

**PERANCANGAN SISTEM PENGENDALIAN TEMPERATUR
PADA *DIGESTER* PEMBUATAN *PULP* TIPE *BATCH***



**Disusun Sebagai Salah Satu Syarat
Menyelesaikan Pendidikan Sarjana Terapan (DIV)
Pada Jurusan Teknik Kimia Program Studi Teknologi Kimia Industri**

OLEH:

**UMI NOPITASARI
0617 4042 1557**

**POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA
PALEMBANG
2021**

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

**PERANCANGAN SISTEM PENGENDALIAN TEMPERATUR
PADA *DIGESTER* PEMBUATAN *PULP* TIPE *BATCH***

OF EE:

UMI NOPITASARI
0617 4042 1557

Palembang, . Agustus 2021

Menyetujui,
Pembimbing I,

Pembimbing II,



Indah Purnamasari, S.T., M.Eng.
NIDN 0027038701



Anasari Meidinarasty, B.Eng., M.Si
NIDN 0031056604

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Kimia




Ir. Jaksen D. Amin, M.Si.
NIP 196209041990031002

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa, karena atas rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir yang berjudul “Perancangan Sistem Pengendalian Temperatur Pada Digester Pembuatan *Pulp Tipe Batch*”.

Laporan ini disusun untuk memenuhi persyaratan Menyelesaikan Pendidikan Sarjana Terapan Pada Jurusan Teknik Kimia Program Studi D-IV Teknologi Kimia Industri di Politeknik Negeri Sriwijaya serta disusun berdasarkan ilmu dan materi yang diperoleh selama penelitian yang dilaksanakan mulai dari tanggal 16 Juni - 16 Juli 2020.

Dalam melaksanakan penelitian ini penulis telah banyak menerima bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak, maka pada kesempatan ini penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Allah SWT Sang Maha Pencipta segala makhluk hidup di alam semesta.
2. Orang tua serta keluarga yang selalu mendoakan dan mendukung hingga terlaksananya kerja praktik ini.
3. Bapak Dr. Ing. Ahmad Taqwa, M.T., selaku Direktur Politeknik Negeri Sriwijaya beserta jajarannya.
4. Bapak Ir. Jaksen, M.Si., selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya.
5. Bapak Ir. Robert Junaidi, M.T., selaku Ketua Program Studi D-IV Teknologi Kimia Industri Politeknik Negeri Sriwijaya.
6. Bapak Ahmad Zikri, S.T., M.T. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya.
7. Indah Purnamasari, S.T., M.Eng. selaku Pembimbing I Laporan Tugas Akhir di Politeknik Negeri Sriwijaya.
8. Aneasari Meidinariasty, B.Eng., M.Si. selaku Pembimbing II Laporan Tugas Akhir di Politeknik Negeri Sriwijaya
9. Teman-teman kelas KIA angkatan 2018, khususnya Rara dan Aza yang selalu ada, baik suka maupun duka.

10. Seluruh pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu, yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini.

Akhir kata semoga Laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi yang membacanya. Penyusun menyadari bahwa laporan ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu penyusun mengharapkan kritik dan saran yang membangun.

Palembang, Juli 2021

Penulis

ABSTRAK

PERANCANGAN SISTEM PENGENDALIAN TEMPERATUR PADA *DIGESTER* PEMBUATAN *PULP* TIPE *BATCH*

Umi Nopitasari, 2021, 47 Halaman, 9 Tabel, 21 Gambar

Peningkatan produksi *pulp* dengan kebutuhan bahan baku tidak seimbang, dimana proses pembentukan kayu membutuhkan waktu yang lama, namun produksi pulp terus meningkat. Oleh karena itu, dibutuhkan bahan baku alternatif selain kayu yaitu Tandan kosong kelapa sawit dan pelepah pisang. Proses pemasakan pulp sangat menentukan berjalannya proses dan juga berpengaruh terhadap penentuan kualitas pulp yang dihasilkan, sehingga dilakukan perancangan sistem pengendalian temperatur *on/off* otomatis sebagai pelengkap pada alat *digester* pembuatan pulp tipe *batch* yang mudah dioperasikan, efektif dan aman. Metode penelitian diawali dengan merancang sistem pengendalian temperatur yang meliputi kontroler, *transduser*, termokopel, dan *heater*. Kemudian diuji kinerja pengendalian tersebut dengan pembuatan *pulp*. Parameter penelitian ini ialah variasi suhu dan temperatur di dalam *digester* dengan waktu pengamatan setiap 30 detik pada kondisi temperatur *set point* 100°C, 105°C, 110°C, 115°C dan 120°C. Hasil pengujian menunjukkan bahwa dengan menggunakan mode pengendali *on/off* otomatis memiliki error pengukuran 0,875°C, histerisis $\pm 1^\circ\text{C}$, *control lag* rata-rata 96 detik dan periode osilasi rata-rata 9,7 menit. Selain itu, penerapan sistem pengendali temperatur melalui pembuatan *pulp* menghasilkan rendeman *pulp* sebesar 52,56% dan kadar selulosa 55,74%.

Kata kunci: Sensor, Temperatur, *Controller*, *Digester*, *Pulp*.

ABSTRACT

DESIGN OF TEMPERATURE CONTROL SYSTEM ON BATCH TYPE PULP DIGESTER

Umi Nopitasari, 2021, 47 Halaman, 9 Tabel, 21 Gambar

The increase in pulp production with the need for raw materials is not balanced, where the wood formation process takes a long time, but pulp production continues to increase. Therefore, alternative raw materials other than wood are needed, namely oil palm empty fruit bunches and banana midribs. The pulp cooking process greatly determines the process and also affects the quality of the pulp produced, so that an automatic on/off temperature control system is designed as a complement to the batch type pulp digester which is easy to operate, effective and safe. The research method begins with designing a temperature control system that includes a controller, transducer, thermocouple, and heater. Then tested the control by making pulp. The parameters of this research are variations in temperature and temperature in the digester with observations every 30 seconds at temperature set point conditions of 100°C, 105°C, 110°C, 115°C and 120°C. The test results show that using an automatic on/off mode controller has a measurement error of 0.875°C, an average hysteresis control lag of 96 seconds and an average oscillation period of 9.7 minutes. In addition, the application of a temperature control system through pulping resulted in a pulp yield of 52.56% and cellulose 55.74%.

Keywords : Sensor, Temperature, Controller, Digester, Pulp.

MOTTO

There is no incurable disease except laziness. There is no useless medicine other than lack of knowledge.

(Ibnu Sina)

life is like riding a bicycle. To keep your balance,
you have to keep moving.

(Albert Einstein)

Kita lebih kuat dari apa yang kita bayangkan

(Najwa Shihab)

The pain you feel today will be the strength you feel tomorrow

(Nicole)

If we believe in a possibility and a hope,
even when the unexpected happens,
we will not lose our way. But we will discover something new.

(Kim Namjoon, BTS)

Jangan pernah berhenti berusaha, jangan pernah berhenti menyerah.
Harimu akan datang.

(Anonymous)

Jika kamu merasa ingin menyerah, lihat kembali seberapa jauh kamu
sudah berjuang

(Anon)

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
ABSTRAK	iii
ABSTACT	iv
MOTTO	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan.....	3
1.4 Manfaat.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Tandan Kosong kelapa Sawit.....	4
2.2 Pelepah pisang.....	4
2.3 Pulp.....	6
2.3.1 Proses Pembuat <i>Pulp</i>	6
2.4 Digester.....	8
2.4.1 Jenis-jenis Digester.....	8
2.5 Pengendalian Proses.....	10
2.5.1 Prinsip Pengendalian Proses.....	10
2.5.2 Syarat Sistem pengendalian.....	11
2.5.3 Parameter Sistem pengendalian Proses.....	13
2.6 Sistem Pengendalian Temperatur.....	16
2.6.1 Sistem Pengendalian ON-OFF.....	19
2.6.2 Sensor.....	21
2.7 Elemen Pemanas.....	22
BAB III METODE PENELITIAN	24
3.1 Pendekatan Desain Fungsional.....	24
3.2 Pendekatan Desain Struktural.....	24
3.3 Pembuatan Sistem Pengendali.....	26
3.3.1 Bahan yang Digunakan Pada Panel Pengendali.....	26
3.3.2 Alat yang Digunakan.....	27
3.3.3 Prosedur Pembuatan Panel Pengendali.....	27
3.3.4 Pembuatan Kendali Proses.....	27
3.4 Pertimbangan Percobaan.....	28
3.4.1 Waktu dan Tempat.....	28
3.4.2 Alat dan Bahan.....	28
3.4.3 Perlakuan dan Analisis Statistik Sederhana.....	29
3.5 Prosedur Penelitian.....	29
3.5.1 Pembuatan Alat Pembuat <i>Pulp</i>	29

3.5.2 Pengujian Alat Digester.....	29
3.5.3 Prosedur Pembuatan Pulp.....	30
3.5.4 Pengendalian Temperatur.....	31
3.5.5 Analisa Kadar Selulosa	31
3.6 Diagram Balok Penelitian.....	33
BAB IV Hasil dan Pembahasan.....	35
4.1 Hasil Penelitian.....	35
4.1.1 Hasil Analisis Parameter Kontrol Sistem Pengendalian.....	35
4.1.2 Hasil Perbandingan Pengukuran Termometer dan Termokopel.....	35
4.1.3 Hasil Uji Kinerja Sistem Pengendalian Temperatur.....	36
4.2 Pembahasan.....	37
4.2.1 Perancangan Sistem Pengendalian Temperatur.....	37
4.2.2 Parameter Kontrol Pengendalian Temperatur.....	38
4.2.3 Perbandingan Pengukuran Termometer dan Termokopel.....	39
4.2.4 Uji Pengendalian Temperatur.....	40
4.2.5 Uji Kestabilan Temperatur.....	41
4.2.6. Uji Sistem Pengendalian melalui Pembuatan <i>Pulp</i>	44
BAB V Kesimpulan dan Saran.....	46
5.1 Kesimpulan.....	46
5.2 Saran.....	47
DAFTAR PUSTAKA.....	48
LAMPIRAN	50

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2.1 Komposisi Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS).....	4
2.2 Komposisi Pelepah Pisang.....	5
2.3 Standar Kualitas Pulp.....	6
4.1 Parameter Kontrol Sistem Pengendalian.....	35
4.2 Hasil Perbandingan Pengukura Temometer dan Termokopel.....	35
4.3 Pengujian Pengendalian Temperatur.....	36
4.4 Pengujian Kestabilan Temperatur.....	36
4.5 Perbandingan Waktu <i>Set point</i> Termometer Raksa dan Termokopel.....	37
4.6 Perbandingan Hasil Analisa Pembuatan Pulp.....	37

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1 Tandan Kosong Kelapa Sawit.....	4
2.2 Pelepah Pisang.....	5
2.3 Respon Pengendalian Stabil dan Tidak Stabil.....	12
2.4 Perubahan Tanggapan Transien.....	12
2.5 Penentuan Persamaan.....	13
2.6 Respon Tanpa/Regulasi.....	15
2.7 Skema Pengendalian Temperatur.....	17
2.8 <i>Stirred Tank Reactor</i>	17
2.9 Aksi Pengendalian Suhu.....	18
2.10 Diagram Blok Pengendalian On-Off.....	19
2.11 Daerah Netral.....	20
2.12 Rangkaian Dasar Termokopel.....	21
2.13 Bagian Dalam Elemen Pemanas.....	22
3.1 Rancangan Alat Pembuatan <i>Pulp</i>	25
3.2 Tampak Depan Alat Pembuatan <i>Pulp</i>	26
3.3 Skema Pengendalian Temperatur Digester.....	26
3.4 Diagram Balok Sistem pengendalian Temperatur.....	33
3.5 Diagram Alir Perancangan dan Penelitian Alat Pembuatan <i>Pulp</i>	34
4.1 Perbandingan Pengukuran Termometer dan Termokopel tipe K.....	40
4.2 Grafik Pengendalian temperatur.....	41
4.3 Grafik Kestabilan Pengendalian Temperatur Pada <i>Set Point</i> 100°C.....	43

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
LAMPIRAN A Data.....	50
LAMPIRAN B Perhitungan.....	54
LAMPIRAN C Dokumentasi.....	64
LAMPIRAN D Surat-surat.....	68