

RANCANG BANGUN GRAPHICAL USER INTERFACE PADA SISTEM KENDALI SUHU NIRKABEL PEMANAS TANGKI BERPENGADUK KONTINYU

Setyawan Ajie Sukarno^{1*}, Noval Lilansa², Nur Wisma Nugraha³, Afaf Fadhil Rifai⁴

^{1,2,3,4} Politeknik Manufaktur Bandung; Jl. Kanayakan no.21, Bandung; +62-22-2500241

Riwayat artikel:

Received: 22 November 2022

Accepted: 29 Desember 2023

Published: 1 Januari 2024

Keywords:

Pemanas Tangki
Berpengaduk Kontinu;
Graphical User Interface;
LabVIEW 2017; NI ELVIS
II; Pembelajaran Interaktif.

Correspondent Email:

ajie@ae.polman-
bandung.ac.id

Abstrak. Pemanas memiliki peran penting dalam proses industri dalam meningkatkan efisiensi proses dan menghasilkan kualitas produk yang baik, salah satunya adalah pemanas tangki berpengaduk kontinu. Masalah yang sering dihadapi dalam proses pemanasan adalah keakuratan suhu pada tangki pemanas. Agar suhu tangki tersebut mencapai titik setel dengan kecepatan respon dan akurasi yang tinggi, maka diperlukan sebuah pengendali. Pengendali PID merupakan salah satu jenis pengendali yang paling banyak digunakan oleh 90% industri karena sederhana, mudah diterapkan dan digunakan, serta fungsionalitas yang jelas. Oleh sebab itu, mahasiswa perlu didukung dengan media pembelajaran interaktif pada sistem kendali suhu pemanas tangki berpengaduk kontinu untuk meningkatkan kemampuan dan kompetensinya. Artikel ini membahas rancangan graphical user interface pada model sistem pemanas tangki berpengaduk kontinu menggunakan sistem kendali dan antarmuka interaktif sebagai alat bantu pembelajaran. Model ini menggunakan LabVIEW 2017 sebagai software virtual instrument dan NI ELVIS II sebagai perangkat keras pengendali serta akusisi data sistem. Skema kendali yang digunakan adalah PID konvensional dimana pengguna dapat menentukan parameter PID. Selain itu, antarmuka dibuat dengan konsep interactive learning, dimana proses pembelajaran berpusat pada pengguna aplikasi. Pengguna dimaksudkan untuk berkesperimen menggunakan antarmuka sistem pemanas tangki berpengaduk kontinu untuk mempelajari pengaruh perubahan parameter pengendali PID dan parameter fisik terhadap respon sistem.

Abstract. Heater has an important role in industrial processes. The challenge in heating process is the accuracy of the temperature inside the tank. To reach the set point with high response speed and accuracy, a controller is needed. PID controllers are one of the most widely used controller types in 90% of the industry because they are simple, easy to implement and use. Therefore, students need to be supported by interactive learning media with a continuous stirred tank heater temperature control system to improve student competency. This paper discuss the design of GUI for a model of a continuous stirred tank heating system using a control system and an interactive interface as a learning aid. This model uses LabVIEW 2017 as virtual instrument software and NI ELVIS II as control hardware and system data acquisition. The control scheme used is conventional PID where the user can determine the PID parameters. In addition, the interface is made with the concept of interactive learning, where the learning process is centered on the application user. The user is intended to experiment using the continuous stirred tank heating system interface to study the effect of changing PID controller parameters and physical parameters on system response.

1. PENDAHULUAN

Pemanas memiliki peran penting dalam proses industri yaitu untuk meningkatkan efisiensi proses dan menghasilkan kualitas produk yang baik. Pemanas tangki berpengaduk merupakan salah satu jenis pemanas yang digunakaa di industri dan elemen pemanas merupakan salah satu bagiannya. Masalah yang sering dihadapi dalam proses tersebut adalah keakuratan suhu pada tangki pemanas. Maka dari itu, dibutuhkan sebuah pengendali [1]. Pengendali PID merupakan salah satu jenis pengendali yang paling banyak digunakan 90% industri karena skema kendali lanjutan yang sederhana, fungsionalitas yang jelas, kemudahan penerapan dan penggunaan yang disediakan oleh sistem kendali ini [2]. Untuk menghadapi tantangan industri tersebut, mahasiswa harus menguasai ilmu dan teknologi mengenai pengendali suhu pemanas tangki berpengaduk berbasis PID.

Menurut Herman Dwi Surjono, media pembelajaran adalah program pembelajaran yang berisi teks, gambar, animasi, simulasi secara terpadu untuk mencapai tujuan pembelajaran. Media pembelajaran interaktif memiliki ciri yaitu dapat mengontrol dan berinteraksi secara dinamis [3]. Maka dari itu, media pembelajaran interaktif sangat cocok dijadikan alat bantu pembelajaran, karena menurut KKNi pendidikan vokasi berkewajiban untuk menghasilkan lulusan yang mampu menguasai konsep teoritis bidang keahlian tertentu, mampu mengaplikasikan bidang keahliannya dan memanfaatkan IPTEKS pada bidangnya dalam penyelesaian masalah serta mampu beradaptasi terhadap situasi yang dihadapi [4].

Terdapat alat media pembelajaran sistem kendali tangki pemanas yang dijual dipasaran, yaitu Alat Kendali Otomatis MT 300 oleh Pudak Scientific [5] dan WL 110.04 *Stirred tank with double jacket and coil* oleh GUNT Hamburg. [6] Namun, model ini kurang cocok menjadi media pembelajaran interaktif karena tidak mempunyai fitur yang memungkinkan pengguna dapat terlibat secara aktif untuk berinteraksi dengan program. Selain itu, sistem antarmuka juga tidak menampilkan penjelasan teoritis mengenai sistem pemanas tangki berpengaduk, sedangkan sistem antarmuka sebagai media pembelajaran interaktif

seharusnya dapat menyampaikan materi ajar dengan metode pembelajaran yang dapat memberikan respon balik terhadap pengguna dari apa yang telah dimasukkan. [7] Dengan melakukan inovasi pada model pemanas tangki berpengaduk sebagai media pembelajaran yang interaktif, pengguna menjadi lebih termotivasi untuk belajar. [8]

Berdasarkan pemaparan di atas, penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan kecepatan respon dan akurasi tinggi dari sistem kendali, menyajikan materi pembelajaran secara interaktif baik secara langsung, *virtual/simulasi*, dan secara *remote*/kendali jarak jauh, sehingga peserta ajar mudah memahami materi yang diberikan dan kompeten terhadap kualifikasi yang diharapkan meskipun menjalankan pembelajaran dari rumah.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Studi Penelitian Terdahulu

Berbagai penelitian tentang sistem kendali suhu air telah banyak dilakukan di Indonesia. Studi penelitian terdahulu tentang sistem kendali suhu air yang akan digunakan sebagai acuan awal dalam karya tulis ini adalah sebagai berikut. Penelitian yang dilakukan oleh Ahmad Shafi Mukhaitir ini berjudul Aplikasi Kendali PID Menggunakan Skema *Gain Scheduling* Untuk Pengendalian Suhu Cairan pada *Plant Electric Water Heater*.

Penelitian ini dilakukan pada tahun 2010. Rancangan Kendali pemanas tangki berpengaduk ditunjukkan pada gambar 1. Penelitian ini merancang sistem pemanasan air listrik dengan IC LM35 sebagai sensor suhu untuk air. Pengontrolan yang digunakan adalah metode PID *gain scheduling* dimana nilai parameter PID dijadwal berdasarkan titik kerja atau kondisi operasi yang dihadapi. Metode kendali *gain scheduling* menghasilkan nilai ITAE (*Integral of Time Absolut Error*) sebesar 141051 yang lebih kecil dibandingkan sistem yang menggunakan kendali PID *single* dengan nilai ITAE 174067 dan 187569. [9]

Penelitian yang dilakukan oleh Ari Ramadhani dan Lery Sakti Ramba ini berjudul Sistem Pengaturan Suhu Air Menggunakan Kendali PID berbasis LabVIEW. Penelitian ini dilakukan pada tahun 2016. Penelitian ini merancang sistem pemanasan air listrik dengan DS18B20 sebagai sensor suhu untuk air.

Keluaran sensor sudah dalam bentuk digital sehingga tidak memerlukan *Analog to Digital Converter* (ADC) untuk diproses oleh mikrokontroler. Sistem kendali yang digunakan adalah kendali Proporsional, Integral, dan Derivatif (PID) untuk menghasilkan panas yang lebih akurat dan stabil. Berdasarkan hasil pengujian, sistem mampu memberikan respon yang cepat terhadap setiap perubahan yang terjadi, baik itu perubahan *set-point* maupun perubahan suhu air (nilai aktual). [10]

Penelitian yang dilakukan oleh Yulius Deddy Hermawan ini berjudul *Implementation of Process Reaction Curve for Tuning of Temperature Control Parameters in a 10 L Stirred Tank Heater*. Penelitian ini dilakukan pada tahun 2011. Penelitian ini menyetel parameter kontrol suhu pada pemanas tangki berpengaduk 10 liter menggunakan pemanas listrik. Respon suhu *loop* terbuka ini kemudian digunakan untuk menyetel parameter kontrol suhu PID; Hasil tuningnya adalah sebagai berikut: pengontrol gain $K_c = 77 \text{ Watt} / ^\circ \text{C}$, konstanta waktu integral $\tau_I = 300 \text{ sekon}$, dan konstanta waktu turunan $\tau_D = 75 \text{ sekon}$. Selain itu, simulasi *loop* tertutup dengan pemrograman komputer juga dilakukan untuk mengevaluasi parameter tuning yang dihasilkan. Model matematis sistem kontrol suhu yang dikembangkan pada pemanas tangki berpengaduk diselesaikan secara numerik. Respons *loop* tertutup pada kontrol PID lebih cepat dibandingkan dengan kontrol P dan PI. [11]

Penelitian yang dilakukan oleh V. Kabila ini berjudul *Comparative Analysis of PID and Fuzzy PID Controller Performance for Continuous Stirred Tank Heater*. Penelitian ini dilakukan pada tahun 2015 dan menganalisis paralel kinerja kontroler PID (Proporsional, Integral, dan Derivatif) dan kontroler Fuzzy PID untuk kontrol proses CSH (*Continuous Stirred Tank Heater*). CSH adalah salah satu jenis pemanas yang beroperasi pada temperatur konstan. Di *Heater*, fluida panas disirkulasikan melalui jaket. Persamaan keseimbangan massa dan keseimbangan energi digunakan dalam proses ini, untuk mengembangkan model matematika. Penjelasan matematis *Tank Heater* dibuat dan berbagai jenis pengontrol diimplementasikan padanya. Untuk merevisi kinerja dari algoritma kontrol yang berbeda, menggunakan MATLAB, sebuah pekerjaan

simulasi diberikan untuk mengontrol sistem proses yang diberikan. Untuk menganalisis respon dari berbagai pengontrol, spesifikasi domain waktu digunakan. Untuk menentukan seluruh pengetahuan tentang proses tersebut, Sebuah survei literatur kecil tentang Tank Heater direncanakan. [12]

2.2. Konsep Sistem Pemanas Tangki Pengaduk

Sistem pemanas tangki berpengaduk didasarkan pada hukum keseimbangan untuk mengatur keseimbangan energi. Istilah energi mencakup energi yang bergantung pada suhu, yang dapat kita sebut energi termal, energi kinetik, dan energi potensial. Secara umum, pengguna harus mengasumsikan bahwa ada transformasi dari satu bentuk energi ke bentuk energi lain dalam sistem yang diberikan. Untuk banyak sistem termal, kita dapat mengasumsikan bahwa energi hanya terdiri dari energi termal dan kita dapat mengabaikan transformasi dari energi kinetik dan potensial menjadi energi termal.

Hukum Keseimbangan dapat dinyatakan secara matematis sebagai berikut:

$$\frac{d(\text{Inventory})}{dt} = \text{inflow} - \text{outflow} + \text{Generated} \quad (1)$$

Hukum keseimbangan (1) diterapkan ke sistem termal menjadi keseimbangan energi:

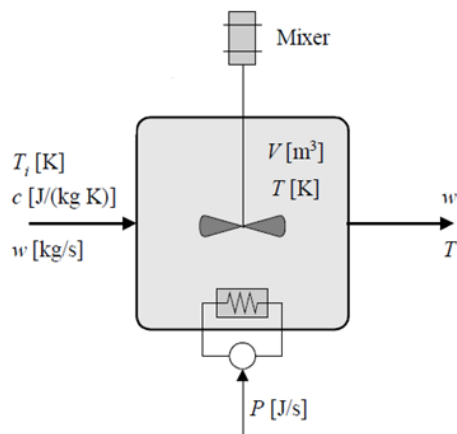
$$\dot{E} = \sum_i Q_i \quad (2)$$

Dimana $E[J]$ adalah energi termal. Dan Q_i adalah energi dalam aliran ke-i. energi E sering diasumsikan sebanding dengan suhu dan energi massa (atau volume):

$$E = cmT = c\rho VT = CT \quad (3)$$

Dimana $T [K]$ adalah suhu, $c [J/(Kg K)]$ adalah kapasitas panas spesifik, $m [kg]$ adalah massa, $V [m^3]$ adalah Volume, $\rho [kg/m^3]$ adalah massa jenis, $C [J/K]$ adalah kapasitas total panas.

Gambar 1. menampilkan pemanas tangki berpengaduk dengan aliran masuk fluida terus menerus dan aliran keluar.

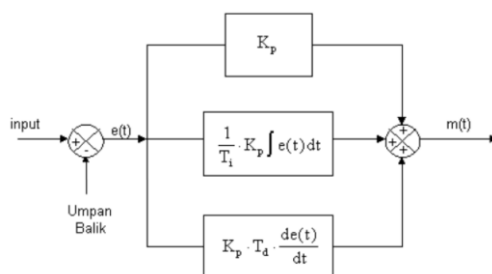


Gambar 1. Pemanas tangki berpengaduk

Cairan memberikan daya melalui elemen pemanas. P adalah daya dari elemen pemanas. T adalah suhu di dalam tangki dan aliran keluar. T_i adalah suhu dalam aliran masuk. w adalah aliran fluida. m adalah massa cairan (konstan). C adalah kapasitas panas spesifik. U adalah total koefisien perpindahan panas. [13]

2.3. Pengendali Proportional-Integral-Derivative (PID)

Pengendali PID (Proportional-Integral-Derivative pengendali) merupakan pengendali atau kontroler untuk menentukan presisi suatu sistem instrumentasi dengan karakteristik adanya umpan balik pada sistem tersebut. Komponen kontrol PID ini terdiri dari tiga jenis yaitu kendali proporsional (P), kendali integral (I) dan kendali derivatif (D). Ketiganya dapat digunakan bersamaan maupun terpisah tergantung dari respon yang diinginkan terhadap suatu sistem, seperti ditunjukkan pada Gambar 2 dibawah ini.



Gambar 2. Diagram blok pengendali PID

Sistem dimulai dengan memasukkan nilai suhu sebagai titik setel di sistem antarmuka/komputer menggunakan Internet Explorer untuk mengendalikannya titik setel pada

antarmuka LabVIEW. Langkah selanjutnya pengendali membandingkan nilai titik setel dengan nilai suhu aktual yang dikirim oleh sensor suhu, sehingga terdapat perbedaan nilai. Nilai keluaran dari pengendali berupa sinyal PWM yang dikonversi oleh perangkat akuisisi data yaitu NI ELVIS II menjadi tegangan DC untuk mengendalikan unjuk kerja *Solid State Relay* (SSR). SSR ini digunakan sebagai alat untuk mengonversi tegangan DC dari NI ELVIS II menjadi tegangan AC yang menjadi tegangan operasi elemen pemanas. Elemen pemanas menghasilkan kalor atau panas untuk menaikkan suhu air dalam tangki. Pengaturan kinerja elemen pemanas dengan mengatur unjuk kerja SSR menghasilkan perubahan suhu air dalam tangki. Suhu homogen dideteksi oleh sensor suhu LM35D yang kemudian diubah dari nilai suhu menjadi tegangan DC atau tegangan analog sensor. Tegangan analog tersebut diolah oleh perangkat akuisisi data dan didapatkan suhu aktual pada tangki air. Nilai suhu aktual tersebut akan berubah dan mendekati nilai titik setel, sehingga selisih antara kedua nilai tersebut akan semakin kecil dan sistem mencapai nilai yang diinginkan.

2.4. Kendali Proporsional (P)

Pada kendali proporsional, keluaran sistem kendali akan berbanding lurus dengan masukan dan kesalahan, dan menghasilkan respon yang cepat. Akan tetapi *overshoot* akan terjadi pada kendali ini. Hubungan antara sinyal kendali $u(t)$ dan sinyal kesalahan $e(t)$ adalah:

$$u(t) = K_p \cdot e(t) \quad (4)$$

$$e(t) = u(t) - r(t) \quad (5)$$

Secara sederhana dapat dikatakan bahwa keluaran kendali proporsional merupakan perkalian antara konstanta proporsional (K_p) dengan masukannya $u(t)$. Perubahan pada sinyal masukan akan mengakibatkan sistem secara langsung mengubah keluaran sebesar konstanta pengalinya (K_p). Kendali proporsional memiliki pengaruh pada sistem sebagai berikut.

- 1) Menambah atau mengurangi kestabilan.
- 2) Dapat memperbaiki respon transien khususnya *rise time* dan *setting time*.
- 3) Mengurangi (bukan menghilangkan) *error steady state* (ess), karena untuk menghilangkan ess membutuhkan nilai K_p

yang sangat besar, yang akan membuat sistem semakin tidak stabil.

2.5. Kendali Integral (I)

Pada kendali integral, keluaran sistem berubah dengan cepat sesuai dengan perubahan kesalahan, sehingga *error steady state* mendekati nol. Kendali integral biasanya dikombinasikan dengan pengendali proporsional untuk memperbaiki respon guna mencapai nilai kesalahan yang minimum. Saat kesalahan sama dengan nol, maka sinyal kontrol yang dihasilkan adalah konstan.

$$\frac{U(s)}{E(s)} = \frac{Ki}{s} \quad (6)$$

$$u(t) = u(t_0) + \int_{t_0}^t e(\tau) d\tau \quad (7)$$

Kendali integral memiliki beberapa pengaruh pada sistem yang dikendali. Pengaruh-pengaruh tersebut antara lain sebagai berikut.

- 1) Menghilangkan *error steady state* (ess).
- 2) Respon lebih lambat dibandingkan dengan kendali proporsional.
- 3) Dapat menambah ketidakstabilan karena menambah orde pada sistem.

Perubahan sinyal kontrol sebanding dengan perubahan kesalahan. Semakin besar kesalahan, maka semakin cepat sinyal kontrol bertambah atau berubah.

2.6. Kendali Derivatif (D)

Kendali derivatif bekerja sesuai dengan laju perubahan kesalahan. Oleh karena itu, kendali ini berfungsi untuk mengurangi laju perubahan kesalahan sehingga menjaga kestabilan sistem. Sinyal kontrol yang dihasilkan oleh kendali derivatif dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$\frac{U(s)}{E(s)} = Kds \quad (8)$$

$$u(t) = \frac{de(t)}{dt} \quad (9)$$

Kendali derivatif memiliki beberapa pengaruh pada sistem yang dikendali. Pengaruh-pengaruh tersebut antara lain sebagai berikut.

- 1) Memberikan efek redaman pada sistem yang berosilasi sehingga dapat memperbesar pemberian nilai K_p .
- 2) Memperbaiki respon transien, karena memberikan aksi saat ada perubahan kesalahan.
- 3) Kendali derivatif hanya berubah saat ada perubahan kesalahan, sehingga saat ada kesalahan statis kendali ini tidak beraksi.

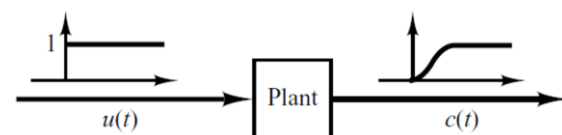
Sehingga kendali ini tidak boleh digunakan sendiri.

Besarnya sinyal kontrol sebanding dengan perubahan kesalahan (e). Semakin cepat kesalahan berubah, maka semakin besar aksi kontrol yang ditimbulkan. [14]

2.7. Aturan Ziegler-Nichols untuk Menyetel Pengendali PID

Ziegler dan Nichols mengusulkan aturan untuk menentukan nilai waktu integral penguatan proporsional dan waktu turunan berdasarkan karakteristik respon transien dari plant tertentu. Penentuan parameter pengontrol PID atau penyetelan pengontrol PID dapat dilakukan oleh teknisi di lokasi melalui eksperimen di pabrik. Terdapat dua metode penyetelan yang dijelaskan pada aturan Zeigler-Nichols: metode pertama dan metode kedua. Metode yang digunakan pada plant ini adalah metode penyetelan pertama. [15]

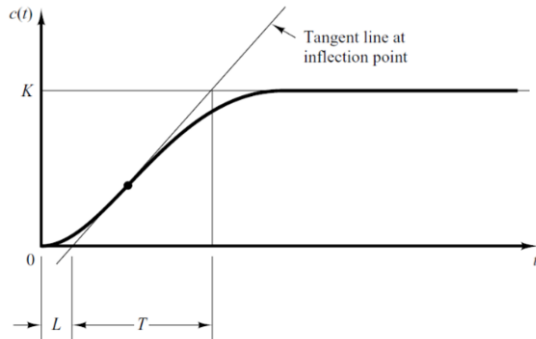
Dalam metode pertama, langkah pertama yang dilakukan adalah memperoleh hasil respon plant secara eksperimental terhadap masukkan step, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3. Jika instalasi tidak melibatkan integrator atau kutub konjugasi kompleks yang dominan, maka kurva respon step-respon plant seperti itu mungkin terlihat berbentuk S, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4. Metode ini berlaku jika masukkan bernilai konstan, maka keluaran yang dihasilkan menunjukkan nilai yang konstan juga. Selain itu, respon terhadap masukkan langkah menunjukkan kurva berbentuk S. Kurva respon-langkah seperti itu dapat dihasilkan secara eksperimental atau dari simulasi dinamis. [15]



Gambar 3. Masukkan Step-Respon plant

Kurva berbentuk S dapat dicirikan oleh dua konstanta, waktu tunda L dan konstanta waktu T . Konstanta waktu tunda dan waktu ditentukan dengan menggambar garis singgung pada titik belok kurva berbentuk S dan menentukan perpotongan garis singgung garis dengan sumbu waktu dan garis $c(t) = K$, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4. [15]

Ziegler dan Nichols menyarankan untuk menetapkan nilai dan menurut rumus yang ditunjukkan Tabel 1. [15]



Gambar 4. Kurva respon berbentuk S

Tabel 1. Aturan penyetelan Ziegler-Nichols Berdasarkan respon step plant (metode pertama)

Type of Controller	K_p	T_i	T_d
P	$\frac{T}{L}$	∞	0
PI	$0.9 \frac{T}{L}$	$\frac{L}{0.3}$	0
PID	$1.2 \frac{T}{L}$	$2L$	$0.5L$

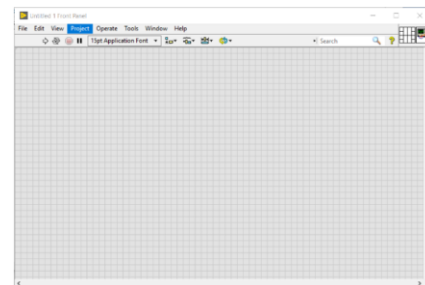
Pengumpulan data harus dijelaskan mulai dari metode pengambilan sampel hingga teknik analisis. Jika memiliki kerangka sistem untuk aplikasi yang dibangun maka silahkan dimasukkan dibagian ini.

2.8. LabVIEW

LabVIEW (Laboratory Virtual Instrumentation Engineering Workbench) adalah sebuah perangkat lunak yang digunakan untuk melakukan proses dan visualisasi data dalam bidang akuisisi data. Bahasa pemrograman yang digunakan dalam perangkat lunak ini adalah bahasa pemrograman *dataflow* yang disebut bahasa “G”, yaitu konsep bahasa berbasis grafis atau diagram blok. Program LabVIEW dikenal dengan sebutan VI atau virtual instruments karena penampilan dan operasinya yang dapat meniru suatu instrumen.

Hasil pemrograman LabVIEW ditentukan berdasarkan struktur diagram blok yang saling dihubungkan melalui satu atau lebih garis. Pembuatan program pada LabVIEW terbagi menjadi dua bagian utama, yaitu pemrograman pada panel depan dan diagram blok. Panel

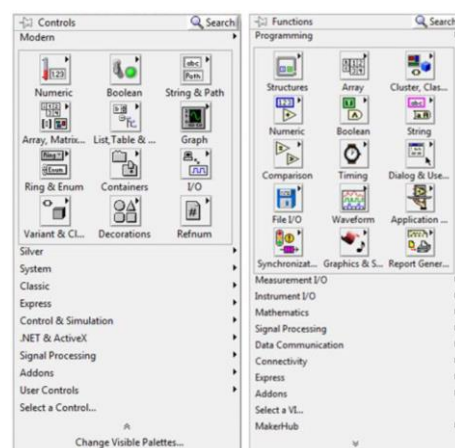
depan seperti ditunjukkan dalam Gambar 5 dibawah ini.



Gambar 5. Panel Depan.

Control palette merupakan palette yang digunakan untuk menambah tampilan, kontrol dan indikator pada panel depan, seperti ditunjukkan pada Gambar 6. Kontrol (masukkan) dapat berupa *knobs*, *push buttons*, *dials*, dan lain-lain. Kontrol digunakan untuk memberikan perintah dan menyuplai data ke diagram blok. Indikator dapat berupa grafik, LED, dan display lainnya. Indikator memperagakan data yang diakuisisi atau dihasilkan.

Function palette adalah *palette* yang digunakan untuk membuat diagram blok. Pallet tersebut memuat program, fungsi, atau perintah yang berkaitan dengan *control palette* yang terdapat pada panel depan. *Functions palette* berisikan *programming*, *measurement I/O*, *instrument I/O*, *mathematics*, *signal processing*, *data communication*, *connectivity*, *control & simulation*, dan *express*.



Gambar 6. Control pallets dan Function Pallets.

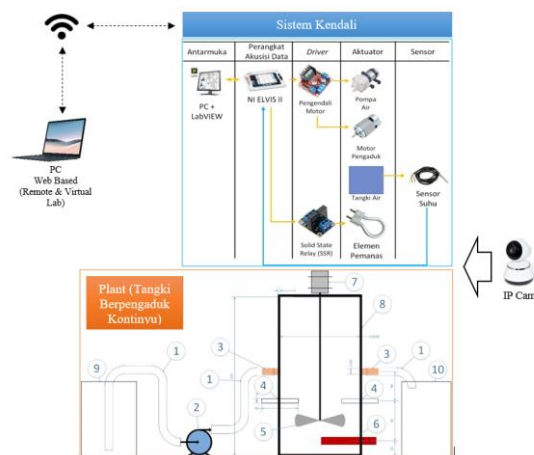
3. METODE PENELITIAN

3.1 Konsep Sistem Pemanas Tangki Berpengaduk

Sistem pemanas tangki berpengaduk didasarkan pada hukum keseimbangan untuk mengatur keseimbangan energi. Istilah energi mencakup energi yang bergantung pada suhu, yang dapat kita sebut energi termal, energi kinetik, dan energi potensial. Secara umum, pengguna harus mengasumsikan bahwa ada transformasi dari satu bentuk energi ke bentuk energi lain dalam sistem yang diberikan. Untuk banyak sistem termal, kita dapat mengasumsikan bahwa energi hanya terdiri dari energi termal dan kita dapat mengabaikan transformasi dari energi kinetik dan potensial menjadi energi termal [13].

3.2 Gambaran Umum Sistem

Gambaran umum sistem yang akan dirancang dan dibangun dapat dilihat pada Gambar 1 di bagian 2 diatas. Secara umum, pemanas tangki berpengaduk memiliki lima sistem utama yaitu bagian antarmuka, bagian akuisisi data, bagian penggerak, bagian aktuatur, dan bagian sensor.



Gambar 1. Gambaran umum sistem pemanas tangki berpengaduk

Model pemanas tangki berpengaduk kontinu menggunakan PC yang sudah terpasang LabVIEW 2017 sebagai perangkat lunak *virtual instrument* dan NI ELVIS II sebagai perangkat keras pengendalian serta akuisisi data sistem. LabVIEW dan NI ELVIS II terhubung melalui komunikasi data serial dengan memanfaatkan

port USB di laptop atau komputer pengguna dan kabel USB Type A to USB Type B.

Terdapat PC pengguna yang terintegrasi dengan Web sebagai antarmuka jarak jauh untuk memberikan perintah menaikkan atau menurunkan suhu kepada sistem. Serta *IP Camera* sebagai perangkat keras monitoring lingkungan aktual plan.

Suhu air dalam tangki pemanas akan dibaca oleh sensor suhu. Terdapat dua buah sensor suhu yang terpasang pada tangki. Kedua sensor tersebut mengeluarkan tegangan sebagai bentuk pembacaan suhu air. Tegangan keluaran sensor tersebut akan masuk ke NI ELVIS II untuk dibaca dan diolah sebagai umpan balik pengendalian PID dan pengawasan suhu aktual pada sistem antarmuka.

Pengguna dapat memberikan perintah kepada sistem untuk menaikkan suhu atau menurunkan suhu dalam tangki melalui antarmuka dengan mengatur titik setel jika mode kendali PID diaktifkan. Kesalahan dari titik setel dan umpan balik yang diterima akan dihitung dan dikeluarkan melalui NI ELVIS II dalam bentuk tegangan. Tegangan keluaran tersebut berupa sinyal PWM yang dikonversi oleh penggerak *Solid State Relay* (SSR) sehingga menjadi tegangan AC yang bisa diatur besaran tegangannya. Tegangan AC tersebut akan mengalir ke elemen pemanas untuk menimbulkan panas sehingga suhu air akan meningkat.

Selain elemen pemanas, terdapat dua buah aktuatur yang berperan pada proses pemanasan, yaitu motor pengaduk dan pompa air. Motor pengaduk berfungsi untuk mencampurkan suhu air yang berasal dari suhu air masukkan dan elemen pemanas sehingga suhu air dalam tangki homogen dengan kecepatan konstan. Sedangkan pompa air berfungsi untuk memasukkan air yang akan dipanaskan dengan kecepatan aliran konstan.

Bagian antarmuka berfungsi sebagai penghubung antara pengguna dan model pemanas tangki berpengaduk kontinu. Sebagai penghubung, bagian antarmuka sebaiknya dapat menampilkan data lapangan selengkap mungkin. Data lapangan yang terdapat pada model ini yaitu suhu air, kecepatan aliran air, dan daya elemen pemanas dalam bentuk grafik dan tampilan digital. Selain itu, Pengguna dapat melakukan pemodelan, proses penyetelan PID,

dan melihat respon sistem secara simulasi pada antarmuka.

Model pemanas tangki berpengaduk menggunakan tiga tangki yaitu tangki cairan, tangki proses, dan tangki penampung. Tangki cairan berisi fluida air yang akan diproses pada tangki proses. Air dipindahkan dari tangki cairan ke tangki proses menggunakan pompa air. Pompa akan terus mengisi tangki proses dan air keluar ke tangki penampung. Pompa air ditempatkan pada dasar yang sama dengan tangki. Pompa tersebut dihubungkan menggunakan selang berukuran 5/16 inci. Proses pemindahan air dari tangki proses ke tangki penampung menggunakan sifat air yang selalu berpindah ke daerah yang lebih rendah.

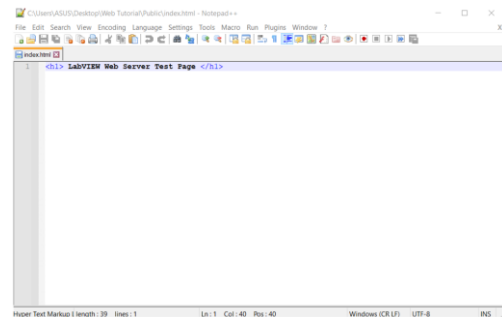
4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Aplikasi terdistribusi untuk web pada LabVIEW menggunakan metode LabVIEW Web Services dapat dibuat dengan mengubah parameter input melalui browser, namun parameter input tersebut hanya dapat diubah melalui web dan tidak bisa diubah melalui Front panel LabVIEW. tujuan dibuat aplikasi ini agar sistem antarmuka dapat dikendalikan jarak jauh menggunakan web dan secara langsung menggunakan front panel LabVIEW. Selain itu, tampilan web pada browser tidak seperti tampilan front panel LabVIEW ketika dibuat dan jumlah maksimal input yang dapat digunakan pada metode ini 4 buah.

Pada seksi ini akan dibahas langkah pengoperasian sistem dan hasilnya.

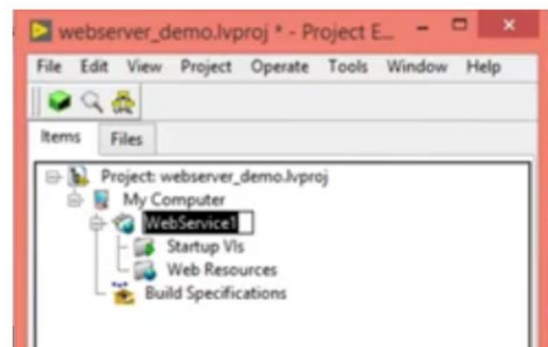
4.1. Membuat Aplikasi terdistribusi untuk web pada LabVIEW menggunakan metode LabVIEW Web Services.

Langkah pertama adalah membuat sebuah folder dan beri nama *public* atau sesuai keinginan. Kemudian, membuat test page menggunakan notepad++ seperti Gambar 7. Simpan file tersebut dengan format .html.



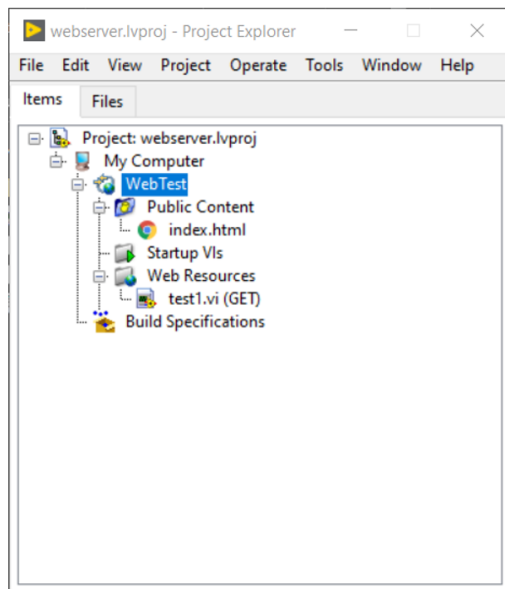
Gambar 7. Pembuatan Test Page.

Selanjutnya, membuka aplikasi LabVIEW 2017 dan buat *project* baru. Simpan file *project* pada folder yang sudah disiapkan sebelumnya. Lalu klik kanan pada *my computer* di LabVIEW *project*, pilih *new*, kemudian *web service*. Klik *web service*, kemudian bisa mengganti nama sesuai keinginan, seperti Gambar 8 dibawah ini.



Gambar 8. Mengganti nama pada LabVIEW.

Selanjutnya, menambahkan folder *public* ke *project* LabVIEW seperti pada Gambar 9. Klik kanan pada tulisan WebTest, kemudian pilih *start*. Dan mengetes pada Internet Explorer sehingga dapat menampilkan seperti Gambar 10.

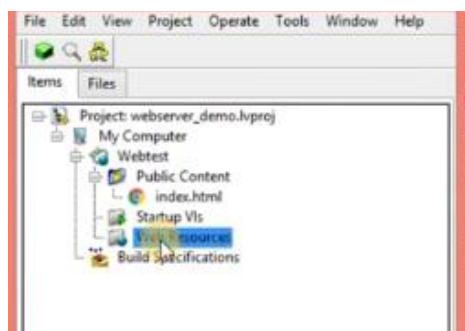


Gambar 9. Tampilan LabVIEW yang sudah diganti nama.



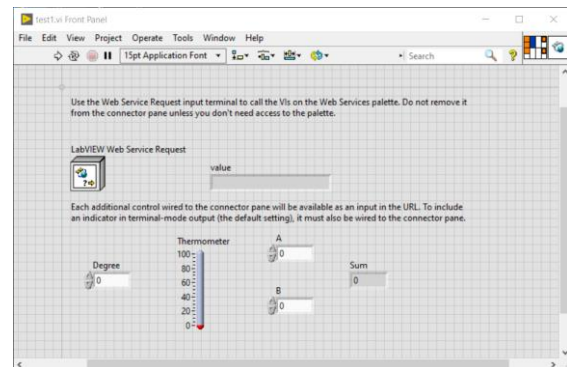
Gambar 10. Tampilan Web Pengetesan.

Alamat web yang dihasilkan adalah `http://ip address pc :8001/webtest`. WebTest dapat dihentikan, kemudian klik kanan pada web resources dan pilih new VI, seperti pada gambar 11 dibawah ini.



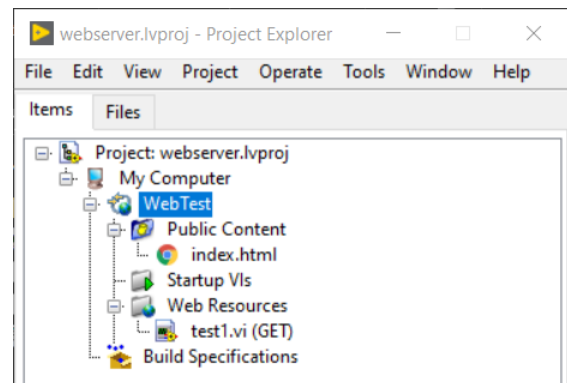
Gambar 11. Membuat VI melalui Web Resources

Selanjutnya, buat VI simpel, kemudian Save bdi folder yang sama dengan file project LabVIEW, seperti pada gambar 12 dibawah ini.

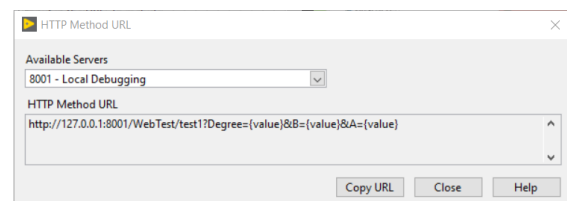


Gambar 12. Tampilan VI

Selanjutnya menampilkan URL VI. Klik kanan pada VI yang berada dibawah Web Resource (GET), seperti pada gambar 13. Setelah itu pilih Shown URL, seperti pada gambar 14.

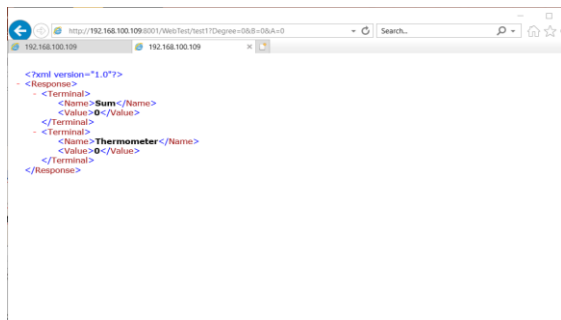


Gambar 13. Tampilan Letak VI



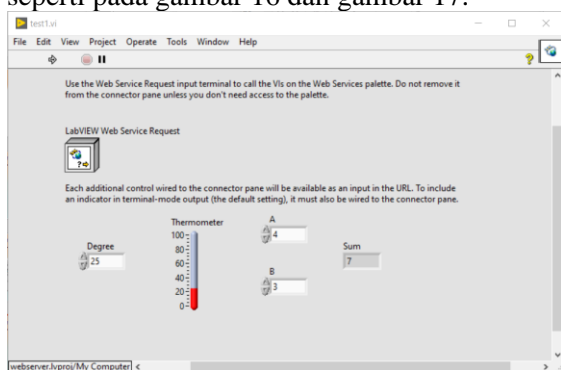
Gambar 14. Tampilan setelah Shown URL

Selanjutnya, mengendalikan parameter *input Front Panel* LabVIEW melalui URL Internet Explorer. Buka browser Internet Explorer, tempel URL yang terdapat pada gambar 14. Ubah angka pada tulisan setelah `<value>`, terlihat pada gambar 15. Jika belum dapat diakses, maka WebTest harus di *Start* terlebih dahulu.

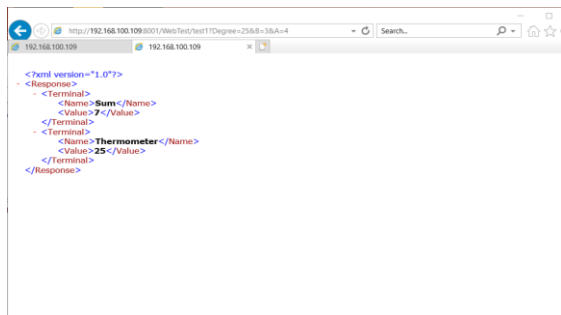


Gambar 15. Tampilan Internet Explorer

Selanjutnya ubah angka pada URL Internet Explorer (Degree=25; A=4; B=3), seperti pada gambar 16 dan gambar 17.



Gambar 16. Tampilan VI



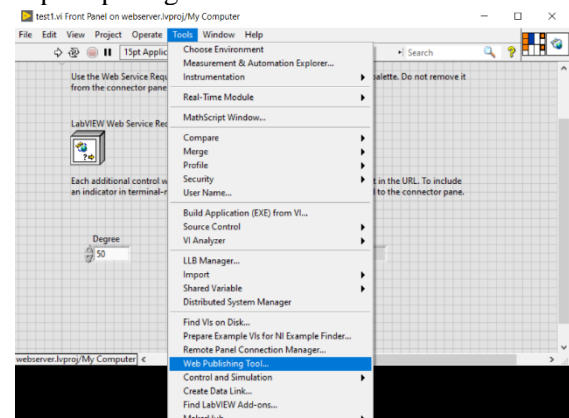
Gambar 17. Tampilan Internet Explorer

Kendala yang dihadapi dalam membuat LabVIEW Web Services, diantaranya:

- Belum mendapatkan cara agar tampilan web pada Internet Explorer mirip/sama seperti pada *Front Panel* LabView
- Maksimal input yang dapat digunakan sebanyak 4 input (jika dilihat dari LabVIEW)
- Mengubah parameter *input* pada VI tidak bisa dilakukan, parameter hanya dapat diubah menggunakan web URL. Namun, ketika parameter pada web diubah, maka *front panel* VI berubah sesuai dengan nilai pada web

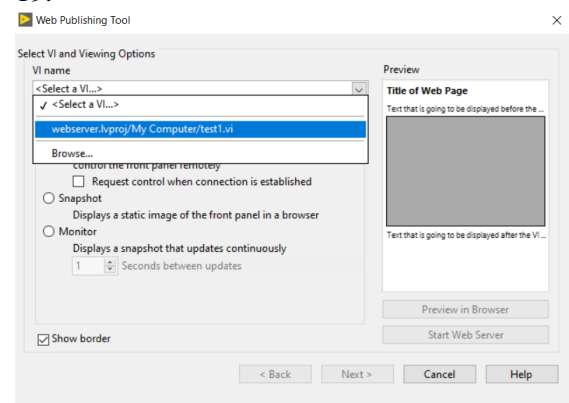
4.2. Membuat Aplikasi Terdistribusi untuk Web pada LabVIEW Menggunakan Metode *Remote Front Panel*.

Langkah pertama adalah buka VI yang akan digunakan. Lalu klik menu Tools pada LabVIEW, kemudian pilih *web publishing tool*, seperti pada gambar 18.



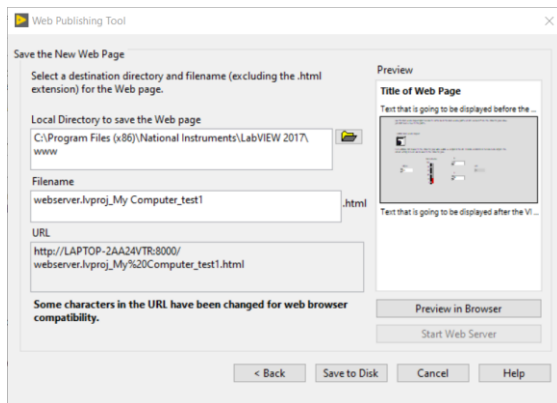
Gambar 18. Tampilan untuk memilih web publishing tool

Setelah *Web Publishing Tool* terbuka, pilih VI yang akan digunakan, seperti pada gambar 19.



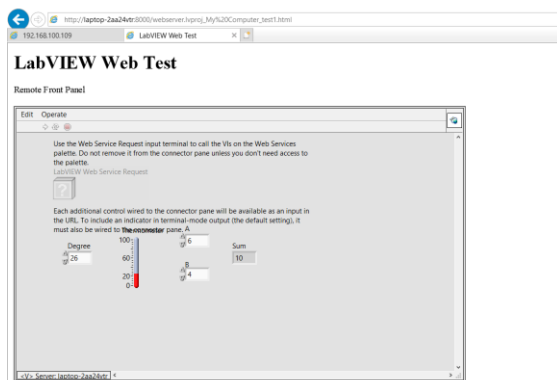
Gambar 19. Tampilan untuk memilih VI yang akan digunakan

Setelah itu klik *Next*. Kemudian didapatkan URL untuk *Front Panel*, seperti pada gambar 20.



Gambar 20. Tampilan untuk mendapat URL Front Panel

Setelah itu, akses URL tersebut menggunakan Internet Explorer, seperti pada gambar 21.



Gambar 21. Tampilan Front Panel pada Internet Explorer

5. KESIMPULAN

Aplikasi terdistribusi untuk web pada LabVIEW menggunakan metode *LabVIEW Web Services* dapat dibuat dengan mengubah parameter *input* melalui browser, namun parameter *input* tersebut hanya dapat diubah melalui web dan tidak bisa diubah melalui *Front panel* LabVIEW. tujuan dibuat aplikasi ini agar sistem antarmuka dapat dikendalikan jarak jauh menggunakan web dan secara langsung menggunakan *front panel* LabVIEW. Selain itu, tampilan web pada browser tidak seperti tampilan *front panel* LabVIEW ketika dibuat dan jumlah maksimal input yang dapat digunakan pada metode ini 4 buah.

Di sisi lain, aplikasi terdistribusi web menggunakan metode *Remote front panel* dapat dibuat dengan tampilan web mirip dengan tampilan *front panel* LabVIEW. Akan tetapi, pengendalian parameter *input* hanya dapat

dilakukan pada *front panel* LabVIEW dan tidak bisa dikendalikan melalui web browser, sehingga tampilan web hanya sebagai monitor. Selain itu, penggunaan metode ini terjadi kendala atau notifikasi error dalam konfigurasi *web application server*.

Penggunaan LabVIEW NXG sebagai aplikasi terdistribusi web dapat dibuat dengan mudah karena aplikasi ini memiliki fitur web module. Akan tetapi LabVIEW NXG tidak dapat terhubung secara langsung dengan NI ELVIS II+ karena perangkat ini tidak didukung (SystemDesigner Support) di LabVIEW NXG

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini didukung secara finansial oleh Politeknik Manufaktur Bandung. Kami berterima kasih atas dukungan finansial yang telah diberikan.

Terima kasih juga kepada Imam Febiawan dan M. Raddan Agimular yang membantu penulis melakukan editing. Serta Surniahayati yang selalu menjadi pendorong utama bagi penulis pertama.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] N. I. Septiani, I. Bayusari, C. Caroline, T. Haiyunnisa, and B. Y. Suprpto, "Optimization of PID control parameters with genetic algorithm plus fuzzy logic in stirred tank heater temperature control process," ICECOS 2017 - Proceeding 2017 Int. Conf. Electr. Eng. Comput. Sci. Sustain. Cult. Herit. Towar. Smart Environ. Better Futur., no. August, pp. 61–66, 2017, doi: 10.1109/ICECOS.2017.8167167.
- [2] A. Jayachitra and R. Vinodha, "Genetic Algorithm Based PID Controller Tuning Approach for Continuous Stirred Tank Reactor," Adv. Artif. Intell., vol. 2014, pp. 1–8, 2014, doi: 10.1155/2014/791230.
- [3] H. Surjono, Multimedia Pembelajaran Interaktif: Konsep dan Pengembangan, no. April 2017. 2017.
- [4] Endrotomo, "KISI-KISI MUTU LULUSAN PROGRAM STUDI MENURUT KONSEP KKN & SN DIKTI sebagai dasar PENYUSUNAN KURIKULUM," LLDIKTI Wilayah XII Ambon, 2016. <http://www.kopertis12.or.id/wp-content/uploads/2016/04/1.-Dasar-pengemb->

- kurikulum-endro.compressed.pdf (accessed Mar. 01, 2020).
- [5] Pudak Scientific, "Alat Kendali Otomatis," 2018. https://www.pudak-scientific.com/detail_products.php?id=527.
- [6] Gunt Hamburg, "Wl 110.04 Stirred tank with double jacket and coil," 2020. <https://www.gunt.de/en/products/2e-energy/geothermal-energy/heat-exchangers/stirred-tank-with-double-jacket-and-coil/060.11004/wl110-04/glct-1:pa-148:ca-680:pr-1461>.
- [7] M. . Annafi Arrosyida dan Suprpto, "Media Pembelajaran Interaktif Jaringan Komputer Menggunakan Macromedia Flash 8 Di Smk Negeri 1 Saptosari," Handb. Psychol. Arbeitsanalyseverfahren, no. 2, pp. 515–538, 2012.
- [8] A. A. Kurniawati, S. Wahyuni, and P. D. A. Putra, "Utilizing of Comic and Jember's Local Wisdom as Integrated Science Learning Materials," Int. J. Soc. Sci. Humanit., vol. 7, no. 1, pp. 47–50, 2017, doi: 10.18178/ijssh.2017.7.1.793.
- [9] O. H[^] and P. Trigano, "A Method for Evaluating Multimedia Learning Software St ´ To cite this version : A Method for Evaluating Multimedia Learning Software," 2004.
- [10] A. Ramadhani, "Water Temperature Control Using PID Control System Based on LabVIEW," Telekomtran J. Ilm. Telekomun. Kendali dan Elektron. Terap., vol. 4, no. 2, pp. 35–46, 2016, doi: 10.34010/telekontran.v4i2.1888.
- [11] V. Kabila and G. Glan Devadhas, "Comparative Analysis of PID and Fuzzy PID Controller Performance for Continuous Stirred Tank Heater," Indian J. Sci. Technol., vol. 8, no. 23, 2015, doi: 10.17485/ijst/2015/v8i23/85351.
- [12] B. Yudho Suprpto, I. Bayusari, Caroline, and Muhammad, "Comparison of Cascade and Feedforward-Feedback Controllers for Temperature Control on Stirred Tank Heater Systems," Proc. - 2018 Int. Semin. Appl. Technol. Inf. Commun. Creat. Technol. Hum. Life, iSemantic 2018, no. September 2018, pp. 166–170, 2018, doi: 10.1109/ISEMANTIC.2018.8549782.
- [13] F. A. Haugen, Automatic control, vol. 168, no. 4271, 2019.
- [14] P. Neutron, "Teori Kontrol PID Proposional, Integral, Dervative," 2010. .
- [15] K. Ogata, Modern Control Engineering, Fifth., vol. 39, no. 12. New Jersey: Pretince Hall, 2010.