

ISBN 978-602-5534-19-5



UPR "VETERAN" YOGYAKARTA



RISTEKDIKTI

PROSIDING

Seminar Nasional Ke-4

Call for Paper & Pameran
Hasil Penelitian dan Pengabdian
Kemenristekdikti RI

SAINS & TEKNOLOGI

**"APLIKASI RISET
DALAM DUNIA INDUSTRI
UNTUK KEMAJUAN BANGSA"**

Yogyakarta, 9 Oktober 2018

KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" YOGYAKARTA
LEMBAGA PENELITIAN DAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT

DAFTAR REVIEWER
SEMINAR NASIONAL TAHUN KE-4, CALL FOR PAPER DAN PAMERAN
HASIL PENELITIAN & PENGABDIAN MASYARAKAT
KEMENRISTEKDIKTI RI
9 OKTOBER 2018
LPPM UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN"
YOGYAKARTA

- | | | |
|-----|--|-------------|
| 1. | Prof. Dr. Ir. Sari Bahagiarti K, M.Sc. | (UPNVY) |
| 2. | Prof. Dr. Didit Welly Udjianto, M.S. | (UPNVY) |
| 3. | Prof. Dr. Arief Subyantoro, M.S. | (UPNVY) |
| 4. | Prof. Dr. Danisworo, M.Sc. | (UPNVY) |
| 5. | Prof. Dr. Bambang Prastistho, M.Sc. | (UPNVY) |
| 6. | Ptof. Dr. Suwardjono, M.Sc. | (UGM) |
| 7. | Prof. Dr. Jogiyanto Hartono, M.Sc. | (UGM) |
| 8. | Prof. Dr. Sucy Kuncoro, M.Si | (UNNES) |
| 9. | Prof. Bambang Subroto, M.M. | (Brawijaya) |
| 10. | Prof. Ahmad Sudiro | (Brawijaya) |
| 11. | Prof. Idayanti, M.Si. | (UNHAS) |
| 12. | Dr. Ardhito Bhinadi, M.Si. | (UPNVY) |
| 13. | Dr. Ir. Heru Sigit Purwanto, M.T. | (UPNVY) |
| 14. | Dr. Sri Suryaningsum, S.E., M.Si., Ak | (UPNVY) |
| 15. | Dr. Mahreni, M.T. | (UPNVY) |
| 16. | Dr. Hendro Widjanarko, S.E, M.M. | (UPNVY) |
| 17. | Dr. Joko Susanto, M.Si. | (UPNVY) |
| 18. | Dr. Rahmat Setiawan, M.Si. | (UNAIR) |
| 19. | Dr. Rahmad Sudarsono, M.Si. | (UNPAD) |
| 20. | Prayudi, S.I.P., M.A., Ph.D. | (UPNVY) |

DAFTAR ISI
SAINS & TEKNOLOGI

	halaman
Halaman Judul	i
Daftar Reviewer	iii
Prakata Rektor	iv
Prakata Kepala LPPM	v
The Effect of Guafa Shoots Extract on The Attractiveness of <i>Diaphorina citri</i>	1
Mofit Eko Poerwanto, Chimayatus Solichah	
Pengaruh Konsentrasi dan Frekuensi Pemberian Kitosan Terhadap Pertumbuhan Vegetatif Tanaman Kemiri Sunan	7
Ellen Rosyelina Sasmita, Ami Suryawati, Endah Budi Irawati	
Kajian Hasil Pemantauan Pergerakan Tanah Secara Horizontal dan Vertikal Selama Satu Tahun Dari Tahun 2017-2018 di Clapar Banjarnegara	17
Eko Teguh Paripurno, Joko Hartadi, Oktavia Dewi, Sugeng Raharjo	
Karakterisasi Hasil Pencairan Batubara Sub-Bituminus Pada Suhu Rendah Dengan Pelarut Glicerol/Phenol	27
Adi Ilcham, Basuki Rahmad, EdyNursanto, Gogot Haryono	
Bioaditive Untuk Menaikan Angka Oktan Bensin (Review)	31
Mahreni	
Penerapan Biochar Tempurung Kelapa Dan Hahan Limbah Organik Untuk Memperbaiki Tanah Inceptisol Potorono Yogyakarta	37
Susila Herlambang, AZ.Purwono Budi S, Heru Tri Sutiono, Yoga Meyzah Putra, Susanti Rina N	
Budi Daya Tanaman Sorgum Di Lahan Pasca Tambang Emas Jatiroto Wonogiri Jawa Tengah	43
Darban Haryanto, M.Nurcholis, Dwi Fitri Yudianto	
Penambahan Glisim pada Media Modifikasi MS Terhadap Pertumbuhan Planlet Krisan (<i>Chrysanthemum indicum</i> L.) Secara <i>In Vitro</i>	53
Ari Wijayani, Bambang Supriyanta dan Rina Srilestari	
Mineralisasi Emas Daerah Cidolog dan sekitarnya Kabupaten Sukabumi, Jawa Barat	59
Heru Sigit Purwanto, Suharsono, Adera Puntadewa	
Geopark Bojonegoro Menuju Geopark Internasional	66
Jatmika Setiawan, Dedy Kristanto	
Identifikasi Sebaran Sistem Akuifer Daerah Non-Cekungan Air Tanah Berdasarkan Metode Dipole-Dipole di Ngoro-Oro, Patuk, Gunungkidul	74
C. Prasetyadi, Achmad Rodhi, Puji Pratiknyo, Bambang Pratistho, Yody Rizkianto, M. Gazali Rachman	

Pengaruh Dosis Pupuk Kotoran Sapi Sebagai Pupuk Organic Terhadap Persentase Pengendalian Gulma Padi Dengan Herbisida Berbahan Aktif Penoxsulam	80
Abdul Rizal, Dyah Arbiwati dan Lelanti Peni Wiratri	
Studi Laboratorium dan Simulasi Reservoir Untuk Meningkatkan Perolehan Minyak Menggunakan Injeksi Polimer	86
Suranto, Boni Swadesi, Ratna Widyaningsih, Retno Ringgani	
Evaluasi Potensi Sumur Tua di Lapangan Banyubang serta Penerapan Teknologi untuk Sumur Tua yang Efisien dan Efektif	99
M. Irhas Effendy, Sudarmoyo, Sayoga Heru Prayitno	
Disain Deteksi dan Peringatan Dini Kawasan Rawan Bencana Tanah Longsor Menggunakan <i>Internet of Thing</i> (IoT)	109
Awang Hendriato Pratomo, Suharsono, Bambang Pratistho, Dessyanto Boedi Prasetyo, Yudha Agung Pratama, Basuki Purnawan	
<i>Trichoderma</i> sp. Sebagai Pemacu Pertumbuhan Tanaman Bawang Merah Di Lahan Pasir Pantai	121
Tuti Setyaningrum, Didik Indradewa, Achmadi Priyatmojo, Endang Sulistyaningsih	
Efektifitas Fitoremediasi Tanaman Air Dalam Menurunkan Kadar <i>Total Suspended Solid</i> (TSS) Air Lindi	130
Eni Muryani, Ika Wahyuning Widiarti	
Sistem Pakar Tes Kepribadian Untuk Mengetahui Cara Belajar Mahasiswa Menggunakan Metode <i>Fuzzy Logic</i>	140
Wilis Kaswidjanti, Azty Acbarriha Nour	
Perkiraan Temperatur Reservoir Panasbumi Menggunakan Persamaan Geotermometer di Baturaden Kabupaten Banyumas Provinsi Jawa Tengah	152
Intan Paramita Haty, Bambang Triwibowo, Yody Rizkianto	
Analisis Metode Geomagnetik dengan Menggunakan Filter <i>Total Horizontal Derivative</i> dan <i>Tilt Derivative</i> Untuk Memetakan Sumber Panas Sebagai Parameter Awal dalam Penentuan Potensi Panas Bumi Daerah Parangwedang, Bantul	161
Hafiz Hamdalah, Eko Wibowo	
Prediksi Terjadinya Scale Silika dengan menggunakan Software Geo SIS	170
Dewi Asmorowati; Bambang Bintarto; Allen Haryanto Lukmana	
Analisis Bawah Permukaan dengan Metode Dipole-Dipole di Desa Girijati Purwosari Kabupaten Gunungkidul	177
Ajimas Pascaning Setiahadwibowo, Firdaus Maskuri, Ardian Novianto, Wahyu Hidayat	
Penyetelan Parameter Pengendali Komposisi Menggunakan Metode On-Off Pada Tangki Pencampur Dengan Larutan Garam Sebagai Variabel Termanipulasi	183
Y. Deddy Hermawan, Mitha Puspitasari, Cahyo F. Prihantono, Syahadan M. Akbar	

Penyetelan Parameter Pengendali Komposisi Menggunakan Metode On-Off Pada Tangki Pencampur Dengan Air Sebagai Variabel Termanipulasi	190
Mitha Puspitasari, Y. Deddy Hermawan, Muhamad Arief, Audi Naoni Azizsol	
Analisis Potensi Sumber Daya Mineral dan Kontribusi Terhadap Pendapatan Asli Daerah di Provinsi Jawa Tengah	198
Raden Hariyanto, Raden Hendri Gusaptono, Untung Sukamto, Priyo Widodo, Waterman Sulistyana Bargawa, Gregorius Aryoko Gautama, Yeremia Sembiring	
Analisis Kualitas Air Terproduksi dan Air Sungai di Sumur Tua Wonocolo, Bojonegoro, Jawa Timur	211
Ekha Yogafanny, M.Th. Kristiati E.A., Ayu Utami, Wibiana Wulan Nandari	
<i>Face Recognition</i> Dengan Metode <i>Viola Jones</i> dan <i>Euclidean Distance</i> dalam <i>Computer Vision for Intelligent Building Security</i> Untuk Peningkatan Keamanan di Lingkungan UPN “Veteran” Yogyakarta	222
Mangaras Yanu Florestiyanto, Panji Dwi Ashrianto	
Pendekatan <i>Macroergonomic Analisis and Design</i> pada Perancangan Meja Pola Batik Tulis di Sentra Batik Ayu Arimbi Sleman	230
Trismi Ristiyowati, Tri Wibawa	
Analisis <i>Tilt Derivative</i> Anomali Residual Untuk Mengidentifikasi Patahan di Komplek <i>Melange</i> Luk Ulo Karangsembung Jawa Tengah	237
Wahyu Hidayat, Wrego Seno Giamboro	
Pengaruh Berbagai Formula Pupuk Bio-Organik Mineral Terhadap Pertumbuhan Tanaman Jagung	249
R. Agus Widodo, Didi Saidi, Djoko Mulyanto	
<i>Unmanned Aerial Vehicle Photogrammetry</i> dalam Pemetaan Topografi Peta Skala Kecil (Studi Kasus : Dusun Bopongan Pandeyan, Bangunharjo, Bantul)	258
Oktavia Dewi Alfiani, Budi Santosa	
Pengaruh Asam Giberelat dan Ukuran Stek Umbi Terhadap Pertumbuhan Vegetatif Tanaman Garut (<i>Maranta arundinaceae</i>)	265
Susilowati, Endah Wahyurini	
Rancang Bangun Aplikasi <i>Mobile Android</i> Sistem Informasi Skripsi	273
Andi Sungkowo, Nandra Eko Nugroho	
<i>Nagios Network Monitoring Sistem</i> Berbasis Web (Studi kasus : UPN “Veteran” Yogyakarta)	282
Bagus Wiyono, Fajar Kurnia Putra, Rifki Indra Perwira	
Pemodelan Inversi 2D dan 2,5D Bawah Permukaan Cekungan Ketungau-Melawi Berdasarkan Data Gravitasi Satelit Daerah Sintang, Kalimantan Barat	291
Yanuar Dian Pertiwi, Indriati Retno Palupi, Eko Wibowo	

**PENYETELAN PARAMETER PENGENDALI KOMPOSISI
MENGUNAKAN METODE *ON-OFF* PADA TANGKI
PENCAMPUR DENGAN LARUTAN GARAM SEBAGAI
VARIABEL TERMANIPULASI**

Y. Deddy Hermawan¹⁾, Mitha Puspitasari, Cahyo F. Prihantono, Syahadan M. Akbar
Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik Industri, UPN "Veteran" Yogyakarta
email: ydhermawan@upnyk.ac.id

ABSTRACT

The goal of this research is to implement the on-off method for tuning of composition controller parameters in a mixing tank with salt solution flowrate as a manipulated variable experimentally in laboratory. A 10 L tank was designed for mixing of salt solution (as a stream-1) and water (as a stream-2). An electric stirrer was employed to achieve uniform characteristic in tank. The tank system was designed overflow to ensure its volume constant. In this work, the salt solution flowrate was chosen as a manipulated variable to maintain the salt composition in tank constant at its desired value. In the on-off experiment, the valve of stream-1 was suddenly fully open (on position) for several seconds and fully closed (off position) for several seconds. As a result, the salt composition in tank will increase and decrease, respectively. The on-off curve of composition in tank was then used to tune Proportional Integral Derivative (PID) control parameters. The on-off experiment gave PID control parameters as follows: controller gain of $K_c=68790$, integral time constant of $\tau_i=80s$, and derivative time constant of $\tau_D=19s$. The tuning PID results would be evaluated through rigorous closed loop dynamic simulation in the future work.

Keywords: manipulated variable, on-off, open loop, PID, tuning.

1. PENDAHULUAN

Sebagian besar industri kimia sering menggunakan tangki pencampur (*Mixing Tank*), contohnya *Blending Tank* dan/atau Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (RATB). Komposisi cairan di dalam tangki pencampur merupakan salah satu parameter penting untuk proses pencampuran atau proses reaksi kimia di dalam reaktor. Perambatan gangguan massa sangat mungkin terjadi di dalam tangki pencampur, sehingga pengendalian komposisi perlu diterapkan untuk menanggulangi perambatan gangguan massa tersebut (Hermawan, Y.D., and Haryono, G., 2012).

Parameter pengendalian komposisi seperti *proportional controller gain* (K_c), *integral time constant* (τ_i), and *derivative time constant* (τ_D) harus disetel dengan layak, agar kestabilan proses pencampuran dapat tercapai. Sistem pengendalian komposisi pada tangki pencampur harus dirancang dengan baik agar mampu menanggulangi gangguan massa yang terjadi. Oleh karena itu, studi tentang penyetelan parameter pengendali komposisi pada tangki pencampur sangat penting dilakukan.

Beberapa penelitian tentang dinamika dan pengendalian proses serta penyetelan parameter kendali telah dilakukan oleh beberapa peneliti. Pada tahun 2012, Hermawan Y.D, dkk. telah melakukan penelitian tentang dinamika komposisi pada sistem tangki pencampur secara loop terbuka di laboratorium. Kemudian, Hermawan Y. D. dan Haryono, G. (2012) melanjutkan penelitiannya sampai simulasi loop tertutup pengendalian komposisi pada tangki pencampur.

Pada saat itu, parameter-parameter pengendali (K_C , τ_i , dan τ_D) disetel (*tuned*) menggunakan metode *Process Reaction Curve* (PRC). Hermawan Y.D (2011) juga mengimplementasikan metode PRC untuk menyetel parameter-parameter pengendali suhu pada pemanas tangki berpengaduk. Pada tahun 2016, Hermawan, Y.D., dkk telah menerapkan *proportional control* (P Control) untuk pengendalian *level* pada tangki cairan, dimana parameter K_C diprediksi berdasarkan kriteria kestabilan Routh-Hurwitz (RH). Kriteria kestabilan RH juga digunakan oleh Hermawan, Y.D. (2017), dan Hermawan, Y.D., dkk (2017) dalam memperkirakan kisaran parameter K_C dan τ_i untuk pengendalian laju alir cairan.

Tujuan penelitian ini adalah mengusulkan konfigurasi pengendalian komposisi pada tangki pencampur 10 L dengan laju alir larutan garam sebagai variabel termanipulasi dan menyetel parameter-parameter K_C , τ_i , dan τ_D menggunakan metode On-Off. Metode On-Off adalah metode loop terbuka yang sederhana dan murah (karena tidak memerlukan satu set peralatan pengendalian komposisi), dan dilakukan untuk menggantikan metode loop tertutup RTF (*Relay Feedback Test*) yang mahal (karena RFT memerlukan satu set peralatan pengendalian komposisi).

2. METODE PENELITIAN

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah air dan larutan garam. Peralatan yang digunakan yaitu satu set rangkaian alat percobaan seperti **Gambar 1**, *stopwatch*, gelas beker, dan konduktometer. Seperti ditunjukkan pada **Gambar 1**, No. 1 adalah tangki utama yang menunjukkan tangki pencampur (*mixing tank*). Tangki No. 1 mempunyai 2 input yaitu: arus-1 yang berasal dari tangki No. 2a dan arus-2 yang berasal dari tangki No. 3. Pada kondisi normal, arus-1 berasal dari tangki No. 2a, yaitu larutan garam dengan laju alir volumetrik $f_1(t)$, [ml/detik], dan konsentrasi $c_1(t)$, [g/ml]. Arus-2 adalah air dengan laju alir volumetrik $f_2(t)$, [ml/detik]. Laju alir arus-1 dan arus-2 ditera secara manual berdasarkan derajat bukaan *valve* (No. 7a,b) dengan bantuan busur derajat (No. 8a,b). Konsentrasi garam keluar tangki pencampur, $c_3(t)$, [g/ml], diukur menggunakan konduktometer.

Pada penelitian ini, tangki dirancang *overflow* sehingga volume cairan di dalam tangki selalu tetap. Tangki dilengkapi dengan pengaduk agar proses pencampuran dapat berlangsung dengan sempurna. Tangki No. 2b pada **Gambar 1** digunakan khusus untuk memberikan gangguan perubahan konsentrasi garam pada arus-1. Gangguan konsentrasi dapat dibuat dengan cara merubah konsentrasi arus-1 secara tiba-tiba dengan memutar katub No. 9 (*three-way-valve*) secara penuh.

Pada penelitian ini konsentrasi garam $c_3(t)$, [g/ml] ditetapkan sebagai CV (*Controlled Variable*), laju alir larutan garam $f_1(t)$ dipilih sebagai MV (*Manipulated Variable*), dan laju alir air $f_2(t)$ ditetapkan sebagai DV (*Disturbance Variable*). Gangguan perubahan konsentrasi garam pada arus-1 tidak dilakukan karena laju alir $f_1(t)$ telah dipilih sebagai variabel termanipulasi (MV), sehingga konsentrasi garamnya dianggap konstan.

Beberapa tahapan percobaan yang dilakukan untuk mencapai tujuan penelitian adalah sebagai berikut:

2.1. Percobaan Pendahuluan

Percobaan pendahuluan dilaksanakan untuk menera alat ukur laju aliran dan konduktometer, serta menentukan parameter *steady*, yaitu: laju alir \bar{f}_1 , \bar{f}_2 , dan \bar{f}_3 , konsentrasi garam pada arus-1 \bar{c}_1 dan arus-3 \bar{c}_3 .

2.2. Percobaan dinamika loop terbuka

Percobaan dinamika loop terbuka dilakukan dengan cara membuat gangguan perubahan laju alir air $f_2(t)$ secara tiba-tiba sesuai dengan fungsi tahap (*step function*). Selanjutnya dilakukan pengamatan respons konsentrasi garam pada arus keluar tangki pencampur. Respons pengamatan laboratorium

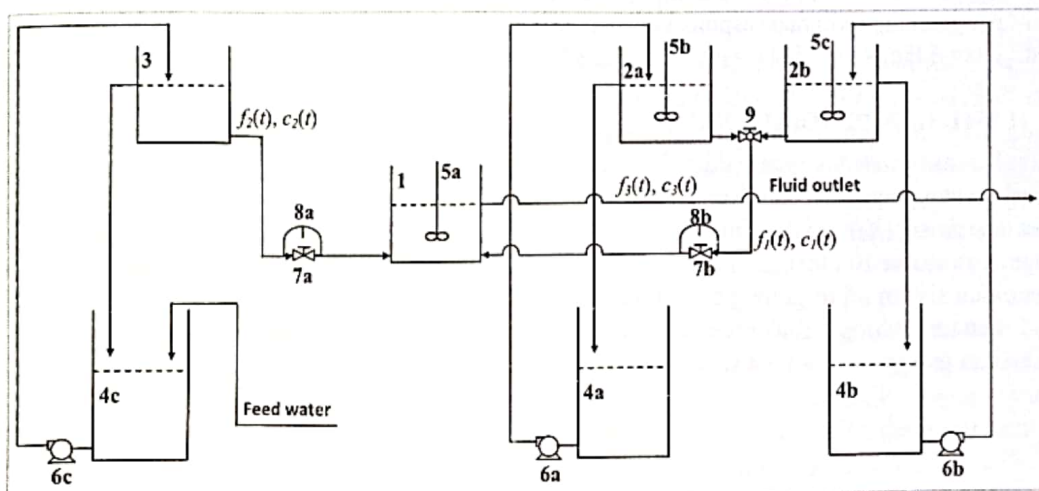
akan dibandingkan dengan respons yang dihasilkan dari penyelesaian model matematika sistem ini. Model matematika dalam *laplace transform* untuk sistem ini adalah sebagai berikut:

$$C_3(s) = \frac{K_1}{(\tau_p+1)} F_1(s) + \frac{K_2}{(\tau_p+1)} F_2(s) + \frac{K_3}{(\tau_p+1)} C_1(s) \dots\dots\dots (1)$$

dengan

$$\tau_p = \frac{V}{(\bar{f}_1 + \bar{f}_2)} \dots\dots\dots (2)$$

$$K_1 = \frac{\bar{c}_1 - \bar{c}_3}{(\bar{f}_1 + \bar{f}_2)} \dots\dots\dots (3)$$



Keterangan:

- | | | |
|--|---------------------|---------------------------|
| 1: Tangki Utama (<i>Mixing Tank</i>) | 4: Tangki penampung | 7: <i>Valve</i> |
| 2: Tangki umpan larutan garam | 5: Pengaduk | 8: Busur derajat |
| a. digunakan saat kondisi normal | | |
| b. digunakan untuk memberi gangguan | | |
| 3: Tangki umpan air | 6: Pompa | 9: <i>Three way valve</i> |

Gambar 1. Rangkaian alat percobaan

$$K_2 = \frac{-\bar{c}_3}{(\bar{f}_1 + \bar{f}_2)} \dots\dots\dots (4)$$

$$K_3 = \frac{\bar{f}_1}{(\bar{f}_1 + \bar{f}_2)} \dots\dots\dots (5)$$

Dalam penelitian ini, konsentrasi garam pada arus-1 adalah konstan sehingga persamaan (1) menjadi:

$$C_3(s) = \frac{K_1}{(\tau_p+1)} F_1(s) + \frac{K_2}{(\tau_p+1)} F_2(s) \dots\dots\dots (6)$$

Pada percobaan dinamika loop terbuka, gangguan laju alir air $f_2(t)$ dibuat berdasarkan fungsi tahap dengan cara menambah atau mengurangi bukaan *valve* No. 7a secara tiba-tiba. Respons $c_3(t)$ terhadap perubahan *step* laju alir air adalah sebagai berikut:

$$c_3(t) = \bar{c}_3 + K_2 \Delta f_2 (1 - e^{-t/\tau_p}) \dots\dots\dots (7)$$

2.3. Percobaan On-Off loop terbuka

Percobaan *On-Off* loop terbuka dilakukan untuk menyetel parameter pengendali komposisi pada sistem tangki pencampur dengan laju alir larutan garam sebagai MV (*manipulated variable*). Parameter PID (K_c , τ_i , τ_D) distel dengan prosedur sebagai berikut:

- a. Sistem dikondisikan *steady* dengan nilai parameter *steady* seperti yang diperoleh pada percobaan pendahuluan.
- b. Valve No. 7b pada arus-1 dibuka 100% secara tiba-tiba selama periode tertentu, kemudian dilakukan pengamatan terhadap respons konsentrasi garam $c_3(t)$.
- c. Valve No. 7b ditutup secara tiba-tiba selama periode tertentu, kemudian dilakukan pengamatan terhadap respons konsentrasi garam $c_3(t)$.
- d. Ulangi langkah b dan c sampai 2 atau 3 kali untuk mendapatkan kurva *on-off*.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Parameter *steady* yang dihasilkan dari percobaan pendahuluan disajikan pada **Tabel 1**. Berdasarkan parameter *steady* yang telah dihasilkan, konstanta waktu proses (τ_p), gain arus-1 (K_1), dan gain arus-2 (K_2) dapat dihitung dan hasilnya ditunjukkan pada **Tabel 2**. Sistem tangki pencampur (dengan volume 10 liter) memiliki konstanta waktu proses sebesar 61,7 detik (1,03 menit), dengan demikian sistem ini tergolong cukup sensitif terhadap perubahan *input*.

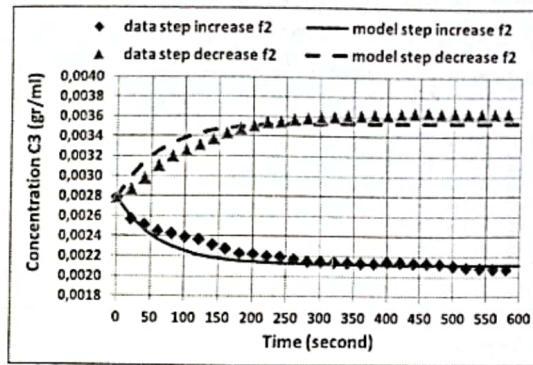
Dinamika loop terbuka terhadap perubahan step laju alir air (f_2) ditunjukkan pada **Gambar 2**. Beban gangguan f_2 dibuat sebesar $\pm 25\%$.

Tabel 1. Parameter *steady*

No	Variabel	Nilai
1	Laju alir volumetrik larutan garam masuk tangki; f_1 [ml/detik]	96
2	Laju alir volumetrik air masuk tangki; f_2 [ml/detik]	76
3	Laju alir volumetrik larutan garam keluar tangki; f_3 [ml/detik]	172
4	Konsentrasi larutan garam masuk tangki; c_1 [gr/ml]	0,0050
5	Konsentrasi larutan garam keluar tangki; c_3 [gr/ml]	0,0028
6	Volume larutan garam di dalam tangki; V [ml]	10613

Tabel 2. Konstanta waktu proses dan *gain*

Parameter	Satuan	Nilai
τ_p	detik	61,7
K_1	$\frac{(\text{gr})(\text{detik})}{(\text{ml})^2}$	1,2791E-5
K_2	$\frac{(\text{gr})(\text{detik})}{(\text{ml})^2}$	-1,6279E-5

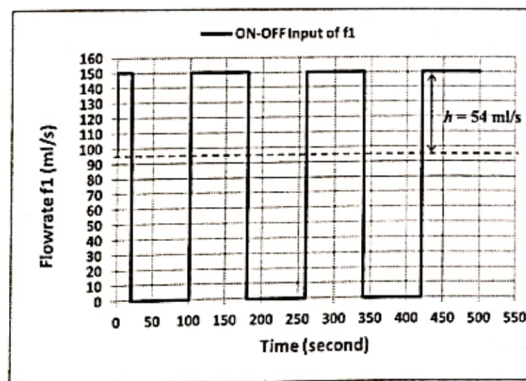


Gambar 2. Respons dinamis $c_3(t)$ terhadap perubahan input $f_2(t)$.

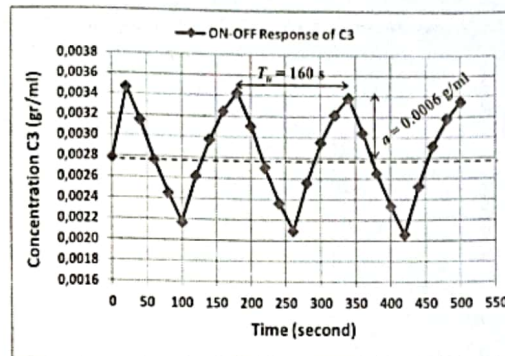
Gangguan *step increase* laju alir air (f_2) dibuat dengan cara menambah bukaan *valve* No. 7a pada Gambar 1 secara tiba-tiba sehingga lajunya naik dari 76 ml/detik ke 117 ml/detik. Dengan demikian beban gangguan yang terjadi adalah $\Delta f_2 = 41$ ml/detik. Seperti yang terlihat di Gambar 2, konsentrasi larutan garam c_3 di tangki turun seiring dengan naiknya laju alir air masuk tangki, dan akhirnya mencapai nilai *steady* baru 0,0021 gr/ml setelah 300 detik. Garis sambung pada Gambar 2 merupakan respons terhadap perubahan *step increase* f_2 yang dihasilkan dari model matematika. Respons model *step increase* f_2 menunjukkan *trend* yang sama dan dekat dengan respons data hasil percobaan.

Gangguan *step decrease* laju alir air (f_2) dibuat dengan cara mengurangi bukaan *valve* No. 7a pada Gambar 1 secara tiba-tiba sehingga lajunya turun dari 76 ml/detik ke 30 ml/detik. Dengan demikian beban gangguan yang terjadi adalah $\Delta f_2 = -46$ ml/detik. Seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2, konsentrasi larutan garam c_3 di tangki naik seiring dengan turunnya laju alir air masuk tangki, dan akhirnya mencapai nilai *steady* baru 0,0036 gr/ml setelah 300 detik. Garis putus-putus pada Gambar 2 merupakan respons terhadap perubahan *step decrease* f_2 yang dihasilkan dari model matematika. Sekali lagi, respons model *step decrease* menunjukkan *trend* yang sama dan dekat dengan respons data hasil percobaan.

Hasil percobaan *on-off* loop terbuka ditunjukkan pada Gambar 3 dan Gambar 4. *Valve* pada arus-1 (No. 7b pada Gambar 1) dibuka dan ditutup secara periodik, sehingga menghasilkan kurva *on-off* laju alir air (f_1) seperti Gambar 3. Kurva *on-off* pada Gambar 3 menghasilkan ketinggian *relay* (h) sebesar 54 ml/detik.



Gambar 3. Kurva *on-off* laju alir f_1 .



Gambar 4. Kurva *on-off* konsentrasi c_3 .

Kurva *on-off* konsentrasi c_3 ditunjukkan pada **Gambar 4**. *Ultimate periode* (T_u) dan *amplitude* (a) dapat ditentukan berdasarkan *on-off* konsentrasi c_3 . Seperti dapat dilihat pada **Gambar 4**, diperoleh $T_u = 160$ detik, dan $a = 0.0006$ g/ml. Selanjutnya, *ultimate gain* (K_u) dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$K_u = \frac{4h}{a\pi} = 114.650 \dots\dots\dots (8)$$

Parameter PID (K_c , τ_i , τ_D) selanjutnya distel berdasarkan model Ziegler-Nichols dan hasilnya disajikan pada **Tabel 3**.

Tabel 3. Hasil penyetelan parameter PID

Controller	K_c	τ_i	τ_D
P	$\frac{K_u}{2}$ = 52325		
PI	$\frac{2 K_u}{5}$ = 45860	$\frac{4 T_u}{5}$ = 128	
PID	$\frac{3 K_u}{5}$ = 68790	$\frac{T_u}{2}$ = 80	$\frac{3 T_u}{25}$ = 19

4. KESIMPULAN

Percobaan loop terbuka tentang dinamika komposisi pada tangki pencampur 10 liter dengan laju alir larutan garam sebagai variabel termanipulasi dan laju alir air sebagai variabel gangguan telah dilakukan di laboratorium. Hasil pengamatan di laboratorium menunjukkan bahwa sistem tangki pencampur mampu menghasilkan respons stabil terhadap perubahan gangguan laju alir air dengan beban $\pm 25\%$. Selain itu, respons yang dihasilkan oleh model matematika menunjukkan *trend* yang sama dan dekat dengan data hasil pengamatan di laboratorium.

Percobaan *on-off* loop terbuka menghasilkan parameter PID: *controller gain* $K_c=68790$, *integral time constant* $\tau_i=80$ detik, dan *derivative time constant* $\tau_D=19$ detik. Untuk mengevaluasi hasil *tuning* parameter PID tersebut, maka simulasi dinamis loop tertutup perlu dilakukan pada penelitian selanjutnya.

5. UCAPAN TERIMAKASIH

Kami mengucapkan terimakasih kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (LPPM) UPN “Veteran” Yogyakarta atas dukungan dana untuk penelitian ini.

REFERENSI

- Hermawan, Y.D., 2017, Design of Flow Control System with A Kickback Flow as A Manipulated Variable, *EKSERGI*, Jurnal Program Studi Teknik Kimia UPN "Veteran" Yogyakarta Vol 14, No. 2. 2017, P-ISSN: 1410-394X, E-ISSN: 2460 8203, p.23-28. <http://jurnal.upnyk.ac.id/index.php/eksergi/article/view/2089>
- Hermawan, Y.D., 2011, Implementation of Process Reaction Curve for Tuning of Temperature Control Parameters in A 10 L Stirred Tank Heater, *Journal of Materials Science and Engineering A 1*, formerly part of Journal of Materials Science and Engineering, ISSN 1934-8959, p. 572-577. DOI: 10.17265/2161-6213/2011.09.017, <http://www.davidpublisher.org/Public/uploads/Contribute/55fa0fe6b0f06.pdf>
- Hermawan, Y.D., Haryono, G., Agustin, M., & Abiad, H., 2012, Dinamika Komposisi pada Sistem Tangki Pencampur 10 L, *Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia "Kejuangan"*, Jurusan Teknik Kimia UPNVY, 6 Maret 2012, ISSN: 1693-4393, p. C15-1-C15-6. <http://jurnal.upnyk.ac.id/index.php/kejuangan/article/view/519>
- Hermawan, Y.D. & Haryono, G., 2012, Dynamic Simulation and Composition Control in A 10 L Mixing Tank, *Jurnal Reaktor*, Jurnal Terakreditasi SK No. 66b/DIKTI/Kep/2011, Jurusan Teknik Kimia UNDIP, ISSN 0852-0798, Vol.14 No 2, Oktober, p. 95-100, DOI: 10.14710/reaktor.14.2.95-100., <http://ejournal.undip.ac.id/index.php/reaktor/article/view/4802/4352>
- Hermawan, Y.D., Reningtyas, R., Kholisoh, S.D. & Setyoningrum, T.M., 2016, Design of Level Control in A 10 L Pure Capacitive Tank: Stability Analysis and Dynamic Simulation, *International Journal of Science and Engineering (IJSE)*, Vol.10 No. 1, Januari, p.10-16, DOI: 10.12777/ijse.10.1.10-16. <http://www.ejournal.undip.ac.id/index.php/ijse/article/view/8538/pdf>
- Hermawan, Y.D., Krisnawan, D.A. & Kinanti, N.L.D.W., 2017, Perancangan Sistem Pengendalian Laju Alir Cairan dengan Voltase Pompa sebagai Variabel Termanipulasi, *Seminar Nasional Teknik Kimia (SNTK) UNNES*, p. 92-99. <http://seminar.unnes.ac.id/event-semnastekkim/page/publikasi>, <https://drive.google.com/file/d/0B8DhN-qAN4qsd3RKMUNvdmtfR2M/view>
- Luyben, W.L, 2002, *Plantwide Dynamic Simulators in Chemical Processing and Control*, Marcel Dekker, Inc., USA.
- Marlin, T.E., 1995, *Designing Processes and Control Systems for Dynamic Performance*, 2nd ed., McGraw-Hill, USA.
- Smith, C.A., & Corripio, A.B., 1997, *Principles and Practice of Automatic Process Control*, 2nd ed., John Wiley & Sons, Inc., USA.
- Stephanopoulos, G., 1984, *Chemical Process Control: An Introduction to Theory and Practice*, PTR. Prentice-Hall, Inc., A Simon and Shuster Company, New Jersey.



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" YOGYAKARTA
LEMBAGA PENELITIAN DAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT

Sertifikat

NO : 155/UN62.21/LPPM/X/2018

diberikan kepada

MITHA PUSPITASARI

sebagai

PEMAKALAH PENELITIAN

Seminar Nasional Ke-4
Call for Paper & Pameran
Hasil Penelitian dan Pengabdian
Kemenristekdikti RI

**"APLIKASI RISET DALAM DUNIA INDUSTRI
UNTUK KEMAJUAN BANGSA"**

Yogyakarta, 9 Oktober 2018

Ketua LPPM
UPN "Veteran" Yogyakarta

Dr. Ir. Heru Sigit Purwanto, M.T
NIP. 195812021992031001

