

RANCANG BANGUN PROTOTIPE *SMART CONTROL SYSTEM* SEBAGAI PENGENDALI DEBIT AIR BERBASIS COMPUTER CONTROL

Rokhmad Eko Cahyono^{1*}, Muhammad Alil Mafahir², Avin Kusuma Putra³,
Maulidina Rahmawati Surya⁴, Muhammad Bachtyar⁵, M. Fauzi Soulthon⁶,
Yanuarini Nur S⁷,

^{1,2,3,4,5,6}Universitas Billfath Lamongan, Indonesia

⁷Universitas Islam Majapahit, Indonesia

Email: ekomjkt28@gmail.com

Received: 28-01- 2024

Revised: 10-02-2024

Approved: 18-02-2024

ABSTRAK

Sistem Kendali Cerdas atau Smart Control System merupakan penggabungan sistem pengendalian otomatis dengan kecerdasan buatan. Peralatan utama pada sistem kendali cerdas adalah sensor yang berfungsi sebagai alat ukur, control valve atau katup sebagai elemen pengendali dan computer control yang dilengkapi dengan controller. Sensor merupakan alat ukur yang berinteraksi langsung dengan proses, control valve atau katup merupakan actuator atau alat penggerak untuk memperkecil jumlah error dan computer control yang dilengkapi dengan controller berfungsi sebagai pembanding antara set poin dan hasil pengukuran untuk memperkecil error. Implementasi computer control ini dengan menggunakan DCS atau Distributed Control System yaitu sistem pengendalian yang terdistribusi dimana pada setiap plant dibagi menjadi beberapa bagian proses yang dikendalikan oleh suatu controller. Sistem kendali cerdas saat ini juga ditunjang dengan teknologi jaringan dengan kecepatan tinggi untuk transfer data proses. Implementasi sistem kendali cerdas pada DCS adalah sistem jaringan atau networking system dibuat redundant atau jaringan ganda untuk keamanan sistem yaitu jika ada kerusakan jaringan A maka jaringan B masih bisa transfer data sehingga sistem tetap berjalan. Produk dari penelitian ini adalah membuat prototipe sistem kendali cerdas dalam skala kecil dengan melakukan pemasangan beberapa sensor yaitu sensor flowmeter, control valve dan mini DCS tipe AC300. Penelitian ini bertujuan untuk menguji hasil pembuatan prototipe tersebut dengan menguji tingkat keakuratan pembacaan flowmeter sebagai sensor debit air yang juga dilakukan verifikasi menggunakan gelas ukur untuk memastikan hasil yang akurat. Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif eksperimental yaitu pembuatan perangkat uji coba sistem kendali dan melakukan percobaan tingkat akurasi sensor. Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa rancang bangun prototipe sistem kendali cerdas sudah berfungsi normal dan pengujian akurasi sensor flowmeter sebanyak 30 kali menunjukkan tingkat error yang kecil 0.210963 %.

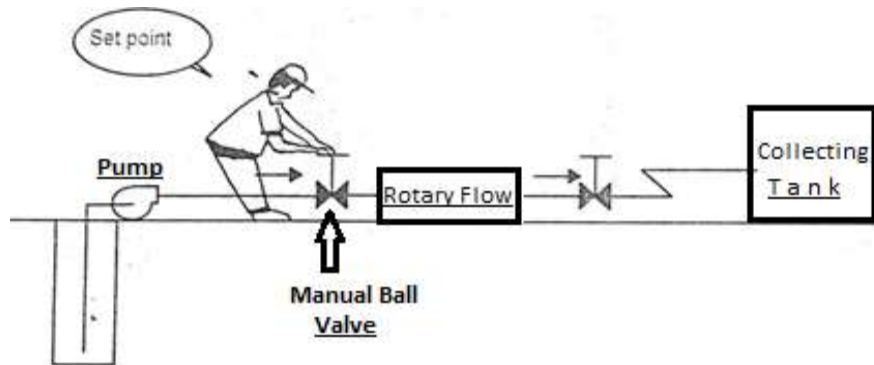
Kata kunci: *Controller, Debit, Prototipe, Rancang Bangun, Smart Control System*

PENDAHULUAN

Industri dan manufaktur tumbuh pesat seiring dengan revolusi industri 4.0 yang menuntut penggunaan peralatan instrumentasi di industri harus efisien, menghemat tempat, waktu dan *cost* (biaya). Instrumentasi industri juga berkembang cepat dengan melahirkan teknologi otomasi. Otomasi adalah sistem pengendalian proses, agar output hasil produk dapat dikontrol untuk memastikan tidak adanya *error* atau kesalahan pada saat operasional sehingga dapat meringankan beban pekerja saat mengoperasikan peralatan di *plant* karena semua proses sudah dapat dimonitor oleh komputer dalam satu ruangan.

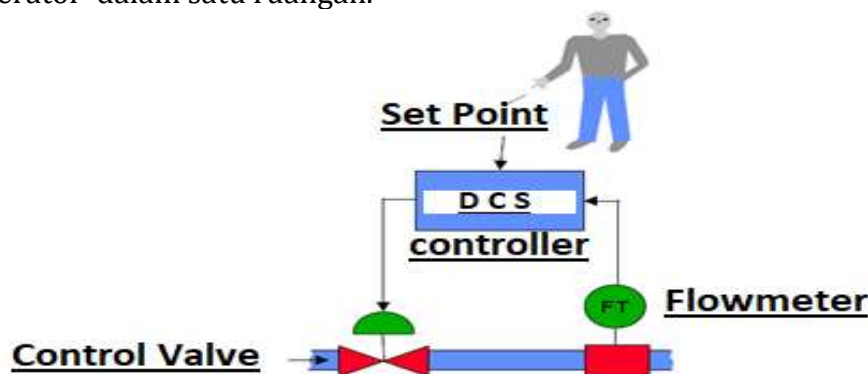
Sistem kendali proses terbagi menjadi 2 yaitu sistem kendali manual dan sistem kendali otomatis yang di dalamnya terdapat sistem kendali bertingkat. Sistem kendali manual yaitu sistem kendali yang melibatkan operator untuk melihat secara visual kondisi proses di lapangan dan jika ingin merubah proses operator harus membuka atau menutup valve atau katup yang berfungsi sebagai pengendali. Gambar 1, merupakan ilustrasi kasus sistem kendali manual yang menyatakan bahwa operator

atau manusia berperan sebagai pengendali proses dengan cara mengatur bukaan katup atau manual ball valve sehingga laju atau debit aliran yang ditunjukkan oleh rotary flowmeter sebagai indikator aliran yang menuju tangki pengumpul atau collecting tank.



Gambar 1. Operator Mengatur Bukaan Katup atau Valve sebagai Kendali Aliran

Sistem kendali otomatis yaitu sistem kendali yang memiliki *feedback control* atau kontrol umpan balik yaitu operator hanya memberikan set point pada *controller* untuk mendapatkan output bukaan valve atau control valve secara otomatis akan mengikuti pengukuran dari sensor. Gambar2, Proses Sistem Kendali Automatis atau Auto menggunakan DCS sebagai Controller. DCS atau Distributed Control System yaitu sistem kendali terdistribusi yang mana pada setiap bagian proses terdiri dari beberapa input maupun output yang dikendalikan oleh *controller* sehingga sistem dapat dioperasikan oleh operator dalam satu ruangan.

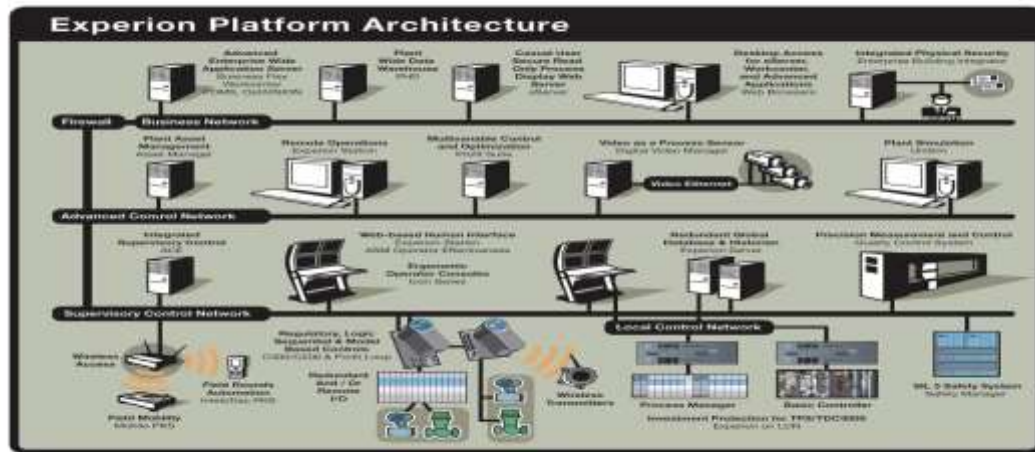


Gambar 2. Proses Dengan Sistem Kendali Auto

DCS terdiri dari beberapa bagian pendukung yaitu Server, Operator Station atau OS, Controller, Input Output Module Analog, Input Output Module Digital, PDP atau Power Distribusi Panel dan Terminal Connection Panel. Gambar 3, merupakan Arsitektur Distributed Control System-DCS dan Gambar 4, merupakan Ruang Monitoring Operator DCS yang mana Operator menjalankan proses di plant atau di mesin dari Operator Station di ruangan ini.

Sistem kendali cerdas yang di implementasikan pada industri di pabrik, terdiri dari 4 rangkaian yaitu Proses sebagai sistem yang akan dikendalikan, sensor sebagai alat ukur yang berhubungan langsung dengan proses, Controller atau DCS sebagai pengatur yang mengendalikan sistem dan Elemen pengendali akhir yang menerima perintah dari controller untuk mengikuti Set Poin dari sensor yaitu dengan membuka

atau menutup yang sesuai set poin controller. Contoh dari sensor yaitu flowmeter sebagai alat ukur debit fluida, temperatur sensor sebagai alat ukur temperatur, sensor level sebagai alat ukur ketinggian fluida di tangki dan semua alat ukur tersebut dapat terdisplay atau ditampilkan nilai nya di DCS. Contoh dari Controller adalah DCS atau PLC sedangkan elemen pengendali akhir biasanya berupa control valve atau inverter.



Gambar 3. Arsitektur Distributed Control System – DCS



Gambar 4. Ruang Monitoring Operator DCS

Pada penelitian rancang bangun smart control system ini dilakukan 2 tahapan yaitu :

- a. Pembuatan prototipe rangkaian instrumentasi sederhana yang terdiri dari
 1. Sensor Flowmeter dengan ukuran diameter ½ inchi
 2. Katup atau control valve dengan ukuran diameter 1 inchi
 3. Tangki air dengan ukuran tinggi 1000mm dan diameter 500mm
 4. Pompa air tipe PZ-60
 5. Mini Controller DCS tipe AC300

Material no.1 dan no.2 di rangkai menggunakan pipa stainless SUS304 yang terhubung dengan tangki air. Untuk operasional start up yaitu pompa air dijalankan, air dialirkan melalui flowmeter yang besar kecilnya pembacaan diatur menggunakan katup atau control valve, dilakukan secara otomatis atau AUTO menggunakan mini controller DCS tipe AC300.

- b. Uji coba tingkat keakuratan pembacaan dan pengukuran sensor flowmeter untuk memastikan bahwa debit air yang dialirkan adalah valid. Uji coba

dilakukan dengan

1. Verifikasi menggunakan gelas ukur dan stop watch memastikan pembacaan flowmeter cocok (Tabel 1).
2. Monitoring dengan menggunakan trending di DCS berdasarkan selisih antara set poin flowmeter dan pembacaan flowmeter (Tabel 2).

Penelitian Terdahulu

Otomasi

Menurut Richard C Dorf , 1983 dalam bukunya yang berjudul Robotics and Automated manufacturing, termuat juga dalam jurnal ‘ Journal of Manufacturing System” Science Direct, volume 3, issue 2, ditulis oleh Moshe M Barash, 1998 dinyatakan bahwa otomasi mempunyai pengertian suatu proses tanpa aktifitas manusia secara langsung dalam proses itu (A process without direct human activity in the process).

Menurut penelitian yang dilakukan Rudy dan Dzulfikar dari STIMIK AMIKOM Yogyakarta 2010, menjelaskan prototipe Sistem Pengendalian Kanal Air Menggunakan Mikrokontroler Atmega 8535.

Sistem Kendali Cerdas

Menurut Alimuddin, 2020 dalam bukunya yang berjudul “ Teori dan Aplikasi Dasar Sistem Kendali Cerdas”, dijelaskan bahwa sistem kendali manual merupakan sistem kendali konvensional, yang menggunakan *system open loop* yaitu sistem keluaran atau output tidak berpengaruh terhadap pergerakan input, karena output tidak ada umpan balik terhadap input. Sedangkan sistem kendali otomatis menggunakan kendali *closed loop* yaitu output mempengaruhi input karena terdapat sistem kendali umpan balik atau *feedback control system*.

Debit atau Laju Aliran Fluida

Menurut H.A Robhani dan Rouf, 2018 dalam Jurnal IJEIS yang berjudul Perancangan Flowmeter Ultrasonik untuk Mengukur Debit Air Pada Pipa dinyatakan debit atau laju aliran adalah jumlah volume air dari suatu sumber yang mengalir dari suatu sumber dalam satuan waktu tertentu. Pengukuran debit air ini ditujukan untuk mengetahui kelajuan atau kecepatan aliran dalam satuan waktu.

METODE PENELITIAN

Metode Kuantitatif Eksperimen

1. Pembuatan Media Instalasi Prototipe Perangkat Uji Coba

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah Metode Kuantitatif Eksperimental yaitu membuat papan instalasi prototipe perangkat uji coba sistem kendali cerdas, dengan rangkaian yang terdiri dari Flowmeter tipe magnetic DN15 atau size ukurannya ½ inch dan Control Valve tipe segment ball DN25 atau size ukurannya 1 inch yang dirangkai dengan pipa stainless tipe SUS304. Rangkaian tersebut juga dilengkapi tabung tempat menampung air dengan ukuran diameter 400mm dan tinggi 1000mm.

2. Uji Tingkat Akurasi Pembacaan Flowmeter

Pengujian tingkat akurasi dari sensor flowmeter tipe magnetic dengan menggunakan alat uji gelas ukur dilengkapi stop watch dan juga dimonitor DCS display trending. Percobaan uji tingkat akurasi flowmeter dilakukan sebanyak 10 kali menggunakan gelas ukur yang dilengkapi stop watch untuk memastikan ketepatan waktu dan menggunakan DCS dengan memasukkan set point tertentu pada controller yang dilakukan sebanyak 30 kali. Diagram alir proses verifikasi pembacaan flowmeter dapat dilihat pada Gambar 5.

3. Monitoring Kestabilan Sistem

Monitoring kestabilan sistem pada saat uji coba sensor flowmeter sebagai input proses dan control valve sebagai elemen pengendali akhir dilakukan pengamatan kestabilan pada DCS trending terutama setelah pergantian set point.

HASIL DAN PEMBAHASAN

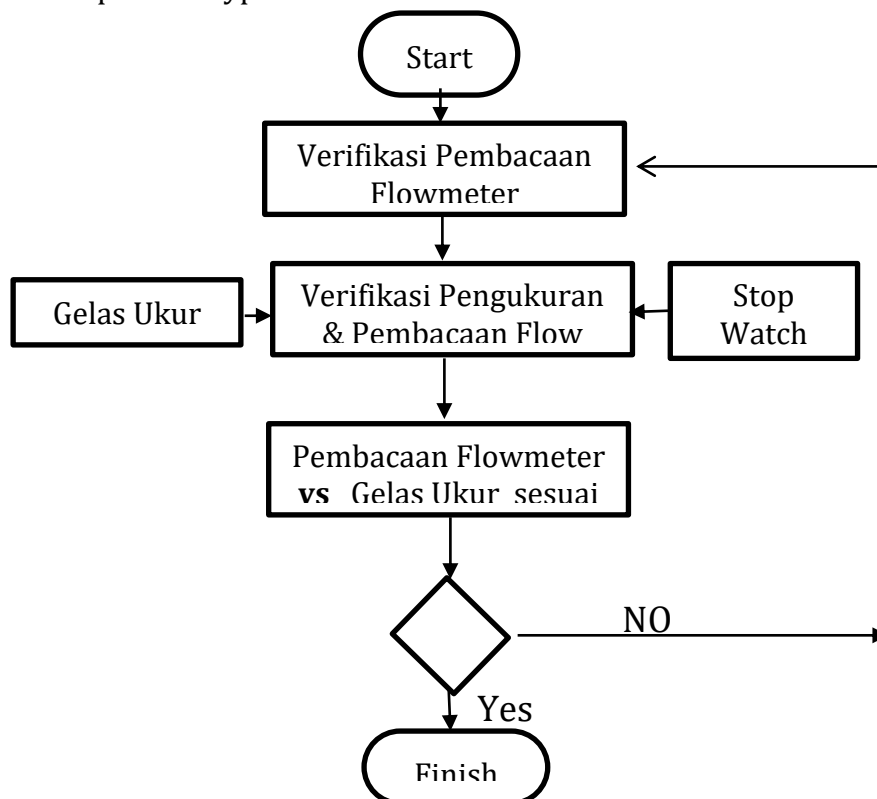
HASIL PENELITIAN

Hasil penelitian pada Rancang bangun prototipe pengendali debit air terdiri dari 2 bagian yaitu : Rancang Bangun instalasi prototipe dan verifikasi pembacaan flowmeter menggunakan gelas ukur. Secara detil diuraikan sebagai berikut:

1. Rancang Bangun dan Instalasi Prototipe

Pada Rancang bangun berikut dipasang peralatan instrumentasi untuk dilakukan uji coba, pengetesan dan simulasi, seperti pada Gambar 7. Peralatan yang dipasang terdiri dari sensor flowmeter, katup atau valve atau control valve, pompa air pada sebuah tangki dan semua peralatan tersebut merupakan satu kesatuan yang terkoneksi ke DCS. Percobaan dilakukan dengan mengalirkan air atau *fresh water* menggunakan pompa air yang dialirkan melalui flowmeter dan diatur menggunakan bukaan control valve yang dikendalikan oleh mini DCS. Berikut detil peralatan untuk uji coba pada penelitian ini, yaitu :

1. Sensor Flowmeter : tipe AXF015 integral magnetic flowmeter, Size = 1/2 inch
2. Control Valve : model E/P Positioner, tipe : NE724
3. Pompa air: Type PZ-60



Gambar 5. Diagram Alir Verifikasi Flowmeter Menggunakan Gelas Ukur

Sensor Flowmeter

Definisi debit aliran atau laju aliran (*flow rate*) adalah jumlah volume air yang mengalir dalam saluran pipa atau penampung air per satuan waktu. Satuan laju aliran adalah liter/ menit atau m³/ menit atau liter/ detik. Persamaan Debit atau laju aliran

adalah
 $Q = V/t$

Dimana
Q = laju aliran atau debit (liter/menit)
V = volume fluida (liter)
t = waktu (menit)

Spesifikasi flowmeter yang digunakan dalam uji coba adalah
Flowmeter : tipe AXF015

Jenis : integral magnetic flowmeter
Ukuran : Flowtube DN15 (1/2 inch)

Katup atau Control Valve

Control Valve yang digunakan adalah jenis valve yang berfungsi untuk mengatur debit fluida dengan cara membuka atau menutup sebagai respon dari signal yang diterima dari controller pengendali atau DCS. Secara prinsip DCS mengirimkan signal Analog Output (AO), 4-20 mA dari ke positioner valve, dan signal tersebut akan menggerakkan aktuator dengan merubah signal AO menjadi signal pneumatic sebesar 0.2-1 bar.

Spesifikasi dari control valve yang digunakan pada uji coba ini, sebagai berikut :

Kategori : Pneumatic Control Valve
Model : Segment Ball Valve
Pressure Rating : PN40/ JIS
Body : CF8M
Ball : AISI 329, Connection : Wafer
Size/ Diameter : DN25 (1 inch)
Aktuator : Pneumatic Actuator, tipe RA
Positioner : Electric-Pneumatic Positioner tipe NE724

Pompa Air

Tipe : PZ-60
Input voltage supply : 220 Vac

Tangki Air

Ukuran – Tinggi : 1000 mm
Diameter : 500 mm



Gambar 7. Instalasi Prototipe Sistem Kendali Cerdas

2. Pengujian Akurasi Pembacaan Sensor Flowmeter

1. Uji akurasi pembacaan sensor flowmeter dengan gelas ukur

Pengujian tingkat akurasi dari sensor flowmeter menggunakan alat uji manual yaitu gelas ukur yang dilengkapi dengan stop watch untuk memastikan ketepatan waktu. Uji coba ini dilakukan sebanyak 10 kali dengan tujuan memastikan pembacaan sensor flowmeter adalah valid yang dibuktikan dengan prosentasi tingkat kesalahan pembacaan (error) yang sangat rendah, Dalam pengujian ini tingkat error 0.054706%. Hasil pengujian ini ditunjukkan pada Tabel 1.



Gambar 6. Gelas Ukur Sebagai Alat Uji Proses Verifikasi Flowmeter

Tabel 1. Tabel Pengujian Akurasi Flowmeter dengan Gelas Ukur

Percobaan	Pembacaan Flowmeter (liter/min)	Uji Akurasi Menggunakan Gelas Ukur (liter/min)	Selisih	Error (%)
1	10	10.01	0.01	0.0999
2	15	15.01	0.01	0.066622
3	20	20.015	0.015	0.074944
4	25	25.002	0.002	0.007999
5	30	30.004	0.004	0.013332
6	35	35.05	0.05	0.142653
7	40	40.005	0.005	0.012498
8	45	45.0025	0.0025	0.005555
9	50	50.03	0.03	0.059964
10	55	55.035	0.035	0.063596
Rata Rata Prosentasi Error				0.547064 $(0.547064 / 10) =$ 0.054706

2. Uji akurasi pembacaan sensor flowmeter menggunakan set point dari DCS

Tabel 2. Tabel Pengujian Flowmeter-Debit Air

No.	Set Point - Pembacaan DCS (liter/min)	Pembacaan minimal-maksimal DCS - OS Trending (liter/min)			Selisih	Error (%)
		Minimal (M1)	Maksimal (M2)	Rata-Rata (M1+M2)/2		
1	42.498	42.348	42.498	42.423	0.075	0.176791
2	43.746	43.5	43.728	43.614	0.132	0.302655
3	42.156	42.246	42.372	42.309	0.153	0.361625
4	43.746	43.596	43.668	43.632	0.114	0.261276
5	44.160	43.998	43.766	43.882	0.2	0.455768
6	42.498	42.498	42.69	42.594	0.096	0.225384
7	43.146	42.996	43.248	43.122	0.024	0.055656
8	42.996	42.996	43.128	43.062	0.066	0.153267
9	42.246	42.498	42.552	42.525	0.279	0.656085
10	42.498	42.75	42.828	42.789	0.291	0.680081
11	42.996	42.996	43.248	43.122	0.126	0.292194
12	42.498	42.498	42.648	42.573	0.075	0.176168
13	42.75	42.498	42.996	42.747	0.003	0.007018
14	42.796	42.296	42.548	42.422	0.374	0.881618
15	42.75	42.498	42.594	42.546	0.204	0.479481
16	50.671	50.561	50.761	50.661	0.01	0.019739
17	51.303	51.271	51.371	51.321	0.018	0.035073
18	50.981	50.861	50.961	50.911	0.07	0.137495
19	50.881	50.732	50.932	50.832	0.049	0.096396
20	51.081	51.065	51.076	51.0705	0.0105	0.02056
21	51.081	51.056	51.098	51.077	0.004	0.007831
22	50.799	50.561	50.761	50.661	0.138	0.272399
23	50.898	50.856	50.954	50.905	0.007	0.013751
24	51.102	51.110	51.200	51.155	0.053	0.103607
25	51.011	50.992	50.998	50.995	0.016	0.031376
26	50.998	50.887	50.987	50.937	0.061	0.119756
27	51.081	51.127	51.189	51.158	0.077	0.150514
28	50.987	50.861	51.055	50.958	0.029	0.05691
29	50.798	50.665	50.865	50.765	0.033	0.065005
30	50.899	50.775	50.989	50.882	0.017	0.033411
Rata Rata Prosentasi Error						6.32889 (6.32889/30) = 0.210963

KESIMPULAN

Hasil penelitian ini yaitu pembuatan dan instalasi prototipe sistem kendali cerdas dengan sensor flowmeter sebagai alat ukur proses, control valve sebagai elemen untuk meminimalkan error dan mini controller DCS tipe AC300 sebagai pengendali proses tersebut. Selain pembuatan prototipe tersebut yang berjalan baik sesuai rencana, juga dilakukan pengujian tingkat keakuratan flowmeter dengan monitoring stability

pada trending DCS dan verifikasi flowmeter tersebut menggunakan gelas ukur dan stop watch sebagai timer dan hasil verifikasi tersebut menunjukkan tingkat error yang sangat kecil yaitu 0.210963 %.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A.Venkataraman. *Application of DCS for Level Control in Non Linier System using Optimization and Robust Algorithms*. DOI: <https://doi.org/10.14201/ADCAIJ2020912950>: Vol. 9 No. 1 ,2020, Articles, pages 29-50.
- [2] Richard C Dorf, 1983, Robotics and Automated manufacturing, Journal of Manufacturing System” Science Direct, volume 3, issue 2 by Moshe and M Barash, 1998
- [3] Rudy and Dzulfikar, STIMIK AMIKOM Yogyakarta 2010, based on prototipe Sistem Pengendalian Kanal Air Menggunakan Mikrokontroler Atmega 8535
- [4] Alimuddin, 2020 “ Teori dan Aplikasi Dasar Sistem Kendali “
- [5] H.A Robhani and Rouf, 2018, Jurnal IJEIS ,‘Perancangan Flowmeter Ultrasonik untuk Mengukur Debit Air Pada Pipa’
- [6] MF Rohmah, RE Cahyono, S Zahara (2021). Pelatihan dan Pengenalan Dasar Instrumentasi Industri untuk Menyiapkan Lulusan Siap Kerja Pada masa Pandemi Covid-19 di SMK Palapa Mojokerto. ABDIMAS NUSANTARA: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat, 2021, hlm 343-349.