

ANALISIS SISTEM KENDALI LAJU ALIRAN FRESH WATER PADA INDUSTRI PULP DAN PAPPER PROSES COOKER DI PT. XYZ

Fauzan Adityo¹, Arnisa Stefanie²

^{1,2}Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Singaperbangsa Karawang
^{1,2}Jalan HS. Ronggo Waluyo, Puseurjaya, Telukjambe Timur, Karawang, Jawa Barat 41361, Indonesia

¹2010631160105@student.unsika.ac.id

²Arnisa.stefanie@staff.unsika.ac.id

INFORMASI ARTIKEL

diajukan : 03-05-2024
revisi : 06-06-2024
diterima : 12-06-2024
dipublish : 30-06-2024

ABSTRAK

Penelitian ini berfokus pada analisis sistem kendali laju aliran *fresh water* dalam industri *pulp and paper*, khususnya pada proses *cooker* di PT. XYZ. Sistem kendali yang digunakan melibatkan umpan balik (*feedback*) untuk memastikan konsistensi dan kualitas produk akhir. Dengan menggunakan *Distributed Control System* (DCS), penelitian ini mengkaji diagram *close loop*, alur proses, pemrograman pada DCS, dan data realisasi sistem kerja pengendalian laju aliran *fresh water*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem kendali efektif dalam mengatur laju aliran *fresh water* untuk mencapai viskositas yang diinginkan, dengan *error* yang masih dalam batas toleransi. Penelitian ini memberikan wawasan tentang pentingnya sistem kendali yang tepat dalam industri terkait untuk mempertahankan kualitas produk.

Kata kunci: Sistem kendali; laju aliran fresh water; distributed control system; viskositas

ABSTRACT

This research focuses on the analysis of the flow rate control system of fresh water in the pulp and paper industry, specifically in the cooker process at PT. XYZ. The control system used involves feedback to ensure the consistency and quality of the final product. By utilizing a Distributed Control System (DCS), this study examines the closed-loop diagram, process flow, DCS programming, and the actual performance data of the fresh water flow rate control system. The results indicate that the control system effectively regulates the fresh water flow rate to achieve the desired viscosity in starch production. Although there is a slight deviation between the set point and the measured instrument reading, the resulting error remains within acceptable tolerances.

Keywords : Control system; fresh water flow rate; distributed control system; viscosity

PENDAHULUAN

Dalam industri *pulp and paper*, pengendalian laju aliran *fresh water* memainkan peran penting dalam menjaga konsistensi dan kualitas produk akhir. Sistem kendali aliran *fresh water* yang menggunakan umpan balik (*feedback*) telah terbukti sebagai pendekatan efektif untuk memastikan bahwa laju aliran *fresh water* sesuai dengan persyaratan proses, sehingga menjaga stabilitas dan kualitas produk (Gunterus, 1994).

Sistem kendali menggunakan umpan balik dari *output* sistem untuk memodifikasi sinyal keluaran sehingga menciptakan *close loop* yang memungkinkan sistem beradaptasi terhadap perubahan dan gangguan yang mungkin terjadi selama proses produksi (Adhe et al., 2022). Lebih lanjut, penggunaan *Distributed Control System* (DCS) telah menjadi standar untuk mengelola proses industri yang kompleks, memberikan fleksibilitas dan kendali yang diperlukan untuk memastikan kinerja optimal (Abidin, Rudati & Feriyonika, 2019).

Penelitian ini akan mengeksplorasi implementasi sistem kendali aliran *fresh water* pada PT. XYZ, salah satu perusahaan yang telah menerapkan teknologi ini untuk mengatur *viscosity* pada sistem cooker. Melalui penelitian ini, kami bertujuan untuk mendalami pemahaman terhadap sistem kendali ini, termasuk diagram *close loop*, alur proses, pemrograman pada DCS, dan data realisasi sistem kerja pengendalian laju aliran *fresh water* pada sistem cooker.

TEORI

Sistem Kendali

Sistem kendali merupakan sebuah mekanisme yang bertujuan untuk mengatur dan mengendalikan suatu proses atau perangkat agar beroperasi sesuai dengan yang diinginkan. Kehadiran sistem kendali memiliki peranan yang sangat vital dalam memastikan kinerja yang efisien dan optimal dalam berbagai sektor seperti industri, otomotif, dan teknologi. Fungsinya meliputi pemantauan, pengukuran, dan pengendalian berbagai parameter dan variabel dalam sistem guna memastikan

bahwa sistem tetap berada dalam batas atau rentang yang diinginkan.(Ridho Prabowo & Taufiq Subagio, 2020). Secara umum, sistem kendali dapat dikelompokkan ke dalam dua kategori, yaitu sistem kendali dengan umpan balik (*feedback*) atau *close loop* dan sistem kendali tanpa umpan balik atau *open loop*. (Novita & Saragih, 2024).

a. Sistem Kendali *Open Loop*

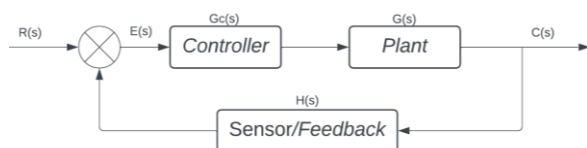
Sistem kendali *open loop* terbuka merupakan suatu sistem yang keluarannya tidak ikut andil dalam aksi pengendaliannya, yang berarti keluaran dari sistem ini tidak dijadikan umpan balik atau *feedback* untuk parameter pengendalian(Suhendar, 2020).



Gambar 1. Diagram blok sistem *open loop*

b. Sistem Kendali *Close Loop*

Sistem kendali *close loop* adalah sebuah sistem kontrol di mana sinyal *output*-nya secara langsung memengaruhi tindakan pengendalian, dan juga dikenal sebagai sistem kontrol berumpan balik. Dalam sistem *close loop*, sinyal *error*, yang merupakan perbedaan antara sinyal masukan dan sinyal umpan balik, kemudian digunakan oleh *controller* untuk mengurangi nilai kesalahan sehingga nilai *output* sistem mendekati *set point* (Suhendar, 2020).



Gambar 2. Diagram blok sistem *close loop*

Distributed Control System (DCS)

DCS, atau *Distributed Control System*, adalah platform yang digunakan untuk

sistem dengan kendali dan operasi otomatis dalam konteks proses industri. Secara sederhana, DCS dapat dianggap sebagai pusat pengendalian dalam suatu sistem. Platform ini mampu menyebarkan berbagai fungsi yang berbeda untuk mengatur beragam variabel proses dan unit operasi proses di dalam ruang kontrol. DCS dilengkapi dengan berbagai fungsi kontrol, pemantauan, dan optimasi yang memungkinkannya untuk menjadi inti dari sistem kendali dalam industri(Setiawan et al., 2022).

Secara keseluruhan, DCS (*Distributed Control System*) dimanfaatkan dalam beragam sektor industri, terutama untuk mengintegrasikan dan mengatur perangkat yang tersebar di berbagai lokasi. Penggunaan *distributed control system* juga meliputi pengendalian proses produksi yang melibatkan sejumlah proses yang tersebar secara geografis dan beroperasi secara terus-menerus (Singgih et al., 2019).

Flow Transmitter

Transmitter adalah perangkat yang mengubah informasi yang didapat dari *sensing element* suatu sensor menjadi sinyal yang dapat dimengerti oleh *controller*. Terdapat dua jenis sinyal untuk mentransmisikan informasi ini, yaitu pneumatik dan elektrik. Sistem transmisi pneumatik menggunakan tekanan udara untuk mengirimkan sinyal, sedangkan sistem transmisi elektrik menggunakan sinyal listrik dengan rentang seperti 4-20 mA dan 1-5 VDC. *Transmitter* memiliki variasi jenis sesuai dengan kebutuhan aplikasinya, salah satunya adalah *flow transmitter* (Kurnia et al., 2023).

Flow transmitter merupakan bagian dari suatu *loop* pengendalian yang mengubah nilai fisik yang diperoleh dari *flow*

meter (elemen sensor) menjadi sinyal standar, dan kemudian mentransmisikannya ke perangkat lain seperti penerima, *controller*, atau perekam. Besarnya sinyal standar tersebut sebanding dengan nilai fisik (variabel proses) yang diterima oleh elemen sensor. Sinyal pengukuran variabel proses secara langsung akan menghasilkan *output* yang sebanding atau memiliki hubungan matematis dengan *output* transmitter, sehingga untuk setiap perubahan nilai variabel proses, *output*-nya dapat dihitung.(Setiawan et al., 2022).

Control Valve

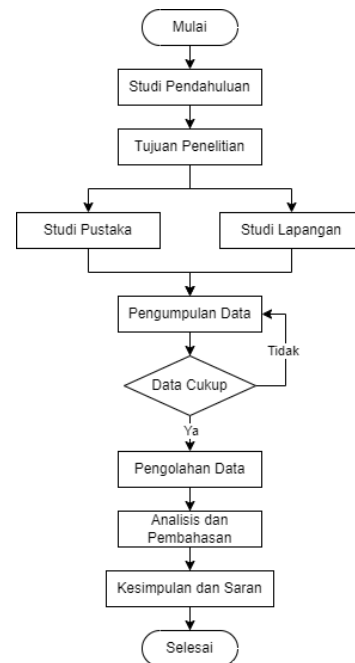
Control Valve merupakan sebuah elemen kontrol penggerak akhir (*final control element*) pada suatu sistem pengendalian(Aulia et al., 2022). *Controller* mampu mengontrol elemen penggerak akhir berdasarkan kesalahan atau deviasi dari keluaran plant yang terukur. (Aulia et al., 2022). Sebuah *control valve* bekerja dengan di daerah rentang operasi 0% - 100%. Untuk daerah rentang ini berasal dari hasil konversi perhitungan *input*-an sinyal yang diterima *control valve*, yang biasanya berupa arus sebesar 4-20 mA sebagai standar instrumentasi(Reza et al., 2021).

Viscosity (Kekentalan)

Viskositas adalah ukuran kekentalan suatu cairan, atau seberapa mudah cairan itu mengalir. Ini adalah sifat fisik suatu fluida yang menentukan resistensi internal fluida terhadap gerakan relatif antar partikel(Saragih, 2023). Dalam konteks industri, seperti proses manufaktur, farmasi, makanan, dan minuman, viskositas sering digunakan untuk menggambarkan kekentalan atau kemampuan mengalir suatu cairan(Gunterus, 1994).

Viscosity dinyatakan dalam satuan yang disebut poise (P) atau centipoise (cP), dengan 1 centipoise setara dengan 0.01 poise(Satyawira, 2018). Semakin tinggi nilai viskositas maka semakin kental zat cair tersebut dan semakin sulit mengalirnya. Sebaliknya, semakin rendah nilai viskositas maka zat cair akan semakin mudah mengalir(Rashati et al., 2019).

METODOLOGI



Gambar 3. Alur penelitian sistem pengendalian laju aliran *fresh water* pada sistem *cooker*

Dilihat dari Gambar 3 di atas, berikut merupakan penjelasannya.

Studi Pendahuluan

Studi pendahuluan dilakukan sebagai tahap awal dalam memulai penelitian. Pada studi pendahuluan dilakukan identifikasi di Divisi *Electric and Instrument* saat melakukan perbaikan.

Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian dibentuk sebagai acuan untuk menentukan hasil akhir penelitian. Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui sistem kendali laju aliran *fresh water* pada pada sistem *cooker*.

Pengumpulan Data

Pengumpulan data yang dilakukan pada penelitian ini terbagi tiga, yaitu:

Wawancara, metode wawancara dilakukan kepada beberapa anggota divisi *electric and instrument* yang tujuannya untuk memperoleh keterangan dan data sesuai tujuan penelitian. Observasi, metode observasi dilakukan pengamatan secara langsung ke lapangan yang bertujuan untuk mengetahui proses sistem berkerja. Dokumentasi, metode dokumentasi dilakukan dengan melakukan pencatatan, dan menyalin data perusahaan yang dibutuhkan sesuai tujuan penelitian.

Pengolahan Data

Dalam pengolahan data melalui beberapa tahap meliputi, pemeriksaan data, klasifikasi, verifikasi, analisis, dan kesimpulan.

Analisis dan Pembahasan

Pada tahap ini dilakukan analisis dan pembahasan secara lebih mendalam mengenai hasil pengumpulan data.

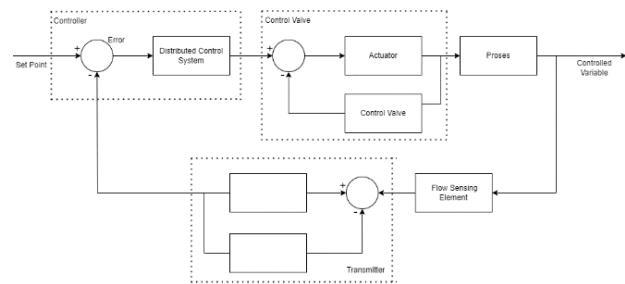
Kesimpulan

Tahap ini adalah tahap akhir dari penelitian yang berupa penarikan kesimpulan. Penarikan kesimpulan berkaitan dengan hasil analisis dan pembahasan terhadap tujuan penelitian.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Alur Sistem Kendali Laju Aliran *Fresh Water*

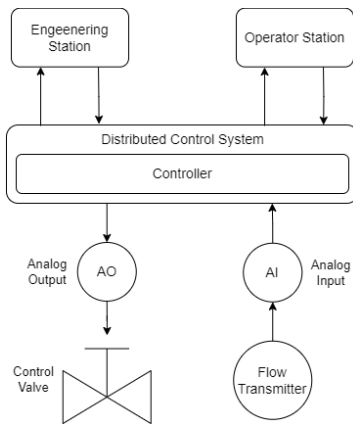
Pada sistem kendali laju aliran *fresh water* sistem kontrolnya memiliki umpan balik (*feedback*), yang artinya sistem ini menggunakan sinyal keluaran untuk mengkoreksi kembali sinyal keluaran.



Gambar 4. Diagram *close loop* sistem kendali laju aliran *fresh water*

Dapat dilihat pada Gambar 4 terdapat diagram *close loop* dari sistem kendali laju aliran *fresh water* dimana *control* unitnya berupa DCS, dimana DCS ini menerima inputan *set point* yang dibutuhkan sistem. Pada Kemudian DCS mengeluarkan *output* sinyal berupa mA dengan rentang 4-20 mA yang nantinya akan dikirimkan ke *control valve* untuk mengendalikan *output* besaran atau *variable*. Untuk *feedback*-nya sendiri terdapat *flow transmitter* dan *sensing element*-nya, *sensing element* ini akan membaca laju aliran *flow* yang sudah dikontrol oleh *control valve*. Setelah membaca laju aliran *flow*, *transmitter* pada *flow transmitter* akan mengirimkan data ke *controller* atau DCS untuk melihat *actual flow/control variable* apakah terdapat *error* atau tidak. Sistem kendali ini berfungsi untuk mengatur kekentalan (*viscosity*) pada *sturch* setelah sistem *cooker*. Sistem akan terus terjadi berulang-ulang hingga sesuai dengan *set point*. Namun, pada kondisi tertentu

(*hunting* pada *flow*) sistem dapat dijalankan secara manual (*open loop*).



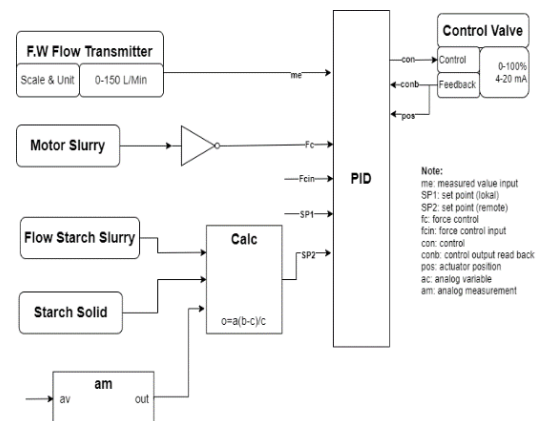
Gambar 5. alur proses sistem kendali laju aliran *fresh water*

Pada Gambar 5 terdapat sebuah gambaran mengenai alur pada sistem *distributed control system* untuk proses sistem kendali *fresh water* pada sistem *cooker*. Dapat dilihat pada Gambar 5 bahwa *flow transmitter* akan mengirimkan bacaan dari sensing element menuju analog *input* DCS dengan nilai keluaran sinyal 4-20 mA. Dimana DCS akan memproses berapa sinyal keluaran (4-20 mA) yang dibutuhkan *control valve* yang nantinya akan dikonversikan menjadi bukaan 0-100% sesuai dengan *set point*. Untuk konversi perhitungannya sendiri sudah terdapat acuan bukaan *control valve*. Dimana 4 mA dikonversi menjadi bukaan 0%, 8 mA menjadi bukaan 25%, 12 mA menjadi bukaan 50%, 16 mA menjadi bukaan 75% dan 20 mA menjadi bukaan 100%. Pada Gambar 5 juga terdapat *operator station*, *operator station* berfungsi sebagai *interface* antara sistem dengan operator dimana dapat menampilkan serta mengoperasikan sistem. Kemudian terdapat *engineering station*, *engineering station* ini berfungsi

untuk melihat program serta mengedit program.

Pemrograman Sistem pada *Distributed Control System*

Pemrograman sistem pada DCS menggunakan *function block diagram* (FBD), yang merupakan representasi visual dari fungsi-fungsi logika yang disederhanakan ke dalam bentuk blok-blok. FBD memungkinkan pengguna untuk menghubungkan blok-blok ini satu sama lain dalam suatu fungsi atau kombinasi, menciptakan suatu alur kerja yang terstruktur dan terorganisir. Secara praktis, FBD dapat dianggap sebagai bahasa grafis yang memfasilitasi pemrograman dalam berbagai bahasa pemrograman lainnya seperti tangga, daftar instruksi, atau teks terstruktur. Dalam FBD, setiap program direpresentasikan sebagai blok-blok elemen yang saling "terhubung" dalam suatu diagram rangkaian yang intuitif. Dengan demikian, FBD memberikan cara yang efisien dan efektif bagi pengguna untuk mengembangkan dan memahami logika pemrograman dalam sistem DCS.



Gambar 6. Diagram *function block* sistem laju aliran *fresh water* pada DCS

Pada Gambar 6 terdapat *function block diagram* dari sistem kendali laju aliran

fresh water. Pada *function block diagram* digunakan PID untuk kendali otomatisnya, untuk *set point* PID pada sistem ini menggunakan dua pilihan yaitu SP1 dan SP2. SP1 dan SP2 ini termasuk kendali *close loop*, dimana SP1 berupa *auto local* dan SP2 berupa *auto remote*. *Auto local* sendiri merupakan kondisi dimana operator memasukan *set point* melalui *operator station*. Sedangkan, *auto remote* merupakan kondisi dimana *set point* berupa hasil kalkulasi otomatis oleh sistem, dimana dapat dilihat pada Gambar 5 untuk menentukan *set point*, *input-an a, b, dan c* akan dihitung secara otomatis dengan rumus (1),

$$o = a(b - c)/c \quad (1)$$

Data Realisasi Sistem Kerja Kendali Laju Aliran Fresh Water Pada Sistem Cooker

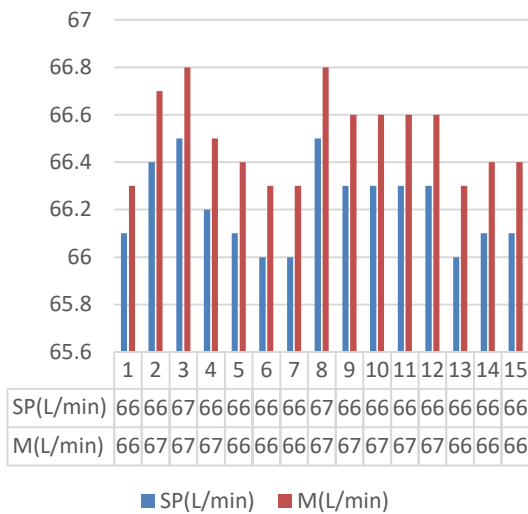
Dalam realisasi sistem ini laju aliran *fresh water* pada sistem *cooker* ini memiliki kapasitas laju aliran sebesar 0-150 liter/menit dengan bukaan *control valve* 0-100%. Dimana pada sistem laju aliran *fresh water* ini menggunakan jenis *set point auto remote*.

Pada Tabel 1 terdapat data dari sistem kerja laju aliran *fresh water* yang dimana output dari *fresh water* ini mengatur *viscosity* (CPS) atau kekentalan *starch*. Pada data ditabel terdapat *set point* (SP) dengan satuan liter/menit, kemudian terdapat *measurment* (M) yang berupa sebuah pengukuran laju aliran *fresh water* yang terukur oleh *sensing element* dengan satuan liter/menit, lalu ada *Open Valve* (O) yang berupa bukaan dari *control valve*. Pada sistem tersebut menggunakan jenis *set point auto remote* yang dimana *viscosity* mempengaruhi nilai *set point*. Dapat dilihat disalah satu data diatas untuk mencapai *viscosity* 12 laju aliran *frersh water* yang

dibutuhkan sekitar 66,1 liter/menit dengan bukaan *control valve* sekitar 44,06%.

Tabel 1. Data Realisasi Sistem Laju Aliran Fresh Water pada Sistem Cooker

No	SP (L/min)	M (L/min)	O (0-100%)	CPS	Error
1.	66,1	66,4	44,06%	12	0,2%
2.	66,4	66,7	44,26%	12	0,2%
3.	66,5	66,8	44,33%	12	0,2%
4.	66,2	66,5	44,13%	12	0,2%
5.	66,1	66,4	44,06%	12	0,2%
6.	66	66,3	44%	12	0,2%
7.	66	66,3	44%	12	0,2%
8.	66,5	66,8	44,33%	12	0,2%
9.	66,3	66,6	44,4%	12	0,2%
10.	66,3	66,6	44,4%	12	0,2%
11.	66,3	66,6	44,4%	12	0,2%
12.	66,3	66,6	44,4%	12	0,2%
13.	66	66,3	44%	12	0,2%
14.	66,1	66,4	44,06%	12	0,2%
15.	66,1	66,4	44,06%	12	0,2%



Gambar 7. Grafik perbandingan *set point* dan *meastrument* sistem laju aliran *fresh water* pada sistem *cooker*

Pada Gambar 7 terdapat grafik perbedaan dari *set point* dengan bacaan *meastrument*, yang memiliki perbedaan sebesar 0,3 liter/menit dimana nilai *meastrument* lebih besar dari *set point* yang diinginkan. Jika perbandingan antara nilai *meastrument* dan *set point* diubah kedalam bentuk persen akan menjadi 0,2%. *Error* yang dihasilkan dari sistem kendali ini termasuk *error* yang dapat ditoleransi. Hal ini dikarenakan, bacaan dari sensing *element* pada *flow meter* tidak selalu memiliki keakuratan 100%.

KESIMPULAN

Pada penelitian ini, kami mempelajari sistem kendali laju aliran *fresh water* untuk mengatur viskositas dalam proses pembuatan *starch*. Sistem ini menggunakan *Distributed Control System (DCS)* dengan kontrol unit DCS yang menerima input *set point* dan menghasilkan output sinyal mA untuk mengendalikan *valve*. *Feedback* sistem diperoleh melalui *flow transmitter*

yang membaca laju aliran *flow* yang dikendalikan oleh *valve*.

Alur proses sistem melibatkan *flow transmitter* yang mengirimkan sinyal ke DCS, yang kemudian mengatur *valve* untuk mengendalikan laju aliran sesuai dengan *set point*. *Operator station* dan *engineering station* digunakan sebagai antarmuka dan untuk pengelolaan sistem. Pemrograman sistem dilakukan menggunakan *function block diagram*, di mana PID digunakan untuk kendali otomatis dengan dua *set point*, yaitu SP1 (*auto local*) dan SP2 (*auto remote*), dengan SP2 dihitung secara otomatis oleh sistem. Data dari sistem kerja menunjukkan bahwa laju aliran *fresh water* dapat dikendalikan untuk mencapai viskositas yang diinginkan dalam pembuatan *starch*. Meskipun terdapat sedikit perbedaan antara *set point* dan pembacaan *meastrument*, namun *error* yang dihasilkan masih dalam batas toleransi yang dapat diterima. Dengan demikian, sistem kendali ini efektif dalam mengatur laju aliran *fresh water* untuk mencapai viskositas yang diinginkan dalam konteks aplikasi industri pembuatan *starch*.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan rasa terima kasih yang besar kepada Rahmat Hidayat, A.Md.T., S.Pd., M.Pd., M.T., yang telah memberikan bimbingan yang berharga selama pelaksanaan penelitian ini. Dan juga, penulis ingin menyampaikan penghargaan kepada mentor-mentor lapangan yang telah memberikan dukungan dan bantuan penting dalam proses penyusunan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

Abidin, U. Z., Rudati, P. S., & Feriyonika, F. (2019, August). Pengembangan Perangkat Lunak HMI Untuk DCS Pengendalian Suhu Pencampuran Air. In *Prosiding Industrial*

- Research Workshop and National Seminar* (Vol. 10, No. 1, pp. 561-566).
- Adhe, Y. N., Maria, P. S., Zarory, H., & Jufrizel, S. T. (2022). Analisa Pengendalian Level Berbasis MRAC-PID pada Tangki Hotwell Kondensator. *CYCLOTRON*, 5(2).
- Aulia, A., Za, N., Sylvia, N., Hakim, L., & Bahri, S. (2022). Kajian Terhadap Kavitasi Dan Pressure Drop Pada Buka-an Control Valve Tipe Globe Valve Dengan Menggunakan Software Autodesk CFD (Computational Fluid Dynamics). In *Chemical Engineering Journal Storage* (Vol. 1, Issue 4).
- Gunterus, F. (1994). *Falsafah Dasar: Sistem Pengendalian Proses* (1st ed.). Elex Media Komputindo.
- Kurnia, D., Manik, T. S., & Yanto, Y. (2023). Sistem Pemodelan Flow Rate Control Menggunakan Teknologi 4.0 di Laboratorium Instrumentasi PTKI MEDAN. *JURNAL VOKASI TEKNIK*, 1(02), 1-9.
- Novita, A. D., & Saragih, Y. (2024). Sistem Kontrol Level Transmitter pada Tangki FA-410 di PT. Sintas Kurama Perdana. *Aisyah Journal Of Informatics and Electrical Engineering (AJIEE)*, 6(1), 35-44.
- Rashati, D., Christiningtyas Eryani, M., & Jember, A. F. (2019). *Evaluasi Sifat Fisik Sediaan Sampo Ekstrak Daun Katuk (Sauropus Androgynus (L) Merr) Dengan Berbagai Variasi Viscosity Agent* (Vol. 1, Issue 1).
- Reza, A., Finawan, A., & Teknologi Rekayasa Instrumentasi dan Kontrol, P. (2021). Rancang Bangun Plant Kalibrasi Electric Control Valve Dengan Metode Uji Linearitas Arus Terhadap Opening Control Valve. *JURNAL TEKRO*, 5(1).
- Ridho Prabowo, R., & Taufiq Subagio, R. (2020). *Sistem Monitoring Dan Pemberian Pakan Otomatis Pada Budidaya Ikan Menggunakan Wemos Dengan Konsep Internet Of Things (IoT)* (Vol. 10, Issue 2).
- Saragih, K. (2023). Effect Of Adding Hydroxylammonium Sulfate To Mooney Viscosity In The Crumb Rubber Industry. *Jurnal Rekayasa, Teknologi Proses dan Sains Kimia (REPROKIMIA)*, 2(1), 12-17.
- Satyawira, B. (2018). Studi Laboratorium Pemilihan Additif Penstabil Shale Di Dalam Sistem Lumpur Kcl-Polimer Pada Temperatur Tinggi. In *Journal of Mechanical Engineering and Mechatronics* (Vol. 3, Issue 1).
- Setiawan, M. F. R., Endryansyah, E., Haryudo, S. I., & Agung, A. I. (2022). Optimasi Sistem Monitoring Penghitung Produk Gula dengan Menggunakan SCADA Berbasis Distributed Control System (DCS). *JURNAL TEKNIK ELEKTRO*, 11(3), 463-470.
- Singgih, H. S., Subiyantoro, S., & Siswoko, S. (2019). Aplikasi Kontrol Pid Pada Proses Pengolahan Air Laut Menggunakan Metode Reverse Osmosis Berbasis DCS. *ELTEK* 17, 32.
- Suhendar. (2020). *Analisis & Implementasi Menggunakan Matlab Dasar Teknik Kendali* (D. Tesniyadi, Ed.; 1st ed.). Media Edukasi Indonesia (Anggota IKAPI).