

**Optimasi Formula Polyurethane Foam sebagai Bahan Celana  
untuk Penderita Hemeroid**

**TUGAS AKHIR**

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat  
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Mesin**



**Disusun Oleh :**

**Nama : Jibril Kayyisi Bimasya'a**

**No. Mahasiswa : 17525124**

**NIRM :**

**JURUSAN TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
YOGYAKARTA**

**2024**

## PERNYATAAN KEASLIAN

Saya dengan ini menyatakan bahwa karya ini adalah hasil pemikiran dan penelitian yang saya lakukan secara mandiri. Saya bertanggung jawab atas keaslian seluruh isi karya ini dan siap menerima sanksi serta hukuman yang berlaku jika saya dianggap melakukan pelanggaran hak kekayaan intelektual. Saya juga berkomitmen untuk mengutip dengan benar semua referensi yang saya gunakan, baik dalam teks maupun dalam daftar pustaka.

Yogyakarta, 6 Agustus 2024



Jibri Kayyisi Bimasya'a

## Lembar Pengesahan Dosen Pembimbing

### Optimasi Formula Polyurethane Foam sebagai Bahan Celana untuk Penderita Hemeroid

#### TUGAS AKHIR



Disusun Oleh :

Nama : Jibril Kayyisi Bimasya'a

No. Mahasiswa : 17525124

NIRM :

Yogyakarta, 6 Agustus 2024

Pembimbing I



Dr. Ir. Muhammad Khafidh, S.T., M.T.

## Lembar Pengesahan Dosen Penguji

### Optimasi Formula Polyurethane Foam sebagai Bahan Celana untuk Penderita Hemeroid

#### TUGAS AKHIR

Disusun Oleh :

Nama : Jibril Kayyisi Bimasya'a

No. Mahasiswa : 17525124

NIRM :

Tim Penguji

Dr. Ir. Muhammad Khafidh, S.T., M.T.

Ketua

  
Tanggal : 27 Agustus 2024

Ir. Purtojo, S.T., M.Sc.

Anggota I

  
Tanggal : 27 Agustus 2024

Ir. Faisal Arif Nurgesang, S.T., M.T., IPP

Anggota II

  
Tanggal : 27 Agustus 2024

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Mesin



Dr. Ir. Muhammad Khafidh, S.T., M.T.

## **Halaman Persembahan**

Skripsi ini saya berikan sebagai hadiah dan ucapan terimakasih untuk :

Ayah dan Ibu,

**Mashudi dan Umi**

Terimakasih untuk semua yang sudah kalian berikan kepada saya. Tidak banyak kata yang bisa saya ucapkan. Kalian hebat dan luar biasa. Saya hanya bisa bersyukur dan berterimakasih untuk apa yang sudah kalian beri dan lakukan untuk saya. Saya senang dan beruntung menjadi anak kalian. Semoga kedepannya banyak yang bisa saya berikan kepada kalian selain gelar yang saya dapatkan.

Saudara dan saudari saya,

**Mila, Sarah, dan Damar**

Untuk adik-adik saya, terimakasih menjadi bagian dari cerita hidup saya. Terimakasih atas suka, tawa, air mata, dan tangis. Semoga gelar yang saya peroleh dapat menjadi hadiah yang dapat memotivasi kalian.

## **Halaman Motto**

“Dunia itu tempat berjuang, istirahat itu di surga.”

**(Syekh Ali Jaber)**

“Raihlah ilmu dan untuk meraih ilmu belajarlah tenang dan sabar.”

**(Umar bin Khattab)**

“Sungguh, Allah menyukai orang-orang yang berbuat baik.”

**(QS. Al - Ma'idah)**

“Sesungguhnya sholatku, ibadahku, hidupku dan matiku hanyalah untuk Allah,  
Tuhan seluruh Alam.”

**(QS Al - An'am: 162)**

“Terus berjuang.”

**(Lina)**

## **Kata Pengantar atau Ucapan Terima Kasih**

Assalamu'alaikum wr.wb

Alhamdulillah, segala puji dan syukur penulis sampaikan kepada Allah SWT atas berkat rahmat dan nikmat-Nya sehingga program tugas akhir dan penyusunan laporan tugas akhir dengan judul “Optimasi Formula Polyurethane Foam sebagai Bahan Celana untuk Penderita Hemeroid.” dapat terlaksana dan terselesaikan dengan baik. Tak lupa sholawat dan salam senantiasa penulis panjatkan kepada Nabi besar Muhammad SAW beserta keluarga, sahabat, serta para pengikutnya yang telah berjuang dan membimbing kita keluar dari kegelapan menuju jalan yang terang benderang untuk menggapai ridho Allah SWT.

Pelaksanaan tugas akhir merupakan salah satu prasyarat untuk memperoleh gelar sarjana Strata Satu pada program studi Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia. Tugas akhir ini bertujuan untuk menyelaraskan ilmu yang telah diperoleh di bangku kuliah dengan realita yang terjadi di dunia industri. Harapan yang ingin dicapai setelah melakukan penelitian ini, penulis mampu menerapkan ilmu yang telah diperoleh dengan baik.

Penulis menyadari bahwa penulisan laporan tugas akhir ini masih jauh dari sempurna, untuk itu penulis mengharapkan kritik, saran dan masukan yang bersifat membangun demi kesempurnaan penulisan di masa yang akan datang. Akhir kata semoga laporan tugas akhir ini dapat digunakan sebagai mana mestinya serta berguna bagi penulis khususnya dan bagi para pembaca yang berminat pada umumnya.

## Abstrak

Ambeien, disebut juga wasir atau dalam bahasa medis disebut hemeroid, merupakan inflamasi (peradangan) atau pembengkakan yang terjadi pada pembuluh darah vena di daerah anus. Kondisi ini dapat memberikan rasa tidak nyaman ketika duduk karena rasa nyeri yang ditimbulkan.

Ambepants merupakan celana untuk pasien hemeroid yang dibagian belakangnya terdapat bantalan yang dapat mengurangi rasa sakit ketika pasien hemeroid duduk. Penelitian untuk ambepants sebelumnya pernah dilakukan oleh Daniel Affandi, dimana polyurethane foam (PUF) digunakan sebagai bahan utama untuk membuat bantalan ambepants. Dalam penelitian sebelumnya tersebut, memiliki beberapa kekurangan, yaitu nilai densitas PUF yang belum tepat. Tujuan penelitian yang penulis lakukan adalah untuk mendapatkan nilai densitas yang tepat untuk bahan PUF bantalan celana pasien ambeien.

Penelitian yang penulis lakukan menggunakan PUF sebagai bahan utama dalam pembuatan bantalan. Selain itu, Miracle Gloss digunakan sebagai metode untuk melepas bantalan PUF dari cetakan. Penelitian berhasil menemukan formula yang mendekati densitas bantalan 88 kg/m<sup>3</sup> dan 115 kg/m<sup>3</sup>. Setelah menemukan formula yang mendekati densitas bantalan 88 kg/m<sup>3</sup> dan 115 kg/m<sup>3</sup>, prototipe ambepants diproduksi dengan menggunakan formula tersebut. Prototipe yang telah dibuat kemudian diuji coba kepada pasien hemeroid. Jajak pendapat dengan kuesioner dilakukan kepada pasien hemeroid untuk mengetahui respon mereka terhadap celana hasil produksi. Berdasarkan data yang didapat melalui kuesioner, diketahui bahwa ambepants dengan densitas bantalan 115 kg/m<sup>3</sup> merupakan hasil yang terbaik.

Kata kunci : Hemeroid, polyurethane foam, densitas, formula, bantalan, ambepants, polioliol, isosianat, air.

## **ABSTRACT**

*Piles, also known as hemorrhoids or in medical language as hemeroid, are inflammation or swelling of the veins in the anal area. This condition can cause discomfort when sitting due to the pain caused.*

*Ambepants are pants for hemeroid patients that have a cushion on the back that can reduce pain when hemeroid patients sit. Research for ambepants has previously been conducted by Daniel Affandi, where polyurethane foam (PUF) was used as the main material for making ambepants pads. In this previous research, there were some shortcomings, namely the PUF density value that was not correct. The purpose of the research conducted by the author is to obtain the right density value for PUF material for hemorrhoid patient pants.*

*The research conducted by the author uses PUF as the main material in making bearings. In addition, Miracle Gloss was used as a method to remove PUF pads from the mold. The research successfully found formulas that were close to the bearing density of  $88 \text{ kg/m}^3$  and  $115 \text{ kg/m}^3$ . After finding formulas close to the bearing densities of  $88 \text{ kg/m}^3$  and  $115 \text{ kg/m}^3$ , prototype ambepants were produced using these formulas. The prototype was then tested on hemeroid patients. A questionnaire poll was conducted with the hemeroid patients to find out their response to the manufactured pants. Based on the data provided through the questionnaire, it was found that ambepants with a cushion density of  $115 \text{ kg/m}^3$  was the best result.*

*Keywords: Hemeroids, polyurethane foam, density, formula, cushioning, ambepants, polyol, isocyanate, water.*

## Daftar Isi

Halaman Judul .....	i
Pernyataan Keaslian .....	ii
Lembar Pengesahan Dosen Pembimbing .....	iii
Lembar Pengesahan Dosen Penguji .....	iv
Halaman Persembahan .....	1
Halaman Motto .....	2
Kata Pengantar atau Ucapan Terima Kasih .....	3
Abstrak .....	4
Daftar Isi .....	6
Daftar Tabel .....	9
Daftar Gambar .....	11
BAB 1 Pendahuluan .....	13
1.1 Latar Belakang .....	13
1.2 Rumusan Masalah .....	15
1.3 Batasan Masalah .....	15
1.4 Tujuan Penelitian atau Perancangan .....	15
1.5 Manfaat Penelitian atau Perancangan .....	16
BAB 2 Tinjauan Pustaka .....	17
2.1 Kajian Pustaka .....	17
2.2 Polyurethane Foam (PUF) .....	20
2.3 Hemeroid, Wasir, atau Ambeien .....	21
2.4 Pengukuran .....	22
BAB 3 Metode Penelitian .....	24
3.1 Alur Penelitian .....	24
3.1.1 Pencarian Formula untuk Bantalan dengan Densitas 88 kg/m <sup>3</sup> dan 115 kg/m <sup>3</sup> .....	24
3.1.2 Pencarian Metode yang Mempermudah Proses Pelepasan Bantalan PUF dari Cetakan .....	26
3.1.3 Pencarian Densitas Bantalan .....	28

3.2 Peralatan dan Bahan .....	31
3.2.1 Polyurethane Foam (PUF) .....	31
3.2.2 Pipet Tetes .....	31
3.2.3 Gelas Ukur 5 ml.....	31
3.2.4 Gelas Ukur 1 Liter .....	31
3.2.5 Aseton.....	32
3.2.6 Sendok .....	32
3.2.7 Binder Clip .....	32
3.2.8 Bantalan PLA .....	32
3.2.9 Gunting dan Pisau.....	32
3.2.10 Penggaris .....	33
3.2.11 Pulpen .....	33
3.2.12 Timbangan.....	33
3.2.13 Handphone.....	33
3.2.14 Miracle Gloss.....	33
3.3 Penelitian .....	34
3.3.1 Pencarian Release Agent .....	34
3.3.2 Pencarian Formula untuk Densitas Bantalan 88 kg/m <sup>3</sup> dan 115 kg/m <sup>3</sup> .....	34
3.3.3 Pembuatan Ambepants .....	35
3.3.4 Pengujian Ambepants .....	36
BAB 4 Hasil dan Pembahasan.....	37
4.1 Pencarian Release Agent untuk Bantalan PUF.....	37
4.1.1 Prolix Chemical P709 (Mould Release Agent Paintable) .....	38
4.1.2 Sabun Colek.....	38
4.1.3 PVA .....	39
4.1.4 Oli .....	42
4.1.5 Miracle Gloss.....	42
4.2 Pencarian Formula untuk Bantalan PUF dengan Densitas 88 kg/m <sup>3</sup> dan 115 kg/m <sup>3</sup> .....	43
4.2.1 Lama Waktu Pengadukan dan Pengeringan Polyurethane Foam .....	44

4.2.2 Jumlah Volume Cairan yang Digunakan.....	45
4.2.3 Jumlah Volume Air yang Digunakan .....	46
4.2.4 Percobaan Terhadap Beberapa Formula Awal .....	48
4.2.5 Formula 7 (Poliol 185,263 ml, Isosianat 112,737 ml, dan Air 2 ml).....	71
4.2.6 Formula 8 (Poliol 182 ml, Isosianat 116 ml, dan Air 2 ml) .....	79
4.2.7 Formula 9 (Poliol 178 ml, Isosianat 120 ml, dan Air 2 ml).....	88
4.2.8 Formula 10 (Poliol 168 ml, Isosianat 130 ml, dan Air 2 ml).....	88
4.3 Perbandingan dengan Formula pada Penelitian Sebelumnya.....	98
4.4 Pembuatan Prototipe untuk Celana Ambeien.....	99
4.5 Penyebaran Kuesioner untuk Mengetahui Respon Responden .....	101
BAB 5 Penutup.....	106
5.1 Kesimpulan.....	106
5.2 Saran atau Penelitian Selanjutnya.....	106
Daftar Pustaka .....	108

## Daftar Tabel

Tabel 4. 1 Komposisi untuk 6 Formula untuk Dicari Densitas Bantalannya pada Awal Pencarian Formula untuk Bantalan dengan Densitas $88 \text{ kg/m}^3$ dan $115 \text{ kg/m}^3$ .....	48
Tabel 4. 2 Formula dan Densitas Produk yang Dihasilkan .....	49
Tabel 4. 3 Data Massa Gelas Ukur 1 Liter + Polioliol 298 ml + Air 2 ml .....	51
Tabel 4. 4 Data Massa Gelas Ukur 1 Liter Kosong .....	52
Tabel 4. 5 Data Massa Gelas Ukur 1 Liter + Isocyanate 298 ml + air 2 ml .....	54
Tabel 4. 6 Data Massa Gelas Ukur 1 Liter Kosong .....	54
Tabel 4. 7 Data Massa Tiap Sampel Bantalan PUF Formula 3 .....	57
Tabel 4. 8 Data Rata-Rata Massa yang Dihasilkan Tiap Sampel .....	59
Tabel 4. 9 Densitas Bantalan yang Dihasilkan Formula 3 .....	61
Tabel 4. 10 Data Massa Sampel Bantalan PUF formula 4 .....	62
Tabel 4. 11 Data Rata-Rata Massa yang Dihasilkan Tiap Sampel .....	65
Tabel 4. 12 Densitas Bantalan yang Dihasilkan Formula 3 .....	66
Tabel 4. 13 Data Massa Sampel Bantalan PUF formula 5 .....	67
Tabel 4. 14 Data Rata-Rata Massa yang Dihasilkan Tiap Sampel .....	68
Tabel 4. 15 Densitas Bantalan yang Dihasilkan Formula 3 .....	70
Tabel 4. 16 Data Berupa Massa untuk Sampel yang Diambil dari Bantalan PUF Formula 7 .....	72
Tabel 4. 17 Data Densitas yang Dihasilkan Tiap Sampel .....	77
Tabel 4. 18 Densitas Bantalan yang Dihasilkan Formula 3 .....	78
Tabel 4. 19 Data Berupa Massa untuk Sampel yang Diambil dari Bantalan PUF Formula 8 .....	79
Tabel 4. 20 Data Densitas yang Dihasilkan Tiap Sampel .....	87
Tabel 4. 21 Densitas Bantalan yang Dihasilkan Formula 3 .....	88
Tabel 4. 22 Data Berupa Massa untuk Sampel yang Diambil dari Bantalan PUF Formula 10 .....	89
Tabel 4. 23 Data Densitas yang Dihasilkan Tiap Sampel .....	96

Tabel 4. 24 Densitas Bantalan yang Dihasilkan Formula 3 .....	97
Tabel 4. 25 Densitas Bantalan untuk Formula yang Dapat Menghasilkan Bantalan .....	98
Tabel 4. 26 Kriteria Ambepants .....	99
Tabel 4. 27 Respon Responden Terhadap Pernyataan 1 .....	102
Tabel 4. 28 Respon Responden Terhadap Pernyataan 2 .....	103
Tabel 4. 29 Respon Responden Terhadap Pernyataan 3 .....	103
Tabel 4. 30 Respon Responden Terhadap Pernyataan 4 .....	104
Tabel 4. 31 Respon Responden Terhadap Pernyataan 5 .....	104

## Daftar Gambar

Gambar 2. 1 Alat Peraga Bagian Bawah Manusia [5].....	18
Gambar 2. 2 Alat Peraga Bagian Bawah Manusia jika Dilihat dari Samping [5]. .....	18
Gambar 2. 3 Alat Peraga Bagian Bawah Manusia jika Difoto dari Bawah [5].....	19
Gambar 4. 1 Prolix Chemical P709 (Mould Release Agent Paintable).....	38
Gambar 4. 2 Cetakan untuk Produksi Bantalan yang Diolesi Sabun Colek.....	39
Gambar 4. 3 PVA Cair .....	40
Gambar 4. 4 Bantalan Berwarna Biru karena PVA, Permukaan Bantalan yang Kasar, dan Panah yang Menunjukkan Beberapa Kawah pada Bantalan .....	41
Gambar 4. 5 Kerak Akibat Permukaan Bantalan yang Tercabut dan Menempel pada Permukaan Cetakan Ditunjukkan oleh Panah.....	41
Gambar 4. 6 Miracle Gloss.....	43
Gambar 4. 7 Bantalan PUF yang Berhasil Terbentuk Menggunakan Formula Poliol 173 ml, Isosianat 125 ml, dan Air 2 ml. ....	47
Gambar 4. 8 Bantalan PUF yang Berhasil Terbentuk Menggunakan Formula Poliol 200 ml, Isosianat 98 ml, dan Air 2 ml. ....	48
Gambar 4. 9 Sampel untuk Formula 3 Poliol 173 ml, Isosianat 125 ml, dan Air 2 ml.....	57
Gambar 4. 10 Sampel yang diambil dari bantalan PUF yang terbentuk dari formula 4 .....	62
Gambar 4. 11 Sampel 1 Bantalan PUF Formula 4 saat Ditimbang untuk Mengetahui Massanya .....	63
Gambar 4. 12 Sampel 2 Bantalan PUF Formula 4 saat Ditimbang untuk Mengetahui Massanya .....	63

Gambar 4. 13 Sampel 3 Bantalan PUF Formula 4 saat Ditimbang untuk Mengetahui Massanya .....	63
Gambar 4. 14 Tumpahan Formula Poliol 250 ml, Isosianat 48 ml, dan Air 2 ml saat Mengembang seperti Adonan Kue.....	71
Gambar 4. 15 Dari Kiri ke Kanan Adalah Foto Ambepants dari Dalam dan Foto Ambepants dari Luar.....	100
Gambar 4. 16 Dari Kiri ke Kanan Adalah Foto Ambepants dari Luar dan Foto Ambepants dari Dalam.....	101
Gambar 4. 17 Pernyataan 1.....	101
Gambar 4. 18 Pernyataan 2.....	101
Gambar 4. 19 Pernyataan 3.....	102
Gambar 4. 20 Pernyataan 4.....	102
Gambar 4. 21 Pernyataan 5.....	102

# **BAB 1**

## **Pendahuluan**

### **1.1 Latar Belakang**

Ambeien, disebut juga wasir atau dalam bahasa medis disebut hemeroid, adalah pembengkakan atau peradangan pada vena di ujung usus besar (rektum) dan anus [1], [2], [3], [4]. Vena, dikenal juga sebagai pembuluh darah balik, adalah pembuluh darah yang membawa darah dari seluruh tubuh kembali ke jantung. Fungsi dari pembuluh darah vena adalah mengirim karbon dioksida dan sisa metabolisme ke jantung. Ambeien dapat menyebabkan rasa tidak nyaman atau nyeri di sekitar anus. Ini diakibatkan oleh benjolan yang terbentuk. Nyeri ini bisa bertambah saat duduk, berjalan, atau saat buang air besar.

Sebelum penelitian ini dilakukan, telah dilakukan penelitian untuk menciptakan produk yang dapat mengurangi rasa sakit pada penderita hemeroid saat mereka sedang duduk. Produk tersebut berupa celana dengan bantalan di bagian belakangnya. Bantalan tersebut berperan dalam mengurangi rasa sakit pada penderita hemeroid dan terbuat dari polyurethane foam (PUF).

Rasa sakit pada pantat dapat terjadi akibat adanya tekanan yang terjadi pada pantat saat seseorang sedang duduk. Rasa sakit pada pantat ini dapat dikurangi dengan cara memperkecil tekanan yang terjadi di pantat. Pada penderita hemeroid, konsep ini digunakan untuk mengurangi rasa sakit di pantat penderita wasir atau ambeien saat mereka sedang duduk.

Ada beberapa metode yang dapat digunakan untuk mengurangi rasa sakit di pantat pada penderita ambeien, salah satunya adalah dengan memberi bantalan di bagian pantat. Bantalan dapat mengurangi tekanan dan rasa sakit pada pantat. Dengan tingkat keempukan dan ketebalan yang pas maka bantalan dapat mengurangi tekanan secara maksimal pada pantat. Tingkat keempukan bantalan ini dapat berhubungan dengan massa jenis (densitas) dari bantalan tersebut. Dengan kata lain, dengan massa jenis (densitas) dan ketebalan bantalan yang pas, bantalan dapat mengurangi tekanan dan rasa sakit pada pantat secara maksimal.

Ambepants adalah celana dengan bantalan di bagian belakangnya yang berfungsi untuk mengurangi rasa sakit pada pantat. Penelitian tentang ambepants

sebelumnya pernah dilakukan oleh mantan mahasiswa Teknik Mesin Universitas Islam Indonesia, Daniel Affandi. Bantalan yang digunakan terbuat dari polyurethane foam (PUF). Penelitian tersebut berhasil menemukan nilai massa jenis yang terbaik untuk bantalan PUF. Nilai tersebut adalah  $88 \text{ kg/m}^3$  dan  $115 \text{ kg/m}^3$ . Penelitian tersebut juga berhasil menciptakan desain untuk bantalan PUF yang akan digunakan pada ambepants dan cetakan untuk memproduksi bantalan untuk desain tersebut. Polyurethane foam dan cetakan tersebut selanjutnya digunakan pada penelitian yang penulis lakukan untuk memproduksi bantalan PUF. Bantalan PUF adalah bantalan yang terbuat dari PUF (polyurethane foam).

Namun, penelitian tersebut belum menemukan metode yang dapat mempermudah proses pelepasan bantalan PUF dari cetakan. Bentuk awal dari PUF adalah cairan, namun akan mengembang menjadi busa. PUF mempunyai sifat yang mudah lengket ketika belum kering. Bantalan PUF yang sulit dilepas tentunya akan menghambat proses produksi bantalan PUF atau ambepants.

Selain itu juga, penelitian tersebut belum menemukan formula untuk bantalan PUF dengan densitas bantalan  $88 \text{ kg/m}^3$  dan  $115 \text{ kg/m}^3$ . Untuk menciptakan bantalan PUF pada penelitian ini, digunakan polioliol, isosianat (isocyanate), dan air. Air digunakan sebagai agen pengembang.

Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menemukan metode yang dapat mempermudah proses pelepasan bantalan PUF dari cetakan dan menemukan formula untuk bantalan PUF dengan densitas  $88 \text{ kg/m}^3$  dan  $115 \text{ kg/m}^3$  agar dapat mempermudah proses produksi ambepants atau bantalan PUF dan menghasilkan bantalan dengan tujuan yang diinginkan. Setelah itu, dilakukan produksi ambepants menggunakan metode pelepasan bantalan PUF dan formula yang telah ditemukan lalu dilakukan uji coba kepada pasien hemeroid untuk mengetahui respon terhadap ambepants yang telah dibuat.

Penelitian yang penulis lakukan, bisa dikatakan merupakan jilid 2 atau penyempurnaan atau untuk melengkapi penelitian yang dilakukan oleh Daniel Affandi. Hal tersebut karena salah satu tujuan dari penelitian ini adalah menyelesaikan beberapa masalah yang belum terpecahkan pada penelitian tersebut. Oleh karena itu, beberapa parameter, nilai, peralatan, dan sebagainya yang digunakan pada penelitian tersebut, digunakan kembali pada penelitian ini.

## 1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana melepas bantalan PUF dari cetakan agar dapat dilakukan dengan mudah dan tanpa merusak bantalan PUF ?
2. Bagaimana mendapatkan formula untuk bantalan dengan densitas 88 kg/m<sup>3</sup> dan 115 kg/m<sup>3</sup> ?
3. Berapa volume yang digunakan untuk polioliol, isosianat (isocyanate), dan air untuk formula yang menghasilkan bantalan dengan densitas 88 kg/m<sup>3</sup> dan 115 kg/m<sup>3</sup> ?
4. Bagaimana respon penderita hemeroid terhadap ambepants dengan bantalan PUF yang menggunakan formula yang telah ditemukan ?

## 1.3 Batasan Masalah

1. Total volume untuk polioliol + isosianat + air adalah 300 ml.
2. Cetakan yang digunakan adalah cetakan yang berhasil dibuat pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Daniel Affandi.
3. Miracle Gloss digunakan sebagai *release agent* dalam penelitian untuk mencari formula untuk bantalan dengan densitas 88 kg/m<sup>3</sup> dan 115 kg/m<sup>3</sup>.
4. Volume air yang digunakan dalam penelitian untuk mencari formula untuk bantalan dengan densitas 88 kg/m<sup>3</sup> dan 115 kg/m<sup>3</sup> adalah 2 ml.
5. Lama pengadukan untuk mencampur polioliol, isocyanate, dan air adalah 20 detik.
6. Lama pengeringan untuk PUF adalah selama 60 menit.

## 1.4 Tujuan Penelitian atau Perancangan

1. Menemukan formula untuk bantalan PUF dengan densitas 88 kg/m<sup>3</sup> dan 115 kg/m<sup>3</sup> setelah bantalan PUF dilepas dari cetakan.
2. Menemukan metode atau bahan kimia yang dapat membuat proses pelepasan bantalan PUF dari cetakan menjadi lebih mudah.
3. Menciptakan ambepants dengan formula dan metode pelepasan yang telah ditemukan.

4. Melakukan uji coba terhadap ambepants yang telah diciptakan untuk mengetahui bagaimana respon penderita hemeroid terhadap ambepants yang menggunakan dua bantalan dengan densitas yang berbeda yaitu  $88 \text{ kg/m}^3$  dan  $115 \text{ kg/m}^3$ .

### **1.5 Manfaat Penelitian atau Perancangan**

1. Formula yang telah ditemukan pada penelitian ini kemudian dapat dijadikan sebagai acuan untuk menghasilkan bantalan dengan densitas  $88 \text{ kg/m}^3$  dan  $115 \text{ kg/m}^3$ .

2. Metode untuk melepas bantalan PUF dari cetakan yang telah ditemukan dapat digunakan kembali pada penelitian atau hal lain selanjutnya.

3. Ambepants dapat mengurangi rasa sakit yang timbul pada area pantat saat penderita hemeroid duduk.

4. Meningkatkan produktivitas penderita hemeroid karena penderita hemeroid dapat duduk dengan nyaman ketika mengerjakan tugasnya.

5. Meningkatkan kebahagiaan penderita hemeroid karena sakit yang ditimbulkan saat duduk berkurang.

6. Meningkatkan prestasi penderita hemeroid dalam bidang akademik karena mereka dapat duduk dan belajar dengan nyaman.

7. Penelitian yang dilakukan dapat menjadi rujukan atau bahan belajar dalam melakukan penelitian dengan topik yang sama atau terkait ke depannya.

## **BAB 2**

### **Tinjauan Pustaka**

#### **2.1 Kajian Pustaka**

Penulisan laporan dan kegiatan penelitian dan perancangan yang penulis lakukan, banyak menggali dan menggunakan informasi dari laporan tugas akhir mantan mahasiswa Teknik Mesin, Universitas Islam Indonesia, Daniel Affandi, dengan judul laporan “Rancang Bangun Bantalan Celana untuk Penderita Ambeien”.

Penelitian dan perancangan yang dilakukan oleh saudara Daniel Affandi merupakan penelitian tentang ambepants, dengan fokus kepada bantalan dari ambepants. Ini karena bantalan merupakan komponen penting yang membuat ambepants dapat mengurangi rasa sakit pasien hemeroid saat duduk. Setelah berhasil menciptakan bantalan dengan kriteria yang diinginkan, selanjutnya ambepants diproduksi dengan menggunakan bantalan yang sudah diciptakan dan berdasarkan kriteria desain yang telah disepakati.

Perancangan bantalan yang dilakukan oleh beliau, berdasarkan alat peraga bagian bawah manusia (dari pinggang sampai paha). Gambar alat peraga dapat dilihat pada gambar 2.1 – 2.3 di bawah. Karena perancangan menggunakan alat peraga manusia dengan ukuran yang sesungguhnya, hal tersebut jelas sangat membantu dalam penelitian yang penulis lakukan. Alat peraga manusia bagian bawah tersebut kemudian dipindai untuk mendapatkan data 3D alat peraga manusia bagian bawah secara digital. Berdasarkan data hasil pemindaian tersebut, kemudian dilakukan proses desain bantalan ambepants [5].



Gambar 2. 1 Alat Peraga Bagian Bawah Manusia [5].



Gambar 2. 2 Alat Peraga Bagian Bawah Manusia jika Dilihat dari Samping [5].



Gambar 2. 3 Alat Peraga Bagian Bawah Manusia jika Difoto dari Bawah [5].

Singkatnya, kemudian penelitian tersebut berhasil menciptakan cetakan yang dapat digunakan untuk memproduksi bantalan ambepants. Penelitian tersebut juga menggunakan polyurethane foam (PUF) sebagai bahan utama untuk membuat bantalan, yang kemudian bahan tersebut digunakan kembali pada penelitian yang penulis lakukan. Selain itu, berdasarkan penelitian tersebut, densitas bantalan PUF  $88 \text{ kg/m}^3$  dan  $115 \text{ kg/m}^3$  merupakan 2 densitas yang dapat mencapai hasil yang diinginkan oleh penelitian tersebut.

Penelitian tersebut juga telah menemukan formula untuk densitas  $88 \text{ kg/m}^3$  dan  $115 \text{ kg/m}^3$ . Namun, formula tersebut didapat dengan cara memasukkan cairan PUF ke dalam sebuah wadah yang bukan merupakan cetakan bantalan. Sehingga, formula yang didapat bukan merupakan formula yang sesungguhnya dari 2 densitas tersebut. Formula sesungguhnya dari 2 densitas tersebut adalah formula yang dapat menghasilkan bantalan untuk 2 densitas bantalan tersebut setelah PUF dituang ke dalam cetakan, setelah PUF mengembang dan mengering di dalam cetakan, dan setelah bantalan dilepas dari cetakan. Formula yang telah ditemukan Daniel Affandi dalam penelitiannya adalah polioliol 60,97 %, isosianat 30,48 %, dan air 8,53 % untuk densitas  $88 \text{ kg/m}^3$  dan polioliol 53,33 %, isosianat 26,66 %, dan air 20 % untuk densitas  $115 \text{ kg/m}^3$ . Selain itu, metode untuk proses pelepasan bantalan dari cetakan agar lebih mudah dilakukan dan tidak merusak bantalan PUF, belum ditemukan pada penelitian yang dilakukan oleh beliau.

## 2.2 Polyurethane Foam (PUF)

Penting untuk mengetahui apa itu polyurethane foam (PUF). Pengetahuan dan pemahaman tentang polyurethane foam (PUF) sangat penting, meskipun hanya sedikit, karena akan membantu proses pengerjaan penelitian ini.

Polyurethane foam merupakan sebuah produk polimer sintetik yang tercipta dari reaksi kimia yang terjadi ketika polioliol dan isosianat dicampur [6]. Pada penelitian ini, isosianat dan polioliol merupakan bahan kimia yang berada dalam fase cair sebelum keduanya dicampur. Ketika kedua bahan kimia tersebut dicampur lalu diaduk, akan terjadi reaksi kimia sehingga beberapa saat kemudian campuran akan mengembang dan mengering dan terbentuklah polyurethane foam.

Jumlah volume polioliol dan isosianat akan sangat mempengaruhi sifat dari polyurethane foam yang dihasilkan. Isosianat berfungsi untuk memberikan kekakuan dari PUF yang dihasilkan. Artinya, jika volume isosianat lebih banyak dari volume polioliol, maka PUF yang dihasilkan mempunyai sifat kaku dan mudah patah jika ditebuk. Polioliol berfungsi untuk memberikan kelenturan pada PUF. Jika volume polioliol lebih banyak dari volume isosianat maka PUF yang dihasilkan mempunyai sifat lentur dan tidak mudah patah ketika ditebuk. Polioliol adalah jenis senyawa alkohol dan pada molekul-molekulnya terdapat gugus hidroksil aktif dengan jumlah lebih dari satu [14, 15].

Dalam beberapa kasus, PUF akan mengerut dan menyusut setelah kering. Oleh karena itu, ditambahkan *blowing agent* untuk mengatasi masalah tersebut. Air dapat digunakan sebagai *blowing agent* untuk PUF. Dengan volume yang pas, maka penggunaan air sebagai *blowing agent* untuk PUF agar tidak mengerut dan menyusut ketika kering bisa tercapai.

Pada saat ini, polyurethane memiliki banyak kegunaan bagi manusia seperti sebagai bahan untuk meredam suara, sebagai isolator panas, elastomer, lem, pelapis, bahan untuk menutup celah yang terdapat pada suatu benda, bahan untuk meredam tekanan, membantu dalam proses untuk menghasilkan propelan, dan lain-lain. Namun, penggunaan polyurethane terbanyak saat ini adalah sebagai busa [7].

Untuk fungsi sebagai bahan yang membantu dalam proses menghasilkan propelan, polyurethane merupakan hasil dari reaksi kimia dari poliol HTPB dan isosianat TDI (Toluen Diisosianat). Untuk fungsi ini, polyurethane bertugas sebagai *fuel binder* yang akan mengikat oksidator [8]. Propelan sendiri bisa disebut sebagai bahan pendorong atau bubuk mesiu [9]. Saat ini, HTPB sulit untuk didapatkan karena penjualannya tidak dilakukan secara bebas. Propelan sendiri digunakan dalam industri militer. Karena tidak dijual secara bebas, bahan HTPB sulit untuk disediakan di industri militer. Pengadaan bahan HTPB masih banyak dilakukan secara impor. Namun, berkat penelitian yang dilakukan, LAPAN berhasil menciptakan HTPB [8].

### **2.3 Hemeroid, Wasir, atau Ambeien**

Hemeroid atau lebih dikenal sebagai wasir atau ambeien pada masyarakat adalah sebuah kelainan yang terjadi di daerah anus yang dapat mengakibatkan ketidaknyamanan saat seseorang sedang berjalan atau duduk karena rasa nyeri dan pembengkakan yang timbul dan pendarahan. Kelainan ini disebabkan oleh pembuluh darah vena yang terdapat di daerah anus melebar dan mengalami inflamasi [1], [2], [3], [4].

Saat ini, secara pasti apa yang menyebabkan hemeroid masih dalam proses penelitian. Namun, ada dugaan bahwa penyebab dari hemeroid adalah meningkatnya tekanan aliran darah pada pembuluh darah yang terdapat di sekitar anus. Peningkatan tekanan aliran darah ini kemudian menciptakan bengkak dan inflamasi pada daerah rektum khususnya pada pembuluh darah yang terdapat di daerah tersebut [9].

Ada kondisi-kondisi yang dapat meningkatkan kemungkinan seseorang untuk terkena hemeroid [9]. Terlalu lamanya waktu yang dihabiskan seseorang ketika duduk di toilet merupakan salah satu kondisi tersebut. Hal ini bisa terjadi karena, dalam beberapa kasus, seseorang menghabiskan waktunya ketika duduk di toilet dengan bermain gawai [5].

Beberapa penelitian telah dilakukan agar gejala dari hemeroid dapat dikurangi. Salah satu penelitian berhasil mengungkapkan fakta bahwa bunga pagoda (*Clerodendrum japonicum*) dapat mengurangi gejala hemeroid. Senyawa

fenolic yang terdapat pada akar dan daun bunga pagoda mempunyai fungsi untuk anti-inflamasi dan analgesic. Hal tersebut mengakibatkan pembengkakan dan pendarahan dapat dikurangi dan proses keluarnya tinja menjadi lebih lancar [2]. Selain menggunakan bunga pagoda, metode lain yang dapat mengurangi gejala (rasa nyeri) hemeroid adalah dengan menggunakan bantalan yang diletakkan di daerah pantat. Sebelumnya telah berhasil tercipta sebuah inovasi yaitu ambepants. Ambepants adalah celana yang di belakangnya terdapat bantalan yang ditujukan kepada pasien hemeroid. Sebuah penelitian dan perancangan berhasil menciptakan sebuah bantalan dengan berdasarkan pada alat peraga manusia dengan ukuran yang sebenarnya dan berdasarkan analisa menggunakan aplikasi digital untuk mengetahui karakteristik bantalan yang dapat memberikan kenyamanan kepada pasien hemeroid [5].

## **2.4 Pengukuran**

Pengukuran merupakan sebuah kegiatan untuk mendapatkan nilai dari sesuatu menggunakan satu atau lebih alat ukur. Alat yang dapat digunakan untuk keperluan pengukuran dapat merupakan tes, non-tes, atau pertanyaan [10], [11]. Hasil dari pengukuran dapat berupa angka atau penjelasan secara deskriptif mengenai sesuatu. Pengukuran dapat dilakukan untuk mengetahui suatu kejadian atau perilaku sosial. Selain itu, pengukuran juga dapat dilakukan untuk mengetahui nilai dari suatu besaran yang kemudian akan digunakan untuk keperluan matematis dalam bidang fisika.

Dalam bidang fisika, pengukuran dapat digunakan untuk mengetahui fenomena alam yang terjadi. Fenomena alam tersebut dapat direpresentasikan oleh sebuah besaran, satuan dari besaran tersebut, dan nilai dari satuan tersebut. Pengukuran untuk hal ini biasanya menggunakan sebuah alat ukur yang nantinya akan memberikan nilai dari satu atau lebih besaran untuk memberikan informasi tentang suatu fenomena alam. Contoh fenomena alam yang sering terjadi dan sering dijumpai dalam kehidupan sehari-hari adalah kecepatan angin yang berhembus, kecepatan rambat suara, kecepatan cahaya, dan lain-lain.

Dalam hal untuk keperluan matematis, pengukuran merupakan sebuah kegiatan untuk mendapatkan gambaran dari sebuah besaran. Besaran adalah

sesuatu yang dapat digambarkan dengan nilai dan satuan [12]. Dalam fisika, terdapat 2 besaran yaitu besaran pokok dan besaran turunan. Besaran pokok adalah besaran yang dapat berdiri sendiri dan penetapannya dapat menentukan besaran yang lain. Besaran turunan merupakan sebuah besaran yang merupakan turunan dari besaran pokok. Maksudnya adalah besaran turunan terbentuk menggunakan besaran pokok [12], [13]. Setiap besaran memiliki satuan. Satuan bisa digunakan untuk mengidentifikasi sebuah besaran. Sehingga bisa dikatakan bahwa satuan merupakan identitas dari besaran. Dalam pengukuran untuk sebuah besaran dengan alat ukur, sulit untuk mendapatkan nilai pasti dari besaran tersebut.

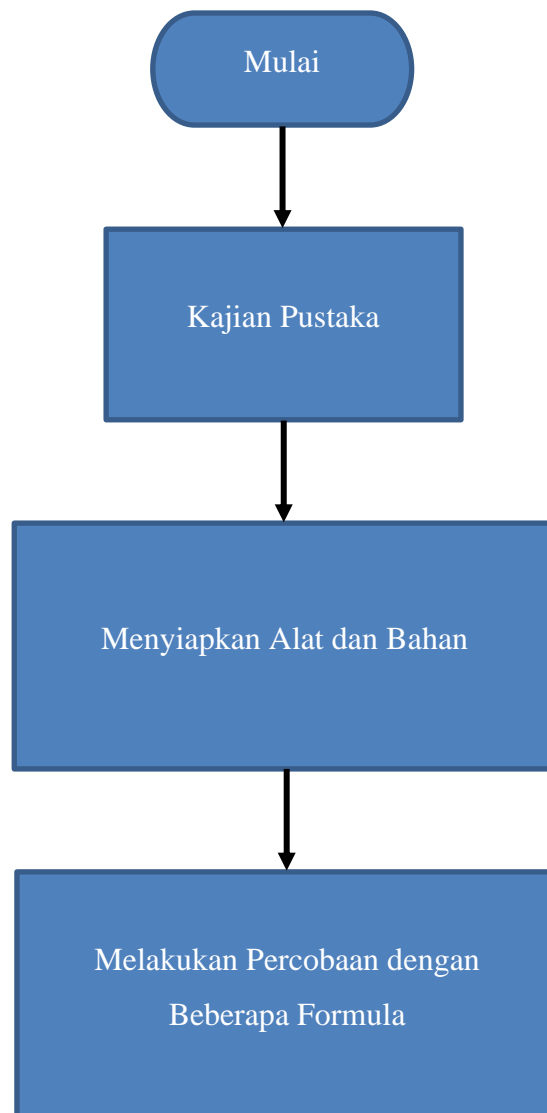
## BAB 3

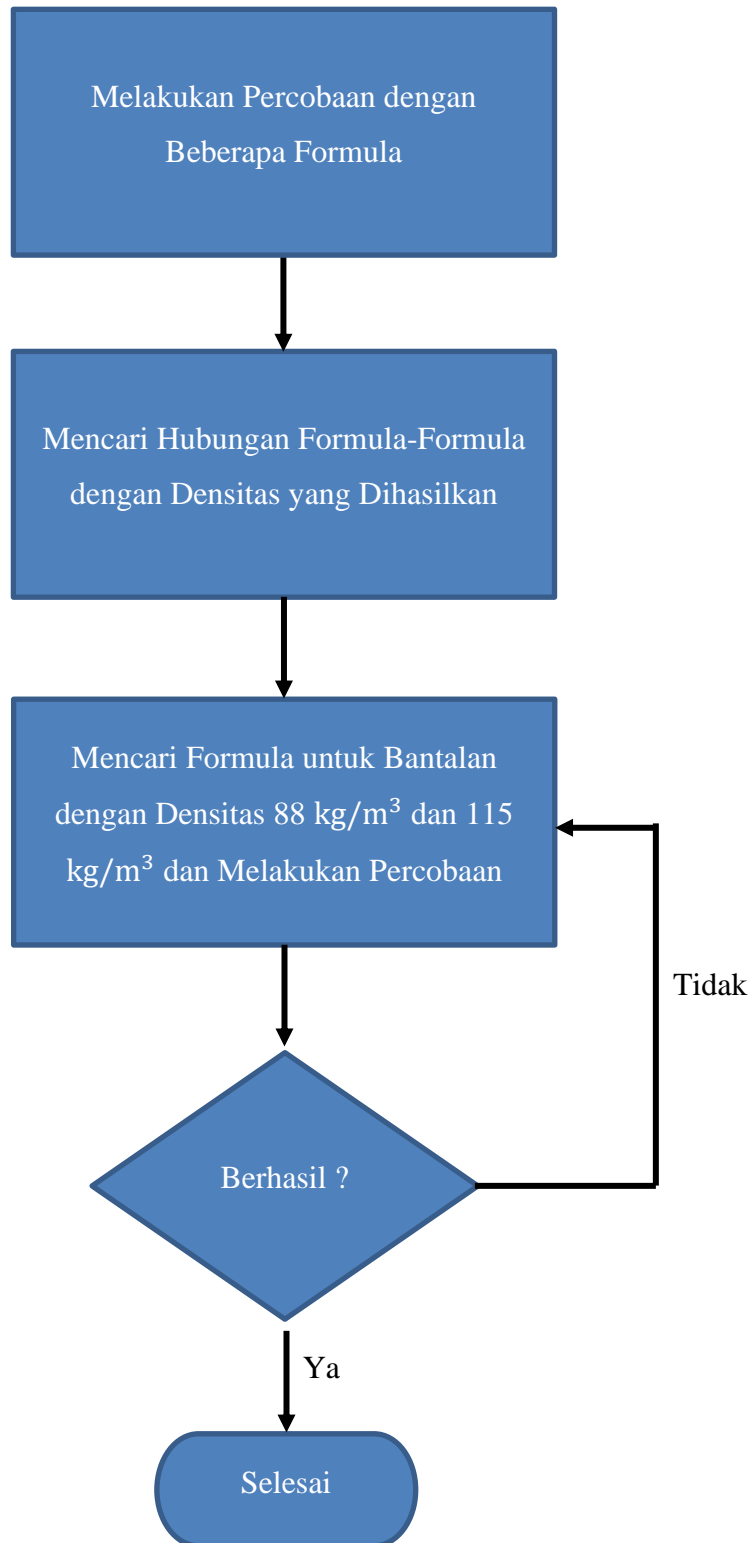
### Metode Penelitian

#### 3.1 Alur Penelitian

##### 3.1.1 Pencarian Formula untuk Bantalan dengan Densitas 88 kg/m<sup>3</sup> dan 115 kg/m<sup>3</sup>

Alur penelitian pencarian formula untuk bantalan dengan densitas 88 kg/m<sup>3</sup> dan 115 kg/m<sup>3</sup> merupakan sebuah gambaran langkah-langkah untuk mencari formula untuk densitas bantalan 88 kg/m<sup>3</sup> dan 115 kg/m<sup>3</sup>. Alur penelitian tersebut dapat dilihat pada gambar 3.1 di bawah ini.

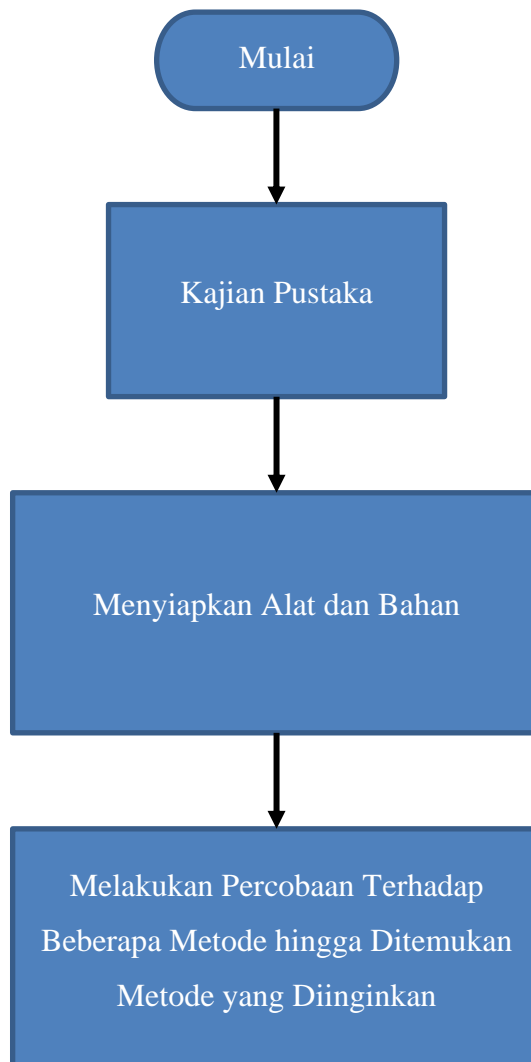


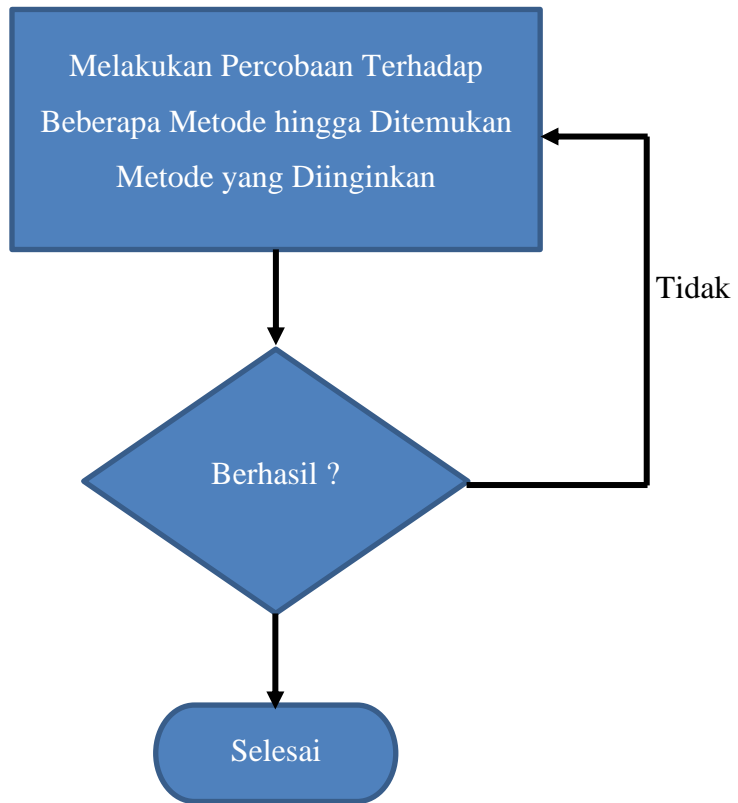


Gambar 3. 1 Alur Penelitian Pencarian Formula untuk Densitas Bantalan 88 kg/m<sup>3</sup> dan 115 kg/m<sup>3</sup>

### 3.1.2 Pencarian Metode yang Mempermudah Proses Pelepasan Bantalan PUF dari Cetakan

Alur penelitian pencarian metode yang mempermudah proses pelepasan bantalan PUF dari cetakan merupakan sebuah gambaran langkah-langkah (dalam bentuk diagram alir) untuk mencari metode yang mempermudah proses pelepasan bantalan PUF dari cetakan. Alur penelitian tersebut dapat dilihat pada gambar 3.2 di bawah ini.

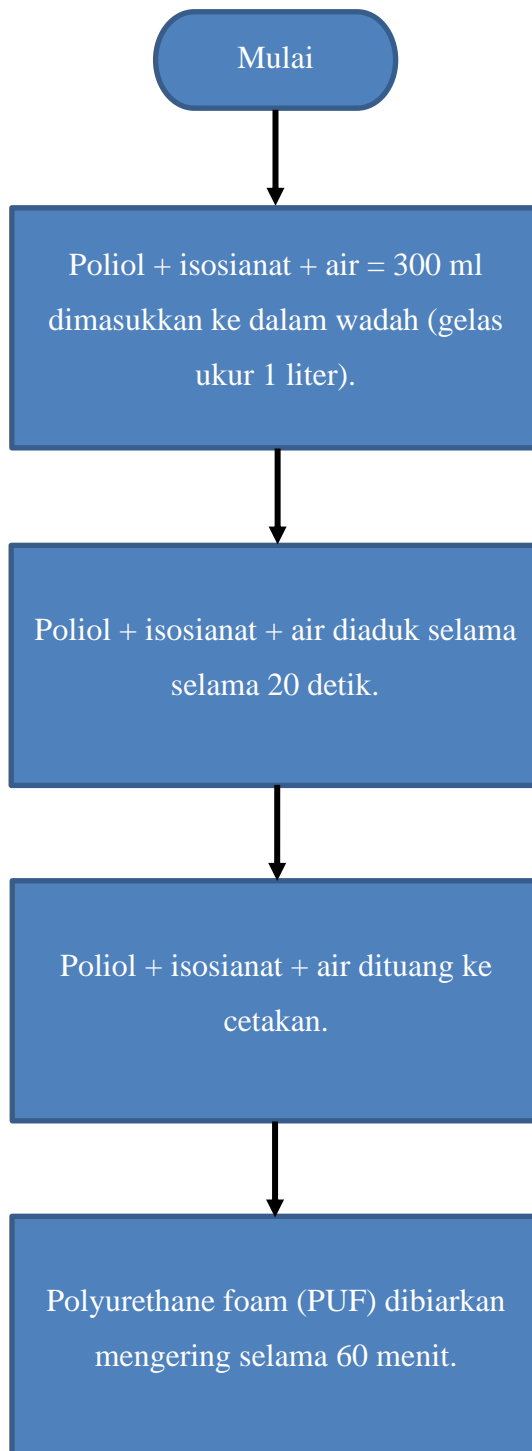


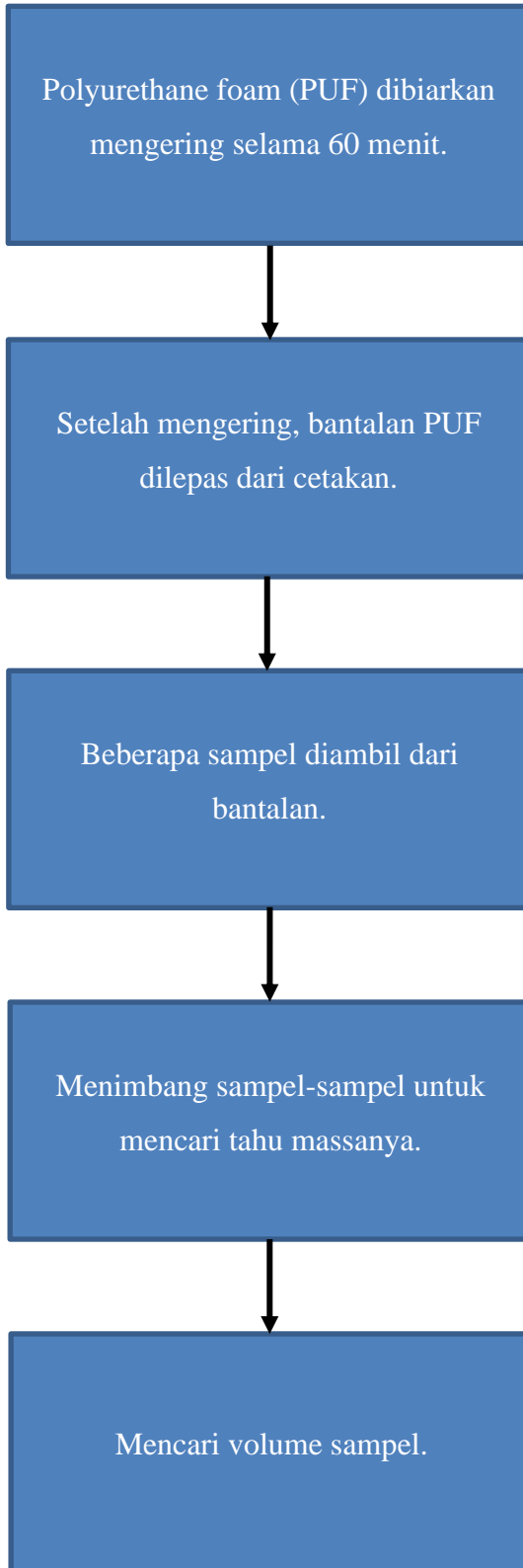


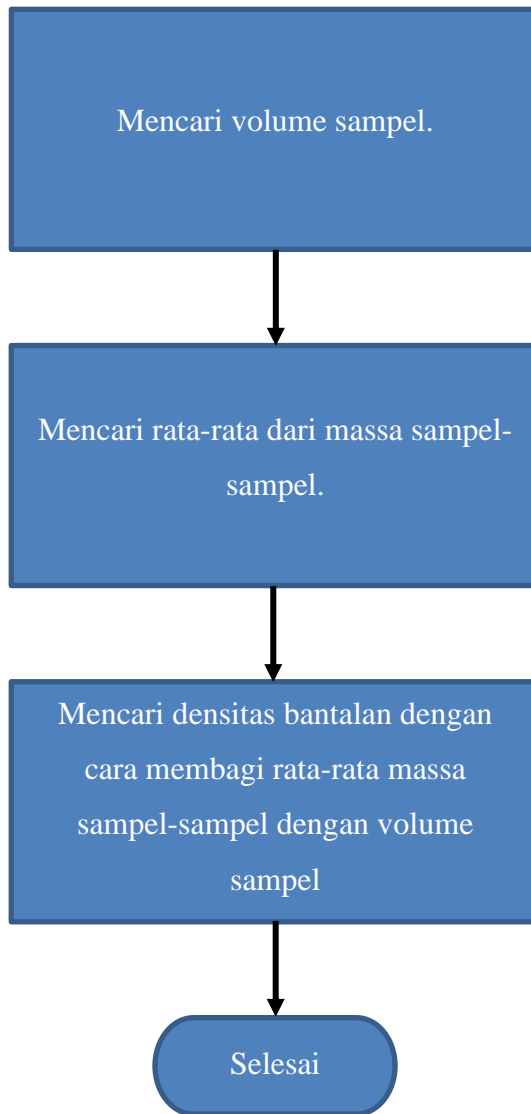
Gambar 3. 2 Alur Penelitian Pencarian Metode yang Mempermudah Proses Pelepasan Bantalan PUF dari Cetakan

### 3.1.3 Pencarian Densitas Bantalan

Alur pencarian densitas bantalan merupakan sebuah gambaran langkah-langkah (dalam bentuk diagram alir) untuk mencari densitas bantalan. Alur pencarian densitas bantalan dapat dilihat pada gambar 3.3 di bawah ini.







Gambar 3. 3 Alur Penelitian Pencarian Densitas Bantalan

## **3.2 Peralatan dan Bahan**

### **3.2.1 Polyurethane Foam (PUF)**

Bantalan yang digunakan untuk meredam tekanan yang terjadi pada pantat untuk mengurangi rasa sakit pada pasien hemeroid dibuat menggunakan polyurethane foam (PUF). PUF sendiri terbentuk dari campuran polioliol dan isocyanate.

PUF mudah didapat di pasaran. PUF bisa dipesan atau dibeli secara online. Pada penelitian ini, PUF dibeli di toko Ngasem Baru yang berlokasi di Jl. Mayjend Sutoyo No.37, Mantrijeron, Kec. Mantrijeron, Kota Yogyakarta, Daerah Istimewa Yogyakarta 55143. Toko tersebut merupakan toko yang menjual berbagai bahan kimia.

### **3.2.2 Pipet Tetes**

Pipet tetes digunakan untuk menambah atau mengurangi volume polioliol, isocyanate, atau air yang digunakan agar sesuai dengan volume yang diinginkan. Ada 3 buah pipet tetes yang digunakan. Masing-masing pipet tetes untuk polyurethane foam, polioliol, dan air. Masing-masing bahan tersebut diberi pipet tetes karena ketiga bahan tersebut dapat bereaksi jika dicampur.

### **3.2.3 Gelas Ukur 5 ml**

Gelas ukur 5 ml digunakan agar mencapai volume yang diinginkan untuk polioliol, isocyanate, dan air. Ada 3 buah gelas ukur 5 ml yang digunakan pada penelitian ini. Air, isocyanate, dan polioliol masing-masing mendapatkan satu buah gelas ukur 5 ml. Masing-masing bahan diberi gelas ukur 5 ml karena air, isocyanate, dan polioliol dapat bereaksi jika dicampur.

### **3.2.4 Gelas Ukur 1 Liter**

Gelas ukur 1 liter digunakan untuk mencampur air, polioliol, dan isocyanate dan untuk mencapai volume yang diinginkan. Selain itu, gelas ukur 1 liter juga digunakan untuk proses pengadukan ketiga bahan tersebut.

### **3.2.5 Aseton**

Aseton digunakan untuk membersihkan gelas ukur 5 ml dan pipet tetes untuk isocyanate. Ini dikarenakan, jika isocyanate tidak dibersihkan setelah digunakan, isocyanate dapat mengeras di dalam gelas ukur 5 ml dan pipet tetes. Hal ini dapat mengganggu proses pengukuran.

### **3.2.6 Sendok**

Sendok digunakan untuk mengaduk polioliol, air, dan isocyanate agar ketiga bahan tersebut tercampur. Pengadukan untuk ketiga bahan dilakukan di dalam sebuah gelas ukur 1 liter.

### **3.2.7 Binder Clip**

Binder clip digunakan untuk menjepit cetakan saat PUF mengembang. Cetakan dijepit agar bantalan PUF mencapai ketebalan yang diinginkan. Pada penelitian ini ada 4 binder clip yang digunakan. Masing-masing binder clip diletakkan tepat di mana bantalan PLA diletakkan.

### **3.2.8 Bantalan PLA**

Seperti Namanya, bantalan PLA terbuat dari PLA. Selain itu bantalan PLA mempunyai tebal 5 mm. Ketebalan ini sama dengan ketebalan dari bantalan PUF yang akan dibuat. Bantalan PLA diletakkan di antara cetakan. Lalu cetakan dijepit menggunakan binder clip. Ini bertujuan agar bantalan PUF mempunyai tinggi sesuai yang diinginkan.

### **3.2.9 Gunting dan Pisau**

Gunting digunakan agar sampel pada bantalan dapat diambil dan dibentuk sesuai dengan bentuk yang diinginkan dan untuk memotong bantalan agar sesuai dengan bentuk yang diinginkan. Sedangkan pisau digunakan untuk membantu dalam pelepasan bantalan PUF dari cetakan dan untuk mendapatkan bentuk yang diinginkan dari sampel dan bantalan.

### **3.2.10 Penggaris**

Penggaris dalam penelitian ini digunakan untuk membantu dalam membentuk gambar pola sampel pada bantalan PUF.

### **3.2.11 Pulpen**

Pulpen pada penelitian ini digunakan untuk membantu dalam membentuk gambar pola sampel pada bantalan PUF.

### **3.2.12 Timbangan**

Densitas dari bantalan diketahui dengan cara terlebih dahulu mencari tahu massa dari sampel-sampel bantalan dengan cara menimbang sampel-sampel pada sebuah timbangan. Ada banyak pilihan timbangan yang dapat digunakan. Pada penelitian ini, timbangan yang digunakan memiliki kemampuan dapat menahan beban dengan massa maksimal 500 gr dan ketelitian hingga 2 angka di belakang koma.

### **3.2.13 Handphone**

Handphone pada penelitian ini digunakan untuk mengetahui lamanya waktu pengadukan dan pengeringan dari bantalan PUF. Lama waktu pengeringan dan pengadukan dikontrol agar sesuai dengan waktu yang diinginkan dan menggunakan handphone.

Ada banyak jenis handphone yang digunakan. Handphone yang digunakan pada penelitian ini adalah Iphone 12. Handphone digunakan untuk mengukur waktu karena di dalamnya terdapat aplikasi yang menunjang maksud tersebut dan penggunaannya mudah.

### **3.2.14 Miracle Gloss**

Miracle Gloss digunakan untuk membantu mempermudah proses pelepasan bantalan PUF dari cetakan. Sebelum menuangkan cairan PUF ke dalam cetakan, permukaan cetakan yang bersentuhan langsung dengan PUF terlebih dahulu dilapisi menggunakan Miracle Gloss.

Miracle Gloss mudah ditemui di pasaran. Miracle Gloss dapat dibeli di toko online atau dengan mengunjungi toko-toko yang menjualnya secara langsung di dunia nyata. Pada penelitian ini, Miracle Gloss yang digunakan didapat atau dibeli dari toko yang menjual bahan-bahan kimia. Miracle Gloss bisa dibeli di toko Ngasem Baru yang berlokasi di Jl. Mayjend Sutoyo No.37, Mantrijeron, Kec. Mantrijeron, Kota Yogyakarta, Daerah Istimewa Yogyakarta 55143. Toko tersebut merupakan toko yang menjual berbagai bahan kimia.

### **3.3 Penelitian**

#### **3.3.1 Pencarian *Release Agent***

Untuk mencari *release agent* atau metode yang dapat mempermudah dalam pelepasan bantalan PUF dari cetakan, dilakukan percobaan terhadap beberapa metode atau bahan kimia untuk mengetahui pengaruhnya terhadap mudah tidaknya bantalan PUF dilepas dari cetakan.

#### **3.3.2 Pencarian Formula untuk Densitas Bantalan 88 kg/m<sup>3</sup> dan 115 kg/m<sup>3</sup>**

##### **3.3.2.1 Pencarian Lama Waktu Pengadukan dan Pengeringan Polyurethane Foam**

Sebelum memulai percobaan untuk mencari formula untuk bantalan PUF dengan densitas 88 kg/m<sup>3</sup> dan 115 kg/m<sup>3</sup>, terlebih dahulu dilakukan percobaan untuk mencari lamanya waktu pengeringan dan pengadukan polyurethane foam (PUF). Selanjutnya, lama waktu pengeringan dan pengadukan akan digunakan seterusnya dalam percobaan-percobaan mencari formula untuk bantalan dengan densitas 88 kg/m<sup>3</sup> dan 115 kg/m<sup>3</sup>.

##### **3.3.2.2 Pencarian Jumlah Volume Cairan yang Digunakan**

Ini merupakan sebuah langkah untuk mencari tahu jumlah volume cairan PUF dan air yang harus digunakan seterusnya dalam percobaan mencari formula yang diinginkan.

### **3.3.2.3 Pencarian Jumlah Volume Air yang Digunakan**

Dalam penelitian ini, dilakukan percobaan untuk mencari jumlah volume air yang akan digunakan. Langkah ini bertujuan untuk mempermudah penelitian dengan cara menentukan sebuah nilai yang tetap untuk volume air yang harus digunakan.

### **3.3.2.4 Percobaan pada Beberapa Formula untuk Mendapatkan Data Awal**

Secara garis besar metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimen. Oleh karena itu dilakukan percobaan terhadap berbagai formula. Pada tahap ini, dilakukan percobaan terhadap beberapa formula. Ini dilakukan untuk mendapatkan data dan informasi awal yang diperlukan agar membantu dalam proses mencari formula yang diinginkan. Pencarian formula yang diinginkan bisa dilakukan dengan pendekatan terhadap formula-formula dan data-data awal.

### **3.3.2.5 Percobaan terhadap Berbagai Formula**

Setelah mendapatkan informasi atau data awal, selanjutnya dilakukan percobaan terhadap berbagai formula. Bantalan yang dapat dihasilkan dari suatu formula kemudian dicari densitasnya. Percobaan terhadap formula yang menghasilkan bantalan dengan densitasnya terus dilakukan sampai diketahui suatu formula yang menghasilkan bantalan dengan densitas yang diinginkan. Jika formula yang menghasilkan densitas bantalan yang diinginkan ditemukan, maka percobaan dihentikan untuk densitas tersebut.

### **3.3.3 Pembuatan Ambepants**

Pembuatan ambepants dilakukan setelah berhasil menemukan formula yang menghasilkan bantalan dengan densitas  $88 \text{ kg/m}^3$  dan  $115 \text{ kg/m}^3$ . Pembuatan ambepants dilakukan untuk kedua bantalan yaitu bantalan dengan densitas  $88 \text{ kg/m}^3$  dan  $115 \text{ kg/m}^3$ .

### **3.3.4 Pengujian Ambepants**

Setelah prototipe ambepants dibuat, selanjutnya adalah uji coba kepada pasien hemeroid. Selain itu penyebaran kuesioner yang berisi pernyataan-pernyataan mengenai ambepants juga dilakukan kepada pasien hemeroid guna mengetahui respon mereka terhadap prototipe yang sudah dibuat.

## **BAB 4**

### **Hasil dan Pembahasan**

#### **4.1 Pencarian *Release Agent* untuk Bantalan PUF**

Polyurethane Foam (PUF) merupakan bahan kimia yang sangat lengket. Percobaan-percobaan dan pengamatan yang telah dilakukan menunjukkan bahwa permukaan benda dengan kriteria atau ciri-ciri permukaan tertentu atau permukaan dengan perlakuan khusus tertentu memengaruhi dalam proses pelepasan PUF. Maksudnya adalah permukaan dengan ciri-ciri atau perlakuan khusus tertentu akan memengaruhi mudah tidaknya PUF dilepas dari permukaan tersebut.

Sebagai contoh, berdasarkan percobaan dan pengamatan yang dilakukan, PUF yang menempel dan mengering pada kulit akan lebih sulit dilepas jika dibandingkan dengan PUF yang menempel dan mengering pada gelas ukur 1 liter yang digunakan pada penelitian ini. Itu dikarenakan kedua permukaan tersebut mempunyai ciri-ciri yang berbeda. Permukaan gelas ukur 1 liter lebih berkilap jika dibandingkan dengan kulit manusia. Kulit manusia juga lebih bertekstur. Selain itu, PUF yang menempel dan mengering pada kaos berbahan katun akan lebih sulit untuk dilepas jika dibandingkan dengan PUF yang menempel dan mengering pada gelas ukur 1 liter yang digunakan pada penelitian ini. Ini karena kaos dengan bahan katun memiliki banyak celah. Celah-celah ini yang kemudian mengakibatkan kain katun dapat menyerap air dan PUF saat masih berada dalam fase cair. Ini merupakan salah satu contoh dari kapilaritas.

Cetakan yang digunakan untuk memproduksi bantalan PUF merupakan cetakan yang terbuat dari PLA dan memiliki permukaan yang kasar. Hal ini mengakibatkan PUF sulit untuk dilepas dari cetakan. Dalam proses untuk mencari metode atau bahan kimia yang dapat mempermudah dalam pelepasan PUF (polyurethane foam) dari cetakan, permukaan percobaan yang digunakan adalah permukaan cetakan dan ada beberapa bahan kimia (*release agent*) yang digunakan di antaranya adalah PVA, oli, Miracle Gloss, sabun colek, dan Prolix Chemical P709 (Mould Release Agent Paintable). Percobaan dengan menggunakan permukaan cetakan bantalan ini untuk mengetahui pengaruh

produk-produk atau bahan kimia yang telah disebutkan sebelumnya terhadap mudah tidaknya bantalan PUF dilepas dari cetakan.

Selama percobaan, produk-produk tersebut menghasilkan fenomena-fenomena yang berbeda satu sama lain terhadap PUF dan proses pelepasan.

#### **4.1.1 Prolix Chemical P709 (Mould Release Agent Paintable)**

Penggunaan Prolix Chemical P709 tidak menunjukkan hasil yang diharapkan. Berdasarkan cara pemakaian yang terdapat di belakang botol, cairan Prolix Chemical P709 disemprotkan pada permukaan benda yang akan menjadi tempat menempelnya PUF. Namun, percobaan menunjukkan bahwa Prolix Chemical P709 tidak bekerja dengan baik. PUF masih melekat dengan kuat pada permukaan cetakan meskipun permukaan telah dilapisi atau disemprot dengan cairan Prolix. Hal ini mengakibatkan PUF sulit untuk dilepas dari permukaan. Tentunya hal ini tidak diharapkan, karena dapat menciptakan masalah dalam proses produksi bantalan PUF. Prolix Chemical P709 ditunjukkan pada gambar 4.1.



Gambar 4. 1 Prolix Chemical P709 (Mould Release Agent Paintable)

#### **4.1.2 Sabun Colek**

Sama dengan Prolix Chemical P709, pemberian sabun colek pada permukaan benda (dalam hal ini cetakan bantalan) yang akan menjadi tempat menempelnya PUF juga tidak membuat bantalan PUF mudah dilepas.

Untuk tujuan menemukan *release agent* yang ideal, sabun colek dioles secara merata pada permukaan cetakan. Pada percobaan yang dilakukan, sabun colek dioles dengan tidak tebal juga tidak terlalu tipis. Namun, itu tidak membuat bantalan PUF dapat dengan mudah dilepas dari cetakan. Sabun colek yang dioles pada cetakan, dapat dilihat pada gambar 4.2.



Gambar 4. 2 Cetakan untuk Produksi Bantalan yang Diolesi Sabun Colek

#### **4.1.3 PVA**

PVA bekerja lebih baik jika dibandingkan dengan Prolix Chemical P709 dan sabun colek. Dibandingkan dengan keduanya, PVA berhasil membuat proses pelepasan bantalan jadi lebih mudah. Meskipun begitu, tetap ada beberapa masalah dengan penggunaan bahan kimia ini sebagai *release agent*. Gambar 4.3 di bawah ini adalah gambar dari PVA.

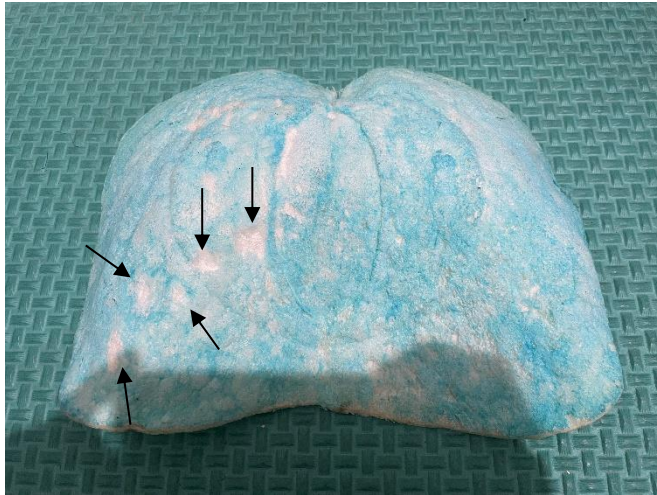


Gambar 4. 3 PVA Cair

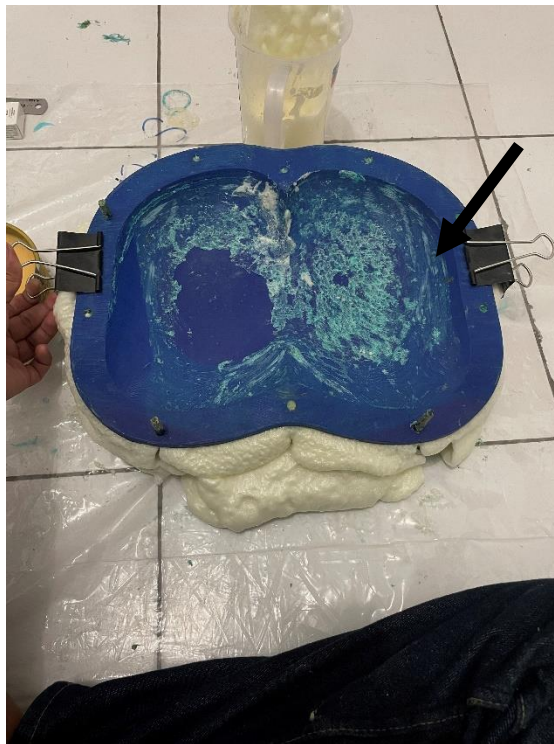
Dari gambar 4.3, diketahui bahwa PVA berwarna biru. Warna biru pada PVA ini yang kemudian akan mempengaruhi bantalan PUF yang dihasilkan. Warna biru pada PVA ini mengakibatkan bantalan PUF yang dihasilkan juga berwarna biru. Tentunya hal ini tidak diinginkan. Karena meskipun menggunakan pewarna makanan dengan tujuan untuk mencapai warna yang diinginkan, warna yang dihasilkan mungkin tidak akurat oleh karena warna biru PVA sebagai pelapis cetakan. Warna biru pada bantalan karena PVA bisa dilihat pada gambar 4.4

Selain masalah tersebut, memang PVA berhasil membuat bantalan PUF lebih mudah dilepas jika dibandingkan dengan Prolix Chemical P709 dan sabun colek, penggunaan PVA dengan tujuan untuk menemukan *release agent* yang ideal menghasilkan masalah baru. Penggunaan PVA dengan tujuan tersebut, mengakibatkan permukaan bantalan tercabut dan menempel pada cetakan. Hal ini menciptakan kerak pada cetakan dan permukaan bantalan yang kasar. Permukaan bantalan yang kasar ini disebabkan oleh banyaknya permukaan bantalan yang menempel pada cetakan. Selain itu, pada beberapa titik, bantalan seperti memiliki kawah. Ini disebabkan karena beberapa bagian dari bantalan tercabut dan

menempel pada cetakan. Kerak dan permukaan bantalan yang tercabut dapat dilihat pada gambar 4.4 dan 4.5.



Gambar 4. 4 Bantalan Berwarna Biru karena PVA, Permukaan Bantalan yang Kasar, dan Panah yang Menunjukkan Beberapa Kawah pada Bantalan



Gambar 4. 5 Kerak Akibat Permukaan Bantalan yang Tercabut dan Menempel pada Permukaan Cetakan Ditunjukkan oleh Panah

Dari gambar 4.5 bisa dilihat bahwa hampir semua permukaan cetakan dipenuhi oleh permukaan bantalan PUF yang tercabut, hal ini mengakibatkan bantalan PUF menjadi sangat kasar pada permukaannya.

Percobaan dengan PVA dilakukan dengan cara mengoles permukaan cetakan yang akan menjadi tempat menempelnya PUF (polyurethane foam) dengan PVA secara merata.

#### **4.1.4 Oli**

Tidak seperti PVA, berdasarkan percobaan, oli bekerja lebih baik jika dibandingkan dengan Prolix Chemical P709, sabun colek, dan PVA itu sendiri. Namun, sama seperti PVA, percobaan dengan oli juga menimbulkan masalah. Oli memang bekerja lebih baik dibandingkan PVA, namun pada beberapa titik, permukaan bantalan tercabut dan menempel pada permukaan cetakan. Akhirnya, sama seperti PVA, kerak tercipta pada permukaan cetakan akibat hal tersebut.

Pelepasan bantalan dari cetakan dengan oli, pada pengerjaannya bisa dibilang mudah dilakukan. Namun, pada beberapa titik terdapat masalah seperti yang sudah dijelaskan sebelumnya. Hal ini menjadi kendala dalam proses pelepasan. Untuk titik-titik yang terdapat masalah tersebut, diperlukan waktu lebih untuk pelepasan.

Permukaan bantalan yang tercabut dan menempel pada cetakan, mungkin disebabkan oleh permukaan cetakan yang pada beberapa titiknya kurang bersih setelah cetakan dibersihkan (masih ada sisa-sisa dari percobaan sebelumnya setelah dibersihkan). Atau mungkin juga disebabkan oleh kualitas atau jenis oli itu sendiri. Pada saat percobaan, oli yang digunakan adalah oli untuk kendaraan motor dan dibeli dengan harga Rp35.000,00. Mungkin, oli dengan harga yang lebih tinggi atau dengan jenis yang berbeda (untuk kendaraan lain) akan menghasilkan sesuatu yang lebih baik atau lebih buruk dari oli yang telah digunakan.

Percobaan dengan oli untuk tujuan menemukan *release agent* yang ideal dilakukan dengan cara melapisi permukaan cetakan dengan oli secara merata.

#### **4.1.5 Miracle Gloss**

Dibandingkan dengan oli, Miracle Gloss bekerja paling baik jika dibandingkan dengan Prolix Chemical P709, sabun colek, PVA, dan oli itu sendiri. Berdasarkan percobaan, Miracle Gloss berhasil membuat proses pelepasan bantalan PUF dari cetakan lebih mudah. Selain itu, saat percobaan, Miracle Gloss berhasil untuk mencegah agar tidak ada permukaan bantalan yang tercabut dan terjadinya kerak pada cetakan. Masalah yang ditimbulkan hanyalah permukaan bantalan yang menjadi basah akibat bersentuhan langsung dengan Miracle Gloss.

Dalam percobaan untuk mencari *release agent* yang bisa memenuhi apa yang diinginkan, permukaan cetakan dilapisi oleh Miracle Gloss secara merata. Lapisan Miracle Gloss yang dibuat pada permukaan tidak boleh tebal atau terlalu tipis. Percobaan menunjukkan bahwa, lapisan Miracle Gloss yang terlalu tipis, bisa mengakibatkan permukaan bantalan PUF tercabut dan menempel pada cetakan. Sedangkan, jika tebal maka bisa terbentuk lapisan Miracle yang tebal pada permukaan bantalan. Miracle Gloss dapat dilihat pada gambar 4.6.



Gambar 4. 6 Miracle Gloss

## 4.2 Pencarian Formula untuk Bantalan PUF dengan Densitas 88 kg/m<sup>3</sup> dan 115 kg/m<sup>3</sup>

### **4.2.1 Lama Waktu Pengadukan dan Pengeringan Polyurethane Foam**

Sebelum memulai percobaan untuk mencari formula untuk bantalan PUF dengan densitas  $88 \text{ kg/m}^3$  dan  $115 \text{ kg/m}^3$ , terlebih dahulu dilakukan percobaan untuk mencari lama waktu pengeringan dan pengadukan polyurethane foam (PUF).

Lama waktu pengadukan untuk PUF sebelum PUF dituang ke cetakan terlebih dahulu harus ditentukan. Proses pengadukan PUF dilakukan pada sebuah wadah berupa gelas ukur 1 liter. Berdasarkan percobaan-percobaan yang sudah pernah dilakukan, pengadukan PUF yang terlalu lama akan mengakibatkan PUF mengembang di dalam wadah. Hal ini tentu tidak diharapkan karena PUF akan sulit dituang ke gelas ukur jika hal itu terjadi. Selain itu, hal tersebut akan mengakibatkan PUF akan berhenti mengembang saat PUF berada pada cetakan. Hal yang diinginkan adalah, PUF belum mengembang saat di wadah setelah proses pengadukan dan mengembang dan mengering di dalam cetakan setelah dituang ke dalam cetakan. Hal ini diinginkan karena ada kemungkinan beberapa hal tersebut akan mempengaruhi densitas dari bantalan PUF yang terbentuk.

Berdasarkan percobaan dan pengamatan yang dilakukan, lama waktu pengadukan 60 detik dan 45 detik dirasa terlalu lama. Dengan lama waktu 45 detik, PUF mengembang di dalam wadah pengadukan (gelas ukur 1 liter) dan hampir berhenti mengembang setelah dituang ke cetakan. Hal yang hampir sama juga terjadi pada lama waktu pengadukan 60 detik. Namun, dengan waktu 20 detik, pengembangan PUF dapat ditahan sampai PUF dituang ke dalam cetakan. Oleh karena itu, selanjutnya, lama waktu 20 detik digunakan seterusnya dalam proses mencari formula yang menghasilkan bantalan dengan densitas  $88 \text{ kg/m}^3$  dan  $115 \text{ kg/m}^3$ .

Hal lain yang penting untuk ditentukan selain lama waktu pengadukan adalah lama waktu pengeringan PUF setelah PUF (polyurethane foam) dituang ke dalam cetakan. Hal ini penting dilakukan karena sebuah formula bisa mempunyai lama waktu pengeringan yang berbeda terhadap formula yang lain. Oleh karena itu, harus ditentukan sebuah lama waktu pengeringan yang dengan waktu

tersebut, formula-formula yang dicoba dapat dilepas dari cetakan tanpa ada masalah terkait dengan PUF yang belum mengering dengan baik.

Berdasarkan percobaan dan pengamatan yang dilakukan, dengan waktu 30 menit, untuk beberapa formula yang pernah dicoba, bantalan PUF dirasa belum mengering sesuai dengan yang diharapkan

Namun dengan waktu 60 menit, bantalan dengan formula yang pernah digunakan untuk mencari formula dengan densitas bantalan  $88 \text{ kg/m}^3$  dan  $115 \text{ kg/m}^3$  mengering sesuai yang diharapkan. Oleh karena itu, selanjutnya, lama waktu pengeringan 60 menit digunakan seterusnya dalam proses mencari formula yang menghasilkan bantalan dengan densitas  $88 \text{ kg/m}^3$  dan  $115 \text{ kg/m}^3$ .

#### **4.2.2 Jumlah Volume Cairan yang Digunakan**

Sebelum melakukan proses pencarian formula untuk densitas bantalan yang diinginkan, hal yang penting untuk diketahui selain 2 hal yang sudah disebutkan dan dijelaskan sebelumnya adalah volume cairan yang harus digunakan sepanjang penelitian dalam mencari formula yang diinginkan. Cairan yang dimaksudkan di sini adalah gabungan dari polioliol, isosianat, dan air. Sedangkan volume cairan adalah volume dari cairan yang digunakan untuk percobaan. Atau bisa dikatakan bahwa volume cairan adalah volume total dari hasil penjumlahan volume polioliol, volume isosianat, dan volume air.

Suatu nilai volume cairan bisa menghasilkan fenomena yang berbeda dengan volume cairan yang lain. Fenomena yang dimaksudkan adalah volume cetakan yang terisi oleh bantalan PUF ketika PUF berhenti mengembang dan mengering. Beberapa nilai volume cairan, menghasilkan bantalan PUF yang tidak mengisi semua ruang pada cetakan bantalan. Hal ini mengakibatkan bantalan PUF yang dihasilkan tidak sempurna karena ada bagian yang tidak dihasilkan pada bantalan akibat dari ruang cetakan bantalan yang tidak terisi seluruhnya oleh PUF.

Berdasarkan percobaan dan pengamatan yang telah dilakukan penulis, untuk jumlah volume cairan di bawah 300 ml dengan batas 150 ml, untuk beberapa volume cairan, bantalan PUF yang dihasilkan tidak memenuhi semua ruang pada cetakan saat PUF berhenti mengembang dan mengering. Sedangkan

dengan volume cairan 300 ml, dan dengan formula yang pernah dicoba, bantalan PUF memenuhi semua ruang cetakan bahkan sampai keluar cetakan. Oleh karena itu, jumlah volume 300 ml digunakan seterusnya dalam penelitian mencari formula untuk densitas bantalan  $88 \text{ kg/m}^3$  dan  $115 \text{ kg/m}^3$ .

#### **4.2.3 Jumlah Volume Air yang Digunakan**

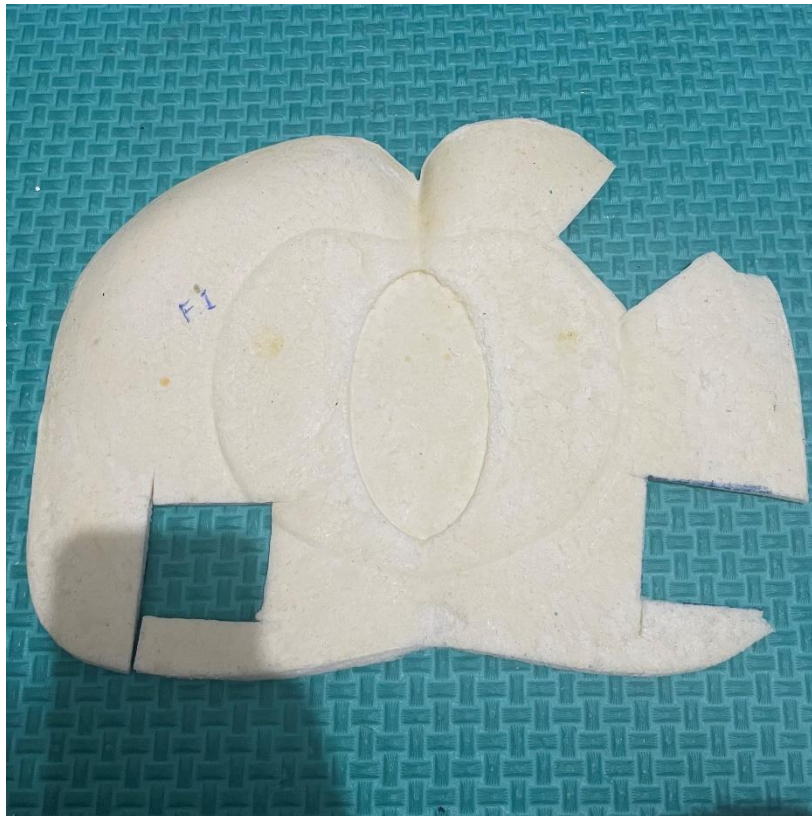
Penetapan untuk volume air yang akan digunakan dalam penelitian mencari formula untuk densitas bantalan  $88 \text{ kg/m}^3$  dan  $115 \text{ kg/m}^3$ , dirasa penting untuk dilakukan, karena hal ini dapat mempermudah penelitian karena penyederhanaan nilai volume air yang digunakan atau penetapan nilai akan menjadi sebuah ketetapan yang tidak dapat diubah dan akan digunakan seterusnya dalam penelitian. Dengan menetapkan sebuah nilai untuk volume air yang digunakan, maka hal selanjutnya yang perlu dilakukan hanyalah mencari volume polioliol atau isosianat. Dengan sebuah volume air yang tetap, formula untuk densitas bantalan  $88 \text{ kg/m}^3$  dan  $115 \text{ kg/m}^3$  dapat dicari dengan mengubah nilai dari volume polioliol atau isosianat. Hal ini sangat membantu dan mempermudah proses penelitian.

Volume air yang ditambahkan pada PUF juga perlu diperhatikan. Berdasarkan percobaan dan pengamatan yang penulis lakukan diketahui bahwa air yang ditambahkan mempengaruhi struktur busa yang dihasilkan. Air yang terlalu banyak, dapat mengakibatkan bantalan PUF yang dihasilkan mudah rusak. Ini bisa diakibatkan oleh berkurangnya kekuatan, elastisitas, atau daya rekat bantalan karena perubahan struktur pada bantalan. Selain itu, air yang terlalu banyak juga dapat mengakibatkan bantalan PUF tidak dapat dihasilkan.

Percobaan dengan volume air 10 ml, mengakibatkan struktur bantalan PUF menjadi lemah. Ketahanan bantalan PUF terhadap tekanan menjadi berkurang, sehingga bantalan PUF menjadi lebih mudah hancur. Sedangkan percobaan dengan menggunakan volume air 5 ml menunjukkan bantalan PUF yang dihasilkan memiliki struktur yang lebih baik jika dibandingkan dengan bantalan PUF yang menggunakan 10 ml air. Akibatnya, bantalan PUF dengan 5 ml air memiliki ketahanan terhadap tekanan yang lebih baik dibandingkan dengan bantalan PUF dengan 10 ml air. Namun meskipun begitu, penggunaan air 5 ml mengakibatkan

bantalan menjadi lebih basah atau berair dikarenakan oleh air yang terperangkap pada bantalan.

Percobaan juga dilakukan terhadap air dengan jumlah volume 2 ml. Formula yang digunakan adalah polioliol 173 ml, isosianat 125 ml, air 2 ml dan polioliol 200 ml, isosianat 98 ml, air 2 ml. Percobaan untuk volume air 2 ml dan dengan kedua formula tersebut dilakukan pada hari Senin, 22 April 2024. Percobaan dengan kedua formula tersebut menghasilkan bantalan dengan ikatan kimia yang lebih baik jika dibandingkan dengan bantalan yang menggunakan air dengan volume 5 ml dan 10 ml. Sebagai akibatnya, bantalan menjadi lebih kuat, tidak mudah hancur ketika ditebuk, tidak basah atau berair, serta permukaan bantalan yang dihasilkan menjadi lebih rapi. Oleh karena itu, kemudian jumlah volume air 2 ml digunakan seterusnya dalam penelitian ini. Di bawah ini adalah gambar dari bantalan PUF yang berhasil terbentuk dari ke dua formula tersebut (gambar 4.7 dan 4.8).



Gambar 4. 7 Bantalan PUF yang Berhasil Terbentuk Menggunakan Formula Polioliol 173 ml, Isosianat 125 ml, dan Air 2 ml.



Gambar 4. 8 Bantalan PUF yang Berhasil Terbentuk Menggunakan Formula Polioliol 200 ml, Isosianat 98 ml, dan Air 2 ml.

#### 4.2.4 Percobaan Terhadap Beberapa Formula Awal

Pada awal pencarian formula untuk bantalan dengan densitas  $88 \text{ kg/m}^3$  dan  $115 \text{ kg/m}^3$ , dilakukan pencarian densitas bantalan untuk 6 formula. Setiap formula memiliki komposisi yang berbeda. Komposisi untuk masing-masing formula bisa dilihat pada tabel 4.1 di bawah ini.

Tabel 4. 1 Komposisi untuk 6 Formula untuk Dicari Densitas Bantalannya pada Awal Pencarian Formula untuk Bantalan dengan Densitas  $88 \text{ kg/m}^3$  dan  $115 \text{ kg/m}^3$

Formula	Polioliol	Isocyanate	Air
1	298 ml	0 ml	2 ml
2	0 ml	298 ml	2 ml

3	173 ml	125 ml	2 ml
4	200 ml	98 ml	2 ml
5	150 ml	148 ml	2 ml
6	250 ml	48 ml	2 ml

Dalam mencari formula untuk bantalan dengan densitas yang diinginkan, pada langkah awalnya, dilakukan percobaan-percobaan untuk beberapa formula dengan komposisi yang bisa dilihat pada tabel 4.1. Nantinya, data-data yang didapat, dapat digunakan sebagai acuan awal dalam mencari formula yang diinginkan. Dalam penentuan formula-formula yang terdapat di dalam tabel 4.1 di atas, formula ditentukan tanpa perhitungan atau rumus khusus. Artinya, formula ditentukan berdasarkan keinginan, kehendak, atau selera penulis. Ini wajar dan memang harus dilakukan karena pada dasarnya, secara garis besar, metode penelitian yang digunakan oleh penelitian ini adalah metode eksperimen. Formula-formula yang ditentukan berdasarkan keinginan, kehendak, atau selera tersebut dapat dilihat pada tabel 4.1. Karena ditentukan berdasarkan selera dan coba-coba, sebagai akibatnya ada formula yang gagal atau dengan kata lain formula tidak menghasilkan bantalan. Formula tersebut adalah formula 6. Komposisi formula 6 bisa dilihat pada tabel 4.1.

Percobaan terhadap ke enam formula di atas bertujuan untuk mencari densitas dari produk yang dihasilkan. Densitas produk untuk formula-formula tersebut bisa dilihat pada tabel 4.2.

Tabel 4. 2 Formula dan Densitas Produk yang Dihasilkan

Formula	Poliol (ml)	Isocyanate (ml)	Air (ml)	Densitas Produk (kg/m <sup>3</sup> )
1	298 ml	0 ml	2 ml	650,433 (Bantalan)
2	0 ml	298 ml	2 ml	1.165,277 (Bantalan)
3	173 ml	125 ml	2 ml	420 (Bantalan)
4	200 ml	98 ml	2 ml	161,52

				(Bantalan)
5	150 ml	148 ml	2 ml	126,5 (Bantalan)
6	250 ml	48 ml	2 ml	- (Bukan Bantalan)

Formula 6 tidak dapat menghasilkan bantalan. Formula 6 menghasilkan sesuatu seperti adonan kue yang encer. Oleh karena itu, digunakan kata produk pada beberapa penjelasan, karena tidak semua formula menghasilkan bantalan. Penjelasan fenomena tersebut atau analisa untuk formula 6 akan dijelaskan pada bagian yang terpisah.

Selain untuk mencari densitas produk dari ke enam formula tersebut, tujuan lain dari percobaan-percobaan ini adalah untuk mendapatkan informasi atau data awal sehingga dapat membantu penelitian. Sebagai contoh, berdasarkan percobaan terhadap ke enam formula tersebut, diketahui bahwa formula 6 tidak dapat menghasilkan bantalan. Produk yang dihasilkan merupakan sesuatu yang seperti adonan kue yang encer. Oleh karena itu, jumlah volume polioliol di atas 250 ml tidak digunakan.

Berikut ini adalah penjelasan tentang masing-masing formula di atas, berkaitan dengan perhitungan untuk mendapatkan densitas dan lain-lain.

#### **4.2.4.1 Formula 1 (Polioliol 298 ml dan Air 2 ml)**

Densitas untuk formula 1 polioliol 298 ml, isocyanate 0 ml, dan air 2 ml dirasa perlu untuk diketahui. Volume polioliol 298 ml merupakan titik tertinggi dari jumlah volume polioliol yang digunakan pada penelitian ini.

Formula 1 polioliol 298 ml, isocyanate 0 ml, dan air 2 ml tidak menghasilkan bantalan. Hal ini disebabkan karena tidak adanya isocyanate yang digunakan. Bantalan juga tidak akan terbentuk dengan sempurna atau mungkin tidak akan terbentuk jika jumlah air yang digunakan terlalu banyak.

Di bawah ini adalah langkah-langkah yang digunakan dalam mencari densitas polioliol 298 ml yang ditambah air 2 ml.

1. Menimbang gelas ukur 1 liter untuk mencari massanya.

2. Memasukkan poliol 298 ml dan air 2 ml ke dalam gelas ukur 1 liter.
3. Mengaduk poliol 298 ml dan air 2 ml yang telah dimasukkan sebelumnya.
4. Menimbang gelas ukur 1 liter dengan poliol dan air masih di dalamnya untuk mengetahui massanya.
5. Mengurangi massa gelas ukur 1 liter yang terdapat poliol dan air di dalamnya dengan massa gelas ukur 1 liter kosong dengan tujuan untuk mendapatkan massa 298 ml poliol yang ditambah air 2 ml.
6. Mencari densitas 298 ml poliol + 2 ml air dengan cara membagi massa yang didapat dari langkah 5 dengan volume poliol 298 ml + air 2 ml yaitu 300 ml (298 ml + 2 ml).

Data massa dari gelas ukur 1 liter + poliol 298 ml + air 2 ml bisa dilihat dari tabel 4.3 di bawah ini.

Tabel 4. 3 Data Massa Gelas Ukur 1 Liter + Poliol 298 ml + Air 2 ml

Massa Gelas Ukur 1 liter + Poliol 298 ml + Air 2 ml (Massa Dalam gr)					Total (gr)
321,77	321,75	321,74	321,73	321,72	1.608,71

Rata-rata dari data di atas dapat dicari dengan cara membagi total massa pada tabel 4.3 dengan banyak data massa sebelum ditotal. Banyak data massa pada tabel 4.3 adalah 5.

Total massa = 1.608,71 gr

Banyak data massa = 5

Rata-rata =  $\bar{x}$

Banyak data = n

Rumus rata-rata adalah seperti di bawah ini.

$$\bar{x} = \frac{\text{jumlah semua data}}{n}$$

Berdasarkan rumus rata-rata dan data di atas maka, rata-rata massa gelas ukur 1 liter + poliol 298 ml + air 2 ml ( $\bar{x}_1$  poliol 298) adalah sebagai berikut.

$$\bar{x}_1 \text{ poliol 298} = \frac{1.608,71 \text{ gr}}{5}$$

$$\bar{x}_1 \text{ poliol 298} = 321,742 \text{ gr}$$

Data untuk massa gelas ukur 1 liter kosong dapat dilihat pada tabel 4.4 di bawah ini.

Tabel 4. 4 Data Massa Gelas Ukur 1 Liter Kosong

Massa gelas ukur 1 liter kosong (massa dalam gr)					Total (gr)
126,59	126,6	126,64	126,62	126,61	633,06

Rata-rata dari data di atas dapat dicari dengan cara membagi total massa pada tabel 4.4 dengan banyak data massa sebelum ditotal pada tabel 4.4. Banyak data massa pada tabel 4.4 adalah 5.

$$\text{Total massa} = 633,06 \text{ gr}$$

$$\text{Banyak data massa} = 5$$

Berdasarkan rumus rata-rata dan data di atas maka, rata-rata massa gelas ukur 1 liter kosong ( $\bar{x}_2$  poliol 298) adalah sebagai berikut.

$$\bar{x}_2 \text{ poliol 298} = \frac{633,06 \text{ gr}}{5}$$

$$\bar{x}_2 \text{ poliol 298} = 126,612 \text{ gr}$$

Densitas poliol 298 ml + air 2 ml bisa didapat dengan terlebih dahulu mengurangi rata-rata massa gelas ukur 1 liter + poliol 298 ml + air 2 ml dengan rata-rata massa gelas ukur 1 liter kosong untuk mendapatkan massa poliol 298 ml

+ air 2 ml. Setelah itu massa polioliol 298 ml + air 2 ml dibagi dengan volume 300 ml. Sebelum itu, volume 300 ml dikonversi terlebih dahulu ke dalam meter kubik ( $m^3$ ). Selain itu, satuan gram juga diubah menjadi satuan kilogram. Perhitungan untuk mendapatkan densitas dijelaskan di bawah.

$$\text{Massa polioliol 298 ml + air 2 ml } (x_{\text{polioliol 298}}) = \bar{x}_1 \text{ polioliol 298} - \bar{x}_2 \text{ polioliol 298}$$

$$x_{\text{polioliol 298}} = 321,742 \text{ gr} - 126,612 \text{ gr} = 195,13 \text{ gr} = 0,19513 \text{ kg}$$

$$1 \text{ ml} = 1 \times 10^{-6} \text{ m}^3$$

$$\text{Volume polioliol 298 ml + air 2 ml} = 300 \text{ ml} = 300 \div 1.000.000 \text{ m}^3 = 0,0003 \text{ m}^3$$

Rumus untuk mencari densitas ( $\rho$ ) adalah seperti di bawah ini.

$$\text{Densitas } (\rho) = \frac{\text{massa}}{\text{volume}}$$

Sehingga perhitungan untuk mendapatkan densitas polioliol 298 ml + air 2 ml ( $\rho_{\text{polioliol 298}}$ ) adalah seperti di bawah ini.

$$\rho_{\text{polioliol 298}} = \frac{0,19513 \text{ kg}}{0,0003 \text{ m}^3}$$

$$\rho_{\text{polioliol 298}} = 650,433 \text{ kg/m}^3$$

Jadi, densitas untuk polioliol 298 ml + air 2 ml adalah  $650,433 \text{ kg/m}^3$ .

#### 4.2.4.2 Formula 2 (Isocyanate 298 ml dan Air 2 ml)

Formula 2 polioliol 0 ml, isocyanate 298 ml, dan air 2 ml tidak menghasilkan bantalan. Hal ini disebabkan karena tidak adanya polioliol yang digunakan.

Langkah-langkah yang digunakan untuk mencari densitas formula 2 sama dengan langkah-langkah yang digunakan untuk mencari densitas untuk formula 1.

Data massa dari gelas ukur 1 liter + isocyanate 298 ml + air 2 ml bisa dilihat dari tabel 4.5 di bawah ini.

Tabel 4. 5 Data Massa Gelas Ukur 1 Liter + Isocyanate 298 ml + air 2 ml

Massa gelas ukur 1 liter + isocyanate 298 ml + air 2 ml (gr)			Total (gr)
475,99	475,98	475,98	1.427,95

Rata-rata dari data di atas dapat dicari dengan cara membagi total massa pada tabel 4.5 dengan banyak data massa sebelum ditotal pada tabel 4.5. Banyak data massa pada tabel 4.5 adalah 3.

$$\text{Total massa} = 1.427,95 \text{ gr}$$

$$\text{Banyak data massa} = 3$$

Berdasarkan rumus rata-rata dan data di atas maka, rata-rata massa gelas ukur 1 liter + isosianat 298 ml + air 2 ml ( $\bar{x}_1$  isosianat 298) adalah sebagai berikut.

$$\bar{x}_1 \text{ isosianat } 298 = \frac{1.427,95 \text{ gr}}{3}$$

$$\bar{x}_1 \text{ isosianat } 298 = 475,983 \text{ gr}$$

Data untuk massa gelas ukur 1 liter kosong dapat dilihat pada tabel 4.6 di bawah ini.

Tabel 4. 6 Data Massa Gelas Ukur 1 Liter Kosong

Data massa gelas ukur 1 liter kosong (gr)			Total (gr)
126,39	126,41	126,40	379,2

Rata-rata dari data di atas dapat dicari dengan cara membagi total massa pada tabel 4.6 dengan banyak data massa sebelum ditotal pada tabel 4.6. Banyak data massa pada tabel adalah 3.

Total massa = 379,2 gr

Banyak data massa = 3

Berdasarkan rumus rata-rata dan data di atas maka, rata-rata massa gelas ukur 1 liter kosong ( $\bar{x}_2$  isosianat 298) adalah sebagai berikut.

$$\bar{x}_2 \text{ isosianat 298} = \frac{379,2 \text{ gr}}{3}$$

$$\bar{x}_2 \text{ isosianat 298} = 126,4 \text{ gr}$$

Densitas isocyanate 298 ml + air 2 ml bisa didapat dengan terlebih dahulu megurangi rata-rata massa gelas ukur 1 liter + isocyanate 298 ml + air 2 ml dengan rata-rata massa gelas ukur 1 liter kosong untuk mendapatkan massa isocyanate 298 ml + air 2 ml. Setelah itu massa isocyanate 298 ml + air 2 ml dibagi dengan volume 300 ml. Volume yang digunakan sama dengan volume yang digunakan untuk mencari densitas poliol 298 ml + air 2 ml. Selain itu, satuan gram juga diubah menjadi satuan kilogram. Perhitungan untuk mendapatkan densitas dijelaskan di bawah.

Massa isocyanate 298 ml + air 2 ml ( $x_{\text{isosianat 298}}$ ) =  $\bar{x}_1$  isosianat 298 -  $\bar{x}_2$  isosianat 298

$$x_{\text{isosianat 298}} = 475,983 \text{ gr} - 126,4 \text{ gr} = 349,583 \text{ gr} = 0,349583 \text{ kg}$$

$$1 \text{ ml} = 1 \times 10^{-6} \text{ m}^3$$

$$\text{Volume isocyanate 298 ml + air 2 ml} = 300 \text{ ml} = 300 \div 1.000.000 \text{ m}^3 = 0,0003 \text{ m}^3$$

Perhitungan untuk mendapatkan densitas isosianat 298 ml + air 2 ml ( $\rho_{\text{isosianat 298}}$ ) adalah seperti di bawah ini.

$$\rho_{\text{isosianat 298}} = \frac{0,349583 \text{ kg}}{0,0003 \text{ m}^3}$$

$$\rho_{\text{isosianat 298}} = 1.165,277 \text{ kg/m}^3$$

Jadi, densitas untuk isosianat 298 ml + air 2 ml adalah 1.165,277 kg/m<sup>3</sup>.

#### **4.2.4.3 Formula 3 (Poliol 173 ml, Isosianat 125 ml, dan Air 2 ml)**

Tidak seperti formula 1 dan 2, formula 3 polioliol 173 ml, isocyanate 125 ml, dan air 2 ml dapat menghasilkan bantalan. Ini dikarenakan ada isocyanate dan polioliol yang digunakan.

Setelah bantalan PUF terbentuk dengan menggunakan formula 3, selanjutnya adalah mencari tahu nilai densitas dari bantalan. Untuk mengetahui hal tersebut, terlebih dahulu sampel untuk bantalan PUF formula 3 diambil. Sampel yang diambil lebih dari satu agar mencapai nilai densitas yang akurat. Selain itu, sampel yang diambil berbentuk balok dengan ketebalan sampel merupakan ketebalan dari bantalan yaitu 5 mm. Tiap sampel yang diambil kemudian ditimbang secara berulang lalu dicari rata-ratanya. Data massa sampel yang diambil dapat dilihat pada tabel 4.7 di bawah. Sedangkan gambar 4.9 di bawah ini menunjukkan sampel-sampel yang diambil.



Gambar 4. 9 Sampel untuk Formula 3 Polioliol 173 ml, Isosianat 125 ml, dan Air 2 ml

Tabel 4. 7 Data Massa Tiap Sampel Bantalan PUF Formula 3

	Pengukuran 1 (gr)	Pengukuran 2 (gr)	Pengukuran 3 (gr)	Total (gr)
Massa Sampel 1	5,25	5,25	5,25	15,75
Massa Sampel 2	4,78	4,77	4,78	14,33
Massa Sampel 3	5,74	5,72	5,71	17,17

Perhitungan rata-rata massa untuk tiap sampel dijabarkan di bawah ini. Banyak data massa untuk tiap sampel (n) adalah 3.

#### 1. Sampel 1

Rata-rata massa sampel 1 =  $\bar{x}_{\text{sampel 1}}$

Total massa sampel 1 = 15,75 gr

n = 3

$$\bar{x}_{\text{sampel 1}} = \frac{15,75 \text{ gr}}{3}$$

$$\bar{x}_{\text{sampel 1}} = 5,25 \text{ gr}$$

## 2. Sampel 2

Rata-rata massa sampel 2 =  $\bar{x}_{\text{sampel 2}}$

Total massa sampel 2 = 14,33 gr

n = 3

$$\bar{x}_{\text{sampel 2}} = \frac{14,33 \text{ gr}}{3}$$

$$\bar{x}_{\text{sampel 2}} = 4,776 \text{ gr}$$

## 3. Sampel 3

Rata-rata massa sampel 3 =  $\bar{x}_{\text{sampel 3}}$

Total massa sampel 3 = 17,17 gr

n = 3

$$\bar{x}_{\text{sampel 3}} = \frac{17,17 \text{ gr}}{3}$$

$$\bar{x}_{\text{sampel 3}} = 5,723 \text{ gr}$$

Tabel 4.8 di bawah ini merangkum perhitungan rata-rata massa yang dilakukan.

Tabel 4. 8 Data Rata-Rata Massa yang Dihasilkan Tiap Sampel

Bantalan PUF Formula 3			
	Total Massa (gr)	Banyak Data (n)	$\bar{x}_{\text{sampel}}$ (gr)
Sampel 1	15,75	3	5,25
Sampel 2	14,33	3	4,776
Sampel 3	17,17	3	5,723

Setelah rata-rata massa dari sampel-sampel yang ada telah diketahui, selanjutnya adalah mencari rata-rata kembali (rata-rata massa sampel bantalan PUF F3) untuk ketiga rata-rata massa sampel. Tapi sebelum itu, terlebih dahulu rata-rata massa dari sampel-sampel yang ada dijumlahkan. Setelah itu dibagi dengan banyaknya rata-rata massa sampel yang ada. Perhitungannya dapat dilihat di bawah ini.

$$\text{Rata-rata massa sampel bantalan PUF F3} = \bar{x}_{\text{poliol 173}}$$

$$\text{Total rata-rata masa sampel} = 5,25 \text{ gr} + 4,776 \text{ gr} + 5,723 \text{ gr} = 15,749 \text{ gr}$$

$$n = 3$$

$$\bar{x}_{\text{poliol 173}} = \frac{15,749 \text{ gr}}{3}$$

$$\bar{x}_{\text{poliol 173}} = 5,25 \text{ gr} = 0,00525 \text{ kg}$$

Densitas dari bantalan PUF formula 3 dapat dicari dengan membagi  $\bar{x}_{\text{poliol 173}}$  dengan volume dari sampel. Sampel yang diambil memiliki bentuk permukaan persegi dengan panjang sisi-sisinya adalah 5 cm. Sampel yang diambil memiliki ketebalan 5 mm yang merupakan ketebalan dari bantalan. Oleh karena itu, terlebih dahulu perlu dicari volume dari sampel berdasarkan data-data yang sudah disebutkan.

$$\text{Luas persegi} = \text{panjang} \times \text{lebar}$$

$$\text{Volume balok} = \text{panjang} \times \text{lebar} \times \text{tinggi}$$

Volume balok = luas permukaan  $\times$  tinggi

Luas permukaan persegi sampel =  $L_{\text{poliol 173}}$

Panjang sisi-sisi permukaan persegi sampel = 5 cm

$$L_{\text{poliol 173}} = 5 \text{ cm} \times 5 \text{ cm}$$

$$L_{\text{poliol 173}} = 25 \text{ cm}^2$$

$$L_{\text{poliol 173}} = 2.500 \text{ mm}^2$$

Volume sampel formula 3 =  $V_{\text{poliol 173}}$

Tebal sampel = 5 mm

Luas permukaan persegi ( $L_{\text{poliol 173}}$ ) =  $25 \text{ cm}^2 = 2.500 \text{ mm}^2$

$$V_{\text{poliol 173}} = 2.500 \text{ mm}^2 \times 5 \text{ mm}$$

$$V_{\text{poliol 173}} = 12.500 \text{ mm}^3$$

$$V_{\text{poliol 173}} = 0,0000125 \text{ m}^3$$

Setelah volume dari bantalan PUF formula 3 dan rata-rata massa sampel bantalan PUF F3 telah diketahui, maka selanjutnya adalah mencari densitas dari bantalan PUF formula 3. Densitas bantalan PUF formula 3 merupakan hasil bagi rata-rata massa sampel bantalan PUF F3 ( $\bar{x}_{\text{poliol 173}}$ ) dengan volume dari sampel ( $V_{\text{poliol 173}}$ ). Penentuan densitas bantalan sangat bergantung pada sampel yang diambil. Perhitungan terhadap densitas bantalan PUF formula 3 dijabarkan di bawah ini.

Densitas bantalan PUF formula 3 =  $\rho_{\text{poliol 173}}$

Rata-rata massa sampel bantalan PUF F3 ( $\bar{x}_{\text{poliol 173}}$ ) = 5,25 gr = 0,00525 kg

Volume sampel bantalan PUF formula 3 ( $V_{\text{poliol 173}}$ ) =  $12.500 \text{ mm}^3 = 0,0000125 \text{ m}^3$

$$\rho_{\text{poliol 173}} = \frac{0,00525 \text{ kg}}{0,0000125 \text{ m}^3}$$

$$\rho_{\text{poliol 173}} = 420 \text{ kg/m}^3$$

Tabel 4.9 di bawah ini merangkum perhitungan densitas yang dilakukan.

Tabel 4. 9 Densitas Bantalan yang Dihasilkan Formula 3

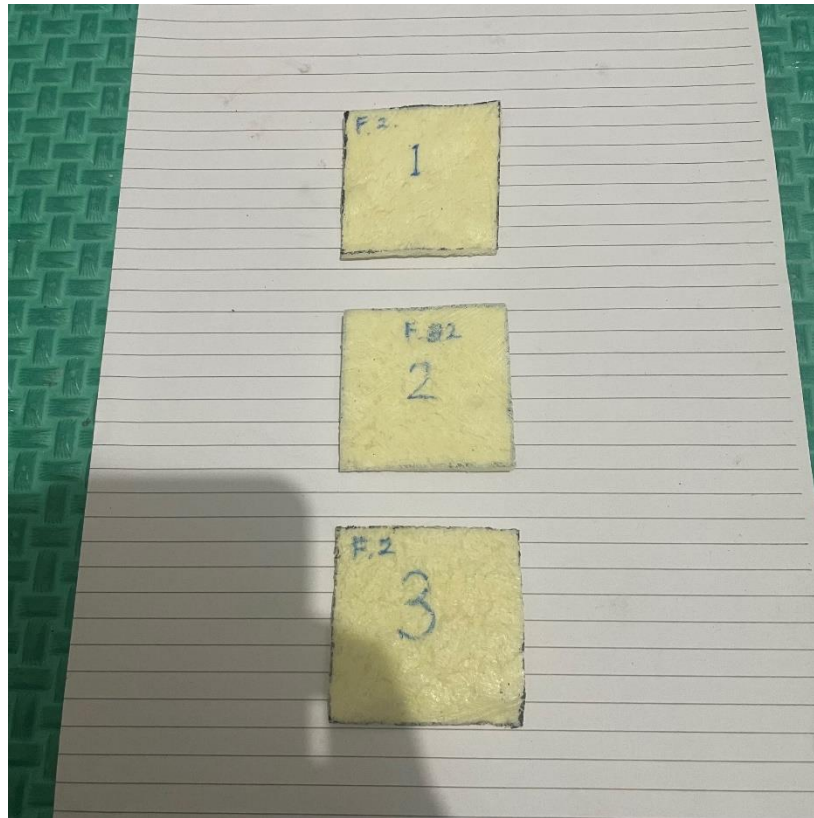
Bantalan PUF Formula 3		
$\bar{x}_{\text{poliol 173}}$ (kg)	$V_{\text{poliol 173}}$ (m <sup>3</sup> )	$\rho_{\text{poliol 173}}$ (kg/m <sup>3</sup> )
0,00525	0,0000125	420

Jadi, densitas untuk bantalan PUF yang dihasilkan oleh formula 3 (polioil 173 ml, isocyanate 125 ml, dan air 2 ml) adalah 420 kg/m<sup>3</sup>.

#### 4.2.4.4 Formula 4 (Poliol 200 ml, Isosianat 98 ml, dan Air 2 ml)

Sama seperti formula 3, formula 4 juga dapat menghasilkan bantalan. Ini disebabkan karena jumlah polioliol atau isosianat yang digunakan tidak terlalu banyak. Jika salah satu dari polioliol dan isosianat terlalu banyak maka bantalan dapat tidak terbentuk.

Langkah yang digunakan untuk mencari densitas bantalan PUF dari formula 4 juga sama dengan langkah yang digunakan untuk mencari densitas bantalan PUF formula 3. Untuk bangun ruang dari sampel yang diambil dan bentuk permukaannya juga sama, yaitu balok dan persegi. Selain itu juga panjang sisi-sisi dari permukaan persegi dan ketebalan sampel juga sama dengan bantalan PUF formula 3. Karena bangun ruang sampel, bentuk permukaan, panjang sisi permukaan persegi, dan ketebalan sampel sama dengan sampel bantalan PUF formula 3, maka volume untuk mencari densitas bantalan PUF formula 4 juga sama. Tabel 4.10 dan gambar 4.10 menunjukkan data massa dari sampel-sampel yang diambil dan gambar dari sampel.



Gambar 4. 10 Sampel yang diambil dari bantalan PUF yang terbentuk dari formula 4

Tabel 4. 10 Data Massa Sampel Bantalan PUF formula 4

	Pengukuran 1 (gr)	Pengukuran 2 (gr)	Pengukuran 3 (gr)	Total (gr)
Massa Sampel 1	1,98	1,99	1,99	5,96
Massa Sampel 2	2,16	2,16	2,19	6,51
Massa Sampel 3	1,9	1,9	1,9	5,7

Dari data pada tabel 4.10, perhitungan untuk mencari rata-rata massa untuk tiap sampel dapat dilakukan. Perhitungan rata-rata massa untuk tiap sampel bantalan PUF formula 4 dijabarkan di bawah ini. Banyak data masa untuk tiap sampel (n) adalah 3. Proses pengukuran yang dilakukan berulang terhadap

masing-masing sampel untuk mendapatkan massa dari masing-masing sampel atau proses pengukuran untuk data pada tabel 4.10 ditunjukkan pada gambar 4.11, 4.12, dan 4.13 di bawah ini.



Gambar 4. 11 Sampel 1 Bantalan PUF Formula 4 saat Ditimbang untuk Mengetahui Massanya



Gambar 4. 12 Sampel 2 Bantalan PUF Formula 4 saat Ditimbang untuk Mengetahui Massanya



Gambar 4. 13 Sampel 3 Bantalan PUF Formula 4 saat Ditimbang untuk Mengetahui Massanya

### 1. Sampel 1

Rata-rata massa sampel 1 =  $\bar{x}_{\text{sampel 1}}$

Total massa sampel 1 = 5,96 gr

n = 3

$$\bar{x}_{\text{sampel 1}} = \frac{5,96 \text{ gr}}{3}$$

$$\bar{x}_{\text{sampel 1}} = 1,987 \text{ gr}$$

### 2. Sampel 2

Rata-rata massa sampel 2 =  $\bar{x}_{\text{sampel 2}}$

Total massa sampel 2 = 6,51 gr

n = 3

$$\bar{x}_{\text{sampel 2}} = \frac{6,51 \text{ gr}}{3}$$

$$\bar{x}_{\text{sampel 2}} = 2,17 \text{ gr}$$

### 3. Sampel 3

Rata-rata massa sampel 3 =  $\bar{x}_{\text{sampel 3}}$

Total massa sampel 3 = 5,7 gr

n = 3

$$\bar{x}_{\text{sampel 3}} = \frac{5,7 \text{ gr}}{3}$$

$$\bar{x}_{\text{sampel 3}} = 1,9 \text{ gr}$$

Tabel 4.11 di bawah ini merangkum perhitungan rata-rata massa yang dilakukan.

Tabel 4. 11 Data Rata-Rata Massa yang Dihasilkan Tiap Sampel

Bantalan PUF Formula 4			
	Total Massa (gr)	Banyak Data (n)	$\bar{x}_{\text{sampel}}$ (gr)
Sampel 1	5,96	3	1,987
Sampel 2	6,51	3	2,17
Sampel 3	5,7	3	1,9

Untuk mencari densitas dari bantalan PUF yang dihasilkan oleh formula 4, terlebih dahulu mencari rata-rata untuk  $\bar{x}_{\text{sampel 1}}$ ,  $\bar{x}_{\text{sampel 2}}$ , dan  $\bar{x}_{\text{sampel 3}}$  (rata-rata massa sampel bantalan PUF F4 =  $\bar{x}_{\text{poliol 200}}$ ). Setelah itu  $\bar{x}_{\text{poliol 200}}$  dibagi dengan volume dari sampel. Volume sampel yang digunakan sama dengan volume sampel yang digunakan untuk mencari densitas bantalan PUF formula 3. Hal ini karena dimensi dan bangun ruang sampel yang diambil sama dengan dimensi dan bangun ruang sampel bantalan PUF formula 3. Perhitungan untuk rata-rata massa sampel bantalan PUF F4 ( $\bar{x}_{\text{poliol 200}}$ ) dan densitas bantalan PUF formula 4 dijabarkan di bawah ini.

$$\text{Rata-rata massa sampel bantalan PUF F4} = \bar{x}_{\text{poliol 200}}$$

$$\text{Total rata-rata masa sampel} = 1,987 \text{ gr} + 2,17 \text{ gr} + 1,9 \text{ gr} = 6,057 \text{ gr}$$

$$n = 3$$

$$\bar{x}_{\text{poliol 200}} = \frac{6,057 \text{ gr}}{3}$$

$$\bar{x}_{\text{poliol 200}} = 2,019 \text{ gr} = 0,002019 \text{ kg}$$

$$\text{Densitas bantalan PUF formula 4} = \rho_{\text{poliol 200}}$$

$$\text{Rata-rata massa sampel bantalan PUF F4 } (\bar{x}_{\text{poliol 200}}) = 2,019 \text{ gr} = 0,002019 \text{ kg}$$

$$\text{Volume sampel} = V_{\text{poliol 200}} = 12.500 \text{ mm}^3 = 0,0000125 \text{ m}^3$$

$$\rho_{\text{poliol 200}} = \frac{0,002019 \text{ kg}}{0,0000125 \text{ m}^3}$$

$$\rho_{\text{poliol 200}} = 161,52 \text{ kg/m}^3$$

Tabel 4.12 di bawah ini merangkum perhitungan densitas yang dilakukan.

Tabel 4. 12 Densitas Bantalan yang Dihasilkan Formula 3

Bantalan PUF Formula 4		
$\bar{x}_{\text{poliol 200}}$ (kg)	$V_{\text{poliol 200}}$ (m <sup>3</sup> )	$\rho_{\text{poliol 200}}$ (kg/m <sup>3</sup> )
0,002019	0,0000125	161,52

Jadi, densitas untuk bantalan PUF yang dihasilkan oleh formula 4 (poliol 200 ml, isocyanate 98 ml, dan air 2 ml) adalah 161,52 kg/m<sup>3</sup>.

#### 4.2.4.5 Formula 5 (Poliol 150 ml, Isosianat 148 ml, dan Air 2 ml)

Pada percobaan dengan menggunakan formula 5, formula 5 berhasil menghasilkan bantalan PUF. Ini disebabkan karena jumlah polioliol atau isosianat yang digunakan tidak terlalu banyak. Jika salah satu dari polioliol dan isosianat terlalu banyak maka bantalan dapat tidak terbentuk.

Percobaan untuk formula ini dilakukan pada hari Sabtu, 4 Mei 2024. Formula menghasilkan bantalan PUF yang kaku sehingga pengambilan sampel menjadi sulit. Agar sampel dapat diambil, maka pengambilan sampel dilakukan pada permukaan bantalan yang hampir rata.

Karena keterbatasan dalam luas permukaan yang rata pada bantalan PUF, maka hanya 3 sampel yang diambil dan dengan ukuran sampel yang kecil.

Bantalan PUF formula 5 sangat kaku. Ini karena jumlah volume isosianat yang digunakan hampir mendekati atau mengimbangi jumlah volume untuk polioliol. Pada penelitian ini, isosianat yang digunakan memberikan sifat kaku pada bantalan PUF yang dihasilkan. Dibandingkan dengan formula 5, bantalan PUF formula 4 dan 3 memiliki sifat lentur yang baik.

Proses pengambilan sampel pada bantalan PUF formula 4 dan 3 dilakukan dengan cara meratakan bagian dari bantalan PUF yang akan diambil sampelnya. Hal ini dapat dilakukan karena bantalan PUF mempunyai sifat lentur yang baik. Untuk bantalan PUF yang dihasilkan dan dengan beberapa bagian yang dapat diratakan, pengambilan sampel dilakukan dengan cara tersebut.

Untuk bantalan PUF formula 5, sampel yang diambil berukuran kecil. Sampel yang diambil memiliki bentuk bangun ruang balok dengan bentuk permukaan persegi dan panjang dari sisi-sisi persegi tersebut adalah 2 cm. Tebal sampel merupakan tebal dari bantalan PUF. Di bawah ini adalah data massa untuk masing-masing sampel yang ditunjukkan oleh tabel 4.13.

Tabel 4. 13 Data Massa Sampel Bantalan PUF formula 5

	Pengukuran 1 (gr)	Pengukuran 2 (gr)	Pengukuran 3 (gr)	Total (gr)
Massa Sampel 1	0,23	0,24	0,23	0,7
Massa Sampel 2	0,28	0,26	0,26	0,8
Massa Sampel 3	0,27	0,24	0,27	0,78

Berdasarkan data pada tabel 4.13, kita dapat mencari rata-rata massa untuk tiap sampel. Perhitungan untuk rata-rata massa untuk tiap sampel yang diambil dari bantalan PUF formula 5 dijabarkan di bawah ini.

#### 1. Sampel 1

$$\text{Rata-rata massa sampel 1} = \bar{x}_{\text{sampel 1}}$$

$$\text{Total massa sampel 1} = 0,7 \text{ gr}$$

$$n = 3$$

$$\bar{x}_{\text{sampel 1}} = \frac{0,7 \text{ gr}}{3}$$

$$\bar{x}_{\text{sampel 1}} = 0,233 \text{ gr}$$

## 2. Sampel 2

Rata-rata massa sampel 2 =  $\bar{x}_{\text{sampel 2}}$

Total massa sampel 2 = 0,8 gr

n = 3

$$\bar{x}_{\text{sampel 2}} = \frac{0,8 \text{ gr}}{3}$$

$$\bar{x}_{\text{sampel 2}} = 0,267 \text{ gr}$$

## 3. Sampel 3

Rata-rata massa sampel 3 =  $\bar{x}_{\text{sampel 3}}$

Total massa sampel 3 = 0,78 gr

n = 3

$$\bar{x}_{\text{sampel 3}} = \frac{0,78 \text{ gr}}{3}$$

$$\bar{x}_{\text{sampel 3}} = 0,26 \text{ gr}$$

Tabel 4.14 di bawah ini merangkum perhitungan rata-rata massa yang dilakukan.

Tabel 4. 14 Data Rata-Rata Massa yang Dihasilkan Tiap Sampel

Bantalan PUF Formula 5			
	Total Massa (gr)	Banyak Data (n)	$\bar{x}_{\text{sampel}}$ (gr)
Sampel 1	0,7	3	0,233
Sampel 2	0,8	3	0,267

Sampel 3	0,78	3	0,26
----------	------	---	------

Sama seperti bantalan-bantalan PUF sebelumnya, langkah selanjutnya adalah mencari rata-rata untuk 0,233 gr, 0,267 gr, dan 0,26 gr (rata-rata massa sampel bantalan PUF F5 =  $\bar{x}_{\text{poliol 150}}$ ) yang baru didapatkan. Untuk perhitungan akan hal tersebut, dijabarkan di bawah ini.

Rata-rata massa sampel bantalan PUF F5 =  $\bar{x}_{\text{poliol 150}}$

Total rata-rata masa sampel = 0,233 gr + 0,267 gr + 0,26 gr = 0,76 gr

n = 3

$$\bar{x}_{\text{poliol 150}} = \frac{0,76 \text{ gr}}{3}$$

$$\bar{x}_{\text{poliol 150}} = 0,253 \text{ gr} = 0,000253 \text{ kg}$$

Langkah selanjutnya adalah mencari densitas untuk bantalan PUF yang dihasilkan menggunakan formula 5. Oleh karena itu, terlebih dahulu dicari volume untuk sampel bantalan yang diambil. Sampel yang diambil untuk formula ini memiliki bentuk bangun ruang balok, dengan bentuk permukaan adalah persegi, sisi untuk permukaan persegi tersebut adalah 2 cm, dan tebal dari sampel adalah 5 mm. Perhitungan untuk mencari densitas dijabarkan di bawah ini.

Luas permukaan persegi sampel =  $L_{\text{poliol 150}}$

Panjang sisi-sisi permukaan persegi sampel = 2 cm

$$L_{\text{poliol 150}} = 2 \text{ cm} \times 2 \text{ cm}$$

$$L_{\text{poliol 150}} = 4 \text{ cm}^2$$

$$L_{\text{poliol 150}} = 400 \text{ mm}^2$$

Volume sampel formula 5 =  $V_{\text{poliol 150}}$

Tebal sampel = 5 mm

Luas permukaan persegi ( $L_{\text{poliol 150}}$ ) =  $4 \text{ cm}^2 = 400 \text{ mm}^2$

$$V_{\text{poliol 150}} = 400 \text{ mm}^2 \times 5 \text{ mm}$$

$$V_{\text{poliol 150}} = 2.000 \text{ mm}^3$$

$$V_{\text{poliol 150}} = 0,000002 \text{ m}^3$$

Densitas bantalan PUF formula 5 =  $\rho_{\text{poliol 150}}$

Rata-rata massa sampel bantalan PUF F5 ( $\bar{x}_{\text{poliol 150}}$ ) = 0,253 gr = 0,000253 kg

Volume sampel bantalan PUF formula 5 ( $V_{\text{poliol 150}}$ ) = 2.000 mm<sup>3</sup> = 0,000002 m<sup>3</sup>

$$\rho_{\text{poliol 150}} = \frac{0,000253 \text{ kg}}{0,000002 \text{ m}^3}$$

$$\rho_{\text{poliol 150}} = 126,5 \text{ kg/m}^3$$

Tabel 4.15 di bawah ini merangkum perhitungan densitas yang dilakukan.

Tabel 4. 15 Densitas Bantalan yang Dihasilkan Formula 5

Bantalan PUF Formula 5		
$\bar{x}_{\text{poliol 150}}$ (kg)	$V_{\text{poliol 150}}$ (m <sup>3</sup> )	$\rho_{\text{poliol 150}}$ (kg/m <sup>3</sup> )
0,000253	0,000002	126,5

Jadi, densitas untuk bantalan PUF yang dihasilkan oleh formula 5 (poliol 150 ml, isocyanate 148 ml, dan air 2 ml) adalah 126,5 kg/m<sup>3</sup>.

#### 4.2.4.6 Formula 6 (Poliol 250 ml, Isosianat 48 ml, dan Air 2 ml)

Berbeda dengan formula 3, 4, dan 5, formula 6 tidak dapat menghasilkan bantalan. Produk akhir dari formula ini adalah sesuatu yang seperti adonan kue yang sangat cair. Oleh karena itu, pengambilan sampel dan perhitungan untuk

mendapatkan densitas bantalan untuk formula ini tidak dapat dilakukan. Gambar 4.14 menunjukkan produk yang dihasilkan oleh formula 6.



Gambar 4. 14 Tumpahan Formula Polioliol 250 ml, Isosianat 48 ml, dan Air 2 ml saat Mengembang seperti Adonan Kue

Setelah polioliol, isosianat, dan air dituang ke dalam wadah, diaduk, dan dituang ke dalam cetakan, PUF mengembang tapi kemudian menyusut menghasilkan sesuatu seperti adonan kue yang sangat cair. Fenomena ini diakibatkan oleh jumlah volume polioliol yang terlalu banyak. Selain jumlah polioliol yang terlalu banyak, bantalan bisa tidak dihasilkan dengan baik jika air atau isosianat yang digunakan terlalu banyak.

Data ini kemudian dijadikan sebagai salah satu acuan di mana percobaan tidak akan dilakukan terhadap formula yang menggunakan jumlah polioliol di atas 250 ml.

#### **4.2.5 Formula 7 (Polioliol 185,263 ml, Isosianat 112,737 ml, dan Air 2 ml)**

Langkah selanjutnya adalah melakukan percobaan terhadap formula yang lain. Sebuah formula ditentukan, lalu dilakukan percobaan terhadap formula

tersebut. Formula yang ditentukan selanjutnya adalah formula 7 yang memiliki komposisi polioliol 185,263 ml, isosianat 112,737 ml, dan air 2 ml.

Sama dengan formula 3, 4, dan 5, formula 7 dapat menghasilkan bantalan. Tidak seperti bantalan PUF formula 5, bantalan PUF yang dihasilkan oleh formula 7 memiliki sifat lentur yang baik. Oleh karena itu, pengambilan sampel dapat dilakukan dengan mudah.

Sampel yang diambil pada bantalan PUF formula 7 memiliki bentuk bangun ruang balok, dengan bentuk permukaan persegi yang memiliki panjang untuk sisi-sisinya adalah 2 cm. Ketebalan dari sampel tersebut adalah 5 mm, yang merupakan ketebalan dari bantalan PUF. Dimensi dan bangun ruang sampel ini sama dengan sampel yang diambil untuk bantalan PUF formula 5. Oleh karena itu, volume sampel yang digunakanpun sama. Tabel 4.16 di bawah ini menunjukkan data dari massa sampel yang diambil.

Tabel 4. 16 Data Berupa Massa untuk Sampel yang Diambil dari Bantalan PUF Formula 7

	Pengukuran 1 (gr)	Pengukuran 2 (gr)	Pengukuran 3 (gr)	Total (gr)
Massa Sampel 1	0,26	0,27	0,26	0,79
Massa Sampel 2	0,24	0,26	0,24	0,74
Massa Sampel 3	0,24	0,23	0,24	0,71
Massa Sampel 4	0,19	0,20	0,19	0,58
Massa Sampel 5	0,24	0,24	0,24	0,72
Massa Sampel 6	0,23	0,23	0,24	0,7
Massa Sampel 7	0,25	0,26	0,26	0,77

Massa Sampel 8	0,31	0,31	0,31	0,93
----------------	------	------	------	------

Berdasarkan data pada tabel 4.16 dapat dicari rata-rata massa untuk tiap sampel. Volume dari sampel yang digunakan untuk mencari densitas bantalan PUF formula 7 sama dengan volume yang digunakan untuk bantalan PUF formula 5. Setelah mendapatkan rata-rata untuk tiap sampel, kemudian dapat dicari densitas untuk tiap sampel. Dari densitas-densitas sampel yang sudah didapatkan, kemudian dicari rata-ratanya untuk mendapatkan densitas dari bantalan PUF formula 7. Proses perhitungan untuk densitas bantalan PUF formula 7 diuraikan di bawah ini.

### 1. Sampel 1

$$\text{Rata-rata massa sampel 1} = \bar{x}_{\text{sampel 1}}$$

$$\text{Total massa sampel 1} = 0,79 \text{ gr}$$

$$n = 3$$

$$\bar{x}_{\text{sampel 1}} = \frac{0,79 \text{ gr}}{3}$$

$$\bar{x}_{\text{sampel 1}} = 0,263 \text{ gr}$$

$$\bar{x}_{\text{sampel 1}} = 0,000263 \text{ kg}$$

$$\text{Densitas sampel 1} = \rho_{s1}$$

$$\text{Volume sampel} = V_{\text{poliol 150}} = 2.000 \text{ mm}^3 = 0,000002 \text{ m}^3$$

$$\rho_{s1} = \frac{0,000263 \text{ kg}}{0,000002 \text{ m}^3}$$

$$\rho_{s1} = 131,5 \text{ kg/m}^3$$

### 2. Sampel 2

Rata-rata massa sampel 2 =  $\bar{x}_{\text{sampel 2}}$

Total massa sampel 2 = 0,74 gr

n = 3

$$\bar{x}_{\text{sampel 2}} = \frac{0,74 \text{ gr}}{3}$$

$$\bar{x}_{\text{sampel 2}} = 0,247 \text{ gr}$$

$$\bar{x}_{\text{sampel 2}} = 0,000247 \text{ kg}$$

Densitas sampel 2 =  $\rho_{s2}$

Volume sampel =  $V_{\text{poliol 150}} = 2.000 \text{ mm}^3 = 0,000002 \text{ m}^3$

$$\rho_{s2} = \frac{0,000247 \text{ kg}}{0,000002 \text{ m}^3}$$

$$\rho_{s2} = 123,5 \text{ kg/m}^3$$

### 3. Sampel 3

Rata-rata massa sampel 3 =  $\bar{x}_{\text{sampel 3}}$

Total massa sampel 3 = 0,71 gr

n = 3

$$\bar{x}_{\text{sampel 3}} = \frac{0,71 \text{ gr}}{3}$$

$$\bar{x}_{\text{sampel 3}} = 0,237 \text{ gr}$$

$$\bar{x}_{\text{sampel 3}} = 0,000237 \text{ kg}$$

Densitas sampel 3 =  $\rho_{s3}$

Volume sampel =  $V_{\text{poliol 150}} = 2.000 \text{ mm}^3 = 0,000002 \text{ m}^3$

$$\rho_{s3} = \frac{0,000237 \text{ kg}}{0,000002 \text{ m}^3}$$

$$\rho_{s3} = 118,5 \text{ kg/m}^3$$

#### 4. Sampel 4

Rata-rata massa sampel 4 =  $\bar{x}_{\text{sampel 4}}$

Total massa sampel 4 = 0,58 gr

n = 3

$$\bar{x}_{\text{sampel 4}} = \frac{0,58 \text{ gr}}{3}$$

$$\bar{x}_{\text{sampel 4}} = 0,193 \text{ gr}$$

$$\bar{x}_{\text{sampel 4}} = 0,000193 \text{ kg}$$

Densitas sampel 4 =  $\rho_{s4}$

Volume sampel =  $V_{\text{poliol 150}} = 2.000 \text{ mm}^3 = 0,000002 \text{ m}^3$

$$\rho_{s4} = \frac{0,000193 \text{ kg}}{0,000002 \text{ m}^3}$$

$$\rho_{s4} = 96,5 \text{ kg/m}^3$$

#### 5. Sampel 5

Rata-rata massa sampel 5 =  $\bar{x}_{\text{sampel 5}}$

Total massa sampel 5 = 0,72 gr

n = 3

$$\bar{x}_{\text{sampel 5}} = \frac{0,72 \text{ gr}}{3}$$

$$\bar{x}_{\text{sampel 5}} = 0,24 \text{ gr}$$

$$\bar{x}_{\text{sampel 5}} = 0,00024 \text{ kg}$$

Densitas sampel 5 =  $\rho_{s5}$

Volume sampel =  $V_{\text{poliol 150}} = 2.000 \text{ mm}^3 = 0,000002 \text{ m}^3$

$$\rho_{s5} = \frac{0,00024 \text{ kg}}{0,000002 \text{ m}^3}$$

$$\rho_{s5} = 120 \text{ kg/m}^3$$

## 6. Sampel 6

Rata-rata massa sampel 6 =  $\bar{x}_{\text{sampel 6}}$

Total massa sampel 6 = 0,7 gr

n = 3

$$\bar{x}_{\text{sampel 6}} = \frac{0,7 \text{ gr}}{3}$$

$$\bar{x}_{\text{sampel 6}} = 0,233 \text{ gr}$$

$$\bar{x}_{\text{sampel 6}} = 0,000233 \text{ kg}$$

Densitas sampel 6 =  $\rho_{s6}$

Volume sampel =  $V_{\text{poliol 150}} = 2.000 \text{ mm}^3 = 0,000002 \text{ m}^3$

$$\rho_{s6} = \frac{0,000233 \text{ kg}}{0,000002 \text{ m}^3}$$

$$\rho_{s6} = 116,5 \text{ kg/m}^3$$

## 7. Sampel 7

Rata-rata massa sampel 7 =  $\bar{x}_{\text{sampel 7}}$

Total massa sampel 7 = 0,77 gr

n = 3

$$\bar{x}_{\text{sampel 7}} = \frac{0,77 \text{ gr}}{3}$$

$$\bar{x}_{\text{sampel 7}} = 0,257 \text{ gr}$$

$$\bar{x}_{\text{sampel 7}} = 0,000257 \text{ kg}$$

Densitas sampel 7 =  $\rho_{s7}$

Volume sampel =  $V_{\text{poliol 150}} = 2.000 \text{ mm}^3 = 0,000002 \text{ m}^3$

$$\rho_{s7} = \frac{0,000257 \text{ kg}}{0,000002 \text{ m}^3}$$

$$\rho_{s7} = 128,5 \text{ kg/m}^3$$

#### 8. Sampel 8

Rata-rata massa sampel 8 =  $\bar{x}_{\text{sampel 8}}$

Total massa sampel 8 = 0,93 gr

n = 3

$$\bar{x}_{\text{sampel 8}} = \frac{0,93 \text{ gr}}{3}$$

$$\bar{x}_{\text{sampel 8}} = 0,31 \text{ gr}$$

$$\bar{x}_{\text{sampel 8}} = 0,00031 \text{ kg}$$

Densitas sampel 8 =  $\rho_{s8}$

Volume sampel =  $V_{\text{poliol 150}} = 2.000 \text{ mm}^3 = 0,000002 \text{ m}^3$

$$\rho_{s8} = \frac{0,00031 \text{ kg}}{0,000002 \text{ m}^3}$$

$$\rho_{s8} = 155 \text{ kg/m}^3$$

Tabel 4.17 di bawah ini merangkum perhitungan densitas yang dilakukan untuk tiap sampel.

Tabel 4. 17 Data Densitas yang Dihasilkan Tiap Sampel

Bantalan PUF Formula 7
------------------------

	Total Massa (gr)	Banyak Data (n)	$\bar{x}_{sampel}$ (gr)	Volume Sampel (m <sup>3</sup> )	$\rho$ sampel (kg/m <sup>3</sup> )
Sampel 1	0,79	3	0,263	0,000002	131,5
Sampel 2	0,74	3	0,247	0,000002	123,5
Sampel 3	0,71	3	0,237	0,000002	118,5
Sampel 4	0,58	3	0,193	0,000002	96,5
Sampel 5	0,72	3	0,24	0,000002	120
Sampel 6	0,7	3	0,233	0,000002	116,5
Sampel 7	0,77	3	0,257	0,000002	128,5
Sampel 8	0,93	3	0,31	0,000002	155

Densitas bantalan PUF formula 7 =  $\rho_{poliol\ 185,263}$

Total semua densitas = 131,5 kg/m<sup>3</sup> + 123,5 kg/m<sup>3</sup> + 118,5 kg/m<sup>3</sup> + 96,5 kg/m<sup>3</sup> + 120 kg/m<sup>3</sup> + 116,5 kg/m<sup>3</sup> + 128,5 kg/m<sup>3</sup> + 155 kg/m<sup>3</sup> = 990 kg/m<sup>3</sup>

Banyak data densitas (n) = 8

$$\rho_{poliol\ 185,263} = \frac{990\ \text{kg/m}^3}{8}$$

$$\rho_{poliol\ 185,263} = 123,75\ \text{kg/m}^3$$

Tabel 4.18 di bawah ini merangkum perhitungan densitas yang dilakukan.

Tabel 4. 18 Densitas Bantalan yang Dihasilkan Formula 3

Bantalan PUF Formula 7		
Total Semua Densitas (kg/m <sup>3</sup> )	Banyak Data (n)	$\rho_{poliol\ 185,263}$ (kg/m <sup>3</sup> )
990	8	123,75

Jadi, densitas untuk bantalan PUF yang dihasilkan oleh formula 7 (poliol 185,263 ml, isocyanate 112,737 ml, dan air 2 ml) adalah 123,75 kg/m<sup>3</sup>.

#### 4.2.6 Formula 8 (Poliol 182 ml, Isosianat 116 ml, dan Air 2 ml)

Selanjutnya adalah percobaan terhadap formula lain. Formula lain yang ditentukan memiliki komposisi poliol 182 ml, isosianat 116 ml, dan air 2 ml (formula 8).

Sama dengan formula 3, 4, dan 5, dan formula 7, formula 8 dapat menghasilkan bantalan. Selain itu, bantalan PUF yang dihasilkan oleh formula 8 memiliki sifat lentur yang baik. Oleh karena itu, pengambilan sampel dapat dilakukan dengan mudah.

Sampel yang diambil pada bantalan PUF formula 8 memiliki bentuk bangun ruang balok, dengan bentuk permukaan persegi yang memiliki panjang untuk sisi-sisinya adalah 2 cm. Ketebalan dari sampel tersebut adalah 5 mm, yang merupakan ketebalan dari bantalan PUF. Dimensi dan bangun ruang sampel ini sama dengan sampel yang diambil untuk bantalan PUF formula 5. Oleh karena itu, volume sampel yang digunakanpun sama. Tabel 4.19 di bawah ini menunjukkan data dari massa sampel yang diambil.

Tabel 4. 19 Data Berupa Massa untuk Sampel yang Diambil dari Bantalan PUF  
Formula 8

Massa Sampel	Pengukuran (gr)					Total (gr)
	1	2	3	4	5	
1	0,24	0,23	0,23	0,23	0,24	1,17
2	0,28	0,27	0,29	0,28	0,27	1,39
3	0,22	0,24	0,23	0,24	0,24	1,17
4	0,18	0,18	0,16	0,18	0,17	0,87
5	0,21	0,22	0,22	0,21	0,21	1,07
6	0,25	0,23	0,23	0,24	0,22	1,17
7	0,23	0,23	0,24	0,23	0,24	1,17
8	0,20	0,20	0,20	0,21	0,22	1,03

9	0,30	0,31	0,30	0,31	0,31	1,53
10	0,24	0,24	0,25	0,23	0,23	1,19
11	0,17	0,16	0,16	0,16	0,14	0,79
12	0,23	0,24	0,24	0,23	0,23	1,17

Berdasarkan data pada tabel 4.19 dapat dicari rata-rata massa untuk tiap sampel. Volume dari sampel yang digunakan untuk mencari densitas bantalan PUF formula 8 sama dengan volume yang digunakan untuk bantalan PUF formula 5. Setelah mendapatkan rata-rata untuk tiap sampel, kemudian dapat dicari densitas untuk tiap sampel. Dari densitas-densitas sampel yang sudah didapatkan, kemudian dicari rata-ratanya untuk mendapatkan densitas dari bantalan PUF formula 8. Proses perhitungan untuk densitas bantalan PUF formula 8 diuraikan di bawah ini.

#### 1. Sampel 1

$$\text{Rata-rata massa sampel 1} = \bar{x}_{\text{sampel 1}}$$

$$\text{Total massa sampel 1} = 1,17 \text{ gr}$$

$$n = 5$$

$$\bar{x}_{\text{sampel 1}} = \frac{1,17 \text{ gr}}{5}$$

$$\bar{x}_{\text{sampel 1}} = 0,234 \text{ gr}$$

$$\bar{x}_{\text{sampel 1}} = 0,000234 \text{ kg}$$

$$\text{Densitas sampel 1} = \rho_{s1}$$

$$\text{Volume sampel} = V_{\text{poliol 182}} = 2.000 \text{ mm}^3 = 0,000002 \text{ m}^3$$

$$\rho_{s1} = \frac{0,000234 \text{ kg}}{0,000002 \text{ m}^3}$$

$$\rho_{s1} = 117 \text{ kg/m}^3$$

## 2. Sampel 2

$$\text{Rata-rata massa sampel 2} = \bar{x}_{\text{sampel 2}}$$

$$\text{Total massa sampel 2} = 1,39 \text{ gr}$$

$$n = 5$$

$$\bar{x}_{\text{sampel 2}} = \frac{1,39 \text{ gr}}{5}$$

$$\bar{x}_{\text{sampel 2}} = 0,278 \text{ gr}$$

$$\bar{x}_{\text{sampel 2}} = 0,000278 \text{ kg}$$

$$\text{Densitas sampel 2} = \rho_{s2}$$

$$\text{Volume sampel} = V_{\text{poliol 182}} = 2.000 \text{ mm}^3 = 0,000002 \text{ m}^3$$

$$\rho_{s2} = \frac{0,000278 \text{ kg}}{0,000002 \text{ m}^3}$$

$$\rho_{s2} = 139 \text{ kg/m}^3$$

## 3. Sampel 3

$$\text{Rata-rata massa sampel 3} = \bar{x}_{\text{sampel 3}}$$

$$\text{Total massa sampel 3} = 1,17 \text{ gr}$$

$$n = 5$$

$$\bar{x}_{\text{sampel 3}} = \frac{1,17 \text{ gr}}{5}$$

$$\bar{x}_{\text{sampel 3}} = 0,234 \text{ gr}$$

$$\bar{x}_{\text{sampel 3}} = 0,000234 \text{ kg}$$

$$\text{Densitas sampel 3} = \rho_{s3}$$

$$\text{Volume sampel} = V_{\text{poliol 182}} = 2.000 \text{ mm}^3 = 0,000002 \text{ m}^3$$

$$\rho_{s3} = \frac{0,000234 \text{ kg}}{0,000002 \text{ m}^3}$$

$$\rho_{s3} = 117 \text{ kg/m}^3$$

#### 4. Sampel 4

Rata-rata massa sampel 4 =  $\bar{x}_{\text{sampel 4}}$

Total massa sampel 4 = 0,87 gr

n = 5

$$\bar{x}_{\text{sampel 4}} = \frac{0,87 \text{ gr}}{5}$$

$$\bar{x}_{\text{sampel 4}} = 0,174 \text{ gr}$$

$$\bar{x}_{\text{sampel 4}} = 0,000174 \text{ kg}$$

Densitas sampel 4 =  $\rho_{s4}$

Volume sampel =  $V_{\text{poliol 182}} = 2.000 \text{ mm}^3 = 0,000002 \text{ m}^3$

$$\rho_{s4} = \frac{0,000174 \text{ kg}}{0,000002 \text{ m}^3}$$

$$\rho_{s4} = 87 \text{ kg/m}^3$$

#### 5. Sampel 5

Rata-rata massa sampel 5 =  $\bar{x}_{\text{sampel 5}}$

Total massa sampel 5 = 1,07 gr

n = 5

$$\bar{x}_{\text{sampel 5}} = \frac{1,07 \text{ gr}}{5}$$

$$\bar{x}_{\text{sampel 5}} = 0,214 \text{ gr}$$

$$\bar{x}_{\text{sampel 5}} = 0,000214 \text{ kg}$$

Densitas sampel 5 =  $\rho_{s5}$

Volume sampel =  $V_{\text{poliol 182}} = 2.000 \text{ mm}^3 = 0,000002 \text{ m}^3$

$$\rho_{s5} = \frac{0,000214 \text{ kg}}{0,000002 \text{ m}^3}$$

$$\rho_{s5} = 107 \text{ kg/m}^3$$

#### 6. Sampel 6

Rata-rata massa sampel 6 =  $\bar{x}_{\text{sampel 6}}$

Total massa sampel 6 = 1,17 gr

n = 5

$$\bar{x}_{\text{sampel 6}} = \frac{1,17 \text{ gr}}{5}$$

$$\bar{x}_{\text{sampel 6}} = 0,234 \text{ gr}$$

$$\bar{x}_{\text{sampel 6}} = 0,000234 \text{ kg}$$

Densitas sampel 6 =  $\rho_{s6}$

Volume sampel =  $V_{\text{poliol 182}} = 2.000 \text{ mm}^3 = 0,000002 \text{ m}^3$

$$\rho_{s6} = \frac{0,000234 \text{ kg}}{0,000002 \text{ m}^3}$$

$$\rho_{s6} = 117 \text{ kg/m}^3$$

#### 7. Sampel 7

Rata-rata massa sampel 7 =  $\bar{x}_{\text{sampel 7}}$

Total massa sampel 7 = 1,17 gr

n = 5

$$\bar{x}_{\text{sampel 7}} = \frac{1,17 \text{ gr}}{5}$$

$$\bar{x}_{\text{sampel 7}} = 0,234 \text{ gr}$$

$$\bar{x}_{\text{sampel 7}} = 0,000234 \text{ kg}$$

Densitas sampel 7 =  $\rho_{s7}$

$$\text{Volume sampel} = V_{\text{poliol 182}} = 2.000 \text{ mm}^3 = 0,000002 \text{ m}^3$$

$$\rho_{s7} = \frac{0,000234 \text{ kg}}{0,000002 \text{ m}^3}$$

$$\rho_{s7} = 117 \text{ kg/m}^3$$

#### 8. Sampel 8

Rata-rata massa sampel 8 =  $\bar{x}_{\text{sampel 8}}$

Total massa sampel 8 = 1,03 gr

n = 5

$$\bar{x}_{\text{sampel 8}} = \frac{1,03 \text{ gr}}{5}$$

$$\bar{x}_{\text{sampel 8}} = 0,206 \text{ gr}$$

$$\bar{x}_{\text{sampel 8}} = 0,000206 \text{ kg}$$

Densitas sampel 8 =  $\rho_{s8}$

$$\text{Volume sampel} = V_{\text{poliol 182}} = 2.000 \text{ mm}^3 = 0,000002 \text{ m}^3$$

$$\rho_{s8} = \frac{0,000206 \text{ kg}}{0,000002 \text{ m}^3}$$

$$\rho_{s8} = 103 \text{ kg/m}^3$$

#### 9. Sampel 9

Rata-rata massa sampel 9 =  $\bar{x}_{\text{sampel 9}}$

Total massa sampel 9 = 1,53 gr

$$n = 5$$

$$\bar{x}_{\text{sampel 9}} = \frac{1,53 \text{ gr}}{5}$$

$$\bar{x}_{\text{sampel 9}} = 0,306 \text{ gr}$$

$$\bar{x}_{\text{sampel 9}} = 0,000306 \text{ kg}$$

$$\text{Densitas sampel 9} = \rho_{s9}$$

$$\text{Volume sampel} = V_{\text{poliol 182}} = 2.000 \text{ mm}^3 = 0,000002 \text{ m}^3$$

$$\rho_{s9} = \frac{0,000306 \text{ kg}}{0,000002 \text{ m}^3}$$

$$\rho_{s9} = 153 \text{ kg/m}^3$$

#### 10. Sampel 10

$$\text{Rata-rata massa sampel 10} = \bar{x}_{\text{sampel 8}}$$

$$\text{Total massa sampel 10} = 1,19 \text{ gr}$$

$$n = 5$$

$$\bar{x}_{\text{sampel 10}} = \frac{1,19 \text{ gr}}{5}$$

$$\bar{x}_{\text{sampel 10}} = 0,238 \text{ gr}$$

$$\bar{x}_{\text{sampel 10}} = 0,000238 \text{ kg}$$

$$\text{Densitas sampel 10} = \rho_{s10}$$

$$\text{Volume sampel} = V_{\text{poliol 182}} = 2.000 \text{ mm}^3 = 0,000002 \text{ m}^3$$

$$\rho_{s10} = \frac{0,000238 \text{ kg}}{0,000002 \text{ m}^3}$$

$$\rho_{s10} = 119 \text{ kg/m}^3$$

#### 11. Sampel 11

Rata-rata massa sampel 11 =  $\bar{x}_{\text{sampel 11}}$

Total massa sampel 11 = 0,79 gr

n = 5

$$\bar{x}_{\text{sampel 11}} = \frac{0,79 \text{ gr}}{5}$$

$$\bar{x}_{\text{sampel 11}} = 0,158 \text{ gr}$$

$$\bar{x}_{\text{sampel 11}} = 0,000158 \text{ kg}$$

Densitas sampel 11 =  $\rho_{s11}$

Volume sampel =  $V_{\text{poliol 182}} = 2.000 \text{ mm}^3 = 0,000002 \text{ m}^3$

$$\rho_{s11} = \frac{0,000158 \text{ kg}}{0,000002 \text{ m}^3}$$

$$\rho_{s11} = 79 \text{ kg/m}^3$$

## 12. Sampel 12

Rata-rata massa sampel 12 =  $\bar{x}_{\text{sampel 12}}$

Total massa sampel 12 = 1,17 gr

n = 5

$$\bar{x}_{\text{sampel 12}} = \frac{1,17 \text{ gr}}{5}$$

$$\bar{x}_{\text{sampel 12}} = 0,234 \text{ gr}$$

$$\bar{x}_{\text{sampel 12}} = 0,000234 \text{ kg}$$

Densitas sampel 12 =  $\rho_{s12}$

Volume sampel =  $V_{\text{poliol 182}} = 2.000 \text{ mm}^3 = 0,000002 \text{ m}^3$

$$\rho_{s12} = \frac{0,000234 \text{ kg}}{0,000002 \text{ m}^3}$$

$$\rho_{s12} = 117 \text{ kg/m}^3$$

Tabel 4.20 di bawah ini merangkum perhitungan densitas yang dilakukan untuk tiap sampel.

Tabel 4. 20 Data Densitas yang Dihasilkan Tiap Sampel

Bantalan PUF Formula 8					
	Total Massa (gr)	Banyak Data (n)	$\bar{x}_{sampel}$ (gr)	Volume Sampel ( $m^3$ )	$\rho_{sampel}$ (kg/ $m^3$ )
Sampel 1	1,17	5	0,234	0,000002	117
Sampel 2	1,39	5	0,278	0,000002	139
Sampel 3	1,17	5	0,234	0,000002	117
Sampel 4	0,87	5	0,174	0,000002	87
Sampel 5	1,07	5	0,214	0,000002	107
Sampel 6	1,17	5	0,234	0,000002	117
Sampel 7	1,17	5	0,234	0,000002	117
Sampel 8	1,03	5	0,206	0,000002	103
Sampel 9	1,53	5	0,306	0,000002	153
Sampel 10	1,19	5	0,238	0,000002	119
Sampel 11	0,79	5	0,158	0,000002	79
Sampel 12	1,17	5	0,234	0,000002	117

Densitas bantalan PUF formula 8 =  $\rho_{poliol 182}$

$$\begin{aligned} \text{Total semua densitas} &= 117 \text{ kg/m}^3 + 139 \text{ kg/m}^3 + 117 \text{ kg/m}^3 + 87 \text{ kg/m}^3 \\ &+ 107 \text{ kg/m}^3 + 117 \text{ kg/m}^3 + 117 \text{ kg/m}^3 + 103 \text{ kg/m}^3 + 153 \text{ kg/m}^3 + 119 \text{ kg/m}^3 + \\ &79 \text{ kg/m}^3 + 117 \text{ kg/m}^3 = 1.372 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

Banyak data densitas (n) = 12

$$\rho_{poliol 182} = \frac{1.372 \text{ kg/m}^3}{12}$$

$$\rho_{poliol 182} = 114,333 \text{ kg/m}^3$$

Tabel 4.21 di bawah ini merangkum perhitungan densitas yang dilakukan.

Tabel 4. 21 Densitas Bantalan yang Dihasilkan Formula 3

Bantalan PUF Formula 8		
Total Semua Densitas (kg/m <sup>3</sup> )	Banyak Data (n)	$\rho_{poliol\ 182}$ (kg/m <sup>3</sup> )
1.372	12	114,333

Jadi, densitas untuk bantalan PUF yang dihasilkan oleh formula 8 (polioil 182 ml, isocyanate 116 ml, dan air 2 ml) adalah 114,333 kg/m<sup>3</sup>.

Nilai densitas 114,333 kg/m<sup>3</sup> dekat dengan nilai densitas 115 kg/m<sup>3</sup> yang adalah sebuah nilai densitas yang ingin dicapai. Oleh karena nilai 114,333 kg/m<sup>3</sup> mendekati nilai yang ingin dicapai maka pencarian untuk formula yang menghasilkan bantalan dengan densitas 115 kg/m<sup>3</sup> dihentikan.

#### 4.2.7 Formula 9 (Poliol 178 ml, Isosianat 120 ml, dan Air 2 ml)

Selain formula-formula yang telah disebutkan sebelumnya, percobaan juga dilakukan untuk formula polioliol 178 ml, isocyanate 120 ml, dan air 2 ml (formula 9). Percobaan dan perhitungan data sampel untuk formula 9 menghasilkan densitas 126,333 kg/m<sup>3</sup>.

#### 4.2.8 Formula 10 (Poliol 168 ml, Isosianat 130 ml, dan Air 2 ml)

Selanjutnya adalah percobaan terhadap formula lain. Formula lain yang ditentukan memiliki komposisi polioliol 168 ml, isosianat 130 ml, dan air 2 ml (formula 10).

Sama dengan formula 3, 4, 5, 7, 8, dan 9, formula 10 juga dapat menghasilkan bantalan. Selain itu, bantalan PUF yang dihasilkan oleh formula 10 memiliki sifat lentur yang baik. Oleh karena itu, pengambilan sampel dapat dilakukan dengan mudah.

Sampel yang diambil pada bantalan PUF formula 10 memiliki bentuk bangun ruang balok, dengan bentuk permukaan persegi yang memiliki panjang

untuk sisi-sisinya adalah 2 cm. Ketebalan dari sampel tersebut adalah 5 mm, yang merupakan ketebalan dari bantalan PUF. Dimensi dan bangun ruang sampel ini sama dengan sampel yang diambil untuk bantalan PUF formula 5. Oleh karena itu, volume sampel yang digunakanpun sama. Tabel 4.22 di bawah ini menunjukkan data dari massa sampel yang diambil.

Tabel 4. 22 Data Berupa Massa untuk Sampel yang Diambil dari Bantalan PUF Formula 10

Massa Sampel	Pengukuran (gr)					Total (gr)
	1	2	3	4	5	
1	0,23	0,21	0,24	0,23	0,21	1,12
2	0,23	0,24	0,22	0,23	0,22	1,14
3	0,17	0,16	0,14	0,14	0,15	0,76
4	0,19	0,18	0,17	0,17	0,17	0,88
5	0,18	0,17	0,18	0,17	0,17	0,87
6	0,18	0,18	0,18	0,17	0,18	0,89
7	0,18	0,19	0,19	0,19	0,19	0,94
8	0,21	0,20	0,21	0,21	0,20	1,03
9	0,17	0,17	0,16	0,15	0,17	0,82
10	0,13	0,14	0,13	0,14	0,15	0,69
11	0,19	0,18	0,19	0,17	0,18	0,91
12	0,18	0,17	0,18	0,18	0,18	0,89

Berdasarkan data pada tabel 4.22 dapat dicari rata-rata massa untuk tiap sampel. Volume dari sampel yang digunakan untuk mencari densitas bantalan PUF formula 10 sama dengan volume yang digunakan untuk bantalan PUF formula 5. Setelah mendapatkan rata-rata untuk tiap sampel, kemudian dapat dicari densitas untuk tiap sampel. Dari densitas-densitas sampel yang sudah didapatkan, kemudian dicari rata-ratanya untuk mendapatkan densitas dari bantalan PUF formula 10. Proses perhitungan untuk densitas bantalan PUF formula 10 diuraikan di bawah ini.

## 1. Sampel 1

$$\text{Rata-rata massa sampel 1} = \bar{x}_{\text{sampel 1}}$$

$$\text{Total massa sampel 1} = 1,12 \text{ gr}$$

$$n = 5$$

$$\bar{x}_{\text{sampel 1}} = \frac{1,12 \text{ gr}}{5}$$

$$\bar{x}_{\text{sampel 1}} = 0,224 \text{ gr}$$

$$\bar{x}_{\text{sampel 1}} = 0,000224 \text{ kg}$$

$$\text{Densitas sampel 1} = \rho_{s1}$$

$$\text{Volume sampel} = V_{\text{poliol 168}} = 2.000 \text{ mm}^3 = 0,000002 \text{ m}^3$$

$$\rho_{s1} = \frac{0,000224 \text{ kg}}{0,000002 \text{ m}^3}$$

$$\rho_{s1} = 112 \text{ kg/m}^3$$

## 2. Sampel 2

$$\text{Rata-rata massa sampel 2} = \bar{x}_{\text{sampel 2}}$$

$$\text{Total massa sampel 2} = 1,14 \text{ gr}$$

$$n = 5$$

$$\bar{x}_{\text{sampel 2}} = \frac{1,14 \text{ gr}}{5}$$

$$\bar{x}_{\text{sampel 2}} = 0,228 \text{ gr}$$

$$\bar{x}_{\text{sampel 2}} = 0,000228 \text{ kg}$$

$$\text{Densitas sampel 2} = \rho_{s2}$$

$$\text{Volume sampel} = V_{\text{poliol 168}} = 2.000 \text{ mm}^3 = 0,000002 \text{ m}^3$$

$$\rho_{s2} = \frac{0,000228 \text{ kg}}{0,000002 \text{ m}^3}$$
$$\rho_{s2} = 114 \text{ kg/m}^3$$

### 3. Sampel 3

Rata-rata massa sampel 3 =  $\bar{x}_{\text{sampel 3}}$

Total massa sampel 3 = 0,76 gr

n = 5

$$\bar{x}_{\text{sampel 3}} = \frac{0,76 \text{ gr}}{5}$$
$$\bar{x}_{\text{sampel 3}} = 0,152 \text{ gr}$$
$$\bar{x}_{\text{sampel 3}} = 0,000152 \text{ kg}$$

Densitas sampel 3 =  $\rho_{s3}$

Volume sampel =  $V_{\text{poliol 168}} = 2.000 \text{ mm}^3 = 0,000002 \text{ m}^3$

$$\rho_{s3} = \frac{0,000152 \text{ kg}}{0,000002 \text{ m}^3}$$
$$\rho_{s3} = 76 \text{ kg/m}^3$$

### 4. Sampel 4

Rata-rata massa sampel 4 =  $\bar{x}_{\text{sampel 4}}$

Total massa sampel 4 = 0,88 gr

n = 5

$$\bar{x}_{\text{sampel 4}} = \frac{0,88 \text{ gr}}{5}$$
$$\bar{x}_{\text{sampel 4}} = 0,176 \text{ gr}$$
$$\bar{x}_{\text{sampel 4}} = 0,000176 \text{ kg}$$

Densitas sampel 4 =  $\rho_{s4}$

Volume sampel =  $V_{\text{poliol 168}} = 2.000 \text{ mm}^3 = 0,000002 \text{ m}^3$

$$\rho_{s4} = \frac{0,000176 \text{ kg}}{0,000002 \text{ m}^3}$$

$$\rho_{s4} = 88 \text{ kg/m}^3$$

#### 5. Sampel 5

Rata-rata massa sampel 5 =  $\bar{x}_{\text{sampel 5}}$

Total massa sampel 5 = 0,87 gr

n = 5

$$\bar{x}_{\text{sampel 5}} = \frac{0,87 \text{ gr}}{5}$$

$$\bar{x}_{\text{sampel 5}} = 0,174 \text{ gr}$$

$$\bar{x}_{\text{sampel 5}} = 0,000174 \text{ kg}$$

Densitas sampel 5 =  $\rho_{s5}$

Volume sampel =  $V_{\text{poliol 168}} = 2.000 \text{ mm}^3 = 0,000002 \text{ m}^3$

$$\rho_{s5} = \frac{0,000174 \text{ kg}}{0,000002 \text{ m}^3}$$

$$\rho_{s5} = 87 \text{ kg/m}^3$$

#### 6. Sampel 6

Rata-rata massa sampel 6 =  $\bar{x}_{\text{sampel 6}}$

Total massa sampel 6 = 0,89 gr

n = 5

$$\bar{x}_{\text{sampel 6}} = \frac{0,89 \text{ gr}}{5}$$

$$\bar{x}_{\text{sampel 6}} = 0,178 \text{ gr}$$

$$\bar{x}_{\text{sampel 6}} = 0,000178 \text{ kg}$$

$$\text{Densitas sampel 6} = \rho_{s6}$$

$$\text{Volume sampel} = V_{\text{poliol 168}} = 2.000 \text{ mm}^3 = 0,000002 \text{ m}^3$$

$$\rho_{s6} = \frac{0,000178 \text{ kg}}{0,000002 \text{ m}^3}$$

$$\rho_{s6} = 89 \text{ kg/m}^3$$

### 7. Sampel 7

$$\text{Rata-rata massa sampel 7} = \bar{x}_{\text{sampel 7}}$$

$$\text{Total massa sampel 7} = 0,94 \text{ gr}$$

$$n = 5$$

$$\bar{x}_{\text{sampel 7}} = \frac{0,94 \text{ gr}}{5}$$

$$\bar{x}_{\text{sampel 7}} = 0,188 \text{ gr}$$

$$\bar{x}_{\text{sampel 7}} = 0,000188 \text{ kg}$$

$$\text{Densitas sampel 7} = \rho_{s7}$$

$$\text{Volume sampel} = V_{\text{poliol 168}} = 2.000 \text{ mm}^3 = 0,000002 \text{ m}^3$$

$$\rho_{s7} = \frac{0,000188 \text{ kg}}{0,000002 \text{ m}^3}$$

$$\rho_{s7} = 94 \text{ kg/m}^3$$

### 8. Sampel 8

$$\text{Rata-rata massa sampel 8} = \bar{x}_{\text{sampel 8}}$$

$$\text{Total massa sampel 8} = 1,03 \text{ gr}$$

$$n = 5$$

$$\bar{x}_{\text{sampel 8}} = \frac{1,03 \text{ gr}}{5}$$

$$\bar{x}_{\text{sampel 8}} = 0,206 \text{ gr}$$

$$\bar{x}_{\text{sampel 8}} = 0,000206 \text{ kg}$$

$$\text{Densitas sampel 8} = \rho_{s8}$$

$$\text{Volume sampel} = V_{\text{poliol 182}} = 2.000 \text{ mm}^3 = 0,000002 \text{ m}^3$$

$$\rho_{s8} = \frac{0,000206 \text{ kg}}{0,000002 \text{ m}^3}$$

$$\rho_{s8} = 103 \text{ kg/m}^3$$

#### 9. Sampel 9

$$\text{Rata-rata massa sampel 9} = \bar{x}_{\text{sampel 9}}$$

$$\text{Total massa sampel 9} = 0,82 \text{ gr}$$

$$n = 5$$

$$\bar{x}_{\text{sampel 9}} = \frac{0,82 \text{ gr}}{5}$$

$$\bar{x}_{\text{sampel 9}} = 0,164 \text{ gr}$$

$$\bar{x}_{\text{sampel 9}} = 0,000164 \text{ kg}$$

$$\text{Densitas sampel 9} = \rho_{s9}$$

$$\text{Volume sampel} = V_{\text{poliol 168}} = 2.000 \text{ mm}^3 = 0,000002 \text{ m}^3$$

$$\rho_{s9} = \frac{0,000164 \text{ kg}}{0,000002 \text{ m}^3}$$

$$\rho_{s9} = 82 \text{ kg/m}^3$$

#### 10. Sampel 10

Rata-rata massa sampel 10 =  $\bar{x}_{\text{sampel 10}}$

Total massa sampel 10 = 0,69 gr

n = 5

$$\bar{x}_{\text{sampel 10}} = \frac{0,69 \text{ gr}}{5}$$

$$\bar{x}_{\text{sampel 10}} = 0,138 \text{ gr}$$

$$\bar{x}_{\text{sampel 10}} = 0,000138 \text{ kg}$$

Densitas sampel 10 =  $\rho_{s10}$

Volume sampel =  $V_{\text{poliol 168}} = 2.000 \text{ mm}^3 = 0,000002 \text{ m}^3$

$$\rho_{s10} = \frac{0,000138 \text{ kg}}{0,000002 \text{ m}^3}$$

$$\rho_{s10} = 69 \text{ kg/m}^3$$

## 11. Sampel 11

Rata-rata massa sampel 11 =  $\bar{x}_{\text{sampel 11}}$

Total massa sampel 11 = 0,91 gr

n = 5

$$\bar{x}_{\text{sampel 11}} = \frac{0,91 \text{ gr}}{5}$$

$$\bar{x}_{\text{sampel 11}} = 0,182 \text{ gr}$$

$$\bar{x}_{\text{sampel 11}} = 0,000182 \text{ kg}$$

Densitas sampel 11 =  $\rho_{s11}$

Volume sampel =  $V_{\text{poliol 168}} = 2.000 \text{ mm}^3 = 0,000002 \text{ m}^3$

$$\rho_{s11} = \frac{0,000182 \text{ kg}}{0,000002 \text{ m}^3}$$

$$\rho_{s11} = 91 \text{ kg/m}^3$$

## 12. Sampel 12

Rata-rata massa sampel 12 =  $\bar{x}_{\text{sampel 12}}$

Total massa sampel 12 = 0,89 gr

n = 5

$$\bar{x}_{\text{sampel 12}} = \frac{0,89 \text{ gr}}{5}$$

$$\bar{x}_{\text{sampel 12}} = 0,178 \text{ gr}$$

$$\bar{x}_{\text{sampel 12}} = 0,000178 \text{ kg}$$

Densitas sampel 12 =  $\rho_{s12}$

Volume sampel =  $V_{\text{poliol 168}} = 2.000 \text{ mm}^3 = 0,000002 \text{ m}^3$

$$\rho_{s12} = \frac{0,000178 \text{ kg}}{0,000002 \text{ m}^3}$$

$$\rho_{s12} = 89 \text{ kg/m}^3$$

Tabel 4.23 di bawah ini merangkum perhitungan densitas yang dilakukan untuk tiap sampel.

Tabel 4. 23 Data Densitas yang Dihasilkan Tiap Sampel

Bantalan PUF Formula 10					
	Total Massa (gr)	Banyak Data (n)	$\bar{x}_{\text{sampel}}$ (gr)	Volume Sampel ( $\text{m}^3$ )	$\rho \text{ sampel (kg/m}^3)$
Sampel 1	1,12	5	0,224	0,000002	112
Sampel 2	1,14	5	0,228	0,000002	114
Sampel 3	0,76	5	0,152	0,000002	76
Sampel 4	0,88	5	0,176	0,000002	88

Sampel 5	0,87	5	0,174	0,000002	87
Sampel 6	0,89	5	0,178	0,000002	89
Sampel 7	0,94	5	0,188	0,000002	94
Sampel 8	1,03	5	0,206	0,000002	103
Sampel 9	0,82	5	0,164	0,000002	82
Sampel 10	0,69	5	0,138	0,000002	69
Sampel 11	0,91	5	0,182	0,000002	91
Sampel 12	0,89	5	0,178	0,000002	89

Densitas bantalan PUF formula 8 =  $\rho_{\text{poliol 168}}$

Total semua densitas =  $112 \text{ kg/m}^3 + 114 \text{ kg/m}^3 + 76 \text{ kg/m}^3 + 88 \text{ kg/m}^3 + 87 \text{ kg/m}^3 + 89 \text{ kg/m}^3 + 94 \text{ kg/m}^3 + 103 \text{ kg/m}^3 + 82 \text{ kg/m}^3 + 69 \text{ kg/m}^3 + 91 \text{ kg/m}^3 + 89 \text{ kg/m}^3 = 1.094 \text{ kg/m}^3$

Banyak data densitas (n) = 12

$$\rho_{\text{poliol 168}} = \frac{1.094 \text{ kg/m}^3}{12}$$

$$\rho_{\text{poliol 168}} = 91,167 \text{ kg/m}^3$$

Tabel 4.24 di bawah ini merangkum perhitungan densitas yang dilakukan.

Tabel 4. 24 Densitas Bantalan yang Dihasilkan Formula 3

Bantalan PUF Formula 10		
Total Semua Densitas ( $\text{kg/m}^3$ )	Banyak Data (n)	$\rho_{\text{poliol 168}}$ ( $\text{kg/m}^3$ )
1.094	12	91,167

Jadi, densitas untuk bantalan PUF yang dihasilkan oleh formula 10 (polioil 168 ml, isocyanate 130 ml, dan air 2 ml) adalah  $91,167 \text{ kg/m}^3$ .

Nilai densitas 91,167 kg/m<sup>3</sup> dekat dengan nilai densitas 88 kg/m<sup>3</sup> yang adalah sebuah nilai densitas yang ingin dicapai. Oleh karena nilai 91,167 kg/m<sup>3</sup> mendekati nilai yang ingin dicapai maka pencarian untuk formula yang menghasilkan bantalan dengan densitas 88 kg/m<sup>3</sup> dihentikan.

Tabel 2.5 di bawah ini menunjukkan nilai densitas bantalan yang dihasilkan oleh formula yang dapat menghasilkan bantalan.

Tabel 4. 25 Densitas Bantalan untuk Formula yang Dapat Menghasilkan Bantalan

Bantalan PUF	
Formula	Densitas (kg/m <sup>3</sup> )
3	420
4	161,52
5	126,5
7	123,75
8	114,333
9	126,333
10	91,167

### 4.3 Perbandingan dengan Formula Daniel Affandi

Penelitian ambepants sebelumnya juga pernah dilakukan oleh Daniel Affandi. Penelitian tersebut berhasil menemukan formula untuk densitas 88 kg/m<sup>3</sup> dan 115 kg/m<sup>3</sup>. Namun, formula tersebut didapat dengan cara memasukkan cairan PUF ke dalam sebuah wadah yang bukan merupakan cetakan bantalan. Sehingga, formula yang didapat bukan merupakan formula yang sesungguhnya dari 2 densitas tersebut. Formula sesungguhnya dari 2 densitas tersebut adalah formula yang dapat menghasilkan bantalan dengan 2 densitas tersebut setelah PUF dituang ke dalam cetakan, setelah PUF mengembang dan mengering di dalam cetakan, dan setelah bantalan dilepas dari cetakan. Formula yang telah ditemukan Daniel Affandi dalam penelitiannya adalah polioliol 60,97 %, isosianat 30,48 %, dan air 8,53 % untuk densitas 88 kg/m<sup>3</sup> dan polioliol 53,33 %, isosianat 26,66 %, dan air 20 % untuk densitas 115 kg/m<sup>3</sup>.

Formula polioliol 60,97 % (Daniel Affandi) memiliki persentase air sebesar 8,53 %. Jika menggunakan volume total cairan 300 ml, maka volume air yang digunakan adalah sebesar 25,59 ml. Sedangkan untuk formula polioliol 53,33 % memiliki persentase air sebesar 20 %. Dan jika menggunakan volume total cairan 300 ml, maka volume air yang digunakan adalah sebesar 60 ml. Volume air 25,59 ml dan 60 ml merupakan volume yang sangat besar untuk ditambahkan pada PUF. Berdasarkan percobaan dengan 2 nilai volume tersebut dan formula yang telah ditemukan Daniel Affandi, bantalan PUF yang terbentuk tidak sempurna. Bantalan mudah rusak ketika cetakan dilepas.

Dari hal tersebut, diketahui bahwa formula yang telah ditemukan oleh Daniel Affandi menghasilkan nilai densitas yang berbeda dengan formula yang telah penulis temukan. Hal ini mungkin disebabkan karena jenis polyurethane foam yang digunakan berbeda. Di pasaran, PUF memiliki banyak jenis. Mungkin formula yang ditemukan Daniel Affandi, berhasil untuk jenis PUF yang digunakan. Namun, jika volume air terlalu banyak maka bantalan PUF bisa tidak terbentuk.

#### 4.4 Pembuatan Prototipe untuk Ambepants

Setelah menemukan formula yang menghasilkan densitas bantalan yang mendekati densitas  $88 \text{ kg/m}^3$  dan  $115 \text{ kg/m}^3$ , langkah selanjutnya adalah membuat prototipe ambepants dengan menggunakan formula yang telah ditemukan. Prototipe ambepants yang diciptakan berjumlah dua karena terdapat dua densitas.

Terlebih dahulu, ditentukan kriteria untuk ambepants yang akan dibuat. Untuk kriteria dari ambepants dapat dilihat pada tabel 4.26 di bawah ini.

Tabel 4. 26 Kriteria Ambepants

Kriteria	Deskripsi
Mudah dibuat.	Ambepants harus mudah dibuat.
Mudah didapat.	Bahan kain yang akan digunakan mudah didapat.

Biaya terjangkau.	Biaya untuk membuat ambepants terjangkau.
Bahan kain yang nyaman.	Bahan kain yang akan digunakan pada ambepants dapat memberikan rasa nyaman.
Nyaman saat digunakan.	Ambepants dapat memberikan rasa nyaman saat digunakan.
Mudah digunakan.	Ambepants yang dibuat mudah digunakan.

Ambepants yang berhasil dibuat dapat dilihat pada gambar 4.15 dan 4.16 di bawah ini. Ambepants dengan warna hitam adalah ambepants yang menggunakan bantalan PUF dengan densitas  $91,167 \text{ kg/m}^3$  dan ambepants dengan warna merah adalah ambepants yang menggunakan bantalan PUF dengan densitas  $114,333 \text{ kg/m}^3$ .



Gambar 4. 15 Dari Kiri ke Kanan Adalah Foto Ambepants dari Dalam dan Foto Ambepants dari Luar



Gambar 4. 16 Dari Kiri ke Kanan Adalah Foto Ambepants dari Luar dan Foto Ambepants dari Dalam

#### 4.5 Penyebaran Kuesioner untuk Mengetahui Respon Responden

Setelah berhasil membuat prototipe ambepants, selanjutnya adalah melakukan uji coba dan penyebaran kuesioner kepada responden. Responden pada penelitian ini adalah orang dengan hemeroid. Kuesioner berisi beberapa pernyataan terkait ambepants untuk mendapatkan atau mengetahui respon responden terhadap ambepants yang telah diciptakan. Pada penelitian ini, responden yang berhasil dijangkau berjumlah 5 orang. Di bawah ini adalah gambar mengenai beberapa pernyataan yang terdapat di dalam kuesioner.

Sakit yang dirasakan ketika duduk dengan menggunakan ambepants. \*

1    2    3    4    5

Sangat Sakit                        Sangat Tidak Sakit

Gambar 4. 17 Pernyataan 1

Rasa nyaman saat digunakan ketika duduk. \*

1    2    3    4    5

Sangat Tidak Nyaman                        Sangat Nyaman

Gambar 4. 18 Pernyataan 2

Rasa nyaman saat digunakan ketika berjalan. \*

1 2 3 4 5

Sangat Tidak Nyaman ○ ○ ○ ○ ○ Sangat Nyaman

Gambar 4. 19 Pernyataan 3

Keempukan celana. \*

1 2 3 4 5

Sangat Tidak Empuk ○ ○ ○ ○ ○ Sangat Empuk

Gambar 4. 20 Pernyataan 4

Ambepants terbaik \*

Ambepants dengan warna hitam.

Ambepants dengan warna merah.

Gambar 4. 21 Pernyataan 5

Tabel 4.27 sampai tabel 4.31 di bawah, menunjukkan respon atau pilihan skala yang dipilih respon terhadap pernyataan-pernyataan yang terdapat pada kuesioner sebagai respon terhadap ambepants yang telah digunakan.

Tabel 4. 27 Respon Responden Terhadap Pernyataan 1

Sakit yang dirasakan ketika duduk dengan menggunakan ambepants.					
Ambepants	Skala				
	1	2	3	4	5
Hitam		3	1	1	
Merah		1	3	1	

Dari tabel 4.27 di atas, diketahui sebanyak 3 orang memilih skala 2 untuk ambepants hitam dan sebanyak 3 dan 1 orang memilih skala 3 dan 4 untuk ambepants merah. Dari data tersebut bisa dikatakan, untuk pernyataan 1, ambepants merah lebih baik jika dibandingkan ambepants hitam.

Tabel 4. 28 Respon Responden Terhadap Pernyataan 2

Rasa nyaman saat digunakan ketika duduk.					
Ambepants	Skala				
	1	2	3	4	5
Hitam		3	1	1	
Merah		1	3	1	

Berdasarkan tabel 4.28 di atas, untuk pernyataan 2, sebanyak 3 orang memilih skala 2 dan 2 orang lainnya masing-masing memilih skala 3 dan 4 untuk ambepants hitam. Sedangkan sebanyak 3 orang memilih skala 3 dan 2 orang lainnya masing-masing memilih skala 2 dan 4 untuk ambepants merah. Berdasarkan hal tersebut, untuk pernyataan 2, bisa dikatakan bahwa ambepants merah dapat memberikan rasa nyaman yang lebih baik ketika pasien hemeroid duduk dibandingkan dengan ambepants merah.

Tabel 4. 29 Respon Responden Terhadap Pernyataan 3

Rasa nyaman saat digunakan ketika berjalan.					
Ambepants	Skala				
	1	2	3	4	5
Hitam				3	2
Merah	3	2			

Dari tabel 4.29, untuk pernyataan 3 diketahui bahwa sebanyak 3 orang memilih skala 4 dan sebanyak 2 orang memilih skala 5 untuk ambepants hitam. Sedangkan sebanyak 3 dan orang, masing-masing memilih skala 1 dan 2 untuk ambepants merah. Dari uraian dan data yang ditunjukkan tabel, sudah jelas

bahwa ambepants hitam memberikan rasa nyaman yang lebih baik saat berjalan dibandingkan dengan ambepants merah.

Tabel 4. 30 Respon Responden Terhadap Pernyataan 4

Keempukan celana.					
Ambepants	Skala				
	1	2	3	4	5
Hitam		4	1		
Merah		1	2	2	

Dari tabel 4.30 diketahui bahwa sebanyak 4 orang memilih skala 2 dan sebanyak 1 orang memilih skala 3 untuk ambepants warna hitam. Sedangkan untuk ambepants merah, sebanyak 2 orang memilih skala 3 dan 4, dan 1 orang memilih skala 2. Berdasarkan uraian dan data yang ditunjukkan tabel, bisa diketahui bahwa ambepants merah memiliki keempukan yang lebih baik jika dibandingkan dengan ambepants hitam.

Tabel 4. 31 Respon Responden Terhadap Pernyataan 5

Ambepants terbaik.	
Ambepants Hitam	1
Ambepants Merah	4

Sedangkan berdasarkan tabel 4.31, mayoritas responden memilih ambepants merah dengan bantalan yang mempunyai densitas  $114,333 \text{ kg/m}^3$  sebagai ambepants yang terbaik.

Berdasarkan uji coba dan respon yang diberikan responden, ambepants merah dengan densitas bantalan  $114,333 \text{ kg/m}^3$  merupakan ambepants terbaik pada penelitian ini. Ambepants merah dapat mengurangi rasa sakit lebih baik dibandingkan dengan yang lain mungkin disebabkan karena ambepants merah mempunyai keempukan yang lebih baik jika dibandingkan dengan ambepants hitam (densitas bantalan  $91,167 \text{ kg/m}^3$ ). Hal ini mungkin disebabkan karena volume polioliol yang jauh lebih banyak dibandingkan dengan volume isosianat

pada formula yang digunakan. Untuk ambepants merah, volume polioliol yang digunakan adalah 182 ml, sedangkan volume isosianat yang digunakan adalah 116 ml. Untuk ambepants hitam, volume isosianat yang digunakan hampir sama atau mengimbangi volume polioliol pada formulanya. Hal ini mungkin yang kemudian mengakibatkan bantalan PUF yang dihasilkan memiliki keempukan yang kurang baik jika dibandingkan dengan bantalan PUF ambepants merah.

## **BAB 5**

### **Penutup**

#### **5.1 Kesimpulan**

Terdapat beberapa hal yang telah dicapai pada penelitian dan perancangan ini. Dengan mengacu kepada penelitian dan perancangan yang dilakukan dan tujuan penelitian dan perancangan, kesimpulan yang didapat adalah :

1. Telah ditemukan formula yang dapat menghasilkan bantalan dengan densitas yang mendekati  $88 \text{ kg/m}^3$  dan  $115 \text{ kg/m}^3$ . Formula tersebut adalah formula 8 dengan komposisi poliol 182 ml, isosianat 116 ml, dan air 2 ml yang menghasilkan densitas bantalan  $114,333 \text{ kg/m}^3$  dan formula 10 dengan komposisi poliol 168 ml, isosianat 130 ml, dan air 2 ml yang menghasilkan densitas bantalan  $91,167 \text{ kg/m}^3$ .

2. Telah ditemukan metode yang dapat mempermudah proses pelepasan bantalan PUF dari cetakan berbahan PLA. Metode yang digunakan adalah dengan menggunakan produk dengan nama Miracle Gloss yang dapat dibeli di pasaran.

3. Telah dibuat prototipe ambepants dengan menggunakan formula dan metode pelepasan yang telah ditemukan.

4. Telah dilakukan uji coba ambepants densitas bantalan  $114,333 \text{ kg/m}^3$  dan ambepants densitas bantalan  $91,167 \text{ kg/m}^3$  kepada pasien hemeroid. Berdasarkan respon responden, 4 dari 5 pernyataan yang terdapat pada kuesioner menunjukkan bahwa ambepants merah densitas bantalan  $114,333 \text{ kg/m}^3$  memberikan dampak positif yang lebih baik dibandingkan dengan ambepants hitam densitas bantalan  $91,167 \text{ kg/m}^3$ . Pernyataan 5 juga menunjukkan bahwa mayoritas responden memilih ambepants merah sebagai ambepants terbaik pada penelitian ini.

#### **5.2 Saran atau Penelitian Selanjutnya**

1. Terlebih dahulu menentukan jenis polyurethane foam (PUF) yang digunakan, karena dipasaran PUF memiliki banyak jenis. Bisa jadi, untuk

densitas bantalan yang sama, formula yang digunakan berbeda karena perbedaan jenis PUF yang digunakan.

2. Jika ingin menggunakan jenis PUF yang sama dengan yang penulis gunakan, maka PUF bisa dibeli di Toko Kimia Ngasem Baru dengan alamat Jl. Mayjend Sutoyo No.37, Mantrijeron, Kec. Mantrijeron, Kota Yogyakarta, Daerah Istimewa Yogyakarta 55143.

3. Jumlah responden yang lebih banyak.

4. Membuat cetakan bantalan dengan menggunakan resin.

5. Melakukan penelitian dan perancangan untuk pasien hemeroid dengan berat badan di atas 70 kg.

## Daftar Pustaka

- [1] J. Kedokteran dan D. Kesehatan, “Gambaran Histopatologi Epitel Transisional Kolorektal pada Pasien Hemoroid.”
- [2] R. Yusril Maulana dan D. Samudro Wicaksono, “EFEK ANTIINFLAMASI EKSTRAK TANAMAN PAGODA TERHADAP HEMOROID.” [Daring]. Tersedia pada: <http://jurnal.globalhealthsciencegroup.com/index.php/JPPP>
- [3] “5. DIAGNOSIS\_DAN\_PENANGANAN\_HEMOROID”.
- [4] B. Wanda Annisa, L. Fauzan, dan A. Yuliansyah, “DIAGNOSIS DAN TATALAKSANA HEMOROID,” *Jurnal Kedokteran Unram*, vol. 2022, no. 3, hlm. 1085–1093.
- [5] “Rancang Bangun Bantalan Celana untuk Penderita Ambeien.”
- [6] “11. PEMBUATAN POLIOL BERBASIS KOMPONEN MINYAK SAWIT SEBAGAI BAHAN BAKU BUSA POLIURETAN”.
- [7] E. Nofiyanti, N. Mariam, P. S1, T. Lingkungan, F. Teknik, dan U. Muhammadiyah Tasikmalaya, “Sintesis dan Karakterisasi Busa Poliuretan dari Minyak Goreng Bekas dan Toluene Diisocyanat dengan Penambahan PEG-400,” *CHEESA*, vol. 1, no. 1, [Daring]. Tersedia pada: <http://e-journal.unipma.ac.id/index.php/cheesa>
- [8] G. Rosita Pusat Teknologi Roket Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional Jl Raya LAPAN No, “RETIKULASI HIDROXYL TERMINATED POLUBUTADIENE (HTPB) MANDIRI DENGAN TOLUENE DIISOCYANATE (TDI) MEMBENTUK POLIURETAN SEBAGAI FUEL BINDER PROPELAN (RETICULATION OF HYDROXYL-TERMINATED POLYBUTADIENE (HTPB) WITH TOLUENE DIISOCYANATE (TDI) TO FORM POLYURETHANE AS A PROPELLANT FUEL-BINDER).”
- [9] pindad.com, “SEMINAR NASIONAL PROPELAN,” pindad.com.
- [10] W. Budiaji *dkk.*, “SKALA PENGUKURAN DAN JUMLAH RESPON SKALA LIKERT (The Measurement Scale and The Number of Responses in Likert Scale),” *Jurnal Ilmu Pertanian dan Perikanan Desember*, vol. 2,

- no. 2, hlm. 125–131, 2013, [Daring]. Tersedia pada:  
<http://umbidharma.org/jipp>
- [11] Faisyal Tees, “Pengukuran, penilaian, dan evaluasi; Perbedaan Yang Disamakan !,” [gorontalo.kemenag.go.id](http://gorontalo.kemenag.go.id). Diakses: 1 Agustus 2024. [Daring]. Tersedia pada:  
<https://gorontalo.kemenag.go.id/files/gorontalo/file/file/artikel/Artikel-Evaluasi.pdf>
- [12] Kenya Swawikanti, “Pengertian Besaran, Satuan & Dimensi dalam Pengukuran Fisika | Fisika Kelas 10,” [www.ruangguru.com](http://www.ruangguru.com). Diakses: 1 Agustus 2024. [Daring]. Tersedia pada:  
<https://www.ruangguru.com/blog/besaran-satuan-dimensi-dalam-pengukuran-fisika>
- [13] [akupintar.id](http://akupintar.id), “Fisika Pengukuran Definisi Pengukuran,” [akupintar.id](http://akupintar.id). Diakses: 1 Agustus 2024. [Daring]. Tersedia pada:  
<https://akupintar.id/belajar/-/online/materi/modul/12-mia/fisika/pengukuran/pengertian-pengukuran/436439>