

**ANALISIS ENERGI PELELEHAN DAN PENCAMPURAN
PADA MESIN *INTERNAL MIXER***

SKRIPSI

OLEH:

**KHOIRUL AMRI HASIBUAN
178130146**



**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2023**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 8/11/23

Access From (repository.uma.ac.id)8/11/23

ANALISIS ENERGI PELELEHAN DAN PENCAMPURAN

PADA MESIN *INTERNAL MIXER*

SKRIPSI

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh
Gelar Sarjana di Fakultas Teknik
Universitas Medan Area



Oleh:

KHOIRUL AMRI HASIBUAN

178130146

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MEDAN AREA

MEDAN

2023

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area


Document Accepted 8/11/23


Access From (repository.uma.ac.id)8/11/23


HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI


Judul Proposal : Analisis Energi Pelelehan Dan Pencampuran Pada Mesin
Internal Mixer
Nama Mahasiswa : Khoirul Amri Hasibuan
NIM : 178130146
Fakultas : Teknik

Disetujui Oleh
Komisi Pembimbing


Indra Hermawan, S.T., M.T
Pembimbing I


Dr. Iswandi, S.T., M.T
Pembimbing II


Dr. Rahmad Yafi, S.Kom, M.Kom
Dekan


Muhammad Idris, S.T., M.T
Ka. Prodi/ WD I

Tanggal Lulus: 14 September 2023

HALAMAN PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa skripsi yang saya susun, sebagai syarat memperoleh gelar sarjana merupakan karya tulis saya sendiri. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan skripsi ini yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan sumbernya secara jelas sesuai norma, kaidah, dan etika penulisan ilmiah.

Saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar akademik yang saya peroleh dan sanksi-sanksi lainnya dengan peraturan yang berlaku, apabila di kemudian hari ditemukan adanya plagiat dalam skripsi ini

Medan, 14 September 2023



Khoirul Amri Hasibuan

178130146

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI ILMIAH

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR/SKRIPSI/TESIS UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademik Universitas Medan Area, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Khoirul Amri Hasibuan
NPM : 178130146
Program Studi : Teknik Mesin
Fakultas : Teknik
Jenis Karya : Skripsi/Tugas Akhir

demi membangun ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Medan Area **Hak Bebas Royalty** (*Non-exclusive Royalty-Free Right*) atas Tugas Akhir saya yang berjudul : Analisis Energi Pelelehan Dan Pencampuran Pada Mesin *Internal Mixer*.

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalty non-eksklusif ini Universitas Medan Area berhak menyimpan, mengalihmedia/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di Medan

Pada tanggal 14 September 2023

Yang menyatakan

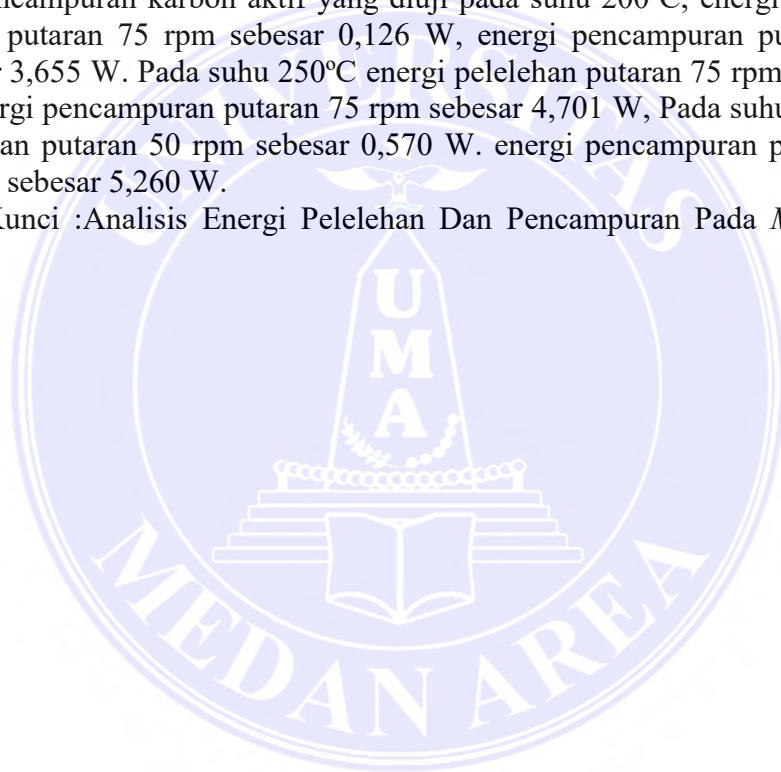


(Khoirul Amri Hasibuan)

ABSTRAK

Mesin *mixer* ini memiliki prinsip kerjanya adalah melelehkan dan mengaduk untuk mencampur material biji plastik dengan serbuk karbon aktif sehingga mencapai pencampuran yang homogen, kerja mesin berupa putaran motor yang di transmisikan ke *gearbox* kemudian menggerakkan rotor/mata pisau dengan dua arah putaran yang berlawanan. Dalam proses pelelehan biji plastik menggunakan elemen pemanas listrik *Cartridge Heater*. Suhu elemen pemanas tersebut adalah 200°C-300°C. Pelelehan dan Pencampuran biji plastik menggunakan variasi putaran yang berbeda 25,50,75 rpm. Tujuan dari pengaturan suhu yang berbeda itu untuk dilakukan analisis energi pelelehan dan pencampuran biji plastik dan karbon aktif yang terjadi pada mesin *internal mixer* di masing-masing suhu dan putaran mata pisau. Hasil analisa dan pembahasan energi pelelehan biji plastik dan pencampuran karbon aktif yang diuji pada suhu 200°C, energi pelelehan biji plastik putaran 75 rpm sebesar 0,126 W, energi pencampuran putaran 75 rpm sebesar 3,655 W. Pada suhu 250°C energi pelelehan putaran 75 rpm sebesar 0,293 W. energi pencampuran putaran 75 rpm sebesar 4,701 W, Pada suhu 300°C energi pelelehan putaran 50 rpm sebesar 0,570 W. energi pencampuran putaran 25 dan 50 rpm sebesar 5,260 W.

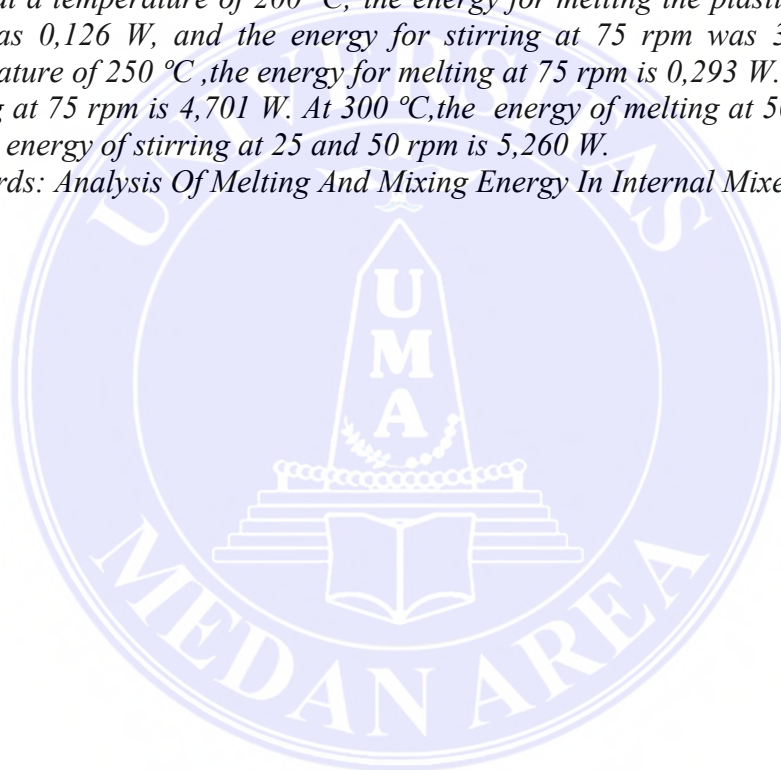
Kata Kunci : Analisis Energi Pelelehan Dan Pencampuran Pada *Mesin Internal Mixer*.



ABSTRACT

This mixer machine has a working principle of melting and stirring to mix the plastic seed material with activated carbon powder so as to achieve homogeneous mixing. The work of the machine is in the form of motor rotation, which is transmitted to the gearbox, which then moves the rotor or blade in two opposite rotation directions. In the process of melting plastic pellets using an electric heating element, a cartridge heater is used. The temperature of the heating element is 200°C–300°C. Melting and mixing of plastic pellets using different rotation variations of 25, 50, and 75 rpm. The purpose of setting the different temperatures is to analyze the energy balance that occurs in the internal mixer machine at each temperature. The results of the analysis and discussion of the calorific value of melting the plastic pellets and stirring the activated carbon were tested at a temperature of 200 °C; the energy for melting the plastic pellets at 75 rpm was 0,126 W, and the energy for stirring at 75 rpm was 3,655 W. At a temperature of 250 °C, the energy for melting at 75 rpm is 0,293 W. The energy of stirring at 75 rpm is 4,701 W. At 300 °C, the energy of melting at 50 rpm is 0,570 W. The energy of stirring at 25 and 50 rpm is 5,260 W.

Keywords: Analysis Of Melting And Mixing Energy In Internal Mixer Machines..

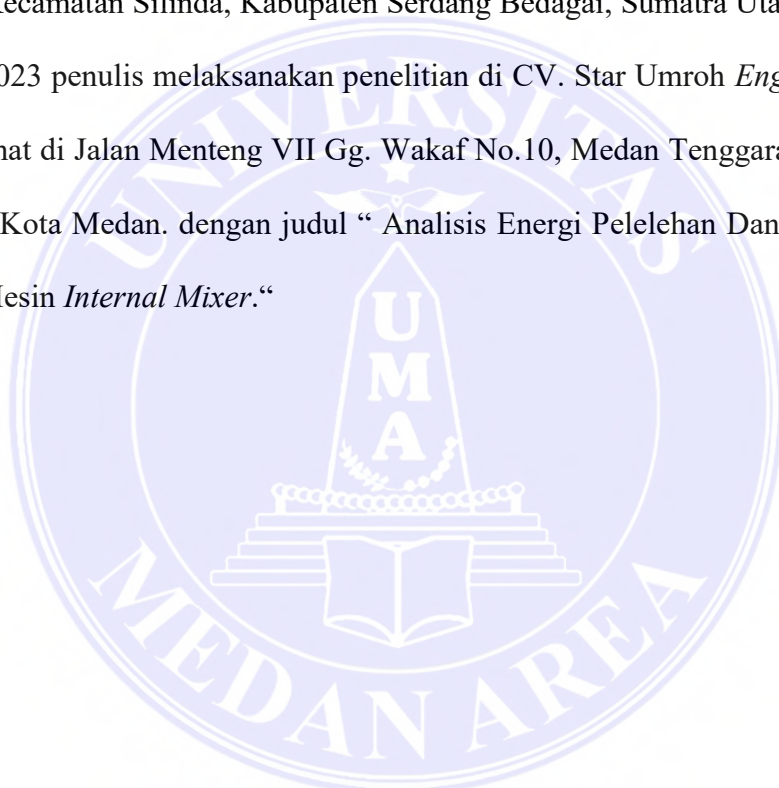


RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Batang Toru, pada tanggal 18 Juni 1998 dari Ayah Iskandar Muda Hasibuan dan Ibu Hj.Emmi Khairani Siregar S.Pd. Penulis merupakan Putra Kelima dari Lima bersaudara.

Tahun 2017 Penulis Lulus dari SMA Swasta Karya Baru Padangsidimpuan dan pada tahun 2017 terdaftar sebagai Mahasiswa Fakultas Teknik Universitas Medan Area.

Tahun ajaran 2020/2021 penulis melaksanakan Kerja Praktek (KP) di PT. Cinta Raja, Kecamatan Silinda, Kabupaten Serdang Bedagai, Sumatra Utara. Pada tahun 2022/2023 penulis melaksanakan penelitian di CV. Star Umroh *Engineering* yang beralamat di Jalan Menteng VII Gg. Wakaf No.10, Medan Tenggara, Kec. Medan Denai, Kota Medan. dengan judul “ Analisis Energi Pelelehan Dan Pencampuran Pada Mesin *Internal Mixer*.“



KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Kuasa atas segala karunia-Nya sehingga skripsi ini berhasil diselesaikan. Adapun judul yang dipilih penulis yaitu “Analisis Energi Pelelehan Dan Pencampuran Pada Mesin *Internal Mixer*”.

Terima kasih penulis sampaikan kepada Bapak Indra Hermawan ST, MT selaku Dosen Pembimbing I dan Bapak Dr. Iswandi ST, MT, selaku Dosen Pembimbing II yang telah banyak memberi saran. Disamping itu penghargaan penulis sampaikan kepada teman-teman teknik mesin stambuk 2017 yang telah membantu penulis selama melaksanakan penelitian. Ungkapan terima kasih juga disampaikan kepada Ayah Iskandar Muda Hasibuan, Ibu Hj. Emmi Khairani Siregar S.Pd., serta seluruh keluarga atas segala doa dan perhatiannya.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih memiliki kekurangan, oleh karena itu kritik dan saran yang bersifat membangun sangat penulis harapkan demi kesempurnaan skripsi ini. Penulis berharap skripsi ini dapat bermanfaat baik untuk kalangan pendidikan maupun masyarakat. Akhir kata penulis ucapkan terimakasih.

Penulis

(Khoirul Amri Hasibuan)

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI.....	i
HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI.....	ii
HALAMAN PERNYATAAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI ILMIAH	iiv
ABSTRAK	v
<i>ABSTRACT</i>	vii
RIWAYAT HIDUP.....	viii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR NOTASI	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Perumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Hipotesis Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Energi.....	4
2.2 Perpindahan panas	5
2.2.1 Konveksi	6
2.2.2 Radiasi	6
2.2.3 Konduksi.....	7
2.2.4 Perpindahan panas menyeluruh	7
2.3 Pengertian <i>mixing</i> /pencampuran.....	8
2.4 Proses <i>mixing</i> /pencampuran	9
2.5 Mesin internal mixer.....	10
2.5.1 Hopper	11
2.5.2 Barrel	11
2.5.3 Twin blade	12
2.5.4 End Plate	12
2.6 Waktu Tahan.....	13
2.7 Komposit.....	13
2.8 Komponen penyusun partikel komposit	16
2.8.1 Biji plastik.....	16
2.8.2 Serbuk arang aktif.....	18
2.9 <i>Stainless Steel</i>	18
2.10 Sistem pemanas	19
2.11 Elemen Pemanas Listrik Bentuk Dasar.....	20
2.12 Elemen Pemanas Listrik Bentuk Lanjut.....	21
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	24
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian.....	24
3.1.1 Tempat	24

3.1.2 Waktu Pelaksanaan Penelitian	24
3.2 Alat dan Bahan.....	25
3.2.1 Alat.....	25
3.2.2 Bahan	27
3.3 Metode Penelitian	28
3.3.1 Sistematika Penelitian.....	28
3.3.2 Parameter pengukuran	29
3.3.3 Prosedur penelitian	29
3.3.4 Analisis data.....	30
3.4 Populasi Dan Sampel.....	30
3.5 Prosedur Kerja	31
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	32
4.1 Hasil	32
4.1.1 Energi pelelehan plastik pada temperatur 200°C,250°C,300°C	32
4.1.2 Energi pencampuran bahan pada temperatur 200,250,300°C.....	32
4.1.3 Waktu pelelehan plastik suhu 200,250,300°C rpm 25,50,75.....	33
4.2 Pembahasan	34
4.2.1 Energi pelelehan biji plastik pada temperatur 200,250,300°C	34
4.2.2 Energi pencampuran bahan pada temperatur 200,250,300°C.....	35
4.2.3 Proses pelelehan dan pencampuran pada suhu 200,250,300°C	36
BAB V SIMPULAN DAN SARAN	41
5.1 Simpulan:.....	41
5.2 Saran	41
DAFTAR PUSTAKA	42

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Karakteristik Matrix Polyester Resin.....	16
Tabel 3.1 Jadwal Tugas Akhir	24
Tabel 3. 2 Populasi Spesimen	30
Tabel 4.1.1 Energi pelelehan plastik pada temperatur 200,250,300°C	32
Tabel 4.1.2 Energi pencampuran bahan pada temperatur 200,250,300°C.....	32
Tabel 4.1.3 Waktu Pelelehan Plastik suhu 200°C rpm 25,50,75	33
Tabel 4.1.4 Waktu pelelehan plastik suhu 250 rpm 25,50,75	33
Tabel 4.1.5 Waktu pelelehan suhu 300 rpm 25,50,75.....	34



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 mesin internal mixer.....	11
Gambar 2.2 <i>Hopper</i>	11
Gambar 2.3 <i>Barrel</i>	12
Gambar 2.4 <i>Twin blade</i>	12
Gambar 2.5 <i>End Plate</i>	13
Gambar 2.6 <i>Reinforcement dan matriks komposit</i>	14
Gambar 2.7 Plastik <i>polypropylene</i>	17
Gambar 2.8 Serbuk arang.....	18
Gambar 2.9 <i>Stainless steel</i>	19
Gambar 2.10 <i>Coil Heater</i>	21
Gambar 2.11 <i>Tubular heater</i>	21
Gambar 2.12 <i>Cartridge heater</i>	22
Gambar 2.13 <i>Band nozzle heater</i>	22
Gambar 2.14 <i>Stipe heater</i>	23
Gambar 3.1 <i>Cartridge heater</i>	25
Gambar 3.2 <i>Thermostat</i>	26
Gambar 3.3 <i>Stopwatch</i>	26
Gambar 3.4 <i>Thermocouple</i>	27
Gambar 3.5 Plastik <i>polypropylene</i>	27
Gambar 3.6 Serbuk arang.....	28
Gambar 3.7 <i>End plate</i>	28
Gambar 3.8 <i>Diagram alir penelitian</i>	31
Gambar 4.1 Energi pelelehan biji plastik Temperatur 200,250,300°C.....	34
Gambar 4.2 Energi pencampuran pada temperatur 200,250,300 °C.....	35
Gambar 4.3 Proses Pelelehan dan pencampuran suhu 200 °C rpm 25,50,75.....	36
Gambar 4.4 Proses pelelehan dan pencampuran suhu 250 °C rpm 25.50.75.....	36
Gambar 4.5 Proses pelelehan dan pencampuran suhu 300 °C rpm 25,50,75.....	37
Gambar 4.6 Sampel parameter 1x500.....	37
Gambar 4.7 Sampel parameter 2x500.....	37
Gambar 4.8 Sampel parameter 3x500.....	37

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1.1 Proses mesin <i>internal mixer</i> putaran 25 rpm suhu 200 °C	43
Lampiran 1.2 Proses mesin <i>internal mixer</i> putaran 50 rpm suhu 200 °C.....	45
Lampiran 1.3 Proses mesin <i>internal mixer</i> putaran 75 rpm suhu 200 °C.....	47
Lampiran 2.1 Proses mesin <i>internal mixer</i> putaran 25 rpm suhu 250 °C.....	49
Lampiran 2.2 Proses mesin <i>internal mixer</i> putaran 50 rpm suhu 250 °C.....	51
Lampiran 2.3 Proses mesin <i>internal mixer</i> putaran 75 rpm suhu 250 °C.....	53
Lampiran 3.1 Proses mesin <i>internal mixer</i> putaran 25 rpm suhu 300 °C.....	55
Lampiran 3.2 Proses mesin <i>internal mixer</i> putaran 50 rpm suhu 300 °C.....	57
Lampiran 3.3 Proses mesin <i>internal mixer</i> putaran 75 rpm suhu 300 °C.....	59
Lampiran 4.1 Perhitungan energi pelelehan pada suhu 200 °C putaran 25 rpm...62	
Lampiran 4.2 Perhitungan energi pelelehan pada suhu 200 °C putaran 50 rpm. ..	62
Lampiran 4.3 Perhitungan energi pelelehan pada suhu 200 °C putaran 75 rpm. ..	62
Lampiran 5.1 Perhitungan energi pelelehan pada suhu 250 °C putaran 25 rpm...62	
Lampiran 5.2 Perhitungan energi pelelehan pada suhu 250 °C putaran 50 rpm. ..	63
Lampiran 5.3 Perhitungan energi pelelehan pada suhu 250 °C putaran 75 rpm. ..	63
Lampiran 6.1 Perhitungan energi pelelehan pada suhu 300 °C putaran 25 rpm...63	
Lampiran 6.2 Perhitungan energi pelelehan pada suhu 300 °C putaran 50 rpm. ..	64
Lampiran 6.3 Perhitungan energi pelelehan pada suhu 300 °C putaran 75 rpm. ..	64
Lampiran 7.1 Perhitungan energi pencampuran pada suhu 200 °C putaran 25 rpm....65	
Lampiran 7. 2Perhitungan energi pencampuran pada suhu 200 °C putaran 50 rpm	65
Lampiran 7.3 Perhitungan energi pencampuran pada suhu 200 °C putaran 75 rpm	65
Lampiran 8.1 Perhitungan energi pencampuran pada suhu 250 °C putaran 25 rpm.... 66	
Lampiran 8.2 Perhitungan energi pencampuran pada suhu 250 °C putaran 50 rpm	66
Lampiran 8.3 Perhitungan energi pencampuran pada suhu 250 °C putaran 75 rpm	66
Lampiran 9. 1Perhitungan energi pencampuran pada suhu 300 °C putaran 25 rpm.... 67	
Lampiran 9.2 Perhitungan energi pencampuran pada suhu 300 °C putaran 50 rpm	67
Lampiran 9.3 Perhitungan energi pencampuran pada suhu 300 °C putaran 75 rpm	67

DAFTAR NOTASI

E_p = Energi potensial (J)

m = Massa (kg)

g = Percepatan gravitasi (m/s^2)

h = Ketinggian (m)

E_k = energi kinetik (J)

v = kecepatan (m/s)

H = laju perpindahan kalor (J).

h = koefisien konveksi termal ($W/m/K$).

A = luas permukaan (m^2).

P = Daya yang diradiasikan (W)

e = Emisivitas suatu benda ($0 < e < 1$)

σ = Konstanta Stefan ($5,6703 \times 10^{-8} W/m^2k^4$).

T = Suhu (K)

Q = laju perpindahan kalor (W)

L = Tebal penampang (m^2)

k = konduktivitas termal ($W/m.^{\circ}C$)

Δt = perubahan suhu ($^{\circ}C$)

$\frac{\partial t}{\partial x}$ = Gradien suhu pada arah aliran kalor ($m/^{\circ}C$)

q = Laju perpindahan panas menyeluruh ($W/m.^{\circ}C$)

U = Koefisien perpindahan panas menyeluruh (W/m^2K)

ρ = Densitas (Kg/m^3)

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Kemajuan teknologi pada saat ini begitu cepat dalam kehidupan manusia diikuti dengan meningkatnya kebutuhan energi, yang mengakibatkan persediaan energi di bumi semakin menipis dan harga energi yang semakin mahal. Kebutuhan energi sangat dibutuhkan di beberapa sektor, salah satunya adalah sektor industri merupakan sektor yang mengkonsumsi energi terbesar pertama.

Kenyataannya strategi penurunan intensitas energi belum dilakukan secara sistematis dan terarah. Khususnya terkait dengan teknologi yang harus dikembangkan dan diterapkan agar tercapai target penurunan intensitas energi tersebut. Di Indonesia permasalahan krisis energi telah menjadi perhatian serius oleh Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM). Kementerian ESDM berupaya terus mendorong dalam pelaksanaan penghematan dan efisiensi energi sesuai dengan Peraturan Pemerintah Nomor 70 Tahun 2009 tentang Konservasi Energi, yaitu mewajibkan setiap pengguna energi diatas 6000 TOE (*Ton Oil Equivalent*) per tahun untuk menerapkan manajemen energi.

Energi dapat disimpan kedalam sistem dan dapat diubah ke berbagai bentuk salah satunya dalam bentuk panas. Untuk mencampur suatu bahan material diperlukan alat/mesin, yaitu mesin pengaduk/mixer komposit dengan pemanas di dalamnya. Prinsip kerja mesin internal mixer yaitu mencampur serbuk karbon aktif dan polimer menjadi material komposit dengan pengadukan dan pemanasan bahan-bahan yang dicampur diaduk lalu memanfaatkan elemen pemanas sebagai

komponen untuk mencairkan polimer agar tercampur dengan serbuk karbon aktif dan menjadi material komposit.

Dalam penelitian keseimbangan energi yang dilakukan oleh Ryanto Sirait, Eka Maulana, Didik Mahardika, mengenai analisis keseimbangan energi pada Reaktor Pirolisis Kapasitas 75 Kg/Jam, nilai energi masuk (E_{in}) dan energi keluar (E_{out}) = 39.234 J/s dan energi terlepas (Q_{losses}) = 2622,6 J merupakan hasil keseimbangan energi yang didapat pada pengujian tersebut.

Dalam penelitian keseimbangan energi yang dilakukan oleh Bambang Susilo, Bambang Dwi Argo, dan Palupi Widiyastuti, mengenai Analisa Kebutuhan Energi Panas untuk Pelunakan Keju Dengan Mesin Pengolah Keju Tipe NT 50, Q_{in} pelunakan keju 23552.615 kJ, sedangkan pada proses pemanasan alat pada tabung bagian dalam Q_{out} 225.304 kJ dan pada tabung bagian luar sebesar 277.759 kJ, pada proses pemanasan medium pemanas (air), Q_{out} 5439.406 kJ;3) pada proses pemanasan bahan Q_{out} 3.793 kJ/kg, Q_{out} perpindahan panas radiasi 139.624 kJ dan perpindahan panas koveksi pada permukaan tabung bagian luar, Q_{out} 642.638 kJ dan pada permukaan tutup tabung, Q_{out} 92.635 kJ. Efisiensi proses pelunakan keju sebesar 47.885 % dan efisiensi total sebesar 47.095 %.

Umumnya pada pembuatan komposit partikel masih menggunakan mesin rheomix dan harganya sangat mahal, maka dibutuhkan suatu rancangan mesin yang memiliki harga terjangkau seperti mesin internal mixer ini.

Berdasarkan latar belakang tersebut maka dilakukan penelitian dengan judul “Analisis Energi Pelelehan Dan Pencampuran Pada Mesin *Internal Mixer*”.

1.2 Perumusan Masalah

Adapun rumusan masalah yang akan dianalisa dalam tugas akhir ini adalah bagaimana energi pelelehan dan pencampuran biji plastik dan karbon aktif dengan variasi suhu 200°C,250°C,300°C dan variasi putaran mata pisau 25,50,75 rpm pada mesin *internal mixer*.

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan dari alasan pemilihan judul diatas, tujuan dari penelitian ini adalah untuk menghitung energi pelelehan dan pencampuran biji plastik dan karbon aktif dengan variasi suhu 200°C,250°C,300°C dan variasi putaran mata pisau 25,50,75 rpm pada mesin *internal mixer*.

1.4 Hipotesis Penelitian

Adanya distribusi partikel pada plastik *PP Homopolymer* dan serbuk karbon aktif ialah secara homogen/merata, dan dengan adanya mesin *internal mixer* ini dapat menghemat penggunaan energi dalam proses pemakainnya.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Diharapkan penelitian ini menjadi acuan penelitian yang akan datang.
2. Diharapkan dapat membantu menciptakan komposit alternatif yang terbuat dari campuran polimer dan serbuk arang.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Energi

Energi adalah kemampuan untuk melakukan usaha atau kerja dan mengalami perubahan. Energi tidak dapat diciptakan maupun dimusnahkan, hanya dapat diubah dari satu jenis ke jenis lainnya. Bentuk energi yang umum diantaranya yaitu energi kinetik, energi potensial, energi mekanik, energi listrik, energi bunyi, energi kimia, energi panas, energi angin, energi air, dan lainnya. Secara umum energi memiliki 3 bentuk antara lain, energi kinetik, energi potensial, dan energi mekanik. Dari ketiga energi tersebut memiliki konsep dan rumus seperti dibawah ini:

1. Energi Potensial

adalah energi yang tersimpan dalam suatu benda dan diukur berdasarkan jumlah usaha yang dilakukan.

$$EP = m \times g \times h$$

Dimana:

E_p = Energi potensial (J)

m = Massa (kg)

g = Percepatan gravitasi (m/s^2)

h = Ketinggian (m)

2. Energi kinetik

adalah energi pada suatu benda atau partikel yang bergerak dan tidak hanya bergantung pada gerakannya tetapi juga massanya.

$$E_k = \frac{1}{2} \times m \times v^2$$

Dimana:

E_k = energi kinetik (J)

m = massa (kg)

v = kecepatan (m/s)

3. Energi mekanik

adalah jumlah dari energi potensial dan energi kinetik. Secara sistematis energi mekanik dapat ditulis dengan rumus, $E_m = E_k + E_p$

Dimana : E_m = Energi mekanik (J)

2.2 Perpindahan panas

Perpindahan kalor adalah ilmu yang digunakan untuk memperhitungkan banyaknya energi yang berpindah dalam bentuk panas yang disebabkan oleh perpindahan suhu antara suhu benda ataupun material. Ilmu perpindahan panas juga dapat diartikan untuk menghitung laju perpindahan panas yang terjadi pada suatu kondisi tertentu.

Perpindahan panas adalah ilmu yang mempelajari tentang laju perpindahan panas di antara material atau benda karena adanya perbedaan suhu. Perbedaan temperatur menjadi hal untuk terjadinya perpindahan kalor. Perpindahan panas dapat terjadi secara konveksi, konduksi, radiasi.

Adapun energi panas memiliki rumus sebagai berikut:

$$Q = m \times C_p \times \Delta T \dots \dots \dots (2.1)$$

Dimana:

Q = energi panas (J/s)

m = laju perpindahan (kg/s)

C_p = kalor jenis suatu material (J/Kg/°C)

ΔT = beda tempertur (°C)

2.2.1 Konveksi

Konveksi adalah perpindahan kalor atau panas melalui zat perantara, di mana zat perantaranya ikut berpindah bersama kalor. Jadi, pada konveksi, kalor akan memanaskan zat perantara sehingga mengalami peningkatan suhu, selanjutnya keduanya sama-sama berpindah ke titik dengan suhu yang lebih rendah. Persamaan perpindahan panas konveksi adalah sebagai berikut :

$$H = h \cdot A \cdot \Delta T \dots \dots \dots (2.2)$$

Dimana :

H = laju perpindahan kalor (J).

h = koefisen konveksi termal (W/m/K).

A = luas permukaan (m^2).

ΔT = perbedaan suhu (°C).

2.2.2 Radiasi

Laju perpindahan kalor termal yang dipancarkan dengan cara radiasi oleh suatu benda secara empiris ditemukan oleh Josef Stefan di tahun 1879. Stefan mengemukakan bahwa laju perpindahan kalor termal yang dipancarkan secara radiasi oleh suatu benda sebanding dengan luas permukaan pada benda dan pangkat empat suhu absolutnya. Hasil empiris diturunkan dengan teoritis oleh Ludwig Boltzmann di tahun 1884 yang dikenal dengan hukum Stefan-Boltzmann yang bisa dinyatakan dengan persamaan sebagai berikut:

$$P = e \cdot \sigma \cdot A \cdot T^4 \dots \dots \dots (2.3)$$

Dimana:

P = Daya yang diradiasikan (W)

e = Emisivitas suatu benda ($0 < e < 1$)

σ = Konstanta Stefan ($5,6703 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2\text{k}^4$).

A = Luas suatu benda yang memancarkan radiasi (m^2)

T = Suhu (K)

2.2.3 Konduksi

Konduksi adalah proses perpindahan panas jika panas mengalir dari tempat yang suhunya tinggi ketempat yang suhunya lebih rendah, dengan media penghantar panas tetap. Dengan mengacu pada Hukum Fourier yaitu “Laju perpindahan panas lewat dari material atau spesimen berbanding lurus dengan luas penampang (luas tegak lurus) dari mana panas melewati, dan perbedaan suhu di sepanjang permukaan ujung material” dan beserta persamaan sebagai berikut :

$$Q = \frac{k.A.\Delta t}{L} \text{ atau } Q = -kA \frac{\partial t}{\partial x} \dots \dots \dots (2.4)$$

Dimana:

Q = laju perpindahan kalor (W)

L = Tebal penampang (m^2)

k = konduktivitas termal ($\text{W/m}.\text{°C}$)

Δt = perubahan suhu (°C)

$\frac{\partial t}{\partial x}$ = Gradien suhu pada arah aliran kalor (m/°C)

2.2.4 Perpindahan panas menyeluruh

Koefisien perpindahan panas kalor menyeluruh dinyatakan dalam simbol U hasil gabungan dari proses perpindahan panas konveksi dan konduksi. Berikut ini ialah persamaannya:

$$q = U \cdot A \cdot \Delta T \dots \dots (2.5)$$

Dimana:

q = Laju perpindahan panas menyeluruh ($W/m^{\circ}C$)

U = Koefisien perpindahan panas menyeluruh (W/m^2K)

A = Luas penampang (m^2)

ΔT = Selisih temperature ($^{\circ}C$)

2.3 Pengertian *mixing*/pencampuran

Mixing/pencampuran adalah suatu proses mencampurkan satu atau lebih bahan dengan menambahkan satu bahan ke bahan lainnya, sehingga membuat suatu bentuk yang seragam dari beberapa konstituen seperti cair-cair, cair-padat, padat-padat, ataupun cair-gas. Komponen yang jumlahnya lebih banyak disebut fasa kontinyu sedangkan komponen yang jumlahnya lebih sedikit disebut fasa disperse.

Terdapat dua jenis *Mixer* berdasarkan jumlah *impeller* nya yaitu *Mixer* dengan satu *impeller* dan *Mixer* dengan dua *impeller*. *Mixer* dengan satu *impeller* adalah *Mixer* yang biasanya digunakan untuk cairan dengan viskositas rendah. Sedangkan untuk *Mixer* dengan dua *impeller* umumnya digunakan pada cairan dengan viskositas tinggi. Hal ini karena satu *impeller* tidak mampu mensirkulasikan keseluruhan massa dari bahan pencampur (emulsi), selain itu ketinggian emulsi bervariasi dari waktu ke waktu.

Pencampuran dapat terjadi dengan cara menimbulkan gerak di dalam bahan yang menyebabkan bagian-bagian bahan saling bergerak satu terhadap lainnya. Pencampuran fasa cair merupakan hal yang cukup penting dalam berbagai proses kimia. Pencampuran fasa cair dapat dibagi dalam dua kelompok. Pertama,

pencampuran antara cairan yang saling tercampur (*miscible*), dan kedua adalah pencampuran antara cairan yang tidak tercampur atau tercampur sebagian (*immiscible*). Selain pencampuran fasa cair dikenal pula operasi pencampuran fasa cair yang pekat seperti lelehan, pasta, dan sebagainya sedangkan untuk pencampuran fasa padat seperti bubuk kering, pencampuran fasa gas, dan pencampuran antar fasa.

2.4 Proses pencampuran

Proses pencampuran dalam fasa cair dilandasi oleh mekanisme perpindahan momentum di dalam aliran turbulen. Aliran turbulen yaitu, pencampuran terjadi pada 3 skala yang berbeda, diantaranya :

- a. Pencampuran sebagai akibat aliran cairan secara keseluruhan yang disebut mekanisme konvektif.
- b. Pencampuran karena adanya gumpalan-gumpalan fluida yang terbentuk di dalam medan aliran yang dikenal sebagai *eddies*, sehingga mekanisme pencampuran ini disebut *eddy diffusion*.
- c. Pencampuran karena gerak molekular yang merupakan mekanisme pencampuran difusi.

Ketiga mekanisme terjadi secara bersama-sama, tetapi yang paling menentukan adalah *eddy diffusion*. Mekanisme ini membedakan pencampuran dalam keadaan turbulen dari pada pencampuran dalam medan aliran laminar. Sifat fisik fluida yang berpengaruh pada proses pencampuran adalah densitas dan viskositas.

Pencampuran merupakan operasi yang penting dalam industri kimia ataupun industri farmasi. Pencampuran merupakan proses yang dilakukan untuk

mengurangi ketidakseragaman suatu sistem seperti konsentrasi, viskositas, temperatur dan lain-lain. Pencampuran dilakukan dengan mendistribusikan secara acak dua fasa atau lebih yang mula-mula heterogen sehingga menjadi campuran homogen.

Peralatan proses pencampuran merupakan hal yang sangat penting, tidak hanya menentukan derajat homogenitas yang dapat dicapai, tapi juga mempengaruhi perpindahan panas yang terjadi. Penggunaan peralatan yang tidak tepat dapat menyebabkan konsumsi energi berlebihan dan merusak produk yang dihasilkan.

Proses pencampuran di dalam suatu tangki dapat terlaksana dengan baik apabila faktor-faktor yang menentukan dari suatu proses pencampuran dipilih dengan benar. Sehingga ada banyak faktor yang menentukan suatu performa dari suatu pengaduk yang digunakan di dalam tangki, yaitu seperti banyaknya bilah yang digunakan disuatu pengaduk, derajat kemiringan dari suatu bilah, putaran pengaduk, jenis pengaduk yang digunakan, serta fluida yang diaduk, oleh karena itu untuk menjaga performa dari suatu pengaduk maka kita harus memilih suatu jenis pengaduk yang sesuai dengan fluida yang akan digunakan.

2.5 Mesin *internal mixer*

Mesin *internal mixer* adalah sebuah alat untuk mencampur bahan material dan dijadikan bahan komposit dengan pemanas di dalamnya. Prinsip kerja mesin *internal mixer* yaitu mencampur serbuk karbon aktif dan polimer menjadi material komposit dengan pengadukan dan pemanasan bahan bahan yang dicampur diaduk lalu memanfaatkan elemen pemanas sebagai komponen untuk mencairkan polimer agar tercampur dengan serbuk karbon aktif dan menjadi material komposit.

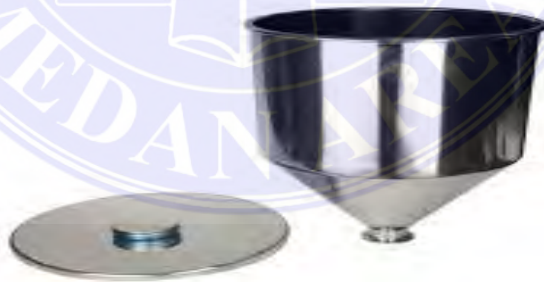
Berikut gambar mesin mixer diperlihatkan pada gambar 2.2 sebagai berikut.



Gambar 2.1 mesin *internal mixer*

2.5.1 *Hopper*

Hopper adalah salah satu komponen pada mesin internal mixer yang berfungsi sebagai tempat masuknya bahan baku sebelum terjadinya proses pengadukan dan pencampuran. *Hopper* sangat membantu karena bentuknya yang kerucut memudahkan masuknya bahan baku. Gambar *hopper* diperlihatkan pada gambar 2.3 sebagai berikut.



Gambar 2.2 *Hopper*

2.5.2 *Barrel*

Barrel adalah salah satu bagian dari mesin internal mixer tempat dimana terjadi pemrosesan atau pembentukan material komposit. *Barrel* ini adalah bagian terpenting dari mesin *internal mixer* karena didalamnya terdapat *twin*

blade yang dilengkapi dengan elemen pemanas. *Barrel* diperlihatkan pada gambar 2.4 sebagai berikut.



Gambar 2.3 *Barrel*

2.5.3 *Twin blade*

Twin blade adalah bagian dari mesin *internal mixer* yang digunakan untuk mengaduk bahan matriks dan *reinforcement* komposit. *Twin blade* bergerak dengan bantuan motor listrik dan *gear box* sehingga dapat berputar berlawanan arah. Gambar 2.5 *twin blade* diperlihatkan pada gambar sebagai berikut.



Gambar 2.4 *Twin blade*

2.5.4 *End Plate*

End plate adalah salah satu komponen pada mesin *internal mixer* yang berfungsi sebagai tempat letaknya elemen pemanas dan juga sebagai penutup sebagian *barrel*. Gambar *end plate* diperlihatkan pada gambar 2.6 sebagai berikut.



Gambar 2.5 *End Plate*

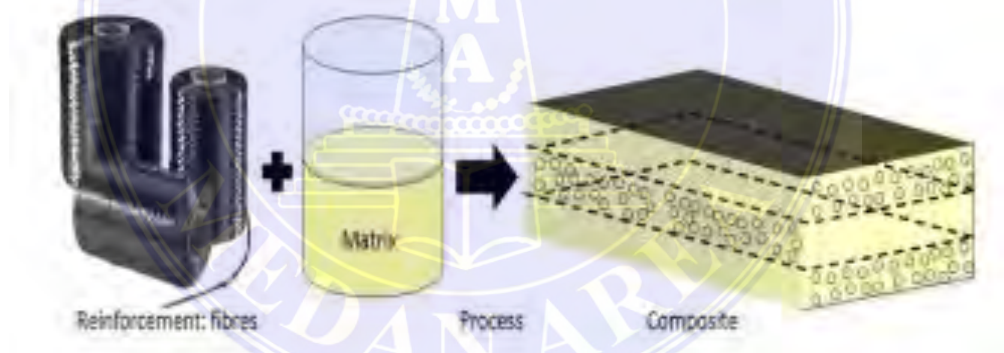
2.6 Waktu Tahan

Waktu tahan adalah pengaruh variasi penahanan waktu terhadap proses pemanasan hingga salah satu bahan komposit meleleh dan tercampur merata. Biasanya waktu tahan menjadi parameter yang digunakan pada proses *heat treatment* pada baja, logam dan sejenisnya untuk mengetahui kualitas baja, logam dan lain-lain.

2.7 Komposit

Berdasarkan definisi, komposit atau materi komposit merupakan suatu materi yang tersusun atas lebih dari dua elemen penyusunnya. Komposit bersifat heterogen dalam skala makroskopik. Bahan penyusun komposit tersebut masing-masing memiliki sifat yang berbeda, dan ketika digabungkan dalam komposisi tertentu terbentuk sifat-sifat baru yang disesuaikan dengan keinginan. Pada umumnya dalam proses pembuatannya melalui pencampuran yang homogen, sehingga kita leluasa merencanakan kekuatan material komposit yang kita inginkan dengan jalan mengatur komposisi dari material pembentuknya.

Komposit merupakan gabungan antara bahan matriks atau pengikat dengan penguat. Penguat adalah komponen yang dimasukkan ke dalam matriks yang berfungsi sebagai penerima atau penahan beban utama yang dialami oleh matriks. Sedangkan matriks adalah bagian dari komposit yang mengelilingi partikel penyusun komposit, yang berfungsi sebagai bahan pengikat partikel dan ikut membentuk struktur fisik komposit. Matriks tersebut bergabung bersama dengan bahan penyusun lainnya, oleh karena itu secara tidak langsung mempengaruhi sifat-sifat fisis dari komposit yang dihasilkan. Bentuk (dimensi) dan struktur penyusun komposit akan mempengaruhi karakteristik komposit, begitu pula jika terjadi interaksi antara penyusun akan meningkatkan sifat dari komposit. Gambar *reinforcement* dan matriks komposit diperlihatkan pada gambar 2.7 sebagai berikut.



Gambar 2.6 *Reinforcement* dan matriks komposit

Material komposit terdiri dari lebih dari satu tipe material dan dirancang untuk mendapatkan kombinasi karakteristik terbaik dari setiap komponen penyusunnya. Dibanding dengan material konvensional, bahan komposit memiliki banyak keunggulan, diantaranya memiliki kekuatan yang dapat diatur, berat yang lebih ringan, kekuatan dan ketahanan yang lebih tinggi, tahan korosi, dan tahan keausan.

Jenis-jenis material komposit berdasarkan jenis penguatnya dibagi menjadi 3 (tiga) bagian :

- a. Komposit serat, yaitu komposit yang terdiri dari serat dan bahan dasar yang difabrikasi
- b. Komposit berlapis (*laminated composite*), merupakan jenis komposit yang terdiri dari dua lapis atau lebih yang digabungkan menjadi satu dan setiap lapisannya memiliki karakteristik khusus. Contohnya *polywood*, *laminated glass* yang sering digunakan sebagai bahan bangunan dan kelengkapannya
- c. Komposit partikel (*particulate composite*), yaitu komposit yang menggunakan partikel atau serbuk sebagai penguatnya dan terdistribusi secara merata dalam matriks. Komposit yang terdiri dari partikel dan matriks seperti butiran (batu dan pasir) yang diperkuat dengan semen yang sering kita jumpai sebagai beton.

Berdasarkan matriksnya komposit dibagi menjadi beberapa bagian seperti dibawah ini:

- a. *Metal matrix composites* (MMC) yaitu komposit yang menggunakan matrikslogam.
- b. *Ceramic matrix composites* (CMC) yaitu komposit yang menggunakan matriks keramik.
- c. *Polymer matrix composites* (PMC) yaitu komposit yang menggunakan matrikspolimer.

Keunggulan komposit dapat dilihat dari sifat-sifat bahan pembentuknya serta ciri- ciri komposit itu sendiri, antara lain bahan ringan, kuat dan kaku. Struktur mampu berubah mengikuti perubahan keadaan sekitarnya. Kegagalan

komposit sangat dipengaruhi oleh presentase komposisi campuran. Mekanisme kegagalan yang dapat terjadi pada komposit seperti dibawah ini:

- a. Kerusakan serat (*fiber breaking*).
- b. Keretakan matriks (*matrix cracking*).
- c. Berpisahny lapisan antara (*interface debonding*).
- d. Delaminasi (*delamination*)

Klasifikasi karakter *matrix polyester* sesuai dengan tabel 2.1 sebagai berikut :

Tabel 2. 1 Karakteristik Matrix Polyester Resin

Sifat mekanik	Satuan	Besaran
Berat jenis (ρ)	kg/m ³	1,215
Modulus young (E)	GPa	0,03
Kekuatan tarik (σT)	kgf/MPa	55

2.8 Komponen penyusun partikel komposit

2.8.1 Biji plastik

Plastik adalah polimer rantai panjang atom yang mengikat satu sama lain, rantai ini membentuk banyak unit molekul berulang, yang disebut monomer. Plastik yang umum terdiri dari polimer karbon saja atau dengan oksigen, nitrogen, klorin atau belerang. Plastik merupakan senyawa polimer dari turunan-turunan monomer hidrokarbon yang membentuk molekul molekul dengan rantai panjang dari reaksi polimerisasi adisi atau polimerisasi kondensasi. Sifat sifat plastik sangat tergantung dengan jumlah molekul dan susunan atom molekul.

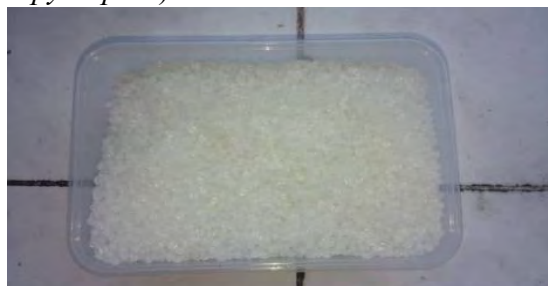
Secara umum plastik digolongkan dalam dua kategori yaitu *termoseting* dan termoplastik. *Termoseting* adalah polimer yang berbentuk permanen setelah diproses, meskipun di bawah pengaruh panas dan tekanan. Setelah polimerisasi bahan-bahan termoset tetap stabil dan tidak dapat kembali ke bentuk awal, karena sudah membentuk ikatan tiga dimensi yang kokoh dan kuat. Contoh *termoseting*

adalah melamin, urea, alkid, dan epoksi. Termoplastik adalah bahan plastik yang sensitif terhadap panas, berwujud padat pada temperatur ruang seperti kebanyakan logam. Pemberian panas pada termoplastik akan menyebabkan plastik melunak dan akhirnya meleleh mencair. Contoh termoplastik adalah *polyethylene*, *polypropylene*, dan *polystyrene*.

Polypropylene atau yang sering disebut PP adalah plastik dengan titik leleh tinggi yaitu 160°C . *Polypropylene* biasanya digunakan dalam pembuatan botol minuman, ember, kotak makanan, dan wadah penyimpanan makanan lainnya yang dapat dipakai berulang-ulang. Bahan ini merupakan jenis plastik terbaik yang bisa digunakan sebagai kemasan makanan dan minuman, karena mampu mencegah terjadinya reaksi kimia dan tahan terhadap panas. Pada penelitian ini plastik yang digunakan adalah plastik jenis PP (*Polypropylene*) karena plastik ini penggunaannya cukup banyak digunakan di Indonesia.

berikut ini adalah sifat-sifat yang dimiliki biji plastik *polypropylene* (Pp) diperlihatkan pada gambar 2.8 dibawah ini:

- a. Titik lebur *polypropylene* : $160 - 165^{\circ}\text{C}$
- b. *Density* : $0,904 - 0,908\text{ Kg}/\text{m}^3$
- c. Kekuatan Tarik : 45 MPa (mega pascal) setara dengan sekitar $6,527\text{ psi}$
(*pounds per square inch*)
- d. Kekuatan Impak (*Charpy impact*) : $4\text{ kJ}/\text{m}^2$



Gambar 2.7 Plastik PP Homopolymer

2.8.2 Serbuk arang aktif

Serbuk arang aktif atau lebih tepatnya *activated charcoal* adalah bubuk halus berwarna hitam yang memiliki daya serap tinggi. *Charcoal* bisa berasal dari kayu, gambut, batu bara, atau batok kelapa yang dipanaskan dengan suhu tinggi. Untuk meningkatkan sifat tertentu, *epoxy* dapat diisi dengan filler yang murah tetapi menghasilkan sifat penguatan mekanik dan konduktivitas termal yang baik. Serbuk arang tempurung kelapa adalah suatu bahan material yang berbentuk butiran atau bubuk.

Serbuk arang tempurung kelapa ditambahkan ke *epoxy* dan diteliti untuk mengetahui pengaruh kandungan serbuk arang tempurung kelapa terhadap kekuatan tarik komposit tempurung kelapa/*epoxy*. Keunggulan serbuk arang tempurung kelapa mudah didapatkan, harganya yang murah, tahan panas, mudah menyerap air dan lain sebagainya. Kelemahan arang tempurung kelapa mudah hancur. Serbuk arang tempurung kelapa bisa digunakan sebagai pengisi dan penguat bahan komposit keramik, tahanan terhadap aus, tidak mudah retak dan mempunyai daya pengikat dengan matriks yang baik. Serbuk arang aktif diperlihatkan pada gambar 2.9 dibawah ini.



Gambar 2.8 Serbuk arang

2.9 *Stainless Steel*

Stainless steel atau biasa disebut baja tahan karat adalah istilah umum yang mengacu pada berbagai jenis baja. Seperti semua jenis baja lainnya, *stainless*

steel merupakan paduan dari besi dan karbon. Yang membedakan *stainless steel* adalah penambahan kromium (Cr) dan elemen paduan lainnya seperti nikel (Ni) untuk membuat produk tahan korosi. Paduan besi dengan minimal 12% Chromium. Dibawah ini diperlihatkan gambar 2.10 dari *stainless steel* sebagai berikut:



Gambar 2.9 *Stainless steel*

Terdapat beberapa kelebihan dari *stainless steel* ialah sebagai berikut ini :

- a. Anti korosi
- b. Kuat pada suhu rendah dan tinggi
- c. Tampilan yang modern
- d. Higienis
- e. Perawatan mudah.

Terdapat beberapa kekurangan dari *stainless steel* ialah sebagai berikut ini:

- a. Biaya mahal
- b. Sulit dalam mengelas

Stainless steel bisa juga digunakan pada material bahan pembuatan mesin dan memiliki nilai konduktivitas termal sebesar 14 W/m. K.

2.10 Sistem pemanas

Proses pemanasan pada mesin internal mixer menggunakan *heater elektrik* bersuhu maksimal 300°C. input yang digunakan pada *heater* adalah 12V-24V 10A. Suhu yang diperlukan untuk melelehkan polimer adalah 165°C dan suhu

yang diperlukan untuk menyatukan bubuk karbon aktif dan polimer menjadi suatu material yang homogen. *Electrical Heating Element* atau elemen pemanas listrik banyak dipakai dalam kehidupan sehari-hari, baik didalam rumah tangga ataupun peralatan dan mesin industri. Elemen pemanas merupakan alat yang berfungsi sebagai salah satu kegiatan kerja untuk mendapatkan suhu rendah suatu zat sampai ke suhu tinggi.

Sumber panas yang dihasilkan oleh elemen pemanas listrik ini berasal dari kawat ataupun pita bertahanan listrik tinggi (*Resistance Wire*) biasanya bahan yang digunakan adalah kawat niklin yang digulung menyerupai bentuk spiral dan dimasukkan dalam selongsong/pipa sebagai pelindung, kemudian dialiri arus listrik pada kedua ujungnya dan dilapisi oleh isolator listrik yang mampu meneruskan panas dengan baik hingga aman jika digunakan. Bentuk dan tipe dari *Electrical Heating Element* ini bermacam macam disesuaikan dengan fungsi, tempat pemasangan dan media yang akan di panaskan.

2.11 Elemen Pemanas Listrik Bentuk Dasar

Elemen pemanas listrik bentuk dasar yaitu elemen pemanas dimana *Resistance Wire* hanya dilapisi oleh isolator listrik, macam-macam elemen pemanas bentuk ini adalah *Coil Heater* dan *Infra Red Heater*.

a. *Coil heater*

Coil heater adalah pemanas dengan bentuk spiral yang terbuat dari kawat nikelin. Bentuknya yang seperti gulungan kawat tidak tertutup isolator ataupun pipa selongsong cocok untuk memanaskan udara, panas yang dihasilkan langsung di transfer ke udara sekitarnya. Pemasangan *heater* ini menggunakan gagang pemegang dengan bahan isolator listrik yang baik dan tahan panas tinggi seperti :

keramik, mika, asbes dll. Cocok untuk digunakan pada kompor listrik dan oven dimana media yang akan dipanaskan tidak langsung mengenai gulungan heater ini. *Coil heater* diperlihatkan pada gambar 2.11.



Gambar 2.10 *Coil Heater*

2.12 Elemen Pemanas Listrik Bentuk Lanjut

Elemen pemanas listrik bentuk lanjut merupakan elemen pemanas dari bentuk dasar yang dilapisi oleh pipa atau lembaran plat logam untuk maksud sebagai penyesuain terhadap penggunaan dari elemen pemanas tersebut. Bahan logam yang biasa digunakan adalah : *mild stell*, *stainless stell*, tembaga dan kuningan. *Heater* yang termasuk dalam jenis dan ini adalah : *Tubular heater*, *Catridge heater*, *Band nozzle heater* dan *stripe heater*.

a. *Tubular Heater*

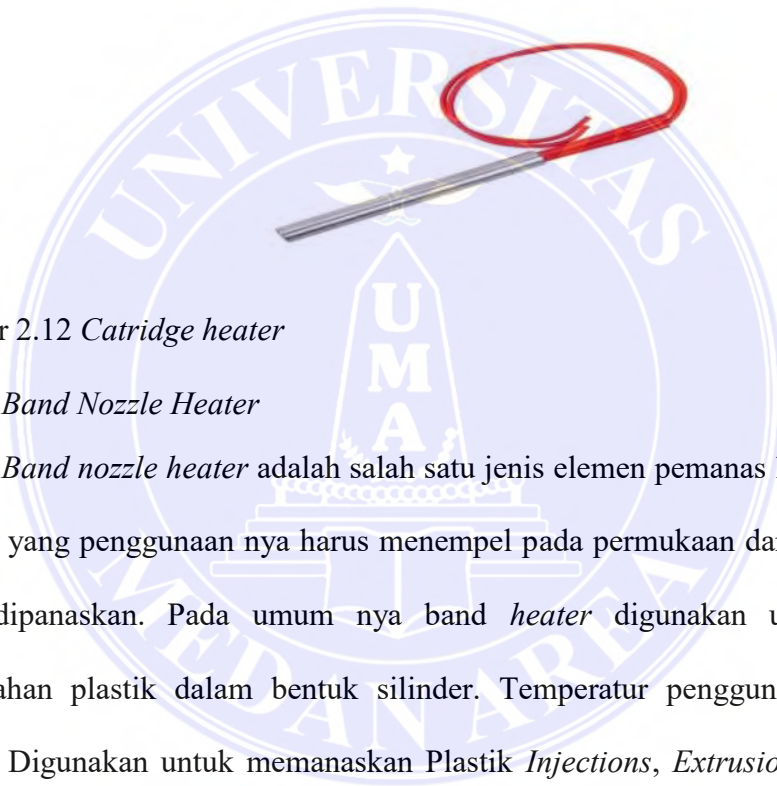
Tubular heater ini paling banyak bentuknya, namun bisa digolongkan menurut pemakaiannya yaitu : *Tubular heater* standar berbentuk lurus, *U form*, *W form multyform* ataupun *over the side heater* yang digunakan untuk memanaskan udara atau cairan. *Turbular heater* diperlihatkan pada gambar 2.12.



Gambar 2.11 *Tubular heater*

b. Cartridge Heater

Cartridge heater merupakan elemen pemanas listrik berbentuk peluru (*cartridge*) dengan kedua terminal terletak pada satu sisi penampang bulat pipa. Bahan pipa yang digunakan untuk pembuatan *cartridge heater* pada umumnya adalah *stainless steel 304* dimana dimensinya disesuaikan dengan kebutuhan. Maksimum penggunaan *cartridge* adalah 250°C. *Cartridge heater* diperlihatkan pada gambar 2.13.



Gambar 2.12 *Cartridge heater*

c. Band Nozzle Heater

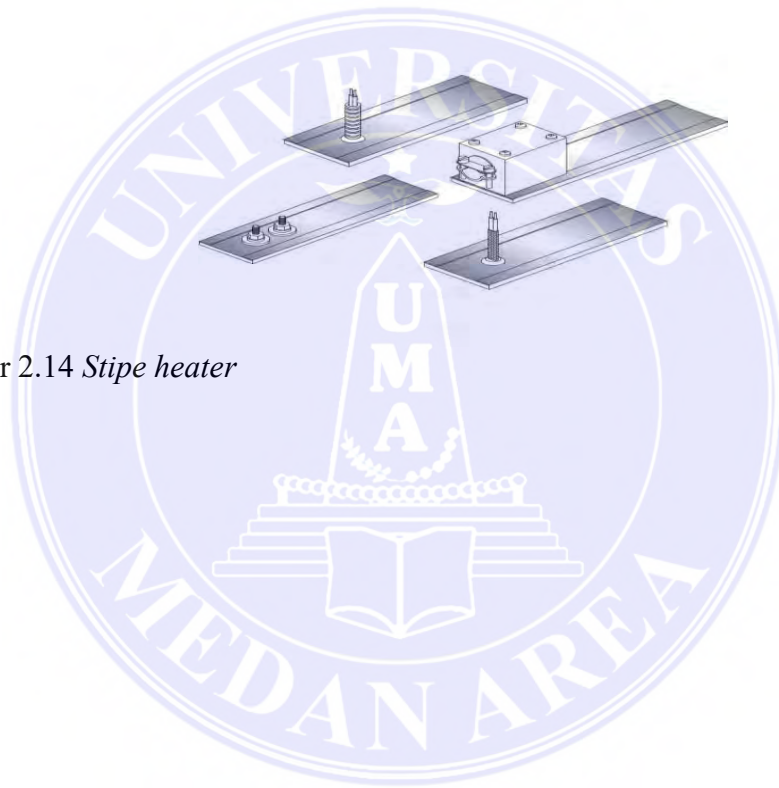
Band nozzle heater adalah salah satu jenis elemen pemanas listrik/ *heating* elemen yang penggunaannya harus menempel pada permukaan dari bidang yang ingin dipanaskan. Pada umumnya band *heater* digunakan untuk aplikasi pengolahan plastik dalam bentuk silinder. Temperatur penggunaan maksimal 250°C. Digunakan untuk memanaskan Plastik *Injections*, *Extrusion Barrels* dan *Nozzle Blow Moulders*, *Pipe*, *Holding Tanks*, *Drums*, dan bermacam-macam permukaan silinder. *Band nozzle heater* diperlihatkan pada gambar 2.14.



Gambar 2.13 *Band nozzle heater*

d. Stripe Heater

Stripe heater merupakan suatu penghantar sumber panas yang dapat yang memiliki kelebihan serbaguna karena pemakaiannya secara ideal dapat disesuaikan untuk kontak langsung pada objek yang dipanaskan atau untuk menyebarkan panas ke daerah yang diinginkan. *Stripe heater* biasanya digunakan pada permukaan yang datar seperti *hot plate* dan sebagainya. *Stripe heater* diperlihatkan pada gambar 2.15.



Gambar 2.14 *Stipe heater*

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

3.1.1 Tempat

Penelitian ini dilaksanakan di CV. *Star Umroh Engineering* yang beralamat di Jalan Menteng VII Gg. Wakaf No.10, Medan Tenggara, Kec. Medan Denai, Kota Medan.

3.1.2 Waktu Pelaksanaan Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan sejak tanggal pengesahan usulan oleh pengelola program studi sampai dinyatakan selesai yang direncanakan berlangsung selama waktu yang akan ditentukan. Tabel penelitian diperlihatkan sebagai berikut:

Tabel 3.1 Jadwal Tugas Akhir

Aktifitas	Juli				Agustus				September				Oktober			
	Minggu Ke															
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Pengajuan Judul																
Penulisan Proposal																
Seminar Proposal																
Proses Penelitian																
Pengolahan Data																
Penyelesaian Laporan																
Seminar Hasil																
Evaluasi dan Persiapan Sidang																
Sidang Sarjana																

3.2 Alat dan Bahan

Alat dan Bahan yang di gunakan dalam peneltian ini adalah sebagai berikut:

3.2.1 Alat

Peralatan yang digunakan pada penelitian analisis energi pelelehan dan pencampuran antara lain *cartridge heater*, *thermocouple*, *thermostat* dan *stopwatch*.

a. *Cartridge Heater*

Cartridge heater merupakan elemen pemanas listrik berbentuk peluru (*cartridge*) dengan kedua terminal terletak pada satu sisi penampang bulat pipa. Bahan pipa yang digunakan untuk pembuatan *cartridge heater* pada umumnya adalah stainless steel 304 dimana dimensinya disesuaikan dengan kebutuhan.

Spesifikasi *cartridge heater* sebagai berikut:

1. Ukuran *heater* : 10 x 100 mm/0.4 x 4.0 inch.
2. Temperatur *max* : 300°C
3. *Voltage* : AC 220 V
4. Daya : 300 W
5. *Wire length* : 275 mm.

Cartridge heater diperlihatkan pada gambar 3.1 dibawah ini :



Gambar 3.1 *Cartridge heater*

b. *Thermostat*

Thermostat adalah suatu perangkat yang bisa memutuskan dan menyambungkan arus listrik pada saat mendeteksi perubahan suhu di lingkungan sekitarnya sesuai dengan pengaturan suhu yang ditentukan. *Thermostat* yang digunakan saat ini adalah *thermostat* elektro mekanik. *Thermostat* diperlihatkan pada gambar 3.2 dibawah ini:



Gambar 3.2 *Thermostat*

c. *Stopwatch*

Stopwatch adalah alat penghitung waktu yang digunakan untuk mengetahui lamanya waktu yang diperlukan. Dalam penelitian kali ini *stopwatch* digunakan untuk mengetahui berapa lama bji plastic meleleh, dan sebagainya. *Stopwatch* diperlihatkan pada gambar 3.3 dibawah ini:



Gambar 3.3 *Stopwatch*

d. *Thermometer*

Temperatur indikator digunakan untuk mengukur suhu dalam tungku pelebur dengan jenis *thermometer* yang mampu mengukur suhu sampai 800°C. *thermometer* diperlihatkan pada gambar 3.4 sebagai berikut:



Gambar 3.4 *Thermometer*

3.2.2 Bahan

Pada proses pembentukan bahan uji atau spesimen yang digunakan, bahan yang digunakan yaitu:

a. Biji Plastik PP *Homopolymer*

PP *Homopolymer* adalah salah satu jenis turunan dari plastik *polypropylene*, polimer adalah material bahan senyawa molekul besar berbentuk rantai atau jaringan yang tersusun dari gabungan ribuan hingga jutaan unit pembangun yang berulang. Plastik pembungkus, botol plastik, *styrofoam*, nilon, dan pipa paralon termasuk material yang disebut polimer. Polimer melunak pada suhu 180°C dan mencair dengan sempurna pada suhu 200°C. Biji plastik PP *Homopolymer* diperlihatkan pada gambar 3.5 sebagai berikut:



Gambar 3.5 Plastik *PP Homopolymer*

b. Serbuk arang aktif

Serbuk arang aktif atau lebih tepatnya *activated charcoal* adalah bubuk halus berwarna hitam yang memiliki daya serap tinggi. *Charcoal* bisa berasal dari kayu, gambut, batu bara, atau batok kelapa yang dipanaskan dengan suhu tinggi dan bisa untuk menjadi campuran *reinforcement* pembuatan komposit. Serbuk arang diperlihatkan pada gambar 3.6 dibawah ini.



Gambar 3.6 Serbuk arang

c. *End Plate*

End plate ini terbuat dari *stainless steel*, menggunakan plat *stainless steel* agar mendapatkan hasil panas yang maksimal dalam proses peleburan. *End plate* internal mixer diperlihatkan pada gambar 3.7 sebagai berikut:



Gambar 3.7 *End plate*

3.3 Metode Penelitian

3.3.1 Sistematika Penelitian

Sistematika pada analisis energi pelelehan dan pencampuran pada mesin *internal mixer* adalah sebagai berikut:

- a. Studi literatur, yaitu berkaitan dengan masalah yang dibahas baik dari membaca di perpustakaan dan internet yang berfungsi untuk mendukung pendahuluan, studi pustaka, dan landasan teori.
- b. Observasi lapangan guna mendapatkan data saat proses pemanasan menggunakan elemen pemanas *heater band*.
- c. Melakukan perhitungan terhadap energi pelelehan dan pencampuran plastik dan karbon aktif.
- d. Menarik kesimpulan.

3.3.2 Parameter pengukuran

Parameter yang diukur dalam analisis energi pelelehan dan pencampuran pada mesin *internal mixer* adalah sebagai berikut:

- a. Temperatur *heater* 200°C, 250°C, 300°C.
- b. Putaran mata pisau 25, 50, 75 rpm.
- c. Waktu yang dibutuhkan dalam pelelehan dan pengadukan biji plastik dan karbon aktif (*Second*).

3.3.3 Prosedur penelitian

Langkah-langkah prosedur pelaksanaan penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Menyiapkan peralatan dan bahan penelitian.
- b. Mengatur temperatur *heater* menggunakan *thermostat*
- c. Menghidupkan elemen pemanas elektrik untuk melelehkan biji plastik pada suhu yang ditentukan.
- d. Saat suhu mencapai temperatur yang diinginkan masukkan biji plastik ke dalam tabung mesin *internal mixer*.
- e. Menghidupkan mesin *internal mixer*.

- f. Menggunakan *thermometer* untuk mengetahui suhu pada *barrel*.
- g. Menghitung energi saat pelelehan biji plastik.
- h. Menghitung energi saat pencampuran biji plastik dan karbon aktif.

3.3.4 Analisis data

Analisis data setelah semua data yang dibutuhkan terkumpul adalah melakukan perhitungan terhadap parameter sebagai berikut:

- a) Energi saat pelelehan biji plastik.
- b) Energi saat pencampuran biji plastik dan karbon aktif.

Setelah semua perhitungan dilaksanakan selanjutnya dilakukan analisis energi pelelehan dan pencampuran terhadap variasi putaran pada mesin *internal mixer*, kemudian ditarik kesimpulan.

3.4 Populasi Dan Sampel

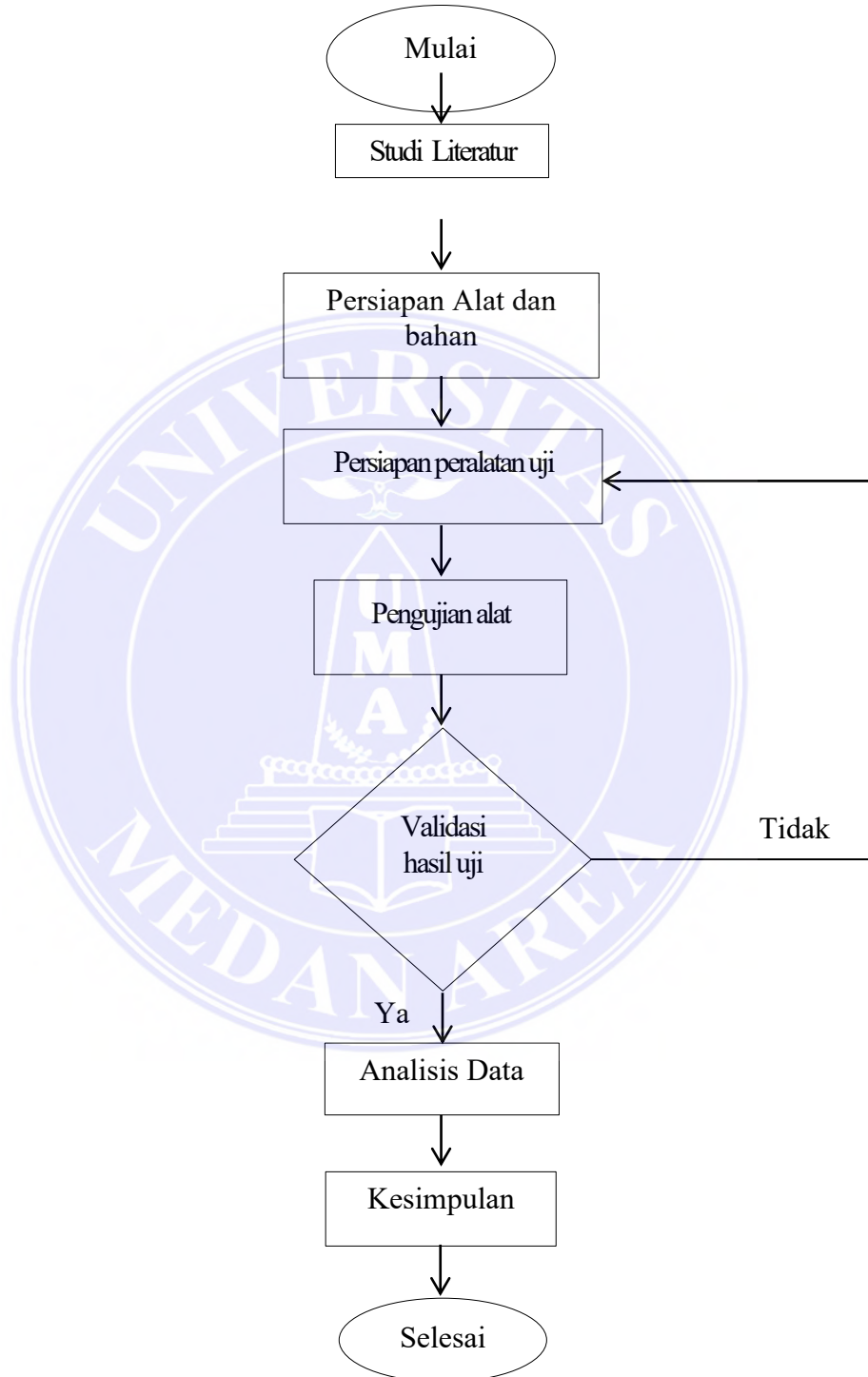
Pada penelitian ini topik yang dibahas adalah analisis energi pelelehan dan pencampuran pada mesin *internal mixer*, jenis populasi yang digunakan 9 populasi. variasi suhu yang digunakan dalam penelitian ini 200°C, 250°C, 300°C dan setiap variasi suhu memiliki 3 putaran yaitu 25, 50, 75 rpm, sampel yang digunakan pada penelitian ini yaitu biji plastik *PP Homopolymer* dan karbon aktif 25:25 gram. Adapun populasi dapat dilihat seperti tabel 3.2 dibawah ini.

Tabel 3. 2 Populasi Spesimen

No	Jenis populasi	Putaran (n) rpm	Populasi
1	Suhu 200°C	25,50,75 rpm	3
2	Suhu 250°C	25,50,75 rpm	3
3	Suhu 300°C	25,50,75 rpm	3
Jumlah			9

3.5 Prosedur Kerja

Diagram alir penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3.8 berikut:



Gambar 3.8 Diagram alir penelitian

BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. pada temperature *heater* 200°C energi terkecil pada pelelehan terdapat pada putaran 75 rpm sebesar 0,126 W, sedangkan energi terkecil pada pencampuran terdapat pada putaran 75 rpm sebesar 3,655 W.
2. Pada temperature *heater* 250°C energi terkecil pada pelelehan terdapat pada putaran 75 rpm sebesar 0,293 W, sedangkan energi terkceil pada pencampuran terdapat pada putaran 75 rpm sebesar 4,701 W.
3. Pada temperature *heater* 300°C energi terkecil pada pelelehan terdapat pada putaran 50 rpm sebesar 0,570 W, sedangkan energi terkecil pada pencampuran terdapat pada putaran 25 dan 50 rpm sebesar 5,260 W.

5.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan saran untuk peneliti selanjutnya agar menambahkan beberapa alat sebagai berikut:

1. Menggunakan elemen pemanas lebih dari satu agar proses pelelehan biji plastik lebih maksimal.
2. Menggunakan *thermometer* lebih dari satu agar dapat mengetahui suhu pada elemen pemanas dan suhu pada ruangan *barrel* lebih akurat .

DAFTAR PUSTAKA

- Abdillah, I. (2020). Analisis Komposit Polimer polypropylene high impact berpenguat serat nanas dengan fraksi volume 20/% menggunakan metode Hand Lay- Up. *Institut Teknologi Nasional Bandung* .
- Agung Prima, d. H. (2017). Pengaruh urbanisasi terhadap konsumsi energi dan emisi CO₂. *jurnal ekonomi kuantitatif terapan 10.1*.
- Ardiansyah, M. R. (2016). Studi eksperimental variasi komposisi pelet biokomposit terhadap sifat thermal dan struktur permukaan sebagai material alternatif produk plastik. *Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh November*.
- Ariani Rini, A. I. (2020). Upaya Indonesia dalam percepatan penggunaan energi bersih.
- Artiningsih, N. K. (2014). Penerapan Penggunaan mixer pada industri donat di bawen kabupaten semarang.
- Iriani, F. e. (n.d.). Strategi dan pendekatan perubahan perilaku pemantauan dan evaluasi untuk efisiensi dan konservasi energi.
- Muhammad, E. M. (2017). Studi pengaruh kecepatan impeler terhadap aliran fluida dalam fermentor bioethanol secara visualisasi. *Skripsi, Institut Teknologi Sepuluh November Surabaya* .
- Nugraha, M. D. (2020). Pengaruh struktur penyusunan filler/ serat kulit jagung pada komposit resin polyster terhadap uji bending sebagai pengganti plafon. *Politeknik Negeri Sriwijaya*.
- Putri Aldianti Dea, S. R. (2014). Pemilihan alternatif peluang hemat energi listrik dengan pendekatan metode APN dan PROMETHEE. *Jurnal rekayasa dan manajemen sistem industri 3.1*.
- Sirait Ryanto, E. M. (n.d.). Analisis Keseimbangan Energi pada reaktor pirolisis kapasitas 75 kg/jam. *Prosiding Seminar Nasional Penelitian LPPM UMJ. Vol. 2020*.
- Yusuf, I. m. (2018). Pembuatan alat pengaduk dan pengisian apar sistem otomatis bahan dasar air. *Universitas Negeri Jakarta*.

LAMPIRAN I.

Lampiran 1.1 Proses mesin *internal mixer* putaran 25 rpm suhu 200 °C

waktu (menit)	TH (°C)	TB (°C)	n=25 rpm	
			Keterangan	
1	200	57		
2	200	75		
3	200	88		
4	200	95		
5	200	150		
6	200	171		
7	200	173		
8	200	174		
9	200	181		
10	200	189		
11	200	195		
12	200	197	plastik dimasukkan dan mulai pelelehan biji plastik	
13	200	196.5		
14	200	195.3		
15	200	194.1		
16	200	193.4		
17	200	192		
18	200	192.5		
19	200	193		
20	200	194.5	serbuk karbon aktif dimasukkan	
21	200	191		
22	200	190		
23	200	189.2		
24	200	188		
25	200	187		
26	200	188.7		
27	200	189.2		
28	200	197.2		
29	200	196		
30	200	196.4		
31	200	197.5		
32	200	198		
33	200	199		
34	200	199.4	waktu tahan 15 menit	
35	200	190.7		
36	200	181.4		
37	200	172.4		
38	200	176.9		
39	200	178.3	waktu tahan 20 menit	

waktu (menit)	TH (°C)	TB (°C)	Keterangan
40	200	180.2	waktu tahan 25 menit
41	200	182.4	
42	200	185	
43	200	188.7	
44	200	190	



Lampiran 1.2 Proses mesin *internal mixer* putaran 50 rpm suhu 200 °C

waktu (menit)	TH (°C)	TB (°C)	n=50 rpm
			Keterangan
1	200	58.1	
2	200	76.1	
3	200	88.6	
4	200	99.2	
5	200	114.3	
6	200	131.3	
7	200	142.5	
8	200	154.6	
9	200	165.8	
10	200	175.9	
11	200	183.9	
12	200	189.3	
13	200	196.2	
14	200	198	masuk biji plastik dan muai pelelehan biji plastik
15	200	197	
16	200	196.3	
17	200	195	
18	200	195.5	
19	200	194.3	
20	200	193.4	
21	200	192.5	
22	200	193	
23	200	194.5	
24	200	195	
25	200	196	
26	200	196.9	
27	200	197	
28	200	189.6	
29	200	186	
30	200	180	
31	200	176.3	
32	200	180	
33	200	184	
34	200	189	
35	200	188	
36	200	187	

n=50 rpm			
waktu (menit)	TH (°C)	TB (°C)	Keterangan
37	200	190	serbuk karbon aktif dimasukkan
38	200	189	
39	200	188.2	
40	200	187.4	
41	200	186	
42	200	185.7	
43	200	184	
44	200	184.9	
45	200	185.7	
46	200	186	
47	200	187.2	
48	200	188	
49	200	188.4	
50	200	189	
51	200	190	
52	200	189.2	
53	200	188	
54	200	187.9	
55	200	189	waktu tahan 15 menit
56	200	182.3	
57	200	189.7	
58	200	196.2	
59	200	195	
60	200	189.7	waktu tahan 20 menit
61	200	192.6	
62	200	193	
63	200	194	
64	200	195.5	
65	200	196	waktu tahan 25 menit

Lampiran 1.3 Proses mesin *internal mixer* putaran 75 rpm suhu 200 °C

n=75 rpm			
waktu (menit)	TH (°C)	TB (°C)	Keterangan
1	200	58.1	
2	200	76.1	
3	200	88.6	
4	200	99.2	
5	200	114.3	
6	200	131.3	
7	200	142.5	
8	200	146.5	
9	200	156.1	
10	200	166.4	
11	200	173.8	
12	200	180.3	
13	200	186.1	
14	200	191.4	
15	200	195.7	
16	200	197.1	masuk plastik mulai pelelehan biji plastik
17	200	194.7	
18	200	189.2	
19	200	182.5	
20	200	175.2	
21	200	172.6	
22	200	180.2	
23	200	186.2	
24	200	191.9	
25	200	197.2	
26	200	190.6	
27	200	196.2	
28	200	192	
29	200	191.7	
30	200	184.6	
31	200	177.5	
32	200	175.6	
33	200	178.3	
34	200	183.3	
35	200	189.7	
36	200	195.6	

n=75 rpm			
waktu (menit)	TH (°C)	TB (°C)	Keterangan
37	200	196	
38	200	199.7	
39	200	193.4	
40	200	190.1	serbuk karbon aktif dimasukkan
41	200	184	
42	200	176.4	
43	200	173.6	
44	200	176.1	
45	200	182.5	
46	200	189.2	
47	200	196.3	
48	200	197	
49	200	198	
50	200	199.1	
51	200	194.6	
52	200	188.3	
53	200	181.4	
54	200	176.2	
55	200	176	waktu tahan 15 menit
56	200	180.4	
57	200	187.6	
58	200	194.7	
59	200	193	
60	200	194	waktu tahan 20 menit
61	200	194.5	
62	200	195.4	
63	200	189.4	
64	200	182.6	
65	200	176.8	Waktu tahan 25 menit

LAMPIRAN II

Lampiran 2.1 Proses mesin *internal mixer* putaran 25 rpm suhu 250 °C

waktu (menit)	TH (°C)	n=25 rpm		Keterangan
		TB (°C)		
1	250	70		
2	250	100		
3	250	157.6		
4	250	169.5		
5	250	175.5		
6	250	182.6		
7	250	187.3		
8	250	192.7		
9	250	196.8		
10	250	202.2		
11	250	205.7		
12	250	209.6		
13	250	212.5		
14	250	216.8		
15	250	220.5		
16	250	225.2		
17	250	225.2		
18	250	226.3		
19	250	226.5		
20	250	226.1		biji plastik mulai dimasukkan
21	250	225		
22	250	225.8		
23	250	225.5		
24	250	225.6		
25	250	223		
26	250	222.7		
27	250	221		
28	250	219		
29	250	217		
30	250	216.9		
31	250	213.9		Plastik meleleh dan karbon aktif mulai dimasukkan
32	250	211		
33	250	204		
34	250	199.4		
35	250	190.7		
36	250	181.4		

n=25 rpm			
waktu (menit)	TH (°C)	TB (°C)	Keterangan
37	250	172.4	
38	250	176.9	
39	250	178.3	
40	250	184	
41	250	197.2	
42	250	210.3	
43	250	220.7	
44	250	229	
45	250	220	waktu tahan 15 menit
46	250	219	
47	250	219.7	
48	250	218	
49	250	218.8	
50	250	217	waktu tahan 20 menit
51	250	218.1	
52	250	219.5	
53	250	220	
54	250	220.5	
55	250	221	Waktu tahan 25 menit

Lampiran 2.2 Proses mesin *internal mixer* putaran 50 rpm suhu 250 °C

waktu (menit)	TH (°C)	TB (°C)	n=50 rpm
			Keterangan
1	250	70	
2	250	100	
3	250	157.6	
4	250	169.5	
5	250	175.5	
6	250	182.6	
7	250	187.3	
8	250	192.7	
9	250	196.8	
10	250	202.2	
11	250	205.7	
12	250	209.6	
13	250	212.5	
14	250	216.8	
15	250	220.5	
16	250	225.2	
17	250	225.2	
18	250	226.3	
19	250	226.5	
20	250	224	biji plastik dimasukkan
21	250	223.5	
22	250	223	
23	250	222	
24	250	221	
25	250	225.6	
26	250	226.1	
27	250	226.6	
28	250	226.1	
29	250	223.3	
30	250	216.9	
31	250	213.9	Plastik meleleh dan serbuk karbon aktif dimasukkan
32	250	211	
33	250	204	
34	250	199.4	
35	250	190.7	
36	250	181.4	

n=50 rpm			
waktu (menit)	TH (°C)	TB (°C)	Keterangan
37	250	172.4	
38	250	176.9	
39	250	178.3	
40	250	184	
41	250	197.2	
42	250	210.3	
43	250	220.7	
44	250	229	
45	250	223	waktu tahan 15 menit
46	250	222.9	
47	250	221	
48	250	220	
49	250	217.1	
50	250	214.2	waktu tahan 20 menit
51	250	217.3	
52	250	220.8	
53	250	222.3	
54	250	224.8	
55	250	234.6	Waktu tahan 25 menit

Lampiran 2.3 Proses mesin *internal mixer* putaran 75 rpm suhu 250 °C

waktu (menit)	n=75 rpm		Keterangan
	TH (°C)	TB (°C)	
1	250	70	
2	250	100	
3	250	157.6	
4	250	169.5	
5	250	175.5	
6	250	182.6	
7	250	187.3	
8	250	192.7	
9	250	196.8	
10	250	202.2	
11	250	205.7	
12	250	209.6	
13	250	212.5	
14	250	216.8	
15	250	220.5	
16	250	225.2	
17	250	225.2	biji plastik mulai dimasukkan
18	250	225	
19	250	224.5	
20	250	224	
21	250	223	
22	250	223.7	
23	250	222	
24	250	222.4	
25	250	225	
26	250	226.1	
27	250	226.6	
28	250	226.1	
29	250	223.3	Plastik meleleh dan serbuk karbon aktif mulai dimasukkan
30	250	216.9	
31	250	211.1	
32	250	213	
33	250	214	
34	250	215.1	
35	250	207.3	

n=75 rpm			
waktu (menit)	TH (°C)	TB (°C)	Keterangan
36	250	205.5	
37	250	221.3	
38	250	224.2	
39	250	227.6	
40	250	229.1	
41	250	231.8	
42	250	232.1	
43	250	233.9	
44	250	234.9	
45	250	235.3	waktu tahan 15 menit
46	250	234.2	
47	250	227.6	
48	250	222.2	
49	250	217.1	
50	250	215.8	waktu tahan 20 menit
51	250	217.3	
52	250	220.8	
53	250	222.3	
54	250	224.8	
55	250	227.4	waktu tahan 25 menit

LAMPIRAN III

Lampiran 3.1 Proses mesin *internal mixer* putaran 25 rpm suhu 300 °C

			n=25 rpm
waktu (menit)	TH (°C)	TB (°C)	Keterangan
1	300	43.6	
2	300	64.5	
3	300	85	
4	300	101	
5	300	128.7	
6	300	142.2	
7	300	146.7	
8	300	157.8	
9	300	166.8	
10	300	170	
11	300	182.1	
12	300	188.6	
13	300	194.5	
14	300	198.4	
15	300	203.5	
16	300	206.6	
17	300	209.8	
18	300	212.8	
19	300	215.9	
20	300	218.7	
21	300	221.1	
22	300	223.4	
23	300	225.5	
24	300	227.7	
25	300	229.3	
26	300	231.1	
27	300	232.4	
28	300	233.2	
29	300	234.4	
30	300	235.6	
31	300	236.9	
32	300	237.5	
33	300	238.1	
34	300	238.7	
35	300	239.2	

waktu (menit)	TH (°C)	TB (°C)	Keterangan
			n=25 rpm
36	300	239.7	
37	300	240	
38	300	240.4	
39	300	240.9	biji plastik mulai dimasukkan
40	300	239	
41	300	238	
42	300	235	
43	300	233.5	
44	300	232.6	Plastik meleleh dan serbuk karbon aktif mulai dimasukkan
45	300	237.6	
46	300	238.9	
47	300	238.4	
48	300	237	
49	300	236.4	
50	300	235.4	
51	300	235.6	
52	300	236.2	
53	300	236.6	
54	300	237.2	
55	300	237.4	
56	300	237.8	
57	300	238.5	
58	300	239.1	
59	300	239.8	waktu tahan 15 menit
60	300	240.3	
61	300	240.7	
62	300	241	
63	300	241.8	
64	300	242.2	waktu waktu tahan 20 menit
65	300	242.6	
66	300	242.9	
67	300	242.9	
68	300	242.6	
69	300	243	Waktu tahan 25 menit

Lampiran 3.2 Proses mesin *internal mixer* putaran 50 rpm suhu 300 °C

Waktu (menit)	TH (°C)	TB (°C)	n=50 rpm
			Keterangan
1	300	43.6	
2	300	64.5	
3	300	85	
4	300	101	
5	300	128.7	
6	300	142.2	
7	300	146.7	
8	300	157.8	
9	300	166.8	
10	300	169	
11	300	182.1	
12	300	188.6	
13	300	194.5	
14	300	198.4	
15	300	203.5	
16	300	206.6	
17	300	209.8	
18	300	212.8	
19	300	215.9	
20	300	218.7	
21	300	221.1	
22	300	223.4	
23	300	225.5	
24	300	227.7	
25	300	229.3	
26	300	231.1	
27	300	232.4	
28	300	233.2	
29	300	234.4	
30	300	235.6	
31	300	236.9	
32	300	237.5	
33	300	238.1	
34	300	238.7	
35	300	239.2	
36	300	239.7	

n=50 rpm			
Waktu (menit)	TH (°C)	TB (°C)	Keterangan
37	300	240	
38	300	240.4	biji plastik mulai dimasukkan
39	300	239	
40	300	238.6	
41	300	237	
42	300	236	
43	300	234.2	
44	300	232.6	Plastik meleleh dan karbon aktif mulai dimasukkan
45	300	237.6	
46	300	238.9	
47	300	238.4	
48	300	237	
49	300	236.4	
50	300	235.4	
51	300	235.6	
52	300	236.2	
53	300	236.6	
54	300	237.2	
55	300	237.4	
56	300	237.8	
57	300	238.5	
58	300	239.1	
59	300	251	waktu tahan 15 menit
60	300	240.3	
61	300	240.7	
62	300	241	
63	300	241.8	
64	300	247	waktu tahan 20 menit
65	300	242.6	
66	300	242.9	
67	300	242.9	
68	300	242.6	
69	300	255	waktu tahan 25 menit

Lampiran 3.3 Proses mesin *internal mixer* putaran 75 rpm suhu 300 °C

waktu (menit)	n=75 rpm		Keterangan
	TH (°C)	TB (°C)	
1	300	43.6	
2	300	64.5	
3	300	85	
4	300	101	
5	300	128.7	
6	300	142.2	
7	300	146.7	
8	300	157.8	
9	300	166.8	
10	300	180	
11	300	182.1	
12	300	188.6	
13	300	194.5	
14	300	198.4	
15	300	203.5	
16	300	206.6	
17	300	209.8	
18	300	221.3	
19	300	221.2	
20	300	222.4	
21	300	222.8	
22	300	224.8	
23	300	227.2	
24	300	228.6	
25	300	229.8	
26	300	231.2	
27	300	232.7	
28	300	233.6	
29	300	234.5	
30	300	235.5	
31	300	236.9	
32	300	237.9	
33	300	240.2	
34	300	238.7	
35	300	239.2	
36	300	242	

n=75 rpm			
waktu (menit)	TH (°C)	TB (°C)	Keterangan
37	300	242.9	
38	300	243.5	
39	300	244.9	
40	300	245.3	
41	300	246	
42	300	246.9	
43	300	247.4	
44	300	248.1	
45	300	248.8	
46	300	249.7	
47	300	249.8	
48	300	250	
49	300	250.2	
50	300	250.8	
51	300	251.1	
52	300	251.4	
53	300	251.5	
54	300	252	
55	300	252.5	
56	300	252.9	
57	300	253.8	
58	300	254.2	
59	300	254.8	
60	300	255.6	
61	300	256.2	
62	300	256.7	
63	300	257.6	
64	300	257.8	
65	300	258.3	
66	300	258.6	
67	300	258.9	biji plastik mulai dimasukkan
68	300	258.6	
69	300	258	
70	300	257.8	
71	300	257.5	Plastik meleleh dan serbuk karbon aktif mulai dimasukkan
72	300	256.3	
73	300	256.2	

n=75 rpm			
waktu (menit)	TH (°C)	TB (°C)	Keterangan
74	300	254.7	
75	300	253.5	
76	300	253.3	
77	300	253	
78	300	253	
79	300	253	
80	300	253.1	
81	300	253.1	
82	300	253.3	
83	300	253.6	
84	300	253.8	
85	300	254.1	
86	300	254.3	waktu tahan 15 menit
87	300	254.6	
88	300	254.9	
89	300	255.2	
90	300	255.4	waktu tahan 20 menit
91	300	255.3	
92	300	255.1	
93	300	255.2	
94	300	255.6	
95	300	255.7	Waktu tahan 25 menit

LAMPIRAN IV.

Lampiran 4.1 Perhitungan energi pelelehan pada suhu 200 °C putaran 25 rpm.

Dik : Massa benda (m) = 0,025 (kg)

Kalor jenis Plastik (c) = 46,4 (J/Kg°K)

Perubahan suhu (ΔT) : T1-T2 = 194,5-26= 168,5 °C

Dit : Q ?

$$Q = m. c. \Delta T$$

$$Q = 0.025.46,4. 168,5 = 195,46 \text{ J}$$

$$Q_{\text{Pelelehan}} = \frac{195,46}{540} = 0,361 \text{ W.}$$

Lampiran 4.2 Perhitungan energi pelelehan pada suhu 200 °C putaran 50 rpm.

Dik : Massa benda (m) = 0,025 (kg)

Kalor jenis Plastik (c) = 46,4 (J/Kg°K)

Perubahan suhu (ΔT) : T1-T2 = 190-26= 164 °C

Dit : Q ?

$$Q = m. c. \Delta T$$

$$Q = 0.025.46,4 . 164 = 190,24 \text{ J}$$

$$Q_{\text{Pelelehan}} = \frac{190,24}{1440} = 0,132 \text{ W.}$$

Lampiran 4.3 Perhitungan energi pelelehan pada suhu 200 °C putaran 75 rpm.

Dik : Massa benda (m) = 0,025 (kg)

Kalor jenis Plastik (c) = 46,4 (J/Kg°K)

Perubahan suhu (ΔT) : T1-T2 = 190,1-26= 164,1 °K

Dit : Q ?

$$Q = m. c. \Delta T$$

$$Q = 0.025.46,4. 164,1 = 190,35 \text{ J}$$

$$Q_{\text{Pelelehan}} = \frac{190,35}{1500} = 0,126 \text{ W.}$$

LAMPIRAN V.

Lampiran 5.1 Perhitungan energi pelelehan pada suhu 250 °C putaran 25 rpm.

Dik : Massa benda (m) = 0,025 (kg)

Kalor jenis Plastik (c) = 46,4 (J/Kg°K)

Perubahan suhu (ΔT) : $T_1 - T_2 = 213,9 - 26 = 187,9$ °K

Dit : Q ?

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta T$$

$$Q = 0,025 \cdot 46,4 \cdot 187,9 = 217,96 \text{ J}$$

$$Q_{\text{Pelelehan}} = \frac{217,96}{720} = 0,302 \text{ W.}$$

Lampiran 5.2 Perhitungan energi pelelehan pada suhu 250 °C putaran 50 rpm.

Dik : Massa benda (m) = 0,025 (kg)

Kalor jenis Plastik (c) = 46,4 (J/Kg°K)

Perubahan suhu (ΔT) : $T_1 - T_2 = 213,9 - 26 = 187,9$ °K

Dit : Q ?

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta T$$

$$Q = 0,025 \cdot 46,4 \cdot 187,9 = 217,96 \text{ J}$$

$$Q_{\text{Pelelehan}} = \frac{217,96}{720} = 0,302 \text{ W.}$$

Lampiran 5.3 Perhitungan energi pelelehan pada suhu 250 °C putaran 75 rpm.

Dik : Massa benda (m) = 0,025 (kg)

Kalor jenis Plastik (c) = 46,4 (J/Kg°K)

Perubahan suhu (ΔT) : $T_1 - T_2 = 223,3 - 26 = 197,3$ °K

Dit : Q ?

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta T$$

$$Q = 0,025 \cdot 46,4 \cdot 197,3 = 228,86 \text{ J}$$

$$Q_{\text{Pelelehan}} = \frac{228,86}{780} = 0,293 \text{ W.}$$

LAMPIRAN VI.

Lampiran 6.1 Perhitungan energi pelelehan pada suhu 300 °C putaran 25 rpm.

Dik : Massa benda (m) = 0,025 (kg)

Kalor jenis Plastik (c) = 46,4 (J/Kg°K)

Perubahan suhu (ΔT) : $T_1 - T_2 = 232,6 - 26 = 206,6$ °K

Dit : Q ?

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta T$$

$$Q = 0.025 \cdot 46,4 \cdot 206,6 = 239,65 \text{ J}$$

$$Q_{\text{Pelelehan}} = \frac{239,65}{360} = 0,665 \text{ W.}$$

Lampiran 6.2 Perhitungan energi pelelehan pada suhu 300 °C putaran 50 rpm.

Dik : Massa benda (m) = 0,025 (kg)

Kalor jenis Plastik (c) = 46,4 (J/Kg°K)

Perubahan suhu (ΔT) : $T_1 - T_2 = 232,6 - 26 = 206,6$ °K

Dit : Q ?

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta T$$

$$Q = 0.025 \cdot 46,4 \cdot 206,6 = 239,65 \text{ J}$$

$$Q_{\text{Pelelehan}} = \frac{239,65}{420} = 0,570 \text{ W.}$$

Lampiran 6.3 Perhitungan energi pelelehan pada suhu 300 °C putaran 75 rpm.

Dik : Massa benda (m) = 0,025 (kg)

Kalor jenis Plastik (c) = 46,4 (J/Kg°K)

Perubahan suhu (ΔT) : $T_1 - T_2 = 257,5 - 26 = 231,5$ °K

Dit : Q ?

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta T$$

$$Q = 0.025 \cdot 46,4 \cdot 231,5 = 268,54 \text{ J}$$

$$Q_{\text{Pelelehan}} = \frac{268,54}{300} = 0,895 \text{ W.}$$

LAMPIRAN VII

Lampiran 7.1 Perhitungan energi pencampuran pada suhu 200 °C putaran 25 rpm

Dik : massa benda (m) = 0,025 + 0,025 = 0,05 (kg)

Kalor jenis plastik dan karbon aktif (c) = 46,4 + 710 = 756,4 (J/Kg°K)

Perubahan suhu (ΔT) : $T_1 - T_2 = 190 - 26 = 164$ °K

Dit : Q ?

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta T$$

$$Q = 0,05 \cdot 756,4 \cdot 164 = 6.202 \text{ J}$$

$$Q_{\text{Pengadukan}} = \frac{6.202}{1440} = 4,307 \text{ W.}$$

Lampiran 7.2 Perhitungan energi pencampuran pada suhu 200 °C putaran 50 rpm

Dik : massa benda (m) = 0,025 + 0,025 = 0,05 (kg)

Kalor jenis plastik dan karbon aktif (c) = 46,4 + 710 = 756,4 (J/Kg°K)

Perubahan suhu (ΔT) : $T_1 - T_2 = 196 - 26 = 170$ °K

Dit : Q ?

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta T$$

$$Q = 0,05 \cdot 756,4 \cdot 170 = 6.429 \text{ J}$$

$$Q_{\text{Pengadukan}} = \frac{6.429}{1740} = 3,695 \text{ W.}$$

Lampiran 7.3 Perhitungan energi pencampuran pada suhu 200 °C putaran 75 rpm

Dik : massa benda (m) = 0,025 + 0,025 = 0,05 (kg)

Kalor jenis plastik dan karbon aktif (c) = 46,4 + 710 = 756,4 (J/Kg°K)

Perubahan suhu (ΔT) : $T_1 - T_2 = 176,8 - 26 = 150,8$ °K

Dit : Q ?

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta T$$

$$Q = 0,05 \cdot 756,4 \cdot 150,8 = 5.703 \text{ J}$$

$$Q_{\text{Pengadukan}} = \frac{5.703}{1560} = 3,655 \text{ W.}$$

LAMPIRAN VIII.

Lampiran 8.1 Perhitungan energi pencampuran pada suhu 250 °C putaran 25 rpm

Dik : massa benda (m) = 0,025 + 0,025 = 0,05 (kg)

Kalor jenis plastik dan karbon aktif (c) = 46,4 + 710 = 756,4 (J/Kg°K)

Perubahan suhu (ΔT) : $T_1 - T_2 = 221 - 26 = 195$ °K

Dit : Q ?

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta T$$

$$Q = 0,05 \cdot 756,4 \cdot 195 = 7.374 \text{ J}$$

$$Q_{\text{Pengadukan}} = \frac{7.374}{1500} = 4,916 \text{ W.}$$

Lampiran 8.2 Perhitungan energi pencampuran pada suhu 250 °C putaran 50 rpm

Dik : massa benda (m) = 0,025 + 0,025 = 0,05 (kg)

Kalor jenis plastik dan karbon aktif (c) = 46,4 + 710 = 756,4 (J/Kg°K)

Perubahan suhu (ΔT) : $T_1 - T_2 = 234,6 - 26 = 208,6$ °K

Dit : Q ?

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta T$$

$$Q = 0,05 \cdot 756,4 \cdot 208,6 = 7.889 \text{ J}$$

$$Q_{\text{Pengadukan}} = \frac{7.889}{1500} = 5,259 \text{ W.}$$

Lampiran 8.3 Perhitungan energi pencampuran pada suhu 250 °C putaran 75 rpm

Dik : massa benda (m) = 0,025 + 0,025 = 0,05 (kg)

Kalor jenis plastik dan karbon aktif (c) = 46,4 + 710 = 756,4 (J/Kg°K)

Perubahan suhu (ΔT) : $T_1 - T_2 = 227,4 - 26 = 201,4$ °K

Dit : Q ?

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta T$$

$$Q = 0,05 \cdot 756,4 \cdot 201,4 = 7.616 \text{ J}$$

$$Q_{\text{Pengadukan}} = \frac{7.616}{1620} = 4,701 \text{ W.}$$

LAMPIRAN X.

Lampiran 9. 1 Perhitungan energi pencampuran pada suhu 300 °C putaran 25 rpm

Dik : massa benda (m) = 0,025 + 0,025 = 0,05 (kg)

Kalor jenis plastik dan karbon aktif (c) = 46,4 + 710 = 756,4 (J/Kg°K)

Perubahan suhu (ΔT) : $T_1 - T_2 = 243 - 26 = 217$ °K

Dit : Q ?

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta T$$

$$Q = 0.05 \cdot 756,4 \cdot 217 = 8.206 \text{ J}$$

$$Q_{\text{Pengadukan}} = \frac{8.206}{1560} = 5,260 \text{ W.}$$

Lampiran 9.2 Perhitungan energi pencampuran pada suhu 300 °C putaran 50 rpm

Dik : massa benda (m) = 0,025 + 0,025 = 0,05 (kg)

Kalor jenis plastik dan karbon aktif (c) = 46,4 + 710 = 756,4 (J/Kg°K)

Perubahan suhu (ΔT) : $T_1 - T_2 = 243 - 26 = 217$ °K

Dit : Q ?

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta T$$

$$Q = 0.05 \cdot 756,4 \cdot 217 = 8.206 \text{ J}$$

$$Q_{\text{Pengadukan}} = \frac{8.206}{1560} = 5,260 \text{ W.}$$

Lampiran 9.3 Perhitungan energi pencampuran pada suhu 300 °C putaran 75 rpm

Dik : massa benda (m) = 0,025 + 0,025 = 0,05 (kg)

Kalor jenis plastik dan karbon aktif (c) = 46,4 + 710 = 756,4 (J/Kg°K)

Perubahan suhu (ΔT) : $T_1 - T_2 = 255,7 - 26 = 229,7$ °K

Dit : Q ?

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta T$$

$$Q = 0.05 \cdot 756,4 \cdot 229,7 = 8.687 \text{ J}$$

$$Q_{\text{Pengadukan}} = \frac{8.687}{1500} = 5,791 \text{ W.}$$