

TUGAS AKHIR

PEMBUATAN MATERIAL KOMPOSIT BERBAHAN KERAMIK SEBAGAI WADAH PANGGANGAN

*Diajukan Untuk Memenuhi Syarat-Syarat Memperoleh
Gelar Sarjana Teknik Mesin Pada Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*

Disusun Oleh:

RICKY WAHYUDI AMINUDDIN
1707230123



UMSU
Unggul | Cerdas | Terpercaya

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2024**

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

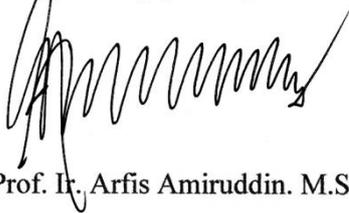
Nama : Ricky Wahyudi Aminuddin
NPM : 1707230123
Program Studi : Teknik Mesin
Judul Tugas Akhir : Pembuatan Material Komposit Berbahan
Keramik Sebagai Wadah Panggangan
Bidang ilmu : Manufaktur

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai salah satu syarat yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 28 Mei 2024

Mengetahui dan menyetujui :

Dosen Penguji I



Assoc, Prof. Ir. Arfis Amiruddin. M.Si

Dosen Penguji II



Affandi, S.T., M.T

Dosen Penguji III



Chandra A Siregar, S.T., M.T

Program Studi Teknik Mesin

Ketua,



Chandra A Siregar, S.T., M.T

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Lengkap : Ricky Wahyudi Aminuddin
Tempat /Tanggal Lahir : Tanjung Pura / 28 Mei 1999
NPM : 1707230123
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Mesin

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa laporan Tugas Akhir saya yang berjudul:

“Pembuatan Material Komposit Berbahan Keramik Sebagai Wadah Panggangan”

Bukan merupakan plagiarisme, pencurian hasil karya milik orang lain, hasil kerja orang lain untuk kepentingan saya karena hubungan material dan non-material, ataupun segala kemungkinan lain, yang pada hakekatnya bukan merupakan karya tulis Tugas Akhir saya secara orisinal dan otentik.

Bila kemudian hari diduga kuat ada ketidaksesuaian antara fakta dengan kenyataan ini, saya bersedia diproses oleh Tim Fakultas yang dibentuk untuk melakukan verifikasi, dengan sanksi terberat berupa pembatalan kelulusan/ kesarjanaan saya.

Demikian Surat Pernyataan ini saya buat dengan kesadaran sendiri dan tidak atas tekanan ataupun paksaan dari pihak manapun demi menegakkan integritas akademik di Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 29 Mei 2024

Saya yang menyatakan,

Ricky Wahyudi Aminuddin

ABSTRAK

Proses memanggang secara manual memang terlihat sederhana namun dibutuhkan keahlian dalam prosesnya. Pada penelitian ini peneliti akan menciptakan wadah panggangan berbahan komposit keramik dan campuran resin dengan mengaplikasikan metode komposit hybrid. Pada umumnya, keramik tahan terhadap temperatur yang tinggi, kekerasan yang sangat tinggi, massa jenis yang rendah dan mempunyai thermal konduktivitas yang rendah dari pada logam. Pengujian ini dilakukan dengan tiga variasi persentase bahan uji yaitu, wadah pemanggangan pertama yaitu 70% resin dan 30% serbuk keramik; 80% resin dan 20% serbuk keramik; 90% resin dan 10% serbuk keramik. Dari hasil pengujian ketiga variasi tersebut diperoleh nilai temperature yang tidak konsisten dikarenakan pengujian ini dilakukan secara langsung pada bara api sehingga peneliti tidak dapat mengatur temperature sesuai keinginan, namun selisih pada temperatur pada saat dilakukannya pengujian tidaklah memiliki perbedaan yang signifikan. Pada wadah panggangan pertama yaitu 70% resin dan 30% serbuk keramik memiliki nilai temperature dengan rata-rata 370,2 °C. Wadah panggangan kedua yaitu 80% resin dan 20% serbuk keramik memiliki nilai temperature dengan rata-rata 353,4 °C. Terakhir pada wadah panggangan ketiga yaitu 90% resin dan 10% serbuk keramik memiliki nilai temperature dengan rata-rata 346,2 °C. Terdapat hasil cetakan yang tidak merata atau tidak halus pada permukaan, dikarenakan semakin banyak serbuk keramik maka sulit untuk mendapatkan hasil cetakan yang halus pada permukaan. Pada proses pencampuran bahan-bahan komposit antara resin dan serbuk keramik mengalami kesulitan pada saat pengadukan, semakin banyak serbuk keramik maka semakin sulit diaduk.

Kata kunci: panggangan, serbuk keramik, resin, komposit, komposit hybrid

ABSTRACT

The process of baking manually does look simple but it takes expertise in the process. In this study, researchers will create a grill container made of ceramic composite and resin mixture by applying a hybrid composite method. In general, ceramics are resistant to high temperatures, very high hardness, low density and have lower thermal conductivity than metals. This test was carried out with three variations in the percentage of the test material, namely, the first roasting container which is 70% resin and 30% ceramic powder; 80% resin and 20% ceramic powder; 90% resin and 10% ceramic powder. From the test results of the three variations, an inconsistent temperature value was obtained because this test was carried out directly on the embers so the researcher could not adjust the temperature as desired, but the difference in temperature at the time of testing did not have a significant difference. In the first grill container, 70% resin and 30% ceramic powder have a temperature value with an average of 370.2 °C. The second grill container, which is 80% resin and 20% ceramic powder, has an average temperature value of 353.4 °C. Finally, the third grill container, which is 90% resin and 10% ceramic powder, has a temperature value with an average of 346.2 °C. There are uneven or unsmooth prints on the surface, because the more ceramic powder, it is difficult to get smooth prints on the surface. The process of mixing composite materials between resin and ceramic powder has difficulty when stirring, the more ceramic powder, the more difficult it is to stir.

Keywords: grill, ceramic powder, resin, composite, hybrid composite

KATA PENGANTAR

Dengan nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Segala puji dan syukur peneliti ucapkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan karunia dan nikmat yang tiada terkira. Salah satu dari nikmat tersebut adalah keberhasilan peneliti dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini yang berjudul “Pembuatan Material Komposit Berbahan Keramik Sebagai Wadah Panggang” sebagai syarat untuk meraih gelar akademik Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU), Medan.

Banyak pihak telah membantu dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini, untuk itu peneliti menghaturkan rasa terima kasih yang tulus dan dalam kepada:

1. Bapak Chandra A Siregar, S.T., M.T selaku Dosen Pembimbing dan sekaligus selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah membimbing dan memberi saran demi kelancaran peneliti dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Munawar Alfansury Siregar, S.T, MT selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
3. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan ilmu keteknik mesinan kepada peneliti.
4. Bapak/Ibu Staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
5. Terimakasih yang istimewa sekali kepada Ayahanda Aminuddin dan Ibunda Khairunnisa yang dengan tulus memberi doa, kasih sayang, nasehat, serta dukungan penuh cinta yang tidak pernah ternilai harganya, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
6. Buat pacar, terima kasih sudah membantu dan menyemangatin dalam pengerjaan tugas akhir ini.
7. Teruntuk adik Syafiq al Zaqi dan Zaskia Nabilla Terima kasih sudah terus mendukung dan menyemangati abang untuk menyelesaikan perkuliahan ini.

Tugas Akhir ini tentunya masih jauh dari kesempurnaan, untuk itu peneliti berharap kritik dan masukan yang konstruktif untuk menjadi bahan pembelajaran berkesinambungan peneliti di masa depan. Semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi pengembangan ilmu keteknik-mesinan.

Medan, Mei 2024

A handwritten signature in black ink, consisting of stylized, overlapping loops and lines, positioned above the printed name.

Ricky Wahyudi Aminuddin

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	Error! Bookmark not defined.
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	i
ABSTRAK	iii
ABSTRACT	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Ruang Lingkup	4
1.4. Tujuan	4
1.5. Manfaat	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. Cetakan (<i>Mould</i>)	5
2.2. Komposit	5
2.2.1. Komposit Laminat <i>Hybrids</i>	6
2.2.2. Metode Manufaktur Komposit	8
2.2.3. Resin	12
2.2.4. Katalis	13
2.3. Polimer	14
2.4. Keramik	15
2.5. Pemanggang	16
BAB 3 METODE PENELITIAN	17
3.1. Tempat dan Waktu	17
3.1.1. Tempat	17
3.1.2. Waktu	17
3.2. Alat dan Bahan	18
3.2.1. Alat	18
3.2.2. Bahan	23
3.3. Diagram Alir Penelitian	25
3.4. Rancangan Alat Penelitian	26
3.5. Proses Pembuatan Produk	27
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	28
4.1 Hasil Perancangan	28
4.2 Proses Pembuatan Panggang	28
4.3 Hasil Pengujian	36
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	37
5.1. Kesimpulan	37
5.2. Saran	37
DAFTAR PUSTAKA	38

**LAMPIRAN
LEMBAR ASISTENSI
DAFTAR RIWAYAT HIDUP**

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Jadwal kegiatan penelitian	17
Tabel 4.2 Hasil pengujian pangangan	32
Tabel 4.3 Data saat pengujian	36

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Ilustrasi Komposit	5
Gambar 2.2 Hand Lay up	9
Gambar 2.3 Vacuum bag	9
Gambar 2.4 Pressure bag	10
Gambar 2.5 Filament winding	11
Gambar 2.6 Continuous pultrusion	12
Gambar 2.7 Panggangan	16
Gambar 3.1 Sarung Tangan	18
Gambar 3.2 Respirator	18
Gambar 3.3 Timbangan Digital	19
Gambar 3.4 Wadah Pencampur	19
Gambar 3.5 Pengaduk	19
Gambar 3.6 Skrap	20
Gambar 3.7 Obeng	20
Gambar 3.8 Gunting	20
Gambar 3.9 Gelas Ukur	21
Gambar 3.10 Akrilik	21
Gambar 3.11 Lem Akrilik	21
Gambar 3.12 Kuas	22
Gambar 3.13 Termokopel	22
Gambar 3.14 Serbuk Keramik	23
Gambar 3.15 Resin	23
Gambar 3.16 Katalis	24
Gambar 3.17 Mirror Glaze	24
Gambar 3.18 Arang Kayu	24
Gambar 3.19 Diagram Alir Penelitian	25
Gambar 3.20 Design Panggangan	26
Gambar 4.1 Cetakan yang terbuat dari akrilik sesuai ukuran dan design.	28
Gambar 4.2 pengolesan mirror glaze pada cetakan akrilik.	29
Gambar 4.3 Proses Pencampuran bahan komposit.	29
Gambar 4.4 proses penambahan serbuk keramik sebagai penguat.	30
Gambar 4.5 proses penuangan bahan yang telah dicampur pada cetakan.	30
Gambar 4.6 Proses pemisahan bahan komposit dari cetakan.	31
Gambar 4.7 Hasil cetakan variasi 70% resin dengan 30% serbuk keramik.	31
Gambar 4.8 Hasil cetakan variasi 90% resin dengan 10% serbuk keramik	31
Gambar 4.9 Hasil cetakan variasi 90% resin dengan 10% serbuk keramik	32
Gambar 4.10 Pengujian pada variasi campuran 90% resin dengan 10% serbuk keramik.	33
Gambar 4.11 Setelah Pengujian pada variasi campuran 90% resin dengan 10% serbuk keramik.	33
Gambar 4.12 Pengujian pada variasi campuran 80% resin dengan 20% serbuk keramik.	34
Gambar 4.13 Setelah Pengujian pada variasi campuran 90% resin dengan 10% serbuk keramik.	34

Gambar 4.14 Pengujian pada variasi campuran 70% resin dengan 30% serbuk keramik.	35
Gambar 4.15 Setelah Pengujian pada variasi campuran 70% resin dengan 30% serbuk keramik.	35

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Memanggang adalah salah satu teknik pengolahan makanan dari bahan mentah menjadi makanan yang layak konsumsi dengan cara diletakkan di atas bara api hingga terjadi perubahan warna, bentuk, rasa dan tekstur serta mengeluarkan aroma yang khas. Proses memanggang secara manual memang terlihat sederhana namun dibutuhkan keahlian dalam prosesnya. Banyak konsumen yang lebih memilih membeli daripada mengolahnya sendiri, sehingga banyak rumah makan yang menjual olahan makanan yang dipanggang masih diminati banyak pelanggan dan tetap eksis. Permasalahan yang terjadi adalah ketika rumah makan tersebut telah ramai menerima pesanan, mereka tidak dapat mengimbangi jumlah - 35 - permintaan tersebut karena alat panggangan yang digunakan masih tergolong tradisional dan memiliki kapasitas yang terbatas. Selama prosesnya juga harus selalu diawasi dengan cara memindahkan posisi bahan makanan yang sedang di panggang agar matang secara merata. Oleh karena itu perlu adanya suatu alat pembakar ayam yang dapat memberikan kemudahan bagi penggunaanya dengan produktivitas yang lebih tinggi (Wibowo et al., 2020). Selain itu jumlah karyawan yang terbatas menjadi salah satu alasan tidak terpenuhinya permintaan konsumen karena tidak dapat melayani konsumen secara bersamaan saat sedang melakukan proses pemanggangan. Akibatnya banyak konsumen yang menunggu pesanannya terlalu lama (Rizal et al., 2020).

Keramik adalah material non metal yang telah di kenal luas dan banyak dijumpai dalam kehidupan sehari-hari. Definisi keramik mencakup semua bahan bukan logam dan anorganik yang berbentuk padat (Ady & Maiyanti, 2014). Pada umumnya keramik tahan terhadap temperatur yang tinggi, kekerasan yang sangat tinggi, massa jenis yang rendah dan mempunyai thermal konduktivitas yang rendah dari pada logam. Keburukan dari keramik adalah cacat (flaws), seperti retak (cracks), ruang hampa (voids), terperangkapnya kotoran/udara (inclusion), dimana cacat ini akan mudah menyebar (Arifin & Martomi, 2009).

Keramik merupakan bahan material yang banyak dimanfaatkan masyarakat Indonesia sebagai produk kerajinan dan sebagai bahan material bangunan.

Produk dari kerajinan keramik dapat berupa porselen, ubin, kendi, patung, atau kerajinan yang tidak banyak menerima beban kerja secara terus menerus (Setiawan et al., 2017).

Keramik Silikon Karbida (SiC) adalah salah satu keramik yang memiliki sifat fisik dan mekanik yang baik antara lain : kestabilan bahan pada temperatur tinggi, daya hantar panas tinggi, koefisien ekspansi thermal rendah, tahan korosi dan stabil (Wigayati & (1), 2008).

Panas adalah bentuk energi yang disimpan dalam molekul sebagai getaran molekul. Semakin banyak getaran yang dihasilkan, semakin tinggi suhu yang ditimbulkan. Bahan dengan jumlah molekul lebih banyak akan bergetar lebih cepat sehingga menghasilkan suhu yang lebih tinggi. Panas bergerak dalam tiga cara yaitu konduksi, konveksi, dan radiasi (Ronaldo, 2021).

Kata komposit berasal dari kata “to compose” yang berarti menyusun atau menggabung. Secara sederhana bahan komposit berarti bahan gabungan dari dua atau lebih bahan yang berlainan. Jadi komposit adalah suatu bahan yang merupakan gabungan atau campuran dari dua material atau lebih pada skala mikroskopis untuk membentuk material ketiga yang lebih bermanfaat (Bustomi & Ghofur, 2021).

Material komposit didefinisikan sebagai campuran antara dua atau lebih material yang menghasilkan sebuah material baru dengan sifat-sifat ataupun karakteristiknya yang masih didominasi oleh sifat-sifat material pembentuknya. Berdasarkan definisi ini maka pemilihan jenis material yang tepat dalam penelitian ini ialah jenis material komposit, dimana yang diharapkan adalah kekuatan material yang lebih baik dari penggabungan dua atau lebih material penyusunnya. Pada umumnya material komposit dibentuk dalam dua jenis fasa, yaitu fasa matriks dan fasa penguat. Fasa matriks adalah material dengan fasa kontinu yang selalu tidak kaku dan lemah. Sedangkan fasa penguat selalu lebih kaku dan kuat, tetapi lebih rapuh. Penggabungan kedua fasa tersebut menghasilkan material yang dapat mendistribusikan beban yang diterima disepanjang penguat, sehingga material menjadi lebih tahan terhadap pengaruh beban tersebut. Teknik pembuatan material komposit polimer pada umumnya tidak melibatkan penggunaan suhu dan tekanan yang tinggi. Hal ini disebabkan

material ini mudah menjadi lembut atau melebur. Proses pencampuran penguat ke dalam matriks dilakukan ketika matriks dalam keadaan cair. Metode penuangan langsung dilakukan dengan cara melekatkan atau menyentuhkan material-material penyusun pada cetakan terbuka dan dengan perlahan-lahan diratakan dengan menggunakan roda perata atau dengan pemberian tekanan. Metode ini cocok untuk jenis penguat serat kontiniu dan random (Yani & Suroso, 2019).

Material komposit dapat diproduksi dengan berbagai macam metode proses pabrikan yang disesuaikan dengan jenis matriks penyusun komposit dan bentuk material komposit yang diinginkan, namun pada umumnya diklasifikasikan sebagai cetakan terbuka atau tertutup. Proses cetakan terbuka dengan cetakan berongga tunggal dapat menghasilkan produk tanpa atau dengan tekanan yang rendah. Proses cetakan tertutup menggunakan cetakan yang terdiri dari dua bagian yang umumnya dibuat dari logam. Pada umumnya komposit dicetak dengan metode cetakan terbuka, tetapi untuk mendapatkan ketebalan yang diinginkan membutuhkan waktu yang relatif lama karena memerlukan keterampilan tangan. Sebagaimana uraian sebelumnya, maka yang menjadi permasalahan dalam penelitian ini ialah bagaimana merancang dan membuat media cetak komposit serat alam (Seminar et al., 2019).

Pada penelitian ini bahan yang digunakan untuk pembuatan cetakan wadah pemanggang adalah akrilik yang diharapkan mampu menjadi bahan yang baik sebagai bahan dasar cetakan wadah pemanggang.

1.2. Rumusan Masalah

Sehubungan dengan judul proposal tugas akhir ini maka perumusan masalah yang diperoleh adalah:

- 1) Bagaimana cara membuat wadah panggangan yang terbuat dari bahan komposit serbuk keramik akan tahan terhadap bara api sehingga dapat digunakan?
- 2) Bagaimana cara menentukan takaran campuran resin dan serbuk keramik untuk membuat wadah panggangan dengan menggunakan bahan komposit?

- 3) Bagaimana cara melakukan pengujian wadah panggangan dengan bara api.

1.3. Ruang Lingkup

Karna luasnya masalah ilmu *molding* terkhusus masalah *molding* komposit, maka masalah yang akan dibahas adalah *molding* wadah pemanggang beserta pembuatannya.

1.4. Tujuan

Berdasarkan latar belakang diatas maka tujuan dari penelitian ini adalah:

- 1) Membuat wadah panggangan berbahan komposit serbuk keramik sesuai dengan model yang telah di *design*.
- 2) Menentukan variasi campuran untuk wadah panggangan berbahan komposit serbuk keramik
- 3) Melakukan pengujian wadah panggangan dengan bara api.

1.5. Manfaat

Adapun manfaat dari penelitian tugas akhir ini adalah:

- 1) Mengetahui metode mold yang cocok untuk digunakan sebagai cetakan wadah panggangan yang berbahan dasar komposit hybrid.
- 2) Mengetahui bahan yang cocok untuk pembuatan cetakan wadah panggangan berbahan dasar komposit hybrid.
- 3) Mengetahui proses pembuatan cetakan wadah panggangan.
- 4) Menghasilkan ilmu pengetahuan khususnya dibidang material komposit.
- 5) Hasil penelitian dapat digunakan sebagai referensi bagi peneliti lain yang ingin mendalami ilmu komposit *hybrid*.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Cetakan (*Mould*)

Mould merupakan cetakan yang mempunyai rongga dengan fungsi sebagai tempat material leleh (plastik atau logam), membentuk sesuai bentuk profil rongga cetakan (Eni, 1967). *Mould* adalah alat yang digunakan untuk menghasilkan produk, yang salah satunya adalah pembentukan produk dari bahan plastik dan dilakukan pada jenis mesin injeksi. Untuk menghasilkan sebuah mould secara tepat, tentunya banyak faktor yang harus dipertimbangkan sehingga produk yang dihasilkan dapat memenuhi standar kualitas yang diinginkan secara optimal baik itu dari kepresisian dimensi, kompleksitas geometri, maupun efisiensi proses. Oleh karena itu sangat diperlukan pengetahuan dan pemahaman tentang dasar teknik desain cetakan, proses manufaktur, proses injeksi dan parameter lain yang berpengaruh terhadap perancangan mould dan produk hasil cetakannya (Saifuddin et al., 2018).

2.2. Komposit

Komposit adalah suatu sistem material yang merupakan campuran atau kombinasi dari dua atau lebih bahan pada skala makroskopis untuk membentuk material baru yang bermanfaat. Dibanding dengan material material konvensional, bahan komposit memiliki banyak keunggulan, diantaranya memiliki kekuatan yang dapat diatur, berat yang lebih ringan, kekuatan dan ketahanan yang lebih tinggi, tahan korosi, dan tahan kehausan. Ilustrasi komposisi komposit dengan komponen penyusun penguat (*reinforcement*) dan bahan pengikat (*matriks*) dapat dilihat pada gambar 2.1.

Salah satu serat alami seperti Serat tebu dan sabut kelapa adalah bahan yang mempunyai sifat mekanik yang lebih baik yaitu ringan, kepadatan rendah dan daktilitas tinggi. dibandingkan dengan beberapa bahan konvensional seperti baja, plastik dan keramik (Nasution et al., 2014).



Gambar 2.1 Ilustrasi Komposit (Indra mawardi dan Hasrin Lubis,2018)

Komposit tersusun dari dua fasa, satu disebut sebagai matriks, dimana matriks bersifat kontinyu dan mengililingi fasa yang satunya, yang disebut penguat. Sifat dari komposit merupakan fungsi dari fasa penyusunnya, komposisinya serta geometri dari fasa penguat. Geometri fasa penguat disini adalah bentuk dan ukuran partikel, distribusi, dan orientasinya.

Bedasarkan sifat penguatnya, maka komposit dibagi menjadi dua:

- 1) Komposit isotopik, merupakan komposit yang penguatnya memberikan penguatan yang sama untuk berbagai arah sehingga segala pengaruh tegangan atau regangan luar akan mempunyai nilai kekuatan yang sama baik arah transversal maupun longitudinal.
- 2) Komposit anisotropik, merupakan komposit yang penguatnya meberikan penguatan tidak sama terhadap arah yang berbeda, sehingga segala pengaruh tegangan atau regangan dari luar akan mempunyai nilai kekuatan yang tidak sama baik arah transversal maupun longitudinal. (Indra mawardi dan Hasrin Lubis, 2018)

2.2.1. Komposit Laminat *Hybrids*

Dalam dunia komposit, dikenal istilah komposit hibrid (*hybrid composite*). Pada komposit hibrid ini, dalam satu matriks memungkinkan adanya dua atau lebih partikel penguat. sehingga memungkinkan juga terjadinya interaksi manapun kepada penguat lain dalam satu matriks tersebut. Komposit hibrid merupakan komposit gabungan antara tipe serat lurus dengan serat acak. Tipe ini digunakan supaya dapat mengganti kekurangan sifat dari kedua tipe dan dapat menggabungkan kelebihanannya. Pada komposit hibrid, perubahan yang signifikan akan sangat terlihat ketika material komposit tersebut dilakukan pembebanan. Kerusakan pada komposit hibrid ini biasanya terjadi secara bertahap (*noncatastrophic*). Komposit laminat merupakan salah satu jenis komposit bedasarkan strukturnya, yaitu merupakan komposit yang terdiri dari lembaran atau lamina (*ply*) yang membentuk elemen struktur secara integral. Komposit laminat hibrid merupakan salah satu jenis komposit laminat dimana komposit ini tersusun dari lamina-lamina dengan kombinasi yang berbeda dari segi material (jenis penguat dan matriks) serta arah penguat. (Nasmi Herlina Sari, dkk, 2011)

Adapun macam-macam laminat *hybrid*:

- 1) Komposit *sandwich* berpenguat hybrid serat rami dan bambu pada skin dan berpenguat serbuk tempurung kelapa dan kayu sengon laut. Penggunaan serat ramie, serat bambu dan serbuk kayu sengon laut, tempurung kelapa sebagai bahan komposit hybrid sandwich merupakan solusi kreatif untuk mendukung perkembangan teknologi komposit yang ramah lingkungan.
- 2) Karakterisasi kekuatan mekanis *hybrid* komposit berpenguat serat kulit pohon waru (*hibiscus tiliaceus*). Tumbuhan waru mudah ditemukan dan biasanyatumbuh liar dengan akar panjang yang mengganggu,oleh karena itu ditebang agar terlihat rapi. Serat pada kulit tumbuhan waru memiliki keistimewaan yaitu sangat ulet dan cocok untuk digunakan sebagai penguat material komposit. Serat kulit waru banyak mengandung lapisan lilin yang berasal dari *cambium*, oleh karena itu sebelum digunakan sebagai penguat komposit harus dilakukan perlakuan menggunakan NaOH untuk menghilangkan lapisan tersebut. Perlakuan pada serat bertujuan untuk meningkatkan ikatan *interface* antara serat dengan matriknya. Pembuatan material komposit dengan penguat serat alam yang berasal dari serat kulit tumbuhan waru dan *bermatrik* resin *polyester* unsaturated dari penelitian ini untuk mendapatkan dengan menggunakan serat dari bahan alami dengan tidak mengesampingkan kekuatan mekanis untuk aplikasi marine equipment. Penggunaan serat alam kulit tumbuhan waru dalam 2 (dua) jenis yaitu serat panjang dan serat serbuk yang disatukan dalam matriks resin polyester unsaturated (hybrid fiber reinforcement type).
- 3) Komposit sandwich berpenguat serat daun nanas dengan core serbuk gergaji. satu serat alam yang banyak terdapat di Indonesia adalah serat daun nanas. Nanas merupakan tanaman buah berupa semak yang memiliki nama ilmiah *Ananas comosus* (L) Merr. Namun hingga saat ini tanaman nanas baru buahnya saja yang dimanfaatkan, sedangkan daunnya belum banyak dimanfaatkan sepenuhnya. Pada umumnya daun nanas dikembalikan ke lahan untuk digunakan sebagai pupuk. Pemanfaatan limbah kayu sengon laut juga sudah banyak dilirik dan diaplikasikan didalam teknologi komposit. Dengan masa jenis yang ringan, pemanfaatan serbuk gergaji kayu sengon laut

(SGKSL) lebih sesuai bahan core pada struktur panel sandwich. Setiap industri penggergajian dapat menghasilkan limbah SGKSL sekitar 40 – 60 kg/hari. Biasanya limbah serbuk gergaji tersebut hanya dibiarkan membusuk atau dibakar jika sudah mongering. Eksistensi limbah serbuk gergaji dengan menambah perekat yang murah mempunyai potensi yang tinggi untuk direkayasa menjadi produk core fleksibel untuk pembuatan panel komposit sandwich. (Alfikri Hidayat, dkk, 2016)

- 4) Serat ijuk dan serat e-glass terhadap kekuatan geser komposit hybrid. Serat ijuk itu sendiri dihasilkan dari pohon aren. Serat pohon aren biasanya dipergunakan untuk kelengkapan dan keperluan untuk rumah tangga. Contoh hasil pengelolaan dari pohon aren seperti: sapu, keset, tali, penyaring air, peredam getaran atap rumah dan lainlain. Dalam pemilihan serat pohon aren yang bagus memiliki serat yang panjang, tebal dan tekstur yang lebih kuat. Serat sintetis gelas ada beberapa macam salah satunya serat sintetis e-glass. Serat sintesis e-glass adalah salah satu jenis serat yang dikembangkan sebagai penyekat atau bahan isolasi. Jenis ini mempunyai kemampuan bentuk yang baik dan harganya terjangkau. Serat e-glass anyam sering digunakan untuk bahan penguat material komposit, dengan menggunakan serat e-glass yang dianyam material komposit akan memiliki sifat mekanik yang lebih baik.

2.2.2. Metode Manufaktur Komposit

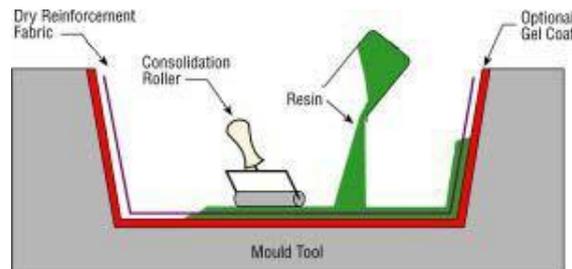
Secara garis besar metode pembuatan material komposit terdiri dari atas dua cara, yaitu:

2.2.1.1. Proses cetakan terbuka (*open-mold process*)

a) *Contact molding/ hand lay up*

Hand lay-up adalah metode yang paling sederhana dan merupakan proses dengan metode terbuka dari proses fabrikasi komposit. Adapun proses dari pembuatan dengan metode ini adalah dengan cara menuangkan resin kedalam serat berbentuk anyaman, rajutan atau kain, kemudian memberi tekanan sekaligus meratakannya menggunakan rol atau kuas. Proses tersebut dilakukan berulang-ulang hingga ketebalan yang diinginkan tercapai. Pada proses ini resin langsung berkontak dengan udara dan biasanya proses pencetakan dilakukan pada temperatur kamar. Kelebihan penggunaan metode ini: 1) mudah dilakukan,

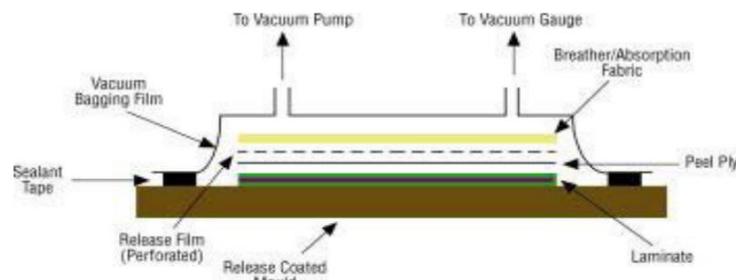
2) cocok digunakan untuk komponen yang besar, 3) volumenya rendah. Aplikasi dari pembuatan produk komposit menggunakan *hand lay up* ini biasanya digunakan pada material atau komponen yang sangat besar, seperti pembuatan bodi kapal, bodi kendaraan, bilah turbin angin, bak mandi, perahu, dan lain-lain (Setyanto, 2012b).



Gambar 2.2 Hand Lay up (Setyanto, 2012)

b) *Vacuum bag*

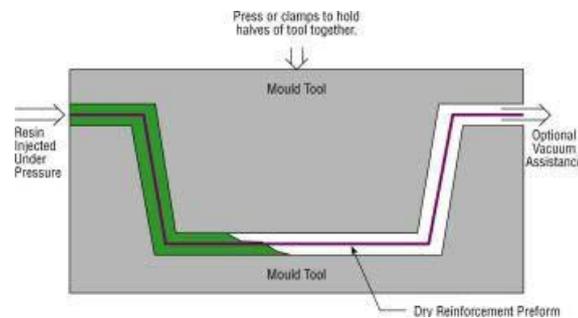
Proses *vacuum bag* merupakan penyempurnaan dari *hand lay-up*, penggunaan dari proses vakum ini adalah untuk menghilangkan udara yang terperangkap dan kelebihan resin. Pada proses ini digunakan pompa vakum untuk menghisap udara yang ada dalam wadah/tempat dimana komposit akan dilakukan proses pencetakan. Dengan divakumkan udara dalam wadah maka udara yang ada diluar penutup plastik akan menekan kearah dalam. Hal ini akan menyebabkan udara yang terperangkap dalam spesimen komposit akan dapat diminimalkan. Dibandingkan dengan *hand lay-up*, metode vakum memberikan penguatan konsentrasi yang lebih tinggi, adhesi yang lebih baik antara lapisan, dan kontrol yang lebih terhadap rasio resin / kaca. Aplikasi dari metoda *vacuum bag* ini adalah pembuatan kapal pesiar, komponen mobil balap, perahu, dan lain-lain (Setyanto, 2012a).



Gambar 2.3 Vacuum bag (Setyanto, 2012)

c) *Pressure bag*

Pressure bag memiliki kesamaan dengan metode *vacuum bag*, namun cara ini tidak memakai pompa vakum tetapi menggunakan udara atau uap bertekanan yang dimasukkan melalui suatu wadah elastis. Wadah elastis ini yang akan berkontak pada komposit yang akan dilakukan pemrosesan. Biasanya tekanan yang diberikan pada proses ini adalah sebesar 30 sampai 50 psi. Aplikasi dari metoda *Pressure bag* ini adalah pembuatan tangki, wadah, turbin angin, vessel (Setyanto, 2012a).



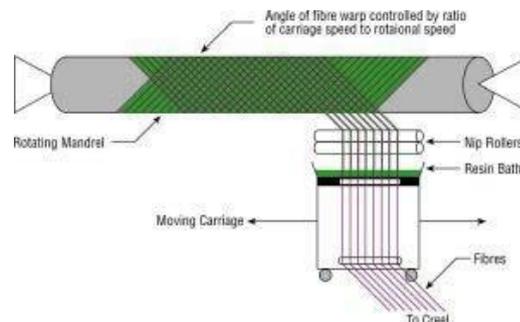
Gambar 2.4 *Pressure bag* (Setyanto, 2012)

d) *Spray-up*

Spray-up merupakan metode cetakan terbuka yang dapat menghasilkan bagian-bagian yang lebih kompleks dan lebih ekonomis dari *hand lay-up*. Proses *spray-up* dilakukan dengan cara penyemprotan serat (*fibre*) yang telah melewati tempat pemotongan (*chopper*). Sementara resin yang telah dicampur dengan katalis juga disemprotkan secara bersamaan. Wadah tempat pencetakan *spray-up* telah disiapkan sebelumnya. Setelah itu proses selanjutnya adalah dengan membiarkannya mengeras pada kondisi atmosfer standar. Teknologi ini menghasilkan struktur kekuatan yang rendah, yang biasanya tidak termasuk pada produk akhir. *Spray-up* ini juga digunakan secara terbatas untuk mendapatkan *fiberglass splash* dari alat transfer. Aplikasi penggunaan dari proses ini adalah panel-panel, bodi karavan, bak mandi, sampan (Setyanto, 2012a).

e) *Filament winding*

Fiber tipe roving atau *single strand* dilewatkan melalui wadah yang berisi resin, kemudian *fiber* tersebut akan diputar sekeliling mandrel yang sedang bergerak dua arah, arah radial dan arah tangensial. Proses ini dilakukan berulang, sehingga cara ini didapatkan lapisan serat dan sesuai dengan yang diinginkan. Bagian yang paling sering dibuat oleh metode ini adalah pipa silinder, *drive shaft*, tangki air, tangki tekanan bola dan tiang-tiang kapal pesiar.



Gambar 2.5 *Filament winding* (Setyanto, 2012)

2.2.1.2. Proses cetakan tertutup (*closed-mold process*)

a) Proses cetakan tekan (*compression molding*)

Proses cetakan ini menggunakan *hydraulic* sebagai penekannya. Serat yang telah dicampur dengan resin dimasukkan ke dalam rongga cetakan, kemudian dilakukan penekanan dan pemanasan. Aplikasi dari proses *compression molding* ini adalah alat rumah, kontainer besar, alat listrik, kerangka sepeda dan jet ski.

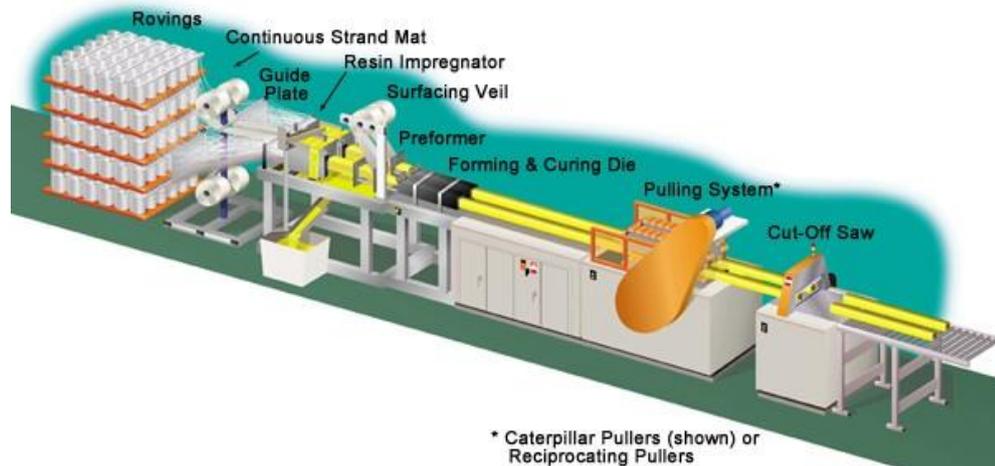
b) *Injection molding*

Metoda *injection molding* juga dikenal sebagai reaksi pencetakan cairan atau pelapisan tekanan tinggi. *Fiber* dan resin dimasukkan ke dalam rongga cetakan bagian atas, kondisi temperatur dijaga supaya tetap dapat mencairkan resin. Resin cair beserta *fiber* akan mengalir ke bagian bawah, kemudian injeksi dilakukan oleh mandrel ke arah nozel menuju cetakan.

c) *Continuous pultrusion*

Fiber jenis *roving* dilewatkan melalui wadah berisi resin, kemudian secara kontinu dituangkan ke cetakan pra cetak dan diawetkan (*cure*), kemudian dilakukan pengerolan sesuai dengan dimensi yang diinginkan. Atau juga bisa

disebut sebagai penarikan serat dari suatu jaring atau *creel* melalui bak resin, kemudian dilewatkan pada cetakan yang telah dipanaskan. Fungsi dari cetakan tersebut ialah mengontrol kandungan resin, melengkapi pengisian serat, dan mengeraskan bahan menjadi bentuk akhir setelah melewati cetakan.



Gambar 2.6 *Continuous pultrusion* (Setyanto, 2012)

Aplikasi penggunaan proses ini digunakan untuk pembuatan batang yang digunakan pada struktur atap, dan jembatan. Adapun contohnya adalah *Round Rods, Rectangles, Squares, 'I' sections, 'T' sections, Angles, Channels, Dog Bone Profiles, Dove Tail Sticks and Spacers, Corner Profiles, Hallow Sections*.

2.2.3. Resin

Resin adalah istilah umum yang digunakan untuk menunjuk polimer, bahan prekursor polimer dan campuran atau formulasi dengan berbagai zat aditif atau komponen kimiawi reaktif. Bahan kimia komposisi dan sifat fisik dari resin, secara fundamental mempengaruhi pemrosesan, fabrikasi dan sifat-sifat akhir dari material komposit. Variasi dalam komposisi, keadaan fisik, atau morfologi resin dan kehadiran kotoran atau kontaminan dalam resin dapat mempengaruhi kemampuan untuk ditangani dan dapat diproses, sifat lamina laminasi, dan kinerja material komposit dan daya tahan jangka panjang (Triyono, 2019).

Bagian ini menjelaskan bahan resin yang digunakan dalam komposit matriks polimer dan perekat, dan mempertimbangkan sumber-sumber yang mungkin dan konsekuensi dari variasi dalam kimia resin dan komposisi, serta efek dari kotoran

dan kontaminan, pada karakteristik pengolahan resin dan pada sifat resin dan komposit. (Schwartz, 1984)

1) Resin epoxy

Berbentuk cairan kental atau hampir padat yang memiliki sifat mekanik, listrik, kestabilan dimensi, daya rekat dan penahan panas yang baik. Resin epoxy memiliki ketahanan korosi yang lebih baik dari pada polyester.

2) Resin polyester

Resin polyester mempunyai daya tahan terhadap dampak, tahan terhadap cuaca, transparan dan efek permukaan yang baik.

3) Resin Bisphenolic

Resin ini memiliki karakter yang tahan terhadap asam, basa dan garam. (Triyono, 2019)

2.2.4. Katalis

Katalis adalah suatu senyawa kimia yang menyebabkan reaksi menjadi lebih cepat untuk mencapai kesetimbangan tanpa mengalami perubahan kimiawi di akhir reaksi. Katalis tidak mengubah nilai kesetimbangan dan berperan dalam menurunkan energi aktivasi. Terjadinya reaksi berjalan cepat, katalis pada umumnya mempunyai sifat-sifat sebagai berikut: aktivitas, stabilitas, selektivitas, umur, regenerasi dan kekuatan mekanik.

Secara umum katalis mempunyai dua fungsi yaitu mempercepat reaksi menuju kesetimbangan atau fungsi aktivitas dan meningkatkan hasil reaksi yang dikehendaki atau fungsi selektivitas. Katalis sebagai suatu substansi kimia mampu mempercepat laju reaksi kimia yang secara termodinamika dapat berlangsung. Kemampuannya mengadakan interaksi dengan paling sedikit satu molekul reaktan untuk menghasilkan senyawa antara yang lebih aktif (Menggunakan & Ampas, 2021).

Resin Polyester merupakan jenis resin cair yang memiliki kadar viskositas yang rendah dan jenis resin ini juga sangat mudah untuk digunakan. Fungsi dari katalis yaitu untuk mempercepat proses pengeringan (curing) pada bahan matriks suatu komposit. Semakin banyak katalis yang dicampurkan pada cairan matriks maka proses pengerasan spesimen akan menjadi cepat, namun akibat dari

pencampuran katalis yang terlalu banyak akan membuat resin poliester menjadi getas. (Maryanti et al., 2011)

2.3. Polimer

Polimer merupakan suatu makro molekul, tersusun dari molekul rantai panjang yang berulang-ulang. Saat ini polimer digunakan secara luas karena sifat polimer lebih ringan dan tidak korosif dibandingkan dengan matrik logam dan harganya yang relatif lebih murah dibandingkan matrik keramik. Polimer terdiri dari banyak monomer yang saling mengikat dalam ikatan kimia membentuk suatu solid. (Sarjito Jokosisworo, 2009).

Sebelum komposit polimer dengan serat alam populer dan mulai dikembangkan telah banyak bahan komposit polimer lain yang telah digunakan untuk keperluan produk otomotif seperti fiberglass (serat kaca), fibercarbon (serat karbon) dan masih banyak lagi (Sulaiman & Rahmat, 2018).

Polimer matrik komposit secara umum terdiri dari termoplastik dan termoset.

Jenis polimer yang banyak digunakan:

a) Thermoplastic

Thermoplastic adalah plastic yang dapat dilunakkan berulang kali (recycle) dengan menggunakan panas. Thermoplastic merupakan polimer yang akan menjadi keras apabila didinginkan. Thermoplastic meleleh pada suhu tertentu, melekat mengikuti perubahan suhu dan mempunyai sifat dapat balik (reversibel) kepada sifat aslinya, yaitu kembali mengeras bila didinginkan. Contoh dari thermoplastic yaitu Poliester, Nylon 66, PP, PTFE, PET, Polieter sulfon, PES, dan Polieter eterketon (PEEK).

b) Thermoset

Thermoset tidak dapat mengikuti perubahan suhu (irreversibel). Bila sekali pengerasan telah terjadi maka bahan tidak dapat dilunakkan kembali. Pemanasan yang tinggi tidak akan melunakkan termoset melainkan akan membentuk arang dan terurai karena sifatnya yang demikian sering digunakan sebagai tutup ketel, seperti jenis-jenis melamin.

Plastik jenis termoset tidak begitu menarik dalam proses daur ulang karena selain sulit penanganannya juga volumenya jauh lebih sedikit (sekitar 10%) dari volume jenis plastik yang bersifat termoplastik.

Contoh dari termoset yaitu Epoksida, Bismaleimida (BMI), dan Poli-imida (PI). Macam-macam dari plastik jenis termoset antara lain sebagai berikut:

a. Poliester

Poliester merupakan resin cair dengan viskositas relatif rendah, mengeras pada suhu kamar dengan penggunaan katalis tanpa menghasilkan gas sewaktu pengesetan seperti resin termoset lainnya, sehingga tidak memerlukan penekanan saat.

b. Epoksi

Resin ini banyak digunakan untuk aplikasi rekayasa karena memiliki sifat-sifat yang lebih unggul dibandingkan dengan resin lainnya, antara lain kekuatan tarik serta kekuatan tekan yang tinggi, tahan terhadap bahan kimia, sedikit *volatiles* (Gas-gas pengotor), stabilitas ukuran yang baik, ketahanan termal yang tinggi, dan mudah dibentuk tanpa dipanaskan terlebih dahulu.

c. Fenol

Resin fenol adalah jenis termoset pertama yang paling banyak digunakan dalam dunia industri. Memiliki sifat kestabilan dimensi yang baik, rambatan patahan yang lambat, ketahanan kimia yang baik, dan emisi racun yang rendah pada saat terbakar. Material ini banyak digunakan sebagai peralatan elektronik, dan beberapa peralatan otomotif (Fahriadi Pakaya,2016).

2.4. Keramik

Keramik adalah cakupan untuk semua benda yang terbuat dari tanah liat (lempung) yang mengalami proses panas / pembakaran sehingga mengeras. Kata keramik berasal dari bahasa Yunani Kuno yaitu “Keramos” yang berarti tanah liat. Keramik merupakan benda yang banyak dijumpai pada kegiatan sehari-hari. Keramik memiliki bermacam-macam jenis sesuai kebutuhan, antara lain: kebutuhan rumah tangga (tile, bricks), industri (refractory), teknologi ruang angkasa, dan lain sebagainya. Industri keramik bermula pada masa 4500 sebelum masehi di daerah Shanxi di negeri Cina. Di Indonesia, keramik sudah dikenal sejak jaman Neolithikum, pada 2500 SM-1000 SM. Manusia pada jaman itu menggunakan keramik untuk senjata dan gerabah. Sifat yang umum dan mudah dilihat secara fisik pada banyak jenis keramik adalah rapuh (brittle), hal ini dapat

dilihat pada keramik jenis tradisional seperti barang pecah belah, gelas, kendi, gerabah dan sebagainya. Sifat lainnya adalah tahan suhu tinggi, keramik yang berbahan clay, flint dan feldspar tahan sampai suhu 1200°C sedangkan keramik oksida mampu tahan sampai dengan suhu 2000°C. Kemudian sifat selanjutnya adalah kekuatan tekan tinggi, sifat ini merupakan salah satu faktor yang membuat penelitian tentang keramik terus berkembang (Suriasyah, 2015).

2.5. Pemanggang

Pemanggangan adalah salah satu proses memasak bahan makanan seperti ikan atau ayam dengan menggunakan panas api yang tinggi dan langsung berada dibawah bahan makanan yang sedang dipanggang. Alat yang digunakan disebut dengan pemanggang yang dilengkapi dengan jeruji kawat yang berfungsi sebagai penahan bahan makanan yang dipanggang. Proses pemanggangan pada umumnya dimulai dengan menyusun bahan makanan didalam alat pemanggang dan diletakkan diatas ruang bakar. Untuk mendapatkan hasil yang maksimal haruslah dilakukan pengipasan secara manual agar bahan makanan matang secara merata dan tidak terjadi kehangusan. Tentunya cara ini membutuhkan seorang pekerja yang secara terus menerus melakukan pengipasan dan membutuhkan waktu lama untuk menyelesaikan satu proses pemanggangan. Hal ini tentunya dinilai tidak efektif jika melakukan proses pemanggangan dalam jumlah yang besar, terutama proses pengipasan yang dapat menyebabkan kelelahan (Azmi,2021).

Memanggang adalah salah satu teknik pengolahan makanan dari bahan mentah menjadi makanan yang layak konsumsi dengan cara diletakkan di atas bara api hingga terjadi perubahan warna, bentuk, rasa dan tekstur serta mengeluarkan aroma yang khas. Proses memanggang secara manual memang terlihat sederhana namun dibutuhkan keahlian dalam prosesnya. Banyak konsumen yang lebih memilih membeli daripada mengolahnya sendiri, sehingga banyak rumah makan yang menjual olahan makanan yang dipanggang masih diminati banyak pelanggan dan tetap eksis (Rizal et al., n.d.).



Gambar 2.7 Panggang

BAB 3 METODE PENELITIAN

3.1. Tempat dan Waktu

3.1.1. Tempat

Adapun tempat dilakukannya Pembuatan Pemanggang Bahan Komposit Hybrid yaitu di Laboratorium Mekanika Kekuatan Material Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Jalan Kapten Muchtar Basri No.3 Medan.

3.1.2. Waktu

Waktu pelaksanaan penelitian ini yaitu dimulai tanggal disahkannya usulan judul penelitian oleh ketua program studi teknik mesin fakultas teknik universitas muhammadiyah sumatera utara dan dikerjakan selama kurang lebih 6 bulan sampai dinyatakan selesai.

Tabel 3.1 Jadwal kegiatan penelitian

No	Kegiatan	Waktu (Bulan)			
		1	2	3	4
1	Pengajuan Judul	■			
2	Studi Literatur	■	■		
3	Penulisan Proposal			■	
4	Seminar Proposal				■

3.2. Alat dan Bahan

3.2.1. Alat

Adapun alat yang digunakan dalam pembuatan wadah Pemanggang adalah sebagai berikut:

1. Sarung Tangan

Berfungsi melindungi tangan dari bahan resin.



Gambar 3.1 Sarung Tangan

2. Masker

Berfungsi melindungi hidung dan mulut dari aroma resin.



Gambar 3.2 Masker

3. Timbangan Digital

Untuk menimbang bahan-bahan komposit sesuai takaran.



Gambar 3.3 Timbangan Digital

4. Wadah Pencampur

Sebagai tempat penyampur bahan resin dan katalis.



Gambar 3.4 Wadah Pencampur

5. Pengaduk

Untuk mengaduk campuran resin dan katalis.



Gambar 3.5 Pengaduk

6. Skrap

Membersihkan permukaan cetakan dari sisa-sisa resin.



Gambar 3.6 Skrap

7. Obeng

Membantu mengeluarkan (mencongkel) wadah Pemanggang keluar dari cetakan.



Gambar 3.7 Obeng

8. Gunting

Mengunting kemasan resin



Gambar 3.8 Gunting

9. Gelas Ukur

Gelas ukur untuk memudahkan dan meratakan campuran resin dengan katalis.



Gambar 3.9 Gelas Ukur

10. Akrilik

Akrilik sebagai bahan untuk membuat cetakan.



Gambar 3.10 Akrilik

11. Lem Akrilik

Lem akrilik untuk merekatkan akrilik.



Gambar 3.11 Lem Akrilik

12. Kuas

Kuas digunakan untuk mengoleskan *mirror glaze* pada permukaan cetakan dan membersihkan cetakan sebelum dan sesudah pencetakan.



Gambar 3.12 Kuas

13. Termokopel

Termokopel digunakan sebagai alat ukur suhu saat pengujian wadah panggangan dengan bara arang.



Gambar 3.13 Termokopel

3.2.2. Bahan

Adapun alat yang digunakan dalam pengujian Bending pada Pemanggang adalah sebagai berikut:

1. Serbuk keramik

Serbuk Keramik yang sudah diambil dengan cara mengambil bekas pemotongan keramik dan digunakan sebagai bahan dalam pembuatan Pemanggang.



Gambar 3.14 Serbuk Keramik

2. Resin

Komponen aktif kimia dalam komposit, yang berbentuk cair dan membentuk ikatan silang polimer yang kuat pada bahan komposit.



Gambar 3.15 Resin

3. Katalis

Mempercepat proses pengerasan (curing) pada bahan resin komposit.



Gambar 3.16 Katalis

4. *Mirror glaze*

Mirror glaze berfungsi sebagai media pemisah antara spesimen dan cetakan. Bahan ini akan mempermudah pemisahan spesimen ketika proses pembongkaran sehingga spesimen tidak lengket di permukaan cetakan.



Gambar 3.17 *Mirror Glaze*

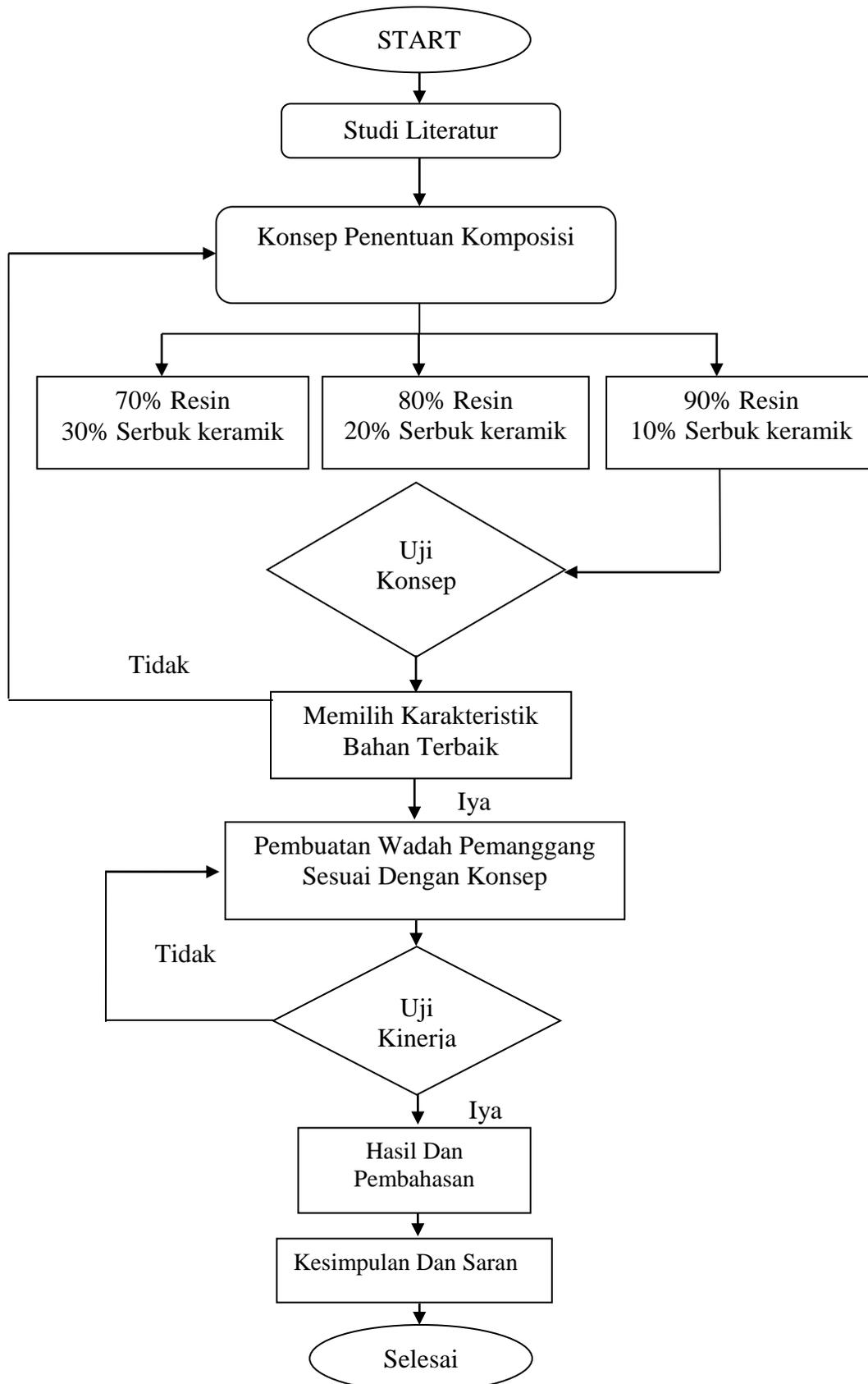
5. Arang kayu

Arang kayu berfungsi sebagai bahan untuk pengujian secara langsung pada wadah panggangan yang akan diuji ketahanan terhadap temperature panas bara api.



Gambar 3.18 Arang Kayu

3.3. Diagram Alir Penelitian

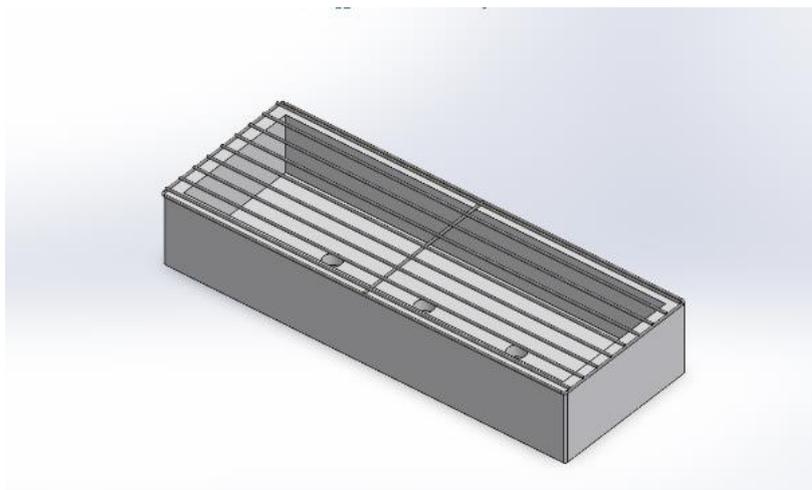


Gambar 3.19 Diagram Alir Penelitian

3.4. Rancangan Alat Penelitian

Perancangan design digunakan untuk gambaran dalam pembuatan panggangan berbahan komposit keramik. Adapun langkah-langkah dalam proses perancangan dengan menggunakan aplikasi *solidworks* adalah sebagai berikut.

1. Menghidupkan laptop.
2. Membuka *software solidworks* pada laptop dengan klik 2 kali pada aplikasi *solidworks* yang terletak di desktop.
3. Setelah menu awal *solidworks* telah muncul, selanjutnya arahkan kursor pada bagian kiri atas dan pilih menu *new document* lalu klik ok, maka akan muncul tampilan jendela *solidworks*.
4. Mengatur satuan ukuran pada jendela kerja, dengan mengarahkan kursor ke kanan pojok bawah dan memilih satuan yang digunakan yaitu dengan satuan *millimeter (MMGS)*.
5. Memilih *sketch* (sketsa) untuk memulai merancang dan disini akan menemukan beberapa pilihan sketsa yaitu *Front Plane* (Bagian Depan), *Top Plane* (Bagian Atas), *Right Plane* (Bagian Samping) dan dapat memilih sesuai dengan kebutuhan.
6. Membuat rancangan sudu menggunakan aplikasi *solidworks*.
7. Selesai.



Gambar 3.20 Design Panggangan

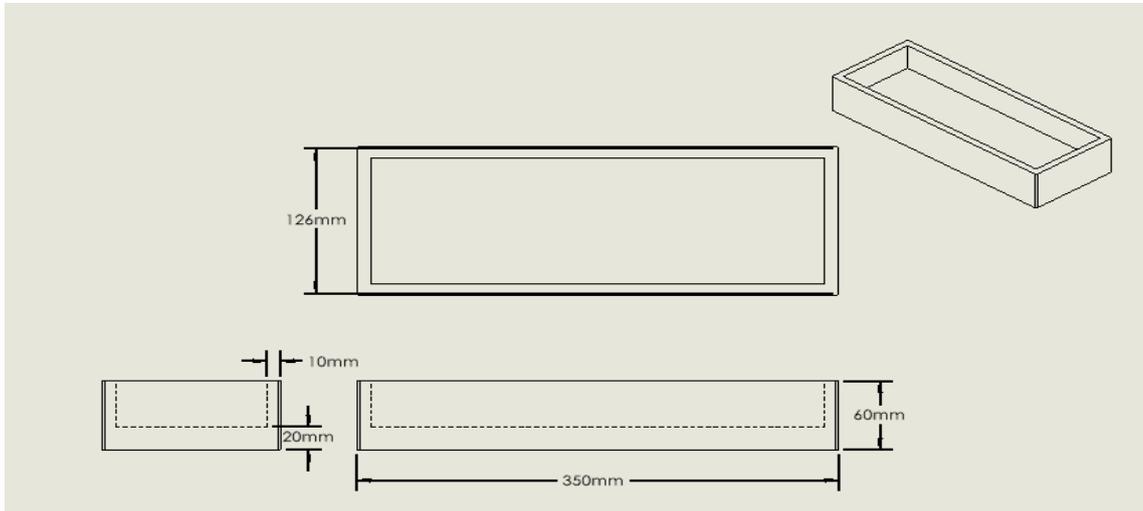
3.5 Proses Pembuatan Produk

Berikut merupakan proses pembuatan panggangan.

- 1) Menimbang bahan komposit antara resin dengan katalis agar sesuai dengan komposisi yang telah ditentukan.
- 2) Menimbang serbuk keramik sebagai bahan penguat sesuai dengan variasi komposisi yang telah ditentukan.
- 3) Melapisi cetakan dengan mirror glaze agar komposit yang dicetak mudah untuk dilepas dari cetakan.
- 4) Kemudian campuran resin dan katalis ditambahkan dengan serbuk keramik sesuai dengan persentase variasi yang telah ditentukan.
- 5) Aduk campuran tersebut dengan merata, lalu tuang ke cetakan dan ratakan.
- 6) Menutup cetakan dengan rapat lalu diamkan hingga mengering beberapa jam sampai campuran tersebut mengeras.
- 7) Lepaskan hasil cetakan yang sudah mengeras dengan perlahan menggunakan skrap.
- 8) Selesai.

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Perancangan



Spesifikasi ukuran:

- | | |
|---------------------------|----------|
| a. Tinggi | = 60 mm |
| b. Lebar | = 126 mm |
| c. Panjang | = 350 mm |
| d. Ketebalan sisi samping | = 10 mm |
| e. Ketebalan sisi bawah | = 20 mm |

4.2 Proses Pembuatan Pangangan

Proses pembuatan panggangan memiliki beberapa tahapan yaitu sebagai berikut:

1. Pembuatan Cetakan menggunakan Akrilik

Pembuatan cetakan menggunakan bahan akrilik yang dibentuk sesuai ukuran design yang dibuat. Akrilik disusun menyerupai wadah dan direkatkan menggunakan lem akrilik. Dapat dilihat pada Gambar 4.1



Gambar 4.1 Cetakan yang terbuat dari akrilik sesuai ukuran dan design.

2. Pengolesan *Mirror Glaze (Wax)*

Pengolesan *mirror glaze* pada cetakan akrilik bertujuan untuk mempermudah pemisahan antara cetakan dengan bahan. Pengolesan dilakukan terhadap seluruh permukaan cetakan dengan menggunakan kuas. Dapat dilihat pada Gambar 4.2



Gambar 4.2 pengolesan mirror glaze pada cetakan akrilik.

3. Pencampuran Bahan Komposit

Pencampuran resin dan katalis sesuai dengan variasi persentase yang telah ditentukan. Pencampuran dilakukan di wadah pencampur, lalu di aduk semua bahan tersebut sampai merata. Dapat dilihat pada Gambar 4.3



Gambar 4.3 Proses Pencampuran bahan komposit.

4. Penambahan Serbuk Keramik

Setelah pencampuran resin dan katalis, kemudian dilakukan penambahan serbuk keramik ke dalam campuran. Serbuk keramik digunakan sebagai bahan penguat. Dapat dilihat pada Gambar 4.4



Gambar 4.4 proses penambahan serbuk keramik sebagai penguat.

5. Penuangan Campuran Resin pada Cetakan Akrilik

Setelah semua bahan tercampur, maka dilanjutkan dengan proses penuangan bahan tersebut ke dalam cetakan akrilik hingga tertutup semua permukaannya. Kemudian menutup cetakan dengan rapat agar tidak ada rongga lalu diamkan hingga mengering beberapa jam sampai campuran tersebut mengeras. Dapat dilihat pada Gambar 4.5



Gambar 4.5 proses penuangan bahan yang telah dicampur pada cetakan.

6. Pemisahan Hasil Cetakan Yang Telah Mengeras

Pemisahan dilakukan dengan perlahan menggunakan skrap, setelah bahan komposit telah mengeras dengan sempurna. Dapat dilihat pada Gambar 4.6



Gambar 4.6 Proses pemisahan bahan komposit dari cetakan.

7. Hasil cetakan panggangan komposit. Dapat dilihat pada Gambar 4.7



Gambar 4.7 Hasil Cetakan variasi 70% resin dengan 30% serbuk keramik.

8. Hasil cetakan panggangan komposit. Dapat dilihat pada Gambar 4.8



Gambar 4.8 Hasil Cetakan variasi 80% resin dengan 20% serbuk keramik.

9. Hasil cetakan panggangan komposit. Dapat dilihat pada Gambar 4.9



Gambar 4.9 Hasil Cetakan variasi 90% resin dengan 10% serbuk keramik.

4.3 Hasil Pengujian

Penelitian tentang proses pembuatan panggangan dengan metode komposit *hybrid* ini telah mencapai target dan kriteria yang diinginkan seperti ditunjukkan pada tabel 4.1. Pada proses pencapaian target dan kriteria penelitian tersebut banyak menemui masalah. Saat masalah diselesaikan maka kriteria penelitian juga ikut tercapai.

Setiap pengujian fisik pada wadah panggangan menggunakan arang kayu dengan jumlah yang sama dan parameter waktu yang konsisten untuk mengukur suhu pengambilannya menggunakan termokopel, pengujian ini bertujuan untuk melihat ketahanan wadah panggangan terhadap suhu bara api. Perubahan fisik pada wadah panggangan akan menjadi bahan perbandingan pada penelitian ini.

Tabel 4.2 Hasil pengujian panggangan

No.	Keterangan	Hasil
1.	Pengujian panggangan apakah berfungsi	Tercapai
2.	Pengujian termal pada panggangan	Tercapai
3.	Penyebaran resin merata	Tercapai

4.4.1 Hasil Pengujian Wadah Panggang Variasi Campuran 90% Resin Dengan 10% Serbuk Keramik.



Gambar 4.10 Pengujian pada variasi campuran 90% resin dengan 10% serbuk keramik.



Gambar 4.11 Setelah Pengujian pada variasi campuran 90% resin dengan 10% serbuk keramik.

4.4.2 Hasil Pengujian Wadah Panggang Variasi Campuran 80% Resin Dengan 20% Serbuk Keramik.



Gambar 4.12 Pengujian pada variasi campuran 80% resin dengan 20% serbuk keramik.



Gambar 4.13 Setelah Pengujian pada variasi campuran 80% resin dengan 20% serbuk keramik.

4.4.3 Hasil Pengujian Wadah Panggang Variasi Campuran 70% Resin Dengan 30% Serbuk Keramik.



Gambar 4.14 Pengujian pada variasi campuran 70% resin dengan 30% serbuk keramik.



Gambar 4.15 Setelah Pengujian pada variasi campuran 70% resin dengan 30% serbuk keramik.

4.4.4 Data perbandingan temperatur terhadap waktu saat pengujian pada ketiga variasi wadah panggangan.

Pada saat pengujian secara aktual dengan menggunakan bara api langsung pada setiap panggangan dengan jumlah bara api yang sama, dan mengukur dengan termokopel, sehingga dapat diambil data sebagai berikut, dapat dilihat pada tabel 4.3.

Tabel 4.3 Data saat pengujian

Variasi	Temperatur bara api terhadap komposit setiap 2, menit selama 10 menit pengujian,				
	menit ke 2	menit ke 4	menit ke 6	menit ke 8	menit ke 10
70% resin dan 30% serbuk keramik	487°C	453°C	373°C	292°C	246°C
80% resin dan 20% serbuk keramik	485°C	468°C	354°C	245°C	215°C
90% resin dan 10% serbuk keramik	479°C	450°C	341°C	241°C	220°C

Dari data pada tabel saat pengujian di atas nilai tempertur memang tidak konsisten dikarenakan pengujian ini dilakukan secara langsung pada bara api sehingga peneliti tidak dapat mengatur temperature sesuai keinginan, namun selisih pada temperatur pada saat dilakukannya pengujian tidaklah memiliki perbedaan yang signifikan. Pada wadah panggangan pertama yaitu 70% resin dan 30% serbuk keramik memiliki nilai temperature dengan rata-rata 370,2 °C. Pada wadah panggangan kedua yaitu 80% resin dan 20% serbuk keramik memiliki nilai temperature dengan rata-rata 353,4 °C, dan terakhir pada wadah panggangan ketiga yaitu 90% resin dan 10% serbuk keramik memiliki nilai temperature dengan rata-rata 346,2 °C.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Setelah melakukan pembuatan panggangan menggunakan bahan komposit maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut,

1. Wadah panggangan berbahan komposit serbuk keramik telah berhasil dibuat.
2. Hasil dari setiap variasi pada pencetakan yang tidak merata atau tidak halus pada permukaan, semakin banyak serbuk keramik maka sulit untuk mendapatkan hasil cetakan yang halus pada permukaan.
3. Hasil dari pengujian pada wadah panggangan berbahan komposit serbuk keramik, pada variasi 70% resin dan 30% serbuk keramik, memiliki ketahanan yang cukup baik terhadap bara api, dilihat dari perubahan bentuk permukaan yang terkena langsung oleh bara api. Pada variasi 80% resin dan 20% serbuk keramik, berada pada peringkat kedua untuk ketahanan terhadap temperatur bara api. Pada variasi 90% resin dan 10% serbuk keramik memiliki perubahan pada permukaan paling signifikan diantara kedua variasi yang lain. Dibandingkan dengan variasi lainnya, variasi 70% resin dan 30% serbuk keramik, memiliki keunggulan ketahanan terhadap bara api walaupun dibebani temperatur lebih tinggi dari yang lain yaitu 370,2 °C.

5.2. Saran

1. Sebaiknya akan ada penelitian selanjutnya mengenai komposit berbahan serbuk keramik menggunakan alat aduk yang proper.
2. Menentukan metode molding yang cocok untuk komposit tersebut.
3. Diharapkan akan ada penelitian selanjutnya dan disempurnakan oleh mahasiswa setelah saya.

DAFTAR PUSTAKA

- Ady, J., & Maiyanti, A. A. (2014). Karakteristik Mikroskopik Keramik Batako Terhadap Variasi Penambahan Sekam Tebu. *Jurnal Ilmiah Sains*, 14(1), 29. <https://doi.org/10.35799/jis.14.1.2014.4948>
- Arifin, F., & Martomi, E. S. (2009). Keramik (Advance Ceramics) Sebagai Material. *Jurnal Austenit*, 1(April), 11–17.
- Bustomi, F., & Ghofur, A. (2021). Uji Konduktivitas Termal Komposit Poliester Filler Serbuk Kayu Ulin (Eusideroxylon Zwageri). *Jtam Rotary*, 3(2), 233–244. https://doi.org/10.20527/jtam_rotary.v3i2.4367
- Eni. (1967). 濟無No Title No Title No Title. *Angewandte Chemie International Edition*, 6(11), 951–952., *Mi*, 5–24.
- Maryanti, B., Sonief, A. A., & Wahyudi, S. (2011). Pengaruh Alkalisasi Komposit Serat Kelapa-Poliester Terhadap Kekuatan Tarik. *Rekayasa Mesin*, 2(2), 123–129.
- Menggunakan, K., & Ampas, S. (2021). *Tugas akhir*.
- Nasution, P., Fitri, S. P., & Semin. (2014). Karakteristik Fisik Komposit Sabut Kelapa Sebagai Insulator Palka Ikan. *Berkala Perikanan Terubuk*, 42(2), 82–92.
- Rizal, M., Bakhtiar, P., Sujana, I., & Wijayanto, D. (n.d.). *MENINGKATKAN EFEKTIFITAS DAN PRODUKTIVITAS DENGAN MORFOLOGI CHART METHOD*. 34–44.
- Rizal, M., Bakhtiar, P., Sujana, I., & Wijayanto, D. (2020). Meningkatkan Efektifitas Dan Produktivitas Dengan Morphologi Chart Method. *Jurnal TIN Universitas Tanjungpura*, 4(1), 36.
- Ronaldo. (2021). *Uji Karakteristik Termal Produk Komposit Serabut Kelapa Sebagai Bahan Insulator Panas Dinding Bangunan*.
- Saifuddin, S., Usman, R., & Zuhaimi, Z. (2018). Pembuatan gelas dengan bahan polypropylene dengan menggunakan cetakan plastik. *Jurnal POLIMESIN*, 16(2), 30. <https://doi.org/10.30811/jpl.v16i2.558>
- Seminar, P., Penelitian, N., Kondo, Y., Arsyad, M., Jurusan, D., Mesin, T., Negeri, P., & Pandang, U. (2019). *RANCANG BANGUN MEDIA CETAK KOMPOSIT SERAT ALAM DENGAN SISTEM*. 2019(3), 33–36.
- Setiawan, F., Arifani, L., Yulianto, M. A., & Aji, M. P. (2017). Analisis Porositas dan Kuat Tekan Campuran Tanah Liat Kaolin dan Kuarsa sebagai Keramik. *Jurnal MIPA*, 40(1), 24–27.

- Setyanto, R. H. (2012a). *Review : Teknik Manufaktur Komposit Hijau dan Aplikasinya*. 11(1), 9–18.
- Setyanto, R. H. (2012b). Review: Teknik Manufaktur Komposit Hijau dan Aplikasinya. In *Performa* (Vol. 11, Issue 1, pp. 9–18).
- Sulaiman, M., & Rahmat, M. H. (2018). Kajian Potensi Pengembangan Material Komposit Polimer Dengan Serat Alam Untuk Produk Otomotif. *Sistem*, 4(1), 9–15.
- Suriasyah, 2015. (2015). *Tinjauan Pustaka dan Dasar Teori Pirolisis*. *Suriansyah 2010*, 5–23.
- Triyono. (2019). Perancangan dan Pembuatan Cetakan Komposit Untuk Metode Vacuum Infusion Menggunakan Penekan Elastomer Bag. *Tugas Akhir Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia Yogyakarta*, 1–46.
- Wibowo, A. A., Prawatya, Y. E., & Uslianti, S. (2020). *Rancang Bangun Alat Pemanggang Daging Sistem Tuas Menggunakan Metode Quality Function Deployment Dan Pendekatan Antrophometri*. 170–177.
- Wigayati, E. M., & (1), M. (2008). Karakteristik sifat termal, sifat listrik dan struktur kristal dari keramik sic dengan aditif clay. *Urania*, 14(3), 128–133.
- Yani, M., & Suroso, B. (2019). Membandingkan Cetakan Terbuka Dengan Tertutup Pada Pembuatan Papan Skate Board Dari Limbah Sawit. *Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur Dan Energi*, 2(2), 150–157. <https://doi.org/10.30596/rmme.v2i2.3669>

LAMPIRAN

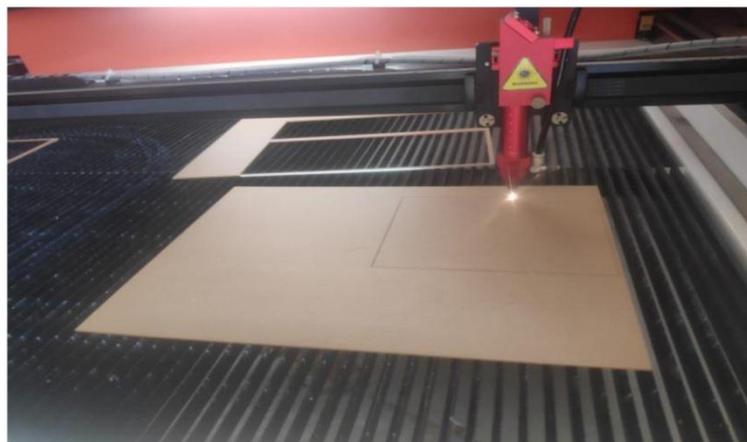
Dokumentasi

Gambar 1



Proses pengukuran akrilik sebelum di potong, digunakan untuk cetakan wadah panggangan.

Gambar 2



Proses pemotongan akrilik menggunakan mesin laser akrilik.

Gambar 3



Proses penghancuran keramik menggunakan mesin gerinda sebagai bahan pembuatan wadah panggangan

Gambar 4



Proses pengayakan serbuk keramik atau proses pemisah antara serbuk keramik yang kasar dan halus yang akan digunakan untuk bahan pembuatan wadah panggangan.

LEMBAR ASISTENSI SEMINAR PROPOSAL

PEMBUATAN MATERIAL KOMPOSIT BERBAHAN KERAMIK SEBAGAI WADAH PANGGANGAN

Nama : RICKY WAHYUDI AMINUDDIN
NPM : 1707230123

Dosen Pembimbing 1 : CHANDRA A SIREGAR, S.T., M.T

No	Hari/Tanggal	Kegiatan	Paraf
	18/5 - 2022	Perbaiki format	g
	20/9 - 2022	perbaiki bab I, II, III	g
	19/12 - 2022	lanjutkan bab III	g
	25/7 - 2023	ACC simpul	g
	19/3 - 2024	Ikuti panduan penulisan perbaiki bab IV	g
	21/3 - 2024	ACC simpul	g
	30/5/2024	ACC sidang	g



UMSU
Unggul | Cerdas | Terpercaya

MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI PENELITIAN & PENGEMBANGAN PIMPINAN PUSAT MUHAMMADIYAH
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK

UMSU Akreditasi Unggul Berdasarkan Keputusan Badan Akreditasi Nasional Perguruan Tinggi No. 1913/SK/BAN-PT/Ak.KP/PT/XU/2022

Pusat Administrasi: Jalan Mukhtar Basri No. 3 Medan 20238 Telp. (061) 6622400 - 66224567 Fax. (061) 6625474 - 6631003

<https://fatek.umsu.ac.id> fatek@umsu.ac.id [umsumedan](https://www.facebook.com/umsumedan) [umsumedan](https://www.instagram.com/umsumedan) [umsumedan](https://www.linkedin.com/company/umsu) [umsumedan](https://www.youtube.com/channel/UC...)

PENENTUAN DOSEN PEMBIMBING

Nomor: 629/II.3AU/UMSU-07/F/2023

Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, berdasarkan rekomendasi Atas Nama Ketua Program Studi Teknik Mesin pada Tanggal 13 Juli 2023 dengan ini Menetapkan :

Nama : RICKY WAHYUDI AMINUDDIN
Npm : 1707230123
Program Studi : TEKNIK MESIN
Semester : 12 (DUA BELAS)
Judul Tugas Akhir : PEMBUATAN MATERIAL KOMPOSIT BERBAHAN KERAMIK WADAH PANGGANGAN.

Pembimbing : CHANDRA A SIREGAR ST. MT

Dengan demikian diizinkan untuk menulis tugas akhir dengan ketentuan :

1. Bila judul Tugas Akhir kurang sesuai dapat diganti oleh Dosen Pembimbing setelah mendapat persetujuan dari Program Studi Teknik Mesin
2. Menulis Tugas Akhir dinyatakan batal setelah 1 (satu) Tahun dan tanggal yang telah ditetapkan.

Demikian surat penunjukan dosen Pembimbing dan menetapkan Judul Tugas, Akhir ini dibuat untuk dapat dilaksanakan sebagaimana mestinya.

Ditetapkan di Medan pada Tanggal.

Medan 24 Dzulhijjah 1444 H

13 Juli 2023 M

Dekan



Munawar Allansury Siregar, ST., MT

NIDN: 0101017202



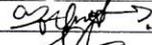
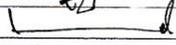
**DAFTAR HADIR SEMINAR
TUGAS AKHIR TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK – UMSU
TAHUN AKADEMIK 2023 – 2024**

Peserta seminar

Nama : Ricky Wahyudi Aminuddin

NPM : 1707230123

Judul Tugas Akhir : Pembuatan Material Komposit Berbahan Keramik Sebagai Wadah Panggang

DAFTAR HADIR		TANDA TANGAN	
Pembimbing – I : Chandra A Siregar, ST, MT		:.....	
Pembanding – I : Ir. Arfis Amiruddin, M.Si		:.....	
Pembanding – II : Affandi, ST, MT		:.....	
No	NPM	Nama Mahasiswa	Tanda Tangan
1	2007230136	AGUNG MURCANA	
2	2007230071	SUHARDIANSYAH	
3	1907230050	Putra Rizki Perdara Sembiring	
4	1907230171	Muhammad Hanifan HUG	
5	1907230137	DIEY WAHYUDI	
6	2007230003	Firman Nanda Irawan	
7	1907230047	MUHAMMAD FIKRI	
8	1907230010	Widodo Ahmad Parkam	
9	1907230112	Aldo Ardiansyah	
10	1707230123	Ricky Wahyudi Aminuddin	

Medan, 15 Syawal 1445 H
24 April 2024 M

Ketua Prodi. T. Mesin



Chandra A Siregar, ST, MT

**DAFTAR EVALUASI SEMINAR FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**

Nama : Ricky Wahyudi Aminuddin
NPM : 1707230123
Judul Tugas Akhir : Pembuatan Material Komposit Berbahan Keramik Sebagai Wadah
Panggangan

Dosen Pembanding – I : Ir. Arfis Amiruddin, M.Si
Dosen Pembanding – II : Affandi, ST, MT
Dosen Pembimbing – I : Chandra A Siregar, ST, MT

KEPUTUSAN

1. Baik dapat diterima ke sidang sarjana (collogium)
2. Dapat mengikuti sidang sarjana (collogium) setelah selesai melaksanakan perbaikan antara lain:
kelemahan term f pada alat mesin
sementis jarvis si mesin, alat mesin
gigitan mesin
gigitan mesin
3. Harus mengikuti seminar kembali
Perbaikan :
.....
.....
.....
.....

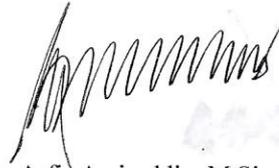
Medan, 15 Syawal 1445 H
24 April 2024 M

Diketahui :
Ketua Prodi. T. Mesin

Dosen Pembanding- I



Chandra A Siregar, ST, MT



Ir. Arfis Amiruddin, M.Si

**DAFTAR EVALUASI SEMINAR FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**

Nama : Ricky Wahyudi Aminuddin
NPM : 1707230123
Judul Tugas Akhir : Pembuatan Material Komposit Berbahan Keramik Sebagai Wadah
Pangangan

Dosen Pembanding – I : Ir. Arfis Amiruddin, M.Si
Dosen Pembanding – II : Affandi, ST, MT
Dosen Pembimbing – I : Chandra A Siregar, ST, MT

KEPUTUSAN

1. Baik dapat diterima ke sidang sarjana (collogium)
2. Dapat mengikuti sidang sarjana (collogium) setelah selesai melaksanakan perbaikan antara lain :

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

3. Harus mengikuti seminar kembali
Perbaikan :

.....
.....
.....
.....
.....
.....

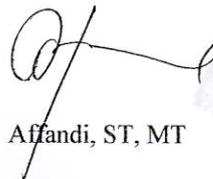
Medan 15 Syawal 1445 H
24 April 2024 M

Diketahui :
Ketua Prodi. T. Mesin

Dosen Pembanding- II



Chandra A Siregar, ST, MT



Affandi, ST, MT

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



A. DATA PRIBADI

Nama : Ricky Wahyudi Aminuddin
Jenis Kelamin : Laki-Laki
Tempat/Tanggal Lahir : Tanjung Pura, 28 Mei 1999
Alamat : Jln Terusan Dusun 3 Desa Lalang, Tanjung Pura
Agama : Islam
Nama Orang Tua
Ayah : Aminuddin
Ibu : Khairunnisa
E-mail : wahyukibo28@gmail.com
No. Handphone : 085297045082

B. RIWAYAT PENDIDIKAN

Nomor Induk Mahasiswa : 1707230123
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Mesin
Perguruan Tinggi : Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
Alamat Perguruan Tinggi : Jl. Kapten Muchtar Basri No.3 Medan

C. PENDIDIKAN FORMAL

1. SD Negeri 050724 Tanjung Pura	Tahun 2004 – 2010
2. SMP Negeri 1 Tanjung Pura	Tahun 2010 – 2013
3. SMK Sri Langkat Tanjung Pura	Tahun 2013 – 2016
4. Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara	Tahun 2017 - 2024