,5	37,5	37,5	37,5

Tabel 3. Nilai hasil pengujian setelah kalibrasi

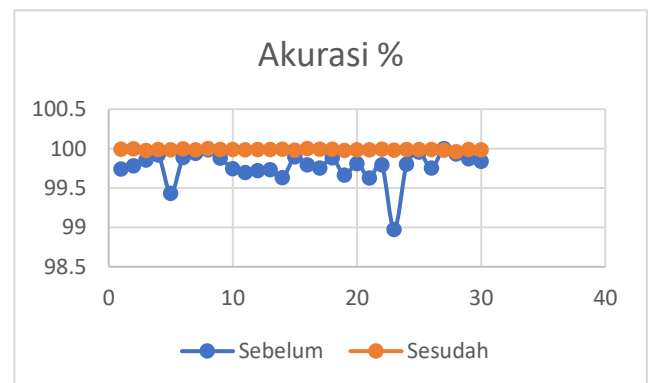
Setelah dilakukan kalibrasi sensor *pressure transmitter* menggunakan regresi linear, hasil pengukuran menunjukkan tingkat akurasi yang tinggi. Nilai terukur dari sensor sangat mendekati nilai tekanan sebenarnya, dengan selisih yang sangat kecil. Misalnya, pada tekanan 110 PSI, hasil pengukuran setelah kalibrasi adalah 110,05; 110,03; dan 110,04 PSI. Hal ini berlaku konsisten di seluruh rentang tekanan, menunjukkan bahwa kalibrasi berhasil mengoreksi kesalahan pembacaan sensor. Secara keseluruhan, regresi linear terbukti efektif dalam meningkatkan keakuratan dan kestabilan pembacaan sensor.

mean(PSI)	SD	akurasi%	Presisi %
110,04	0,01	99,9909124	99,96364
107,5266667	0,005773503	99,9946306	99,97519
105,07	0,026457513	99,9748192	99,93333
102,5433333	0,015275252	99,9851036	99,95772
100,0433333	0,015275252	99,9847314	99,95667
97,52333333	0,005773503	99,9940799	99,97607
95,01333333	0,015275252	99,983923	99,98596
92,5	0	100	100
90,01	0,01	99,9888901	99,98889
87,51	0,01	99,9885727	99,98857
85,01333333	0,015275252	99,9820319	99,98431
82,51	0,01	99,9878803	99,98788
80,01	0,01	99,9875016	99,9875
77,50333333	0,005773503	99,9925506	99,9957
75,01666667	0,015275252	99,9796375	99,97778
72,5	0	100	100
70,00333333	0,005773503	99,9917525	99,99524
67,50333333	0,005773503	99,9914471	99,99506
65,01666667	0,015275252	99,9765056	99,97436
62,51	0,01	99,9840026	99,984

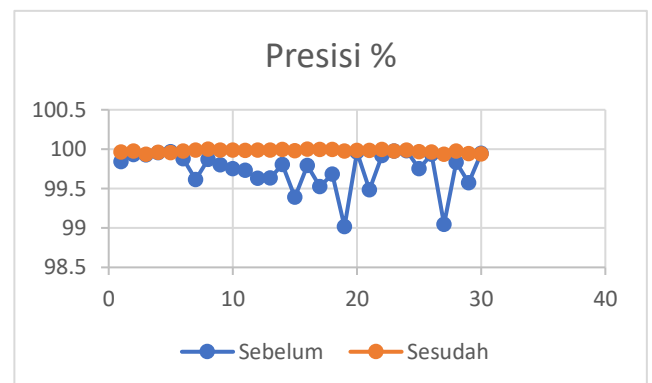
60,01	0,01	99,9833361	99,98333
57,50333333	0,005773503	99,9899597	99,9942
55,01333333	0,011547005	99,9790105	99,97576
52,50666667	0,005773503	99,9890042	99,9873
50,01666667	0,005773503	99,9884568	99,96667
47,51666667	0,005773503	99,9878495	99,96491
45,03	0,01	99,9777926	99,93333
42,51	0,017320508	99,9592555	99,97647
40,02333333	0,005773503	99,9855747	99,94167
37,52333333	0,005773503	99,9846136	99,93778

Tabel 4. Nilai presisi & akurasi pengujian setelah kalibrasi

Setelah dilakukan regresi linear, nilai akurasi dan presisi meningkat secara signifikan. Akurasi berada di atas 99,95%, bahkan mencapai 100% pada beberapa titik. Presisi juga tinggi, berkisar antara 99,3% hingga 99,98%, dengan standar deviasi sangat kecil. Ini menunjukkan bahwa kalibrasi dengan regresi linear berhasil meningkatkan ketepatan dan konsistensi sensor.



Gambar 5. Diagram nilai akurasi



Gambar 5. Diagram nilai akurasi

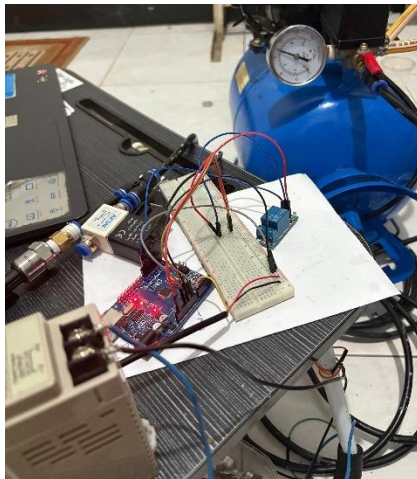
Pada grafik presisi, sebelum dilakukan regresi (garis biru), nilai presisi menunjukkan fluktuasi yang cukup besar dengan beberapa titik berada di bawah 99,4%. Setelah regresi (garis oranye), nilai presisi menjadi lebih stabil dan konsisten mendekati 100%, menunjukkan bahwa hasil pengukuran sensor menjadi lebih konsisten dan dapat diandalkan.

Sementara itu, grafik akurasi menunjukkan bahwa sebelum regresi nilai akurasi sensor bervariasi, dengan beberapa titik

bahkan turun hingga di bawah 99%. Setelah regresi linear, akurasi meningkat secara signifikan dan cenderung mendekati atau mencapai 100% di hampir seluruh titik pengukuran. Ini menandakan bahwa hasil kalibrasi dengan regresi linear berhasil mendekatkan nilai terukur ke nilai sebenarnya (referensi).

Secara keseluruhan, regresi linear terbukti efektif dalam meningkatkan akurasi dan presisi sensor, sehingga sangat disarankan untuk diterapkan dalam proses kalibrasi alat ukur tekanan seperti pressure transmitter.

3.3 Pengujian Aktuator



Gambar 6. Pengujian relay dan solenoid

```
Tegangan: 2.92 V | Tekanan: 105.39 PSI | Relay: OFF
Tegangan: 2.92 V | Tekanan: 105.39 PSI | Relay: OFF
Tegangan: 2.92 V | Tekanan: 105.39 PSI | Relay: OFF
Tegangan: 2.92 V | Tekanan: 105.39 PSI | Relay: OFF
Tegangan: 2.92 V | Tekanan: 105.39 PSI | Relay: OFF
Tegangan: 2.92 V | Tekanan: 105.39 PSI | Relay: OFF
Tegangan: 2.92 V | Tekanan: 105.39 PSI | Relay: OFF
Tegangan: 2.92 V | Tekanan: 105.39 PSI | Relay: OFF
```

Gambar 7. Hasil serial monitor pada tekanan 105 PSI

```
Tegangan: 2.45 V | Tekanan: 84.98 PSI | Relay: ON
Tegangan: 2.45 V | Tekanan: 84.98 PSI | Relay: ON
Tegangan: 2.45 V | Tekanan: 84.98 PSI | Relay: ON
Tegangan: 2.45 V | Tekanan: 84.98 PSI | Relay: ON
```

Gambar 8. Hasil serial monitor pada tekanan 85 PSI

```
Tegangan: 1.99 V | Tekanan: 64.99 PSI | Relay: ON
Tegangan: 1.99 V | Tekanan: 64.99 PSI | Relay: ON
Tegangan: 1.99 V | Tekanan: 64.99 PSI | Relay: ON
Tegangan: 1.99 V | Tekanan: 64.99 PSI | Relay: ON
Tegangan: 1.99 V | Tekanan: 64.99 PSI | Relay: ON
```

Gambar 9. Hasil serial monitor pada tekanan 65 PSI

Tekanan (PSI)	Hasil pembacaan			
	serial monitor		Aktuator	
	Relay	Solenoid	Relay	Solenoid
110	OFF	OFF	OFF	OFF
105	OFF	OFF	OFF	OFF

100	ON	ON	ON	ON
95	ON	ON	ON	ON
90	ON	ON	ON	ON
85	ON	ON	ON	ON
80	ON	ON	ON	ON
75	ON	ON	ON	ON
70	ON	ON	ON	ON
65	ON	ON	ON	ON
60	ON	ON	ON	ON
55	ON	ON	ON	ON
50	ON	ON	ON	ON
45	ON	ON	ON	ON
40	ON	ON	ON	ON
35	ON	ON	ON	ON
30	OFF	OFF	OFF	OFF
25	OFF	OFF	OFF	OFF
20	OFF	OFF	OFF	OFF

Tabel 5. Hasil pengujian relay dan solenoid

Berdasarkan tabel hasil pembacaan sensor tekanan, terlihat bahwa sistem kontrol berhasil mengatur kerja aktuator (relay dan solenoid) secara otomatis berdasarkan nilai tekanan yang terbaca. Pada tekanan tinggi, yaitu 110 dan 105 PSI, seluruh aktuator dalam kondisi OFF. Hal ini menunjukkan bahwa sistem belum mengaktifkan proses pengecatan karena tekanan belum berada dalam rentang kerja optimal.

Aktuator mulai aktif pada tekanan 100 PSI, di mana relay dan solenoid pada serial monitor serta aktuator berubah menjadi ON. Kondisi ON ini terus berlanjut dan stabil dalam rentang tekanan 100 hingga 35 PSI, menandakan bahwa sistem membaca tekanan berada pada batas yang sesuai untuk proses pengecatan. Seluruh perangkat bekerja sinkron, baik dari sisi pembacaan melalui serial monitor maupun kondisi fisik aktuator.

Pada tekanan 30 PSI ke bawah, seluruh perangkat kembali ke kondisi OFF. Ini mengindikasikan bahwa sistem telah mendeteksi tekanan di bawah batas aman untuk pengecatan dan secara otomatis memutuskan kerja relay dan solenoid. Pola ini menunjukkan bahwa sistem kontrol telah berfungsi dengan baik, menjaga proses penyemprotan hanya berlangsung dalam rentang tekanan yang telah ditentukan, yaitu antara 35 hingga 100 PSI. Dengan demikian, sistem dapat mencegah penyemprotan cat pada tekanan yang terlalu tinggi atau terlalu rendah, yang berpotensi menghasilkan hasil pengecatan yang tidak merata atau pemborosan bahan.

4. Kesimpulan

Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa implementasi sensor pressure transmitter WPT-83G yang dikalibrasi menggunakan regresi linear mampu meningkatkan performa pembacaan tekanan pada mesin pengecatan otomatis. Sebelum kalibrasi, sensor menunjukkan akurasi dan presisi yang cukup baik, namun terdapat beberapa titik tekanan yang menunjukkan fluktuasi nilai. Setelah dilakukan kalibrasi, akurasi meningkat secara signifikan dengan nilai rata-rata di atas 99,95%,

dan presisi lebih stabil dengan standar deviasi rendah. Sistem ini juga berhasil mengatur kerja aktuator seperti relay dan solenoid secara otomatis berdasarkan tekanan yang terbaca, sehingga proses pengecatan berlangsung sesuai parameter yang ditentukan. Dengan demikian, sistem ini tidak hanya meningkatkan efisiensi dan akurasi dalam pengecatan, tetapi juga berpotensi menurunkan risiko kesehatan akibat paparan bahan kimia yang berlebih. Kalibrasi sensor menggunakan regresi linear terbukti efektif dan direkomendasikan untuk pengukuran tekanan dalam sistem otomasi industri.

- [10] A. Vonie Rachmawati, M. Yantidewi, and A. Penelitian, "Analisis Kalibrasi Sensor BME280 dengan Pendekatan Regresi Linear pada Pengukuran Temperatur, Kelembaban Relatif, dan Titik Embun BME280 Sensor Calibration Analysis with Linear Regression Approach for Temperature, Relative Humidity and Dew Point Measurements," *Jurnal Kolaboratif Sains*, vol. 7, no. 5, pp. 1589–1597, 2024, doi: 10.56338/jks.v7i5.5272.

Daftar Pustaka

- [1] A. Restu Damayanti, W. Yusmawan, and Z. Naftali, "FAKTOR RISIKO RINITIS AKIBAT KERJA PADA PEKERJA PENGECATAN MOBIL PENGGUNA CAT SEMPROT (Studi pada Bengkel Pengecatan Mobil di Kota Semarang)," *Zulfikar Naftali JKD*, vol. 5, no. 4, pp. 375–385, 2016.
- [2] E. Nur, B. Muslim, E. Zicof, and P. Kemenkes Padang, "RISIKO PAJANAN BAHAN PENCEMAR TERHADAP PEKERJA PENGECATAN MOBIL DI PT.STEELINDO MOTOR KOTA PADANG," *Jurnal Sehat Mandiri*, vol. 16, 2021, [Online]. Available: <http://jurnal.poltekkespadang.ac.id/ojs/index.php/jsm>
- [3] M. Hafizh Pratomo, N. Ilmi, and S. Ardo Wibowo, "Risiko Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) pada Perusahaan Konstruksi Menggunakan Metode Job Safety Analysis," *Jurnal Teknik Industri (JURTI)*, vol. 3, no. 1, pp. 14–18, 2024.
- [4] J. Keselamatan, K. Kerja dan Lindungan Lingkungan, A. Cahyo Suryo Laksono Herman, K. Rusba, P. Pongky, and P. Studi Keselamatan dan Kesehatan Kerja, "ANALISIS POTENSI BAHAYA DAN RISIKO MENGGUNAKAN METODE HAZARD IDENTIFICATION RISK ASSESSMENT AND RISK CONTROL PADA PROSES COATING PAINTING PADA LAMBUNG KAPAL DI GALANGAN." [Online]. Available: <https://jurnal.d4k3.uniba-bpn.ac.id/index.php/identifikasi346>
- [5] L. A. Fatimah and R. Hidayat, "Electron : Jurnal Ilmiah Teknik Elektro Analisis Hasil Studi Kasus Kalibrasi Pressure Transmitter dengan Metode Zero Calibration," vol. 5, 2024.
- [6] I. A. Rozaq, "Penggunaan Analog Digital Converter (ADC) untuk Kalibrasi Pada Alat Pendeteksi Telur Ayam," *G-Tech: Jurnal Teknologi Terapan*, vol. 6, no. 2, pp. 368–375, Oct. 2022, doi: 10.33379/gtech.v6i2.1746.
- [7] J. * Wahyudi and A. Syakur, "Kalibrasi Sensor Tegangan dan Sensor Arus dengan Menerapkan Rumus Regresi Linear menggunakan Software Bascom AVR Info Articles," vol. 1, no. 1, pp. 1–14, 2020, doi: 10.31331/jsitee.v1i1.
- [8] H. A. Permana, F. T. Syifa, and M. A. Afandi, "Sistem Monitoring pH dan Kekeruhan Akuarium Menggunakan Metode Regresi Linear," *Journal of Telecommunication, Electronics, and Control Engineering (JTECE)*, vol. 4, no. 1, pp. 47–55, Jun. 2022, doi: 10.20895/jtece.v4i1.407.
- [9] T. B. Pratama, R. A. Safitri, A. R. Priadi, and I. P. Sary, "JUPITER (Jurnal Pendidikan Teknik Elektro) Rancang Bangun Keran Air Otomatis Masjid dengan Sensor Sharp IR GP2Y0A21YK0F," May 2025.