

Rancang Bangun Sistem *Monitoring Evaporator and Condenser Tank with Vacuum System Unit* Penguapan Berbasis *Microcontroller PID*

M Rizal Al Fatah^[1], Edy Setiawan^[2], Hendro Agus Widodo^[3]
 Jurusan Teknik Kelistrikan Kapal^{[1][2][3]}
 Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya
 Surabaya, Indonesia
 mrizalalfatah@gmail.com

Abstrak— *Evaporator* adalah sebuah bagian terpenting pada industri pengolahan gula yang dimana proses ini digunakan untuk menghilangkan kadar air agar didapatkan gula secara utuh. Hasil penguapan ini selain menghasilkan gula juga menghasilkan air kondensat. Air kondensat ini dibagi menjadi 2 hasil yaitu bersifat positif dan bersifat negatif air kondensat ini adalah bagian terpenting dalam industri pengolahan gula. Karena jika air kondensat bersifat positif akan dilakukan untuk proses pencampuran pengolahan gula, jika bersifat negatif akan dilakukan untuk proses penambahan air pada boiler. Untuk mengetahui hasil air kondensat ini digunakan sensor Ph untuk mendeteksi berapa kadar Ph pada air kondensat tersebut dengan acuan Ph >7 maka bersifat positif dan Ph <7 maka bersifat negatif. Pada sistem kontrol *evaporator* ini menggunakan PID (*Proportional Integratif Derivatif*) untuk menjaga suhu pada *evaporator* tetap stabil sesuai *setpoint* yang ditetapkan. Hasil pembacaan ph rata-rata error pembacaan sebesar 0,98%. Untuk pengujian tekanan, pada suhu 120°C dapat mencapai tekanan 110 Kpa / 1,1 Bar dengan prosentase error 9,09%, rata-rata error pembacaan temperatur sebesar 0,43%.

Kata kunci— *Evaporator; PID; Air kondensat; Pengolahan gula*

I. PENDAHULUAN

Kebutuhan gula pada masyarakat kian meningkat, karena kebutuhan gula adalah salah satu kebutuhan pokok maka dari itu gula sudah melekat pada kehidupan manusia dengan itu peningkatan produksi gula harus di tingkatkan. Sejalan dengan perkembangan teknologi yang semakin maju telah menuntut peningkatan kualitas industri gula itu sendiri. Pada akhirnya, kondisi seperti ini berdampak kepada industri gula untuk merevilitasi pabrik mereka dengan cepat agar dapat memenuhi kebutuhan gula masyarakat yang kian meningkat. Maka dari itu tuntutan ini harus segera di maksimal kan agar kebutuhan pokok pangan manusia tercukupi.

Pada proses pembuatan gula terdapat proses penguapan yang menggunakan badan *evaporator* sebagai salah satu bagiannya. Badan *evaporator* yang digunakan untuk tempat penguapan dari nira, makin rendah tekanan makin rendah titik didihnya. Untuk mencapai titik didih yang tinggi permukaan cairan harus lebih rendah dari tekanan atmosfer,

hal ini dapat dilakukan dengan membuat vacum pada setiap badan *evaporator*. Tingkat vacum setiap *evaporator* sama yaitu 60 cmHg diharapkan dapat mempercepat hasil penguapan nira untuk menghilangkan kadar air dalam nira encer. Dalam proses penguapan nira bersuhu 120°C dihasilkan pada masing-masing badan evaporator berupa air kondensor / kondesat. Air kondens ini ada 2 macam, yaitu : Positif dan negatif. Air kondens positif berarti masih mengandung gula dan digunakan sebagai air imbibisi, sedangkan air kondens negatif (tidak mengandung gula) dipergunakan sebagai air pengisi ketel.

Pada sistem pemanasan ini digunakan kontrol PID (*Proportional Intergratif Derivatif*) yang bertujuan untuk mempertahankan suhu tetap pada *setpoint* 120°C. Pada *evaporator* ini juga terdapat sensor tekanan dan sensor pH yang berguna untuk mengetahui tekanan pada *evaporator* untuk menggantikan alat ukur manual yaitu manometer. Sensor pH ini berfungsi untuk mengetahui derajat keasamaan pada air kondensat dan sebagai ganti alat ukur manual yaitu kertas lakmus untuk mengetahui berapa derajat keasamaan air kondensat.

II. METODOLOGI

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah eksperimen dan implementasi Kontrol PID.

A. Hardware

Hardware yang digunakan dalam penelitian ini dapat dijelaskan sebagai berikut :

1. Sensor Temperatur Termokopel

Sensor termokopel adalah sensor suhu yang digunakan untuk mendeteksi berapa suhu yang ada pada *evaporator*. Termokopel ini dapat mengukur temperature dalam jangkuan suhu cukup antara -200°C dan 1800°C dengan batas kesalahan pengukuran kurang dari 1°C [1]. Termokopel yang digunakan pada penelitian ini

menggunakan termokopel tipe K. Pembacaan termokopel ini mulai dari -200°C dan 1200°C termokopel ini berbahan dasar chromel dan alumel [2].

2. Sensor PH

Asam dan basa adalah besaran yang sering digunakan untuk pengolahan sesuatu zat, baik di industri maupun kehidupan sehari-hari. Pada industri kimia, keasamaan merupakan variabel yang menentukan mulai dari pengolahan bahan baku menentukan kualitas produksi yang diharapkan sampai pengendalian limbah industri agar mencegah pencemaran pada lingkungan [3]. Pada pengerjaan ini digunakan sensor pH Sku: Sen 0161. Sensor pH ini akan digunakan untuk pengukuran derajat keasamaan cairan yang diuji untuk menentukan apakah cairan dalam kondisi normal, basa atau asam [4].

3. Sensor Tekanan MPX5700AP

Sensor MPX5700AP memiliki ruang hampa udara (*vacuum*) disalah satu sisi diafragmanya sehingga kelengkungan diafragma dapat dijadikan ukuran bagi tekanan mutlak yang dikenakan pada sisi lainnya. *Output* sensor ini adalah sinyal tegangan yang sebanding dengan tekanan yang dikenakan dengan sensitivitas 6,4 mV/Kpa [5].

4. Blower

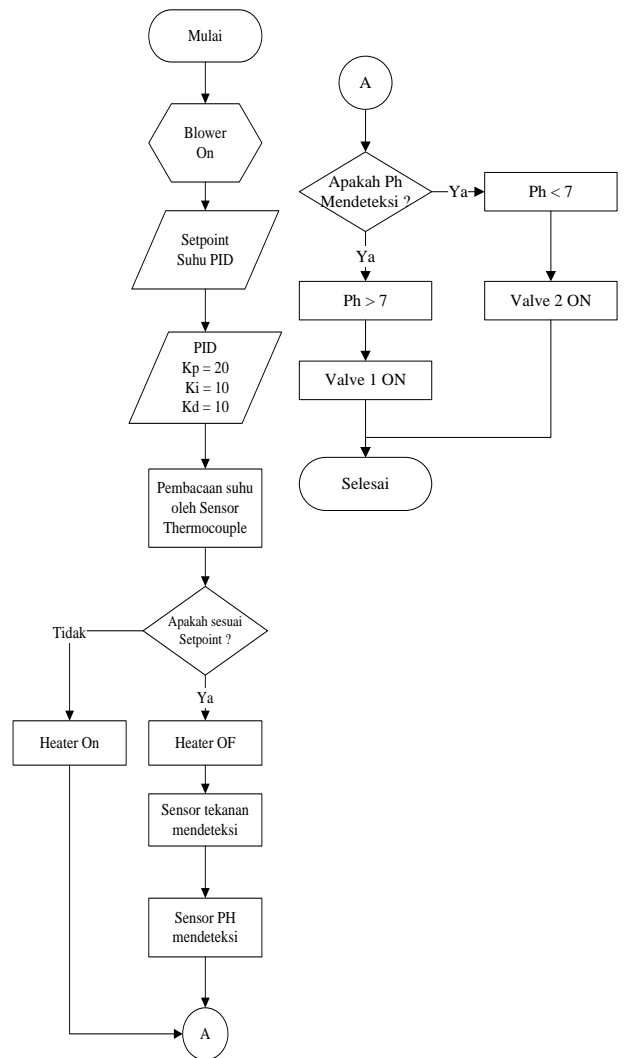
Blower adalah sebuah mesin sentrifugal yang berkecepatan tinggi yang berfungsi sebagai penghembus dengan memanfaatkan udara atau gas dengan gaya sentrifugal ke tekanan akhir yang melebihi 35 Psig. Udara atau gas pada mesin sentrifugal ini digerakan oleh aksi dinamik dari perputaran sudut dari satu beberapa impeller [6]. Pada penelitian ini *blower* digunakan untuk mempercepat proses mendinginkan uap dari hasil proses penguapan pada *evaporator*.

5. Heater

Heater atau pemanas merupakan komponen utama dalam memanaskan *evaporator*. Dalam praktiknya banyak sekali ditemukan berbagai macam pemanas yang digunakan pada industri seperti pemanas yang menggunakan elemen pemanas dan dengan memanfaatkan udara panas dari sistem *boiler* [7]. Pada penelitian ini komponen ini digunakan untuk memanaskan nira yang berada pada *evaporator* dengan suhu 120°C agar didapatkan proses penguapan dengan maksimal dan menghilangkan kadar air pada nira.

B. Software

Software yang digunakan untuk penelitian ini dapat dijelaskan sebagai berikut.

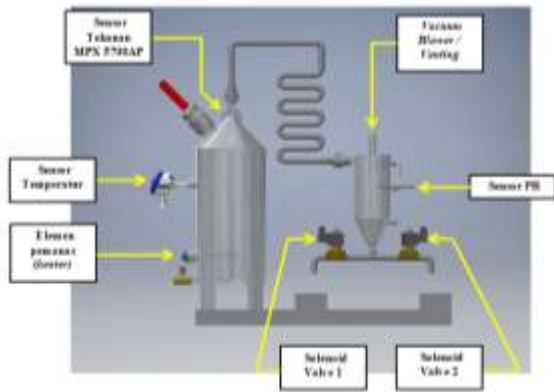


Gambar 1. Flowchart Sistem

Software menggunakan Visual Studio, merupakan sebuah perangkat lunak yang digunakan untuk melakukan pengembangan aplikasi, baik itu aplikasi bisnis, personal ataupun komponen aplikasi. Visual studio mencakup komplier, SDK, *Integated Development Environment (IDE)*. Visual studio dapat digunakan untuk mengembangkan aplikasi dalam *notive code* ataupun *managed code* selain itu visual studio juga dapat digunakan untuk mengembangkan aplikasi silverlight, aplikasi Window Mobile. Dalam penelitian ini visual studio digunakan untuk memonitoring proses *evaporator and condenser tank* agar dapat diketahui apakah sistem sudah bekerja dengan baik.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Perancangan Mekanik



Gambar 2. Mekanik Evaporator and Condenser Tank

Pada gambar 2 merupakan gambar tampilan mekanik yang ukurannya telah disesuaikan dengan desain mekanik. Penempatan sensor dan *actuator* telah disesuaikan dengan rancangan mekanik agar dapat menghasilkan proses penguapan secara maksimal.

B. Pengujian Sensor Thermocouple

Pengujian sensor langsung ditempatkan pada sistem yang telah dibuat sebelumnya agar dapat menunjukkan kemampuan pembacaan sensor pada keadaan yang sebenarnya hasil pengujian dapat tabel I. Analisa pengujian sensor temperatur menggunakan arduino seperti yang ditunjukkan tabel I. Sensor mampu membaca temperatur dengan rata-rata error pembacaan temperatur sebesar 0.43%. Dalam pengujian temperatur ini menggunakan thermometer gun sebagai acuan pengukuran temperatur *evaporator*. Dari pengujian ini menunjukkan bahwa sensor memiliki kemampuan pembacaan temperatur yang baik dengan error yang sangat rendah.

TABEL I. PENGUJIAN SENSOR THERMOCOUPLE

NO.	Sensor Thermocouple		
	Pengujian Sensor (Celcius)	Thermogun (Celcius)	Error %
1.	31,5	31,5	0%
2.	33,2	33,2	0%
3.	34,6	34,0	1,76%
4.	37,5	37,2	0,8%
5.	58,2	58,0	0,34%
6.	62,5	62,2	0,48%
7.	78,2	78,0	0,25%
8.	81,6	81,5	0,12%
9.	90,5	90,0	0,56%
10.	100	100,0	0%

NO.	Sensor Thermocouple		
	Pengujian Sensor (Celcius)	Thermogun (Celcius)	Error %
Error rata-rata		0,43%	

C. Pengujian Tekanan MPX 5700AP

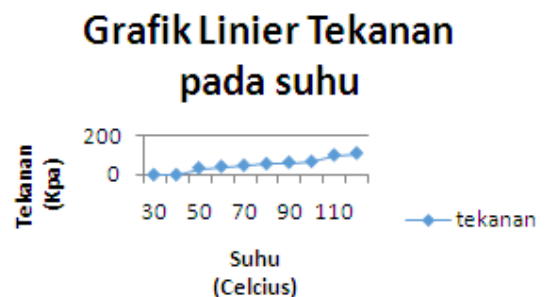
Pengujian sensor MPX5700AP akan dilakukan untuk mengetahui data perencanaan dan hasil pengukuran. Dalam pengujian MPX5700AP ini menggunakan manometer sebagai acuan tekanan udara dan untuk menaikkan turunkan tekanan menggunakan kompresor hasil pengujian dapat dilihat pada tabel II.

TABEL II. PENGUJIAN SENSOR MPX 5700AP

NO.	Sensor MPX 5700AP			
	Suhu (C)	Tekanan (Kpa)	Manometer (Kpa)	Error %
1.	30	0	0	0%
2.	40	0	0	0%
3.	50	36	35	2,85%
4.	60	42	42	0%
5.	70	49	48	2,08%
6.	80	58	56	3,57%
Error rata-rata			1,46%	

Analisa pengujian sensor tekanan udara menggunakan arduino seperti yang ditunjukkan tabel 2, bahwa sensor mampu membaca tekanan udara dengan *error* rata-rata 1,46%. Dalam pengujian tekanan ini menggunakan manometer sebagai acuan pengukuran tekanan *evaporator*. Dari pengujian ini menunjukkan bahwa sensor memiliki kapasitas pembacaan sensor hanya pada suhu 80°C. Pada tugas akhir ini digunakan suhu 120°C dan tekanan 1 bar. Dengan kapasitas sensor yang dapat membaca hanya dengan

suhu 80°C maka untuk diketahui tekanan mencapai 1 bar maka dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Grafik Linier Tekanan Pada Suhu

Pada grafik ini dapat dianalisa bahwa pada suhu 120°C dapat mencapai tekanan 110 Kpa / 1,1 Bar dengan prosentase error 9.09%.

D. Pengujian Sensor pH

Pengujian sensor pH akan dilakukan untuk mengetahui data perencanaan dan hasil pengukuran. Dalam pengujian sensor pH ini menggunakan pH meter sebagai acuan kadar pH asam atau basa hasil pengujian dapat dilihat pada tabel III. Analisa pengujian sensor pH menggunakan arduino seperti yang ditunjukkan tabel III sensor mampu membaca kadar pH dengan rata-rata error pembacaan sebesar 0,98%. Dalam pengujian sensor pH ini menggunakan pH meter sebagai acuan pengukuran pH pada *condenser tank*. Dari pengujian ini menunjukkan bahwa sensor memiliki kemampuan pembacaan pH yang baik dengan error yang sangat rendah.

E. Pengujian Metode PID Ziegler Nichols

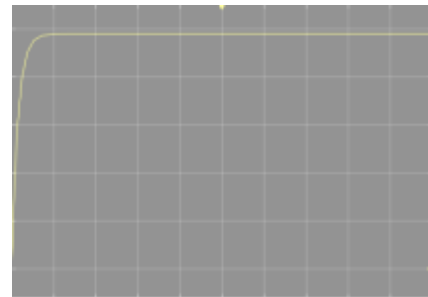
Pada penelitian ini menggunakan metode PID ada beberapa cara dalam pengumpulan data PID, cara yang digunakan untuk mencari nilai Kp, Ki, dan Kd pada tugas akhir ini adalah dengan metode *Ziegler Nichols*.

Berdasarkan metode *tuning PID Ziegler Nichols*, cara mengambil penentuan Kp Ki Kd dengan melihat L dan T. Pada tugas akhir ini penentuan kurva s dengan cara penginputan data sensor yang berupa input suhu dan output tegangan suhu yang akan diolah pada MATLAB. Hasil tersebut akan memunculkan *Transfer Function*. Hasil *Transfer Function* tersebut akan dimasukan pada simulink MATLAB dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 4. Simulink PID

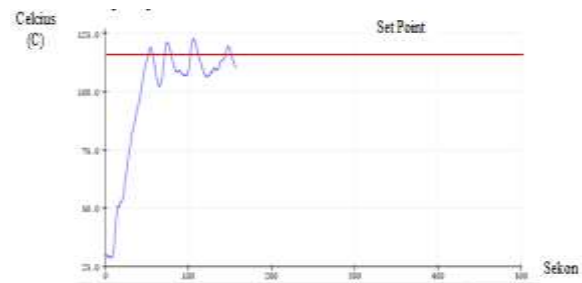
Pada blok tuning PID diisikan inputan Kp = 1, Ki = 1000000000000000000, Kd = 0. Inputan Kp dinaikan secara perlahan hingga menghasilkan kurva S setelah mendapatkan grafik dapat ditentukan nilai Ki dan Kd dengan menarik garis singgung untuk menentukan nilai T dan L hasil grafik ini dapat dilihat pada gambar 5.



Gambar 5. Grafik PID

F. Grafik PID pada Sistem

Grafik ini memperlihatkan pencapaian *setpoint* dengan menggunakan metode *Ziegler Nichols*.



Gambar 6. Grafik PID pada Sistem

TABEL III. PENGUJIAN SENSOR PH

NO.	Sensor pH		
	Pengujian Sensor pH	pH Meter	Error %
1.	5,4	5,39	0,18 %
2.	6,3	6,20	1,58 %
3.	7,1	7,0	1,40 %
4.	7,2	7,1	1,39 %
5.	8,2	8,19	0,12 %
6.	6,6	6,7	1,49%
7.	6,9	7,0	1,42%
8.	7,8	7,8	0%
9.	8,1	8,2	1,21%
10.	9,3	9,4	1,06%
Error rata-rata		0,98%	

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian, dapat disimpulkan, hasil pembacaan pH rata-rata error pembacaan sebesar 0,98%. Untuk pengujian tekanan, pada suhu 120°C dapat mencapai tekanan 110 Kpa / 1,1 Bar dengan prosentase error 9.09%, rata-rata error pembacaan temperatur sebesar 0.43%.

UCAPAN TERIMA KASIH

Tidak lupa kami juga mengucapkan banyak terima kasih kepada Pusat Penelitian dan Pengabdian Masyarakat Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, yang telah mengadakan kegiatan ilmiah yaitu Seminar Master 2018. Semoga hasil penelitian yang kami tuangkan didalam publikasi ini bermanfaat bagi masyarakat dan juga bermanfaat di dunia pendidikan khususnya pada pengembangan dan penerapan aplikasi kontrol.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] WiyatmoYusman, Purwanto Budi., 2012., Rancang Bangun Termometer Suhu Tinggi Dengan Termokopel., Jurusan Pendidikan Fisika FMIPA UNY.
- [2] Sigit Adi Kristanto, Bachtera Indarto., 2013., Penggunaan Termokopel Tipe K Berbasis Mikrokontroler Atmega16 Untuk Mengukur Suhu Rendah Di Mesin Kriogenik., Jurnal Sains dan Seni PMOTS 2, No. 1, 1-6.
- [3] Purba, Michael., 1995., Ilmu Kimia. Jakarta, Erlangga.
- [4] Dede M.Yusuf., 2016., Alat Pendeteksian Kadar Keasaman SariBuah, Soft Drink, Dan Susu Cair Menggunakan Sensor Ph Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno Atmega328.. Jurusan Teknik Komputer Politeknik Negeri Surabaya.
- [5] Bolton, William., 2004., Programmable Logic Controler (PLC)., Sebuah Pengantar Edisi Ketiga, Diterjemahkan oleh Irzam Hermain, Erlangga, Jakarta.
- [6] Adriansyah., 2006., Rancang Bangun Instalasi Pengujian Blower Sentrifugal, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Padang 3, No.2.
- [7] Prasetyo, Dwi Budi., 2015., Perancangan Miniatur Sistem Kendali Dan Monitoring Suhu Tangki Berpengaduk Menggunakan PLC dan Labview Dengan Metode Fuzzy Mamdani., Universitas Sumatera Utara., Medan.

Halaman ini sengaja dikosongkan