

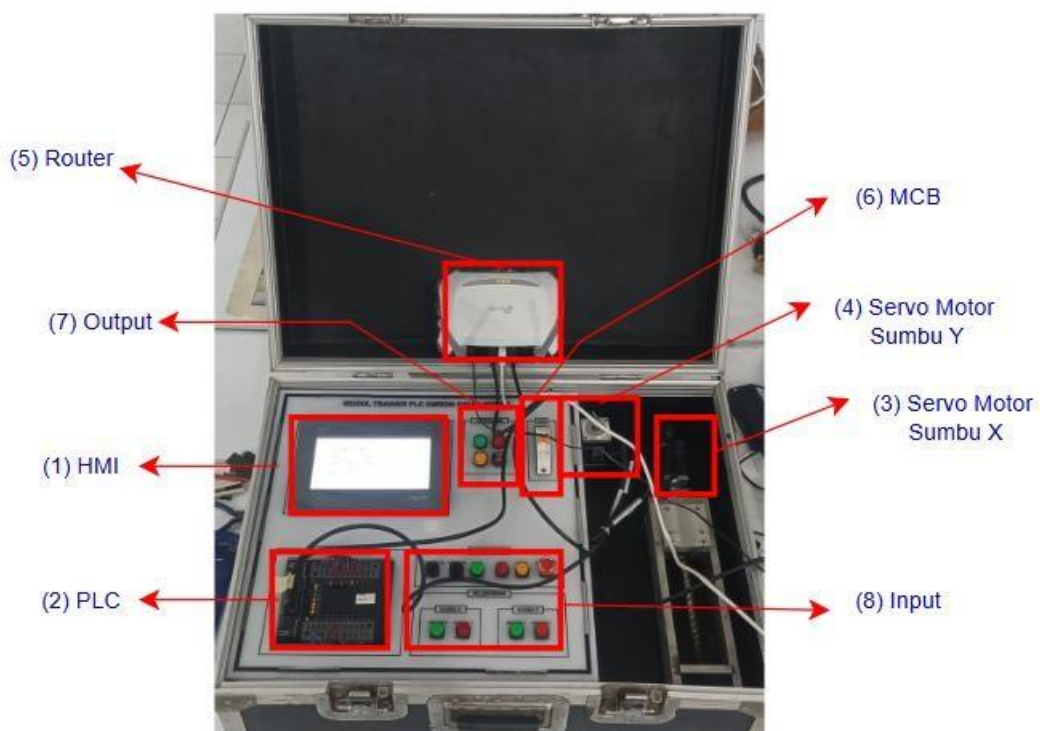
# Rancang Bangun Sistem Kendali Motor Servo Berbasis IoT sebagai Media Pembelajaran Portabel

## BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

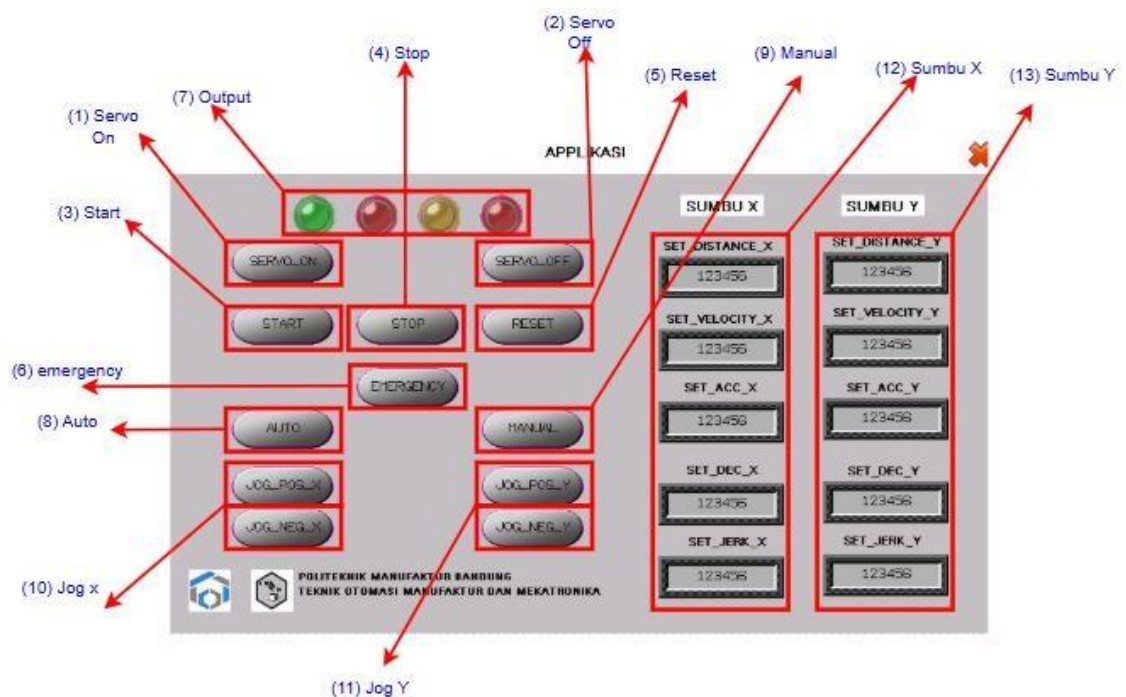
Pada bagian bab ini akan membahas mengenai hasil pengujian dan implementasi sistem yang telah pengguna buat.

### IV.1 Integrasi Sistem

Sistem kendali motor servo berbasis IoT yang telah dirancang sebelumnya kini berhasil direalisasikan dalam bentuk fisik. Perancangan sistem ini melibatkan integrasi antara perangkat keras seperti motor servo, PLC, serta antar muka berbasis web menggunakan node-red. Semua komponen telah dirakit dan dikonfirmasi sedemikian rupa sehingga sistem dapat berfungsi secara optimal sesuai dengan rencana awal perancangan. Realisasi sistem ini menjadi bukti bahwa perancangan yang telah dibuat tidak hanya sebatas teori, namun dapat diwujudkan secara nyata dan dapat digunakan sebagai media pembelajaran yang potabel dan interaktif. Berikut ini tempilan gambar sistem kendali yang telah berhasil direalisasikan dalam bentuk fisik pada gambar IV.1.



Pada Gambar IV.1 menunjukkan keterkaitan antar komponen dalam media pembelajaran sistem kendali berbasis PLC. Komponen (1) HMI terhubung dengan (2) PLC melalui kabel ethernet dan berfungsi sebagai antarmuka pengguna yang menampilkan informasi serta menyediakan tombol-tombol perintah untuk mengoperasikan sistem. HMI menjadi pusat kontrol utama dalam menjalankan proses, termasuk memberikan instruksi untuk pergerakan motor. Selanjutnya (3) servo motor sumbu X dan (4) servo motor sumbu Y dikendalikan secara langsung oleh PLC untuk menjalankan pergerakan sumbu sesuai perintah yang diterima dari HMI. (5) Router berperan dalam menghubungkan sistem dengan jaringan komunikasi berbasis IoT, sehingga memungkinkan pemantauan dan pengendalian jarak jauh melalui perangkat lain seperti komputer atau smartphone. Untuk keamanan sistem, digunakan (6) MCB sebagai pemutus arus listrik jika terjadi gangguan. (7) output berfungsi menampilkan sinyal keluaran dari sistem kendali, sedangkan (8) input berupa tombol yang memberikan sinyal masukan ke PC sebagai bagian dari kontrol manual. Seluruh komponen tersebut saling terintegrasi dan bekerja secara sinkron dalam mendukung proses pembelajaran secara otomatis.



Gambar IV.2 Antarmuka HMI

Sebagaimana Gambar IV.2, antarmuka HMI pada sistem kendali motor servo ini dilengkapi dengan berbagai tombol dan fungsi untuk mengontrol dan memantau secara manual maupun otomatis. Tombol servo on dan servo off digunakan sebagai untuk mengaktifkan dan menonaktifkan sistem servo. Tombol start berfungsi untuk memulai proses sistem kendali motor servo, sedangkan stop menghentikan proses tersebut. Reset digunakan untuk mengembalikan sistem ke kondisi awal setelah terjadi kesalahan, dan tombol emergency menghentikan seluruh sistem secara mendadak demi keamanan. Terdapat juga output yang menampilkan status keluaran sistem melalui indikator lampu. Mode operasi di sistem kendali motor servo dapat dipilih menggunakan tombol auto untuk kendali otomatis dan manual, untuk kendali sistem secara manual. Untuk pergerakan secara manual, terdapat tombol jog +x dan jog -x untuk menggerakkan motor pada sumbu x ke arah positif dan negatif, serta jog +y dan jog -y untuk sumbu y. Di Gambar IV.2 tersedia juga kolom parameter seperti set\_distance, set\_velocity, set\_acc, set\_dec, dan jerk pada sumbu x dan sumbu y yang digunakan untuk mengatur nilai gerakan motor sesuai kebutuhan operasi.

Sistem yang telah dikembangkan dengan mengintegrasikan tiga aspek utama, yaitu mekanik, elektrik, dan informatika, kini dapat dilakukan pengujian secara menyeluruh. Integrasi ini memungkinkan sistem untuk bekerja secara sinergis, di mana bagian mekanik berfungsi sebagai aktuator utama, bagian elektrik sebagai penyedia dan pengatur daya, serta bagian informatika sebagai kendali dan monitoring berbasis IoT. Melalui proses pengujian yang terstruktur, performa dari sistem ini dapat dianalisis secara kuantitatif dan kualitatif, baik dari segi respons gerakan motor servo, kestabilan sistem, hingga keakuratan data yang di tampilkan melalui antar muka pengguna. Hasil pengujian ini kemudian dapat di jadikan dasar untuk mengevaluasi sejauh mana ketercapaian kinerja sistem dibandingkan dengan spesifikasi dan tuntutan yang telah ditetapkan pada tahap perancangan awal. Dengan demikian, dapat disimpulkan apakah sistem yang dibangun telah memenuhi kriteria fungsional dan operasional yang diharapkan.

## IV.2 Pengujian Mekanik

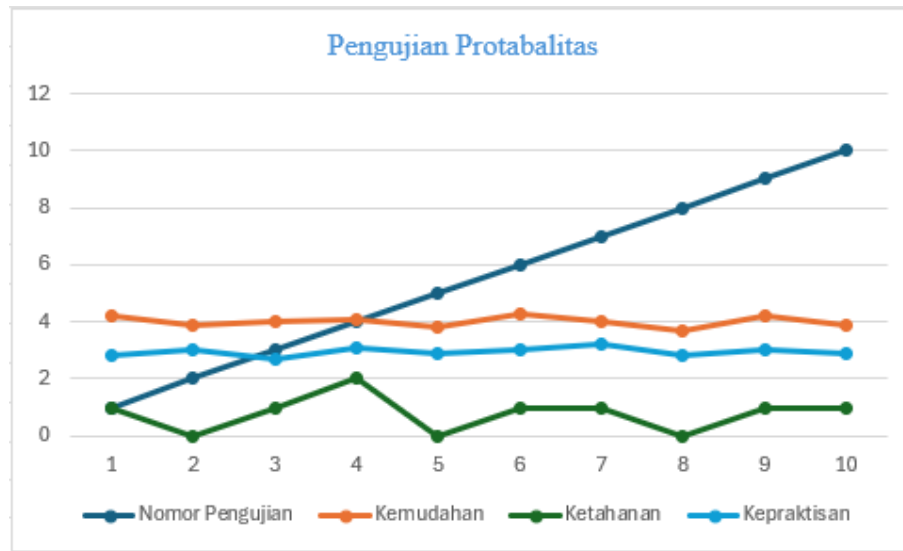
Pada bagian pengujian mekanik, dilakukan pengujian portabilitas untuk mengetahui kemudahan, ketahanan, dan kepraktisan alat. Pengujian dilakukan selama 10 kali untuk melihat kemudahan, yakni dengan membuka dan menutup koper. Pengujian ini menghasilkan data berupa waktu. Untuk ketahanan, ketika koper dibuka, alat tersebut dilihat untuk mengetahui komponen-komponen dalam koper tetap pada posisi dan tidak berubah. Pengujian dilakukan 10 kali dan menghasilkan angka 0—22. Rentang tersebut menunjukkan jumlah komponen. Jika ada komponen yang keluar dari tempat, akan dihitung 1. Sedangkan aspek kepraktisan menguji durasi koper dipindah dalam jarak 1—3 meter. Hasil pengujian kepraktisan berupa durasi waktu saat koper disimpan, dibawa, sampai dibuka.

Tabel IV.1 Pengujian Portabilitas

Nomor Pengujian	Kemudahan	Ketahanan	Kepraktisan
1	4,2	1	2,8
2	3,9	0	3,0
3	4,0	1	2,7
4	4,1	2	3,1
5	3,8	0	2,9
6	4,3	1	3,0
7	4,0	1	3,2
8	3,7	0	2,8
9	4,2	1	3,0
10	3,9	1	2,9

Tabel IV.1 adalah hasil pengujian portabilitas sistem kendali motor servo berbasis IoT berdasarkan tiga aspek, yaitu kemudahan, ketahanan, dan kepraktisan. Nilai kemudahan diperoleh pada rentang 3,7 hingga 4,2 yang menunjukkan katagori baik. Aspek ketahanan memperoleh nilai antara 0 hingga 2, yang menggambarkan

adanya variasi daya tahan perangkat dalam penggunaan. Sementara itu, aspek kepraktisan berada pada kisaran 2,7 hingga 3,2 yang menandakan tingkat kemudahan penggunaan di lapangan cukup baik. Data ini menjadi acuan dalam mengevaluasi tingkat portabilitas media pembelajaran yang dirancang.



Gambar IV.3 Grafik Pengujian Protabilitas

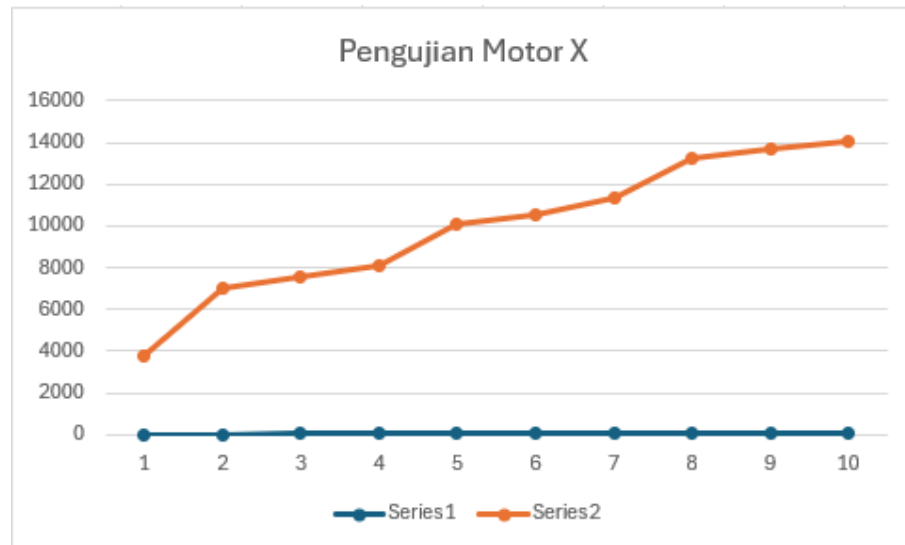
Bedasarkan Gambar IV.3 grafik hasil pengujian mekanik yang dilakukan sebanyak 10 kali percobaan, maka diperoleh nilai rata-rata kemudahan sebesar 3,99 dari skala 5 setara 79,8%, ketahanan sebesar 0,8 dari skala 1 atau 80%, dan kepraktisan sebesar 2,94 dari skala 4 atau 73,5%. Hasil ini menunjukkan bahwa media pembelajaran yang diuji memiliki tingkat kemudahan dan ketahanan yang tinggi, serta kepraktisan yang cukup baik saat digunakan, dipindahkan, dan disimpan. Dengan demikian, sistem dinyatakan layak secara mekanik untuk digunakan dalam proses pembelajaran sistem kendali.

Untuk pengujian motor, dilakukan pengujian Motor X dan Motor Y. Sebagaimana pada Tabel IV.2, dan Tabel IV.3. Dilakukan input data pada HMI berupa angka dalam satuan milimeter. Pengukuran real merupakan pengukuran manual menggunakan jangka sorong dengan tingkat ketelitian 0,02 mm untuk membandingkan data dari input pada HMI dengan pengukuran real.

Tabel IV.2 Pengujian Motor X

<b>Nomor Pengujian</b>	<b>Input Data</b>	<b>Pengukuran Real (mm)</b>
1	10	37,66 (mm)
2	15	70,48 (mm)
3	20	75,70 (mm)
4	25	80,84 (mm)
5	30	100,70 (mm)
6	35	105,26 (mm)
7	40	113,24 (mm)
8	45	132,22 (mm)
9	50	137,24 (mm)
10	60	140,64 (mm)

Tabel IV.2 menunjukkan hasil pengujian motor X berdasarkan perbandingan antara input data dengan hasil pengukuran real dalam satuan milimeter (mm). Dari tabel terlihat bahwa setiap peningkatan input data menghasilkan peningkatan nilai pengukuran real secara bertahap. Hal ini menunjukkan adanya hubungan linear antara data masukan dengan pergerakan aktual motor, meskipun terdapat selisih tertentu pada setiap pengukuran. Data tersebut dapat dijadikan acuan mengevaluasi akurasi respon motor terhadap sinyal input yang diberikan.



Gambar IV.4 Grafik Pengujian Motor X

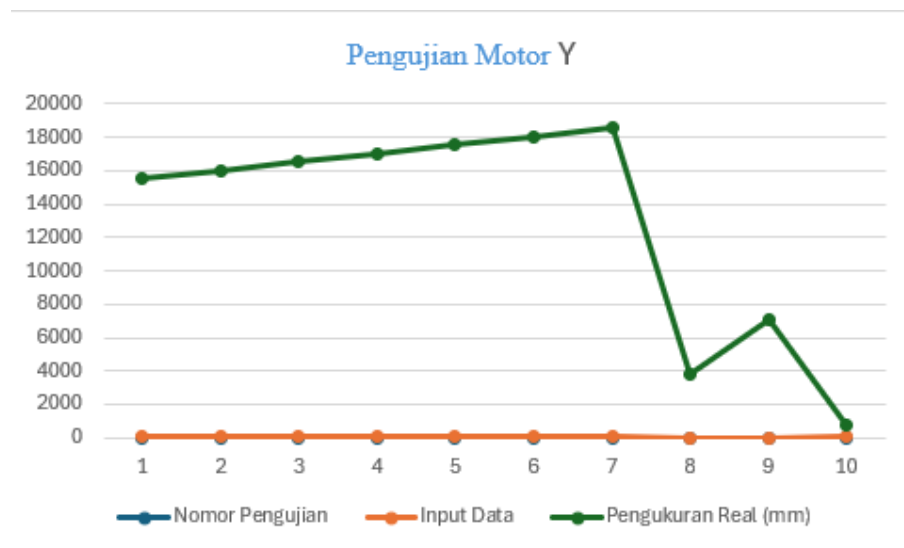
Gambar IV.4 menunjukkan grafik hasil pengujian motor X yang membandingkan antara input data (Series 1) dengan hasil pengukuran rel (Series 2). Terlihat bahwa nilai input data relatif konstan dengan skala kecil, sedangkan hasil pengukuran real menunjukkan peningkatan yang signifikan dan cenderung linier seiring bertambahnya nomor pengujian. Grafik ini mengindikasikan bahwa motor X merespon setiap perubahan input dengan pergerakan aktual yang semakin besar, sehingga menunjukkan adanya keterhubungan langsung antara nilai masukan dan keluaran motor meskipun terdapat perbedaan skala.

Tabel IV.3 Pengujian Motor Y

Nomor Pengujian	Input Data	Pengukuran Real
1	70	155,28
2	75	160,38
3	80	165,88
4	85	170,22
5	90	175,34
6	95	180,44
7	100	185,84

Nomor Pengujian	Input Data	Pengukuran Real
8	10	37,66
9	15	70,84
10	20	75,70

Tabel IV.3 adalah hasil pengujian motor Y berdasarkan perbandingan antara input data dengan pengukuran real dalam satuan milimeter (mm). Hasil pengujian menunjukkan bahwa setiap peningkatan input data diikuti oleh kenaikan nilai pengukuran real secara konsisten, meskipun terdapat variasi pada beberapa titik uji. Secara umum, data ini menggambarkan adanya hubungan linier antara input dan output motor, sehingga dapat disimpulkan bahwa motor Y mampu merespon perubahan sinyal masukan dengan baik dan menghasilkan pergerakan yang sesuai dengan nilai input yang diberikan.



Gambar IV.5 Grafik Pengujian Motor Y

Sebagaimana Gambar IV.5. Grafik pengujian motor sumbu y, didapatkan hasil akurasi pergerakan berdasarkan perbandingan antara data input dan pengukuran real. motor sumbu y memiliki performa yang stabil pada awal pengujian dengan akurasi rata-rata 97,63% untuk input data 70—100. Namun, terjadi anomali signifikan pada input 10—20 di akhir pengujian, yang mengindikasikan kesalahan sistem atau input

data, hal ini terlihat jelas pada grafik, tren grafik motor y menunjukkan penurunan tajam di akhir pengujian.

### IV.3 Pengujian Elektrik

Pada bagian pengujian elektrik, dilakukan pengujian terhadap keberfungsian tombol-tombol yang terdapat pada sistem kendali untuk memastikan semua perintah dapat diterima dan dijalankan dengan baik. Sebagaimana Tabel IV.3.1 pengujian ini bertujuan untuk mengevaluasi apakah setiap tombol pada alat media pembelajaran portabel berfungsi sesuai logika pemograman yang telah dirancang. Setiap tombol diuji sebanyak 10 kali untuk mengetahui konsistensi dan keandalan respon sistem terhadap input pengguna. Selain itu, kecepatan respon sistem terhadap perintah yang diberikan juga menjadi indikator penting dalam menilai performa elektrik alat. Hasil pengujian dicatat dalam bentuk tabel yang memuat data keberfungsian tombol dan respon yang ditampilkan oleh sistem melalui HMI.

Pada Tabel IV.3.1 pengujian keberfungsian antarmuka HMI dilakukan secara kuantitatif guna memperoleh data yang objektif dan terukur performa sistem. Parameter keberfungsian tombol dinilai menggunakan skala neumerik 0 hingga 2, dengan kriteria, nilai 0 menunjukkan tombol tidak berfungsi, nilai 1 menunjukkan fungsi parsial atau sebagian, dan nilai 2 menunjukkan tombol berfungsi sepenuhnya sesuai logika yang telah diprogram. Sebagaimana pada kolom respon, pengisian dilakukan berdasarkan waktu tanggap sistem dalam satuan milidetik (ms) yang mengindikasikan kecepatan respon HMI terhadap masukan pengguna.

Tabel IV.4 Pengujian Keberfungsian *Interface* HMI

Nomor Pengujian	Keberfungsian Tombol	Respon
1	2	23.000 (ms)
2	2	21.000 (ms)
3	2	26.000 (ms)
4	2	22.000 (ms)
5	2	21.000 (ms)
6	2	20.000 (ms)

Nomor Pengujian	Keberfungsian Tombol	Respon
7	2	60.000 (ms)
8	2	84.000 (ms)
9	2	84.000 (ms)
10	2	80.000 (ms)

Tabel IV.4 adalah menunjukkan hasil pengujian keberfungsian interface HMI berdasarkan respons tombol. Hasil pengujian memperlihatkan bahwa seluruh tombol berfungsi dengan baik, ditunjukkan oleh skor keberfungsian yang konsisten yang bernilai 2 pada setiap pengujian. Waktu respon yang tercatat berada pada rentang 20.000-26.000 ms, sehingga dapat disimpulkan bahwa sistem HMI mampu merespons perintah penggunaan dengan stabil dan sesuai fungsi yang di harapkan.



Gambar IV.6 Grafik Pengujian Keberfungsian Tombol HMI

Berdasarkan hasil pengujian yang diperoleh pada Gambar IV.6, respon tombol HMI stabil pada pengujian 1--6 dengan respon (20.000-26.000 ms), namun meningkat tajam mulai pengujian 7—10 (mencapai 84.000 ms). Meski tombol tetap berfungsi (konstan 2), peningkatan waktu respon menunjukkan penurunan performa sistem. Dari 10 kali pengujian, hanya 6 kali pangujian yang menunjukkan hasil respon yang normal, namun tingkat keberhasilan antar muka HMI mencapai 60%

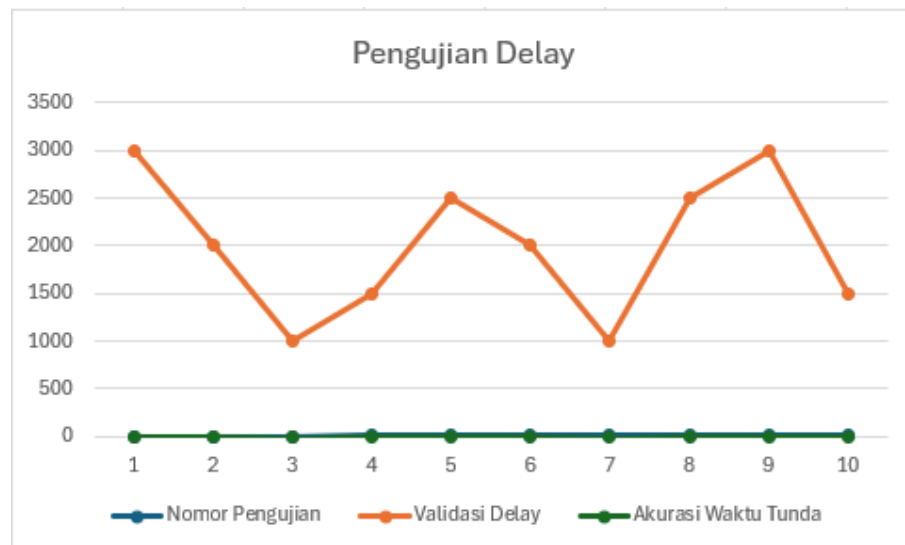
Sebagaimana Gambar IV.6 ini dilakukan untuk mengukur keakuratan waktu tunda yang dihasilkan sistem terhadap perintah yang diberikan melalui HMI. Pengujian ini untuk memastikan bahwa sistem dapat mengeksekusi perintah penundaan waktu secara tepat sesuai nilai yang diatur. Pada pengujian ini, nilai delay yang diuji bervariasi antara 1000 ms sampe 3000 ms. dan hasil validasi menunjukkan bahwa waktu aktual memiliki deviasi kecil dengan tingkat akurasi berkisar antara 95,3% hingga 100%. Validasi dilakukan menggunakan stopwath HP untuk membandingkan nilai delay yang diinput dengan waktu real respon sistem.

Tabel IV.5 Pengujian Delay

<b>Nomor Pengujian</b>	<b>Validasi Delay (ms)</b>	<b>Akurasi Waktu Tunda (%)</b>
1	3000	60%
2	2000	40%
3	1000	20%
4	1500	30%
5	2500	50%
6	2000	40%
7	1000	20%
8	2500	50%
9	3000	60%
10	1500	30%

Tabel IV.5 menunjukkan hasil pengujian delay dengan variasi waktu tunda validasi sebesar 1000 ms hingga 3000 ms. Berdasarkan data, akurasi waktu tunda meningkat seiring dengan bertambahnya nilai delay, di mana delay 1000 ms memiliki akurasi terendah sebesar 20%, sedangkan delay 3000 ms menghasilkan akurasi tertinggi yaitu 60%. Hal ini mengindikasikan bahwa sistem kendali memiliki performasi yang lebih stabil pada waktu tunda yang lebih besar, sedangkan pada delay yang

lebih kecil terjadi penurunan akurasi. Dengan demikian, terdapat hubungan positif antara lamanya delay dengan tingkat akurasi waktu tunda.



Gambar IV.7 Grafik Pengujian Delay

Sebagaimana Gambar IV.7, hasil grafik menunjukkan bahwa waktu aktual memiliki deviasi kecil dengan tingkat akurasi berkisar antara 95,3% hingga 100%. Validasi dilakukan menggunakan stopwatch untuk membandingkan nilai delay yang diinput dengan waktu real respon sistem.

#### IV.4 Pengujian Komunikasi

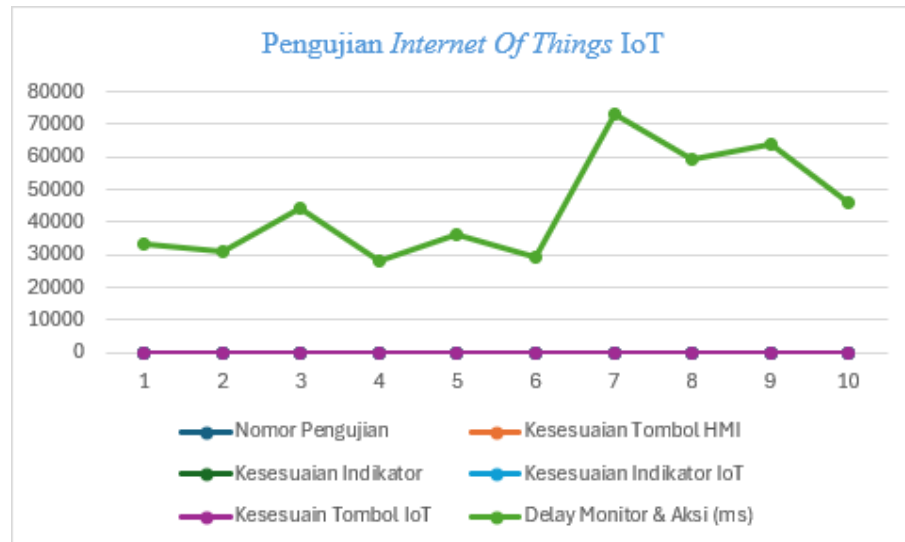
Pada bagian pengujian komunikasi, Tabel IV.6 dilakukan pengujian kesesuaian antara sistem kontrol dengan perangkat *Internet Of Things* (IoT) berjalan secara optimal. Pengujian mencakup lima aspek utama, yaitu kesesuaian tombol pada HMI dengan aksi yang dijalankan, kesesuaian indikator pada media pembelajarn fisik dan HMI, kesesuaian indikator pemantauan melalui perangkat IoT, kesesuaian tombol aksi pada gawai IoT terhadap respon sistem, serta delay antara tampilan monitor dan aksi yang terjadi. Setiap aspek diuji sebanyak 10 kali percobaan untuk memastikan kestabilan komunikasi data antar perangkat, baik secara lokal melalu HMI maupun secara jarak jauh melalui media IoT. Hasil penguian ini menjadikan indikator penting dalam menilai keandalan sistem dalam mengirim, menerima, dan merespon perintah serta informasi secara *real-time*.

Tabel IV.6 Pengujian *Internet Of Things* (IoT)

<b>Nomor Pengujian</b>	<b>Kesesuaian Tombol HMI</b>	<b>Kesesuaian indikator HMI</b>	<b>Kesesuaian indikator IoT</b>	<b>Kesesuaian tombol IoT</b>	<b>Delay monitor &amp; aksi</b>
1	1	1	1	1	33.000 (ms)
2	1	0	1	1	31.000 (ms)
3	1	0	1	1	44.000 (ms)
4	1	1	1	1	28.000 (ms)
5	0	1	1	1	36.000 (ms)
6	1	1	1	1	29.000 (ms)
7	1	1	1	1	73.000 (ms)
8	1	1	1	1	59.000 (ms)
9	1	1	1	1	64.000 (ms)
10	1	1	1	1	46.000 (ms)

Tabel IV.6 menunjukkan hasil pengujian IoT dengan menilai kesesuaian tombol dan indikator pada HMI maupun IoT serta delay monitor dan aksi. Sebagian besar

pengujian menunjukkan kesesuaian penuh, meskipun terdapat beberapa ketidaksesuaian pada HMI. Delay yang dihasilkan bervariasi antara 28.000 ms hingga 73.000 ms, menandakan sistem bekerja cukup baik namun masih terdapat fluktuasi waktu respon.



Gambar IV.8 Grafik Pengujian *Internet Of Things* (IoT)

Sebagaimana Gambar IV.8 hasil grafik pengujian komunikasi *Internet Of Things* (IoT), dapat menyimpulkan bahwa tingkat keberhasilan sistem dalam menjalankan perintah secara tepat mencapai 98%, hanya terdapat sedikit ketidaksesuaian pada tombol HMI dan indikator HMI pada beberapa percobaan awal. Rata-rata waktu delay monitor dan aksi tercatat sebesar 44,3 ms, yang masih berada dalam batas toleransi untuk komunikasi *real-time*. Dari hasil Gambar IV.8 sistem mampu merespon perintah secara cepat dan konsisten, baik HMI maupun perangkat IoT.

#### IV.5 Pengujian Fungsi Set Parameter

Pengujian fungsi set parameter dilakukan untuk mengetahui pengaruh konfigurasi parameter pergerakan terhadap jumlah pulse yang dibutuhkan motor servo pada sumbu X dalam menempuh jarak tertentu. Parameter yang diatur meliputi jarak (*Set\_Distance*), kecepatan (*Set\_Velocity*), perlambatan (*Set\_Acceleration*), dan perubahan kecepatan mendadak (*Set\_Jerk*). Hasil pengujian menunjukkan bahwa meskipun jarak tempuh tetap, variasi nilai parameter dapat menghasilkan jumlah pulse yang berbeda secara signifikan. Sebagaimana pada jarak tempuh 10mm,

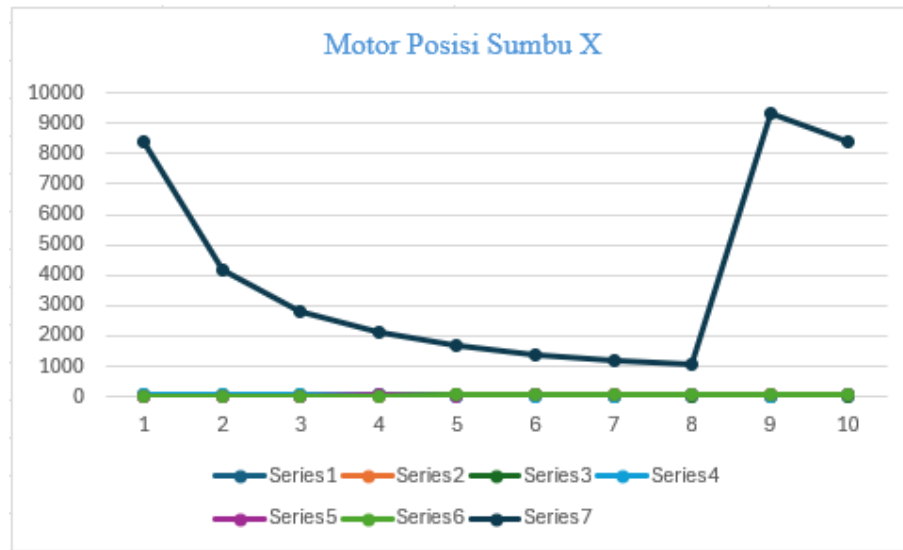
jumlah pullse yang dibutuhkan mencapai 8.388,608, sedangkan variasi pada parameter lain dengan jarak berbeda menghasilkan pullse yang lebih rendah. Hal ini menunjukkan bahwa pengaturan parameter memiliki pengaruh langsung terhadap performa dan efisiensi gerakan motor dalam sistem kendali otomatis.

Tabel IV.7 Fungsi Set Parameter Sumbu X

<b>Motor Posisi Sumbu X</b>							
<b>No</b>	<b>Set_Distance (mm)</b>	<b>Set_Velocity (mm/s)</b>	<b>Set_Acceleration (mm)</b>	<b>Set_Declaration (mm/s)</b>	<b>Set_Jerk (mm)</b>	<b>Jarak (mm)</b>	<b>Jumlah Pullse</b>
1	30	10	100	90	20	10	8.388,608
2	30	20	90	80	30	20	4.194,304
3	30	30	80	100	10	30	2.796,202
4	30	40	70	60	50	40	2.097,152
5	30	50	60	40	40	50	1.677,721
6	30	60	50	20	70	60	1.398,101
7	30	70	40	20	80	70	1.198,372
8	30	80	30	70	100	80	1.048,576
9	30	90	20	10	90	90	9.320,675
10	30	100	10	80	60	100	8.388,608

Tabel IV.7 menunjukkan pengaruh variasi parameter gerak motor sumbu X terhadap jumlah pullse yang dihasilkan. Perubahan nilai kecepatan, percepatan, perlambatan,

dan jerk memengaruhi hasil pullse, sehingga parameter tersebut berperan penting dalam ketelitian dan performansi sistem kendali.



Gambar IV.9 Grafik Pengujian Motor Posisi Sumbu X

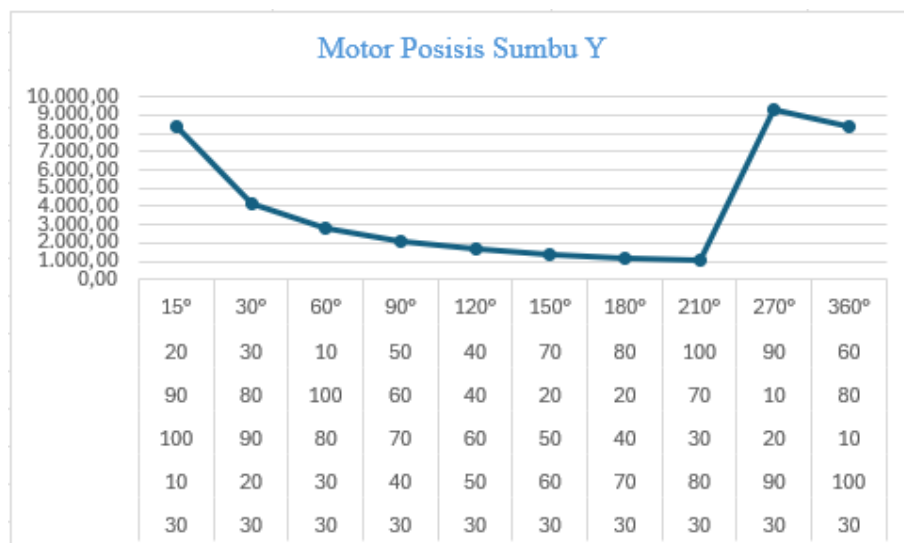
Gambar IV.9 menunjukkan garfik hubungan antara konfigurasi parameter set terhadap jumlah pullse yang dibutuhkan motor servo sumbu X. bisa diliat yang bahwa variasi nilai jarak *Set\_Distance*, sangat mempengaruhi jumlah pullse. Percobaan dengan jarak 10mm dan 100mm menghasilkan jumlah pullse tertinggi sebesar 8.388,608 pullse (pengujian ke 1 dan 10), sedangkan jarak 80mm menghasilkan jumlah pullse terendah sebesar 1.048,579 pullse (pengujian ke 8). Selisih antara nilai tertinggi dan terendah mencapai sekitar 87,5%, menandakan bahwa pengaturan parameter berpengaruh besar terhadap gerakan motor.

Tabel IV.8 Set Parameter Sumbu Y

Motor Posisi Sumbu Y							
No	Set_Distance (mm)	Set_Velocity (mm/s)	Set_Acceleration (mm)	Set_Declaration (mm/s)	Set_Jerk (mm/s)	Sudut derajat motor Jarak (mm)	Jumlah Pullse
1	30	10	100	90	20	15°	8.388,608

Motor Posisi Sumbu Y							
2	30	20	90	80	30	30°	4.194,304
3	30	30	80	100	10	60°	2.796,202
4	30	40	70	60	50	90°	2.097,152
5	30	50	60	40	40	120°	1.677,721
6	30	60	50	20	70	150°	1.398,101
7	30	70	40	20	80	180°	1.198,372
8	30	80	30	70	100	210°	1.048,576
9	30	90	20	10	90	270°	9.320,675
10	30	100	10	80	60	360°	8.388,608

Sebagaimana Tabel IV.8 menunjukkan hasil pengujian set parameter motor sumbu Y dengan variasi kecepatan, percepatan, perlambatan, jerk, serta sudut derajat putaran. Hasil menunjukkan bahwa perubahan parameter memengaruhi jumlah pulse yang dihasilkan, di mana peningkatan nilai parameter tertentu menghasilkan variasi pulse yang signifikan. Hal ini pengaturan parameter gerak motor sumbu Y berperan penting terhadap ketelitian posisi dan kinerja sistem.



Gambar IV.10 Grafik Pengujian Motor Posisi Sumbu Y

Gambar IV.10 menunjukkan grafik hubungan antar konfigurasi parameter set dan jumlah pullse yang di hasilkan oleh motor pada sumbu Y. Nilai tertinggi pullse mencapai pada sudut  $270^\circ$  sebesar 9.320,675 pullse. Sedangkan nilai terendah terjadi pada sudut  $120^\circ$  dengan besar pullse 1.048,576. Jika dibandingkan dengan nilai tertinggi sebagaimana (8.388,608 pullse pada sudut  $15^\circ$  dan  $360^\circ$ ), maka dapat dikonfigurasi menghasikan efesiensi pullse hingga 87,5% dengan rata-rata efesiensi penghematan sebesar 65%-75% pada konfigurasi optimal.

#### IV. 4 Pengujian Kelayakan Media Pembelajaran

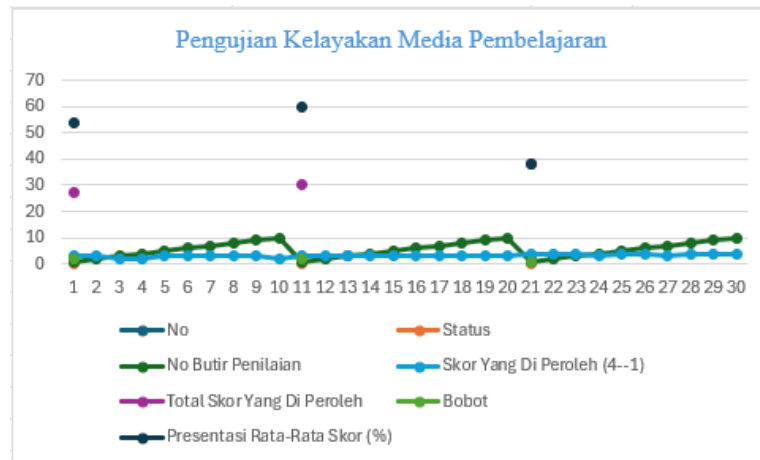
Tabel IV.9 Tabel Pengujian Alat

No	Status	No Butir penilaian	Skor Yang Di Peroleh (4-1)	Total Skor Yang Di Peroleh	Bobot	Presentasi Rata-Rata Skor (%)
1	Dosen	1	3	27	2	54
		2	3			
		3	2			
		4	2			
		5	3			
		6	3			
		7	3			
		8	3			
		9	3			
		10	2			
2	PLP	1	3	30	2	60
		2	3			
		3	3			

No	Status	No Butir penilaian	Skor Yang Di Peroleh (4-1)	Total Skor Yang Di Peroleh	Bobot	Presentasi Rata-Rata Skor (%)
		4	3			
		5	3			
		6	3			
		7	3			
		8	3			
		9	3			
		10	3			
3	Mahasiswa	1	4	38	1	38
		2	4			
		3	4			
		4	3			
		5	4			
		6	4			
		7	3			
		8	4			
		9	4			
		10	4			

Sebagaimana Tabel IV.9 menunjukkan hasil pengujian alat berdasarkan penilaian dari tiga responden dosen, PLP, dan mahasiswa. Hasil penilaian menunjukkan bahwa dosen memberikan skor rata-rata 54%, PLP 60%, dan mahasiswa 38%. Perbedaan skor ini mengindikasikan adanya variasi persepsi dalam menilai kinerja

dan kelayakan alat. Secara umum, alat telah berfungsi dengan baik, namun masih terdapat aspek yang perlu ditingkatkan agar memenuhi standar yang lebih optimal.



Gambar IV.11 Grafik Pengujian Kelayakan Media Pembelajaran

Grafik pengujian kelayakan media pembelajaran, sebagaimana yang tertera pada Gambar IV.11 memperlihatkan distribusi skor penilaian dari berbagai aspek, meliputi skor butir penilaian, total skor, bobot, dan persentase rata-rata. Hasil menunjukkan adanya variasi skor yang diberikan oleh responden, dengan persentase rata-rata skor berkisar antara 38% hingga 60%. Hal ini mengindikasikan bahwa media pembelajaran dinilai cukup layak digunakan, meskipun masih diperlukan beberapa perbaikan untuk meningkatkan efektivitas dan kualitasnya.

#### IV.5 Pengujian Kelayakan Media Pembelajaran

Tabel IV.10 Pengujian Keberfungsian Alat

No	Nama Alat	Fungsi Alat	Status Keberfungsian	Keterangan Tambahan
1	Auto / Manual Switch	Mengatur mode operasi sistem secara otomatis atau manual	Berfungsi dengan baik	Mode dapat di pilih dengan benar mau (Auto / Manual)

No	Nama Alat	Fungsi Alat	Status Keberfungsian	Keterangan Tambahan
2	Servo ON Switch	Mengaktifkan servo drive agar servo motor siap dijalankan	Berfungsi dengan baik	Servo Drive Aktif disaat switch Servo_ON di putar
3	Start	Memulai proses kendali otomatis	Berfungsi dengan baik	Proses di mulai normal
4	Stop	Menghentikan proses kendali otomatis	Berfungsi dengan baik	Respon cepat, proses berhenti
5	Reset	Mengatur ulang sistem ke kondisi awal setelah error	Tidak berfungsi dengan baik	Sistem kembali ke awal
6	Emergency	Menghentikan seluruh sistem secara mendadak untuk keamanan	Berfungsi dengan baik	Sistem langsung mati total
7	Jog + X	Menggerakkan motor servo ke arah positif sumbu X secara manual	Berfungsi dengan baik	Pergerakan halus dan presisi sesuai yang diinginkan

<b>No</b>	<b>Nama Alat</b>	<b>Fungsi Alat</b>	<b>Status Keberfungsian</b>	<b>Keterangan Tambahan</b>
8	Jog - X	Menggerakkan motor servo ke arah negatif sumbu X secara manual	Berfungsi dengan baik	Fungsi berjalan normal
9	Jog + Y	Menggerakkan motor servo ke arah positif sumbu Y secara manual	Berfungsi dengan baik	Tidak menunggu waktu lama(delay) pergerakan
10	Jog - Y	Menggerakkan motor servo ke arah negatif sumbu Y secara manual	Berfungsi dengan baik	Respon motor sesuai set_parameter yang di berikan

