

SEMINAR HASIL PENELITIAN
PERANCANGAN WADAH PANGGANGAN BERBAHAN
KOMPOSIT TAHAN PANAS

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

Disusun Oleh:

EGI FIFBRIANSYAH
1707230009



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

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh :

Nama : Egi Fibransyah
Npm : 1707230009
Program Studi : Teknik Mesin
Judul Tugas Akhir : Perancangan Wadah Panggangan Berbahan Komposit Tahan Panas
Bidang Ilmu : Konstruksi 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, 30 Agustus 2024

Mengetahui dan Menyetujui :

Dosen Penguji I



Ahmad Marabdi Siregar, S.T.,M.T

Dosen Penguji II



Dr.Sudirman Lubis, S.T.,M.T

Dosen Penguji III



Chandra A Siregar, ST, MT

Program Studi Teknik Mesin
Ketua,



Chandra A Siregar, ST, MT

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Lengkap : Egi fibriansyah
Tempat /Tanggal Lahir : Tanah putih/09 April 1999
NPM : 1707230009
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Mesin

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

“Perancangan wadah panggangan berbahan komposit tahan terhadap panas”,

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 orisinil 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 Sipil/Mesin/Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, April 2024

menyatak



Saya yang

Egi fibriansyah

ABSTRAK

Penelitian ini berjudul perancangan wadah panggangan berbahan komposit tahan terhadap panas Menggunakan Software Solidworks. Permasalahan dalam penelitian ini adalah Bagaimana nilai thermal terhadap ketebalan wadah panggangan yang sudah dirancang. Tujuan dari penelitian ini adalah Untuk mengetahui bentuk wadah panggangan yang akan digunakan dan Mengetahui hasil thermal maksimal pada panggangan menggunakan software solidworks. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode simulasi solidworks yang menggunakan komputer sebagai alat utama simulasi. Hasil penelitian ini simulasi pengujian yang telah dilakukan di software solidwork dengan ukuran yang berbeda pada, hasil daripada simulasi numerik kekuatan wadah panggangan disajikan dalam bentuk 3 tabel berbeda, yaitu tabel hasil simulasi Stress, Displacement, dan Strain. 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. Bahan yang digunakan untuk pembuatan cetakan wadah pemanggang adalah akrilik yang diharapkan mampu menjadi bahan yang baik sebagai bahan dasar cetakan wadah pemanggang.

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

ABSTRACT

This research is entitled designing a heat resistant composite grill pan using Solidworks Software. The problem in this research is how the thermal value affects the thickness of the grill container that has been designed. The aim of this research is to find out the shape of the grill container that will be used and find out the maximum thermal results on the grill using Solidworks software. The method used in this research is the Solidworks simulation method which uses a computer as the main simulation tool. The results of this research are simulation tests that have been carried out in Solidwork software with different sizes, the results of the numerical simulation of the strength of the grill container are presented in the form of 3 different tables, namely the Stress, Displacement and Strain simulation results table. This test was carried out with three variations in the percentage of test material, namely, the first baking container, namely 70% resin and 30% ceramic powder; 80% resin and 20% ceramic powder; 90% resin and 10% ceramic powder. From the test results of these three variations, inconsistent temperature values were obtained because this test was carried out directly on burning coals so that the researcher could not adjust the temperature as desired, but the difference in temperature when the test was carried out did not have a significant difference. In the first baking container, namely 70% resin and 30% ceramic powder, it has an average temperature value of 370.2 °C. The second baking container, namely 80% resin and 20% ceramic powder, has an average temperature value of 353.4 °C. Finally, the third baking container, namely 90% resin and 10% ceramic powder, has an average temperature value of 346.2 °C. The material used to make baking container molds is acrylic, which is expected to be a good material as a base material for grilling container molds.

Key words: 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 Penelitian Tugas Akhir ini yang berjudul “Simulasi Komposit Berbahan Dasar Keramik Sebagai Wadah Panggang Menggunakan Software Solidwork” 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 Proposal Tugas Akhir ini, untuk itu peneliti menghaturkan rasa terimakasih 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 Proposal 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 mesin kepada peneliti.
4. Bapak/Ibu Staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
5. Terimakasih yang istimewa sekali kepada Ayahanda affuddin dan Ibunda hariani 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 adik saya riski, Terima Kasih sudah membantu dan menyemangatin dalam pengerjaan tugas akhir ini .
7. Teruntuk teman saya muhammad andika Terima kasih

sudah terus mendukung dan menyemangati saya untuk menyelesaikan perkuliahan ini.

8. Terima Kasih buat abang dan kak spupu saya , telah membantu dan mendukung saya selama Pengerjaan tugas akhir.

Proposal 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 laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi pengembangan ilmu keteknik-mesinan.

Medan, 15 juni 2024

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Egi fibriansyah', written in a cursive style.

Egi fibriansyah

DAFTAR ISI

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	i
ABSTRAK	ii
ABSTRACT	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	3
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Ruang Lingkup	3
1.4 Tujuan	3
1.5 Manfaat	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Perancangan	4
2.1.1 Pengertian Perancangan	4
2.1.2 Tujuan Perancangan	5
2.2 Solidwork	5
2.3 Pemanggang	7
2.4 Komposit	9
2.4.1 Komposit isotopik	9
2.4.2 Komposit anisotropik	10
2.4.3 Komposit Laminat Hybrid	10
2.5 Material	16
2.6 Keramik	17
2.7 Suhu	18
2.8 Simulasi	20
2.9 Pengujian Thermal	22
2.10 Teori Numerical Analisis/Simulasi	24
BAB 3 METODE PENELITIAN	24
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	24
3.1.1 Tempat	24
3.1.2 Waktu	24
3.2 Bahan dan Alat	24
3.2.1 Laptop	25
3.2.2 Software Solidwork	25
3.3 Diagram Alir	26
3.4 Rancangan Penelitian	27

3.5	Prosedur Penelitian	28
3.6	Tahapan Simulasi	29
BAB 4	HASIL DAN PEMBAHASAN	33
4.1	Hasil Pengujian Simulasi	
4.1.1	Hasil <i>Simulation Report Static</i> Pembebanan Temperature 370,2°C Pada Wadah Panggangan	32
4.1.2	Hasil <i>Simulation Report Static</i> Pembebanan Temperature 353,4°C Pada Wadah Panggangan.	35
4.1.3	Hasil <i>Simulation Report Static</i> Pembebanan Temperature 346,2°C Pada Wadah Panggangan	37
4.1.4	Pembahasan Hasil Simulasi	39
BAB 5	KESIMPULAN DAN SARAN	40
5.1	Kesimpulan	40
5.2	Saran	40

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Jadwal Kegiatan Penelitian	24
Tabel 4.1 Hasil Load Variations,Stress,Displacement,Strain	33

DAFTAR GAMBAR

- Gambar 2.1 Panggangan
Gambar 2.2 Ilustrasi Komposit
Gambar 2.3 Komposit *Sandwich* Berpenguat *Hybrid* Serat Rami
Gambar 2.4 Lembaran serat pohon waru
Gambar 2.5 Komposit Serat Daun Nanas Dan Serbuk Gergaji
Gambar 2.6 Serat Ijuk dan serat e-glass
Gambar 2.7 komposit dengan komposisi styrofoam
Gambar 3.1 Laptop
Gambar 3.2 Diagram Alir
Gambar 3.3 Desain Panggangan
Gambar 3.4 Penentuan Bagian Benda Kerja
Gambar 3.5 Desain wadah panggangan *isometric*
Gambar. 3.6 Tampilan penentuan jenis material
Gambar 3.7 Penentuan bagian benda kerja yang tidak bergerak saat diberikan beban
Gambar 3.8 Penentuan *external loads*
Gambar 3.9 Penentuan bagian benda kerja yang diberi *Temperature*.
Gambar 3.10 Hasil yang sudah dilakukan *mesh* pada wadah panggangan
Gambar 3.11 Tampilan spesimen siap untuk dilakukan *RUN* simulasi
Gambar 3.12 Tampilan pemilihan, *factor safety* pada *software solidworks 2021*
Gambar 3.13 Tampilan pengisian nilai *multiplication factor* setting dengan memberi nilai 1 pada *software solidwork 2021*
Gambar 4.1 Total *stress1* akibat pembebanan pembeban temperature 370,2°C.
Gambar 4.2 *Displacement1* akibat pembebanan pembeban temperature 370,2°C
Gambar 4.3 *Equivalent strain* akibat pembebanan pembeban temperature 370,2°C
Gambar 4.4 Total *stress1* akibat pembebanan pembeban temperature 353,4°C.
Gambar 4.5 *Displacement1* akibat pembebanan pembeban temperature 353,4°C.
Gambar 4.6 *Equivalent strain* akibat pembebanan pembeban temperature 353,4°C
Gambar 4.7 Total *stress1* akibat pembebanan pembeban temperature 346,2°C
Gambar 4.8 *Displacement1* akibat pembebanan pembeban temperature 346,2°C.
Gambar 4.9 *Equivalent strain* akibat pembebanan pembeban temperature 346,2°C.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

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)

Keramik merupakan material non metal yang telah di kenal luas dan banyak dijumpai dalam kehidupan sehari-hari. 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. Dimana dalam perkembangannya dapat digunakan untuk bidang kesehatan seperti dalam pencangkokan tulang atau jaringan lunak dalam tubuh manusia. Salah satu material keramik yang digunakan adalah Hydroxyapatite (HAp). Di alam Hydroxyapatite mudah dijumpai yaitu material ini berbentuk batu karang (coral). Dimana material ini mempunyai keuntungan dapat menyesuaikan keadaan pada tubuh (biocompatible). Disamping itu juga HAp, mempunyai kelemahan yaitu untuk fatik (fatigue), material ini tak mampu menahan beban bila material ini digunakan dalam bentuk yang besar (bulk)

seperti dalam ilmu bedah tulang. (Fatahul Arifin, 2009)

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 kedalam 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 kontinu dan random. (M.Yani,2019).

Untuk meminimalisir kegagalan yang mungkin terjadi pada suatu alat maka butuh simulasi dan analisis sebelum dilakukan fabrikasi, software yang digunakan menggunakan software solidwork. Penggunaan solidwork sendiri sudah banyak digunakan dalam menganalisis dan mensimulasikan berbagai rancangan pada berbagai aplikasi keteknikan. (Randis,2021)

Pada penelitian ini bertujuan untuk menganalisa kekuatan material komposit berbahan dasar keramik sebagai wadah penanggung dengan menggunakan Software Solidworks.

1.2 Rumusan Masalah

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

1. Bagaimana bentuk wadah panggangan yang akan digunakan di rancang menggunakan solidworks?
2. Bagaimana nilai thermal terhadap ketebalan wadah panggangan yang sudah dirancang ?

1.3 Ruang Lingkup

Karna luasnya masalah ilmu tentang simulasi thermal dengan menggunakan software solidworks terkhusus masalah komposit, maka masalah yang akan dibahas adalah :

1. Desain dan ukuran yang telah di sesuaikan untuk dilakukan pengujian
2. Dengan variasi suhu pengujian 370,2°C
3. Dengan variasi suhu pengujian 353,4°C
4. Dengan variasi suhu pengujian 346,2°C

1.4 Tujuan

Berdasarkan latar belakang diatas maka tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Untuk mengetahui bentuk wadah panggangan yang akan digunakan
2. Mengetahui hasil thermal maksimal pada panggangan menggunakan software solidworks.

1.5 Manfaat

Adapun manfaat dari penelitian tugas akhir ini adalah :

1. Menambah ilmu pengetahuan khususnya di bagian kekuatan material dan komposit.
2. Hasil penelitian dapat digunakan sebagai referensi bagi peneliti lain yang ingin mendalami tentang rancang bangun terkhusus pada Material komposit berbahan dasar keramik sebagai wadah pemanggang.

BAB2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Perancangan

2.1.1 Pengertian Perancangan

Perancangan adalah suatu proses yang bertujuan untuk menganalisis, menilai memperbaiki dan menyusun suatu sistem, baik sistem fisik maupun non fisik yang optimum untuk waktu yang akan datang dengan memanfaatkan informasi yang ada.

Perancangan merupakan salah satu hal yang penting dalam membuat program. Adapun tujuan dari perancangan ialah untuk memberi gambaran yang jelas lengkap kepada pemrogram dan ahli teknik yang terlibat. Perancangan harus berguna dan mudah dipahami sehingga mudah digunakan. Perancangan adalah Sebuah Proses untuk mendefinisikan sesuatu yang akan dikerjakan dengan menggunakan teknik yang bervariasi serta di dalamnya melibatkan deskripsi mengenai arsitektur serta detail komponen dan juga keterbatasan yang akan dialami dalam proses pengerjaannya. Perancangan harus berguna dan mudah dipahami sehingga mudah digunakan. (M.Yani, 2019)

Perancangan alat bantu, metode, dan teknik yang diperlukan untuk memperbaiki efisiensi dan produktivitas suatu proses manufaktur. Desain sendiri adalah suatu disiplin atau mata pelajaran yang tidak hanya mencakup eksplorasi visual, tetapi terkait dan mencakup pula dengan aspek-aspek seperti kultural sosial, filosofi, teknis dan bisnis. Aktivitasnya termasuk dalam desain grafis, desain industry, arsitektur, desain interior, desain produk dan profesi-profesi lainnya

2.1.2 Tujuan Perancangan

Tujuan dari perancangan adalah untuk menghasilkan alat yang memiliki stukturisasi perancangan yang akurat dan sesuai dengan yang telah ditentukan jika tahap perancangan kita lakukan dengan baik dan memenuhi standar yang ditentukan, maka alat yang dirancang akan beroperasi sesuai harapan. Namun jika pada tahapan ini, kita sudah tidak mematuhi aturan walaupun sekecil apapun maka hasil yang akan diperoleh tentu tidak akan sebaik yang kita harapkan.

2.2 Solidworks

Solidworks merupakan software yang digunakan untuk merancang suatu produk, mesin atau alat. Solidworks pertama kali diperkenalkan pada tahun 1995 sebagai pesaing untuk program CAD SIDANG Nasional Sains dan Teknologi Terapan VII 2019 ISSN (print): 2686-0023 Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya ISSN (online): 2685-6875 - 576 - seperti Pro-Engineer, NX Siemens, I-Deas, Unigraphics, Autodesk Inventor, Autodesk AutoCAD dan CATIA. Solidworks Corporation didirikan pada tahun 1993 oleh Jon Hirschtick, dengan merekrut tim insinyur profesional untuk membangun sebuah perusahaan yang mengembangkan perangkat lunak CAD 3D, dengan kantor pusatnya di Concord, Massachusetts, dan merilis produk pertama, Solidwork 95, pada tahun 1995. (Imam Sungkono,2019).

Pembuatan desain gambar yang dibuat dimulai dengan membuat gambar setiap komponen yang ada dengan menggunakan software Solidworks. Setiap komponen digambar 3D (Gambar 2), untuk menghasilkan gambar desain yang mudah untuk dipahami. Setiap bagian di gambar sesuai ukuran yang sudah di tentukan agar sesuai dan mudah agar lebih mudah dalam pengujian beban statis menggunakan simulasi pada solidworks. Hasil dari pengujian akan di analisa agar mendapatkan kesimpulan. (Randis, 2021)

Solidworks simulasi memungkinkan untuk melakukan uji produk sebelum mulai dibuat, membantu mencegah kesalahan lebih awal pada proses

desain. Aplikasi ini sangat berguna untuk analisis FEA, namun cukup mudah untuk desainer produk. SOLIDWORKS Simulation bahkan bisa membantu untuk mengoptimalkan kinerja dan biaya desain dengan maksimal. SOLIDWORKS mencakup *tools* utama yang diperlukan untuk menguji desain, baik bagi yang baru pernah melakukan analisis maupun yang sudah berpengalaman.

Computer Aided Design adalah suatu program komputer untuk menggambar suatu produk atau bagian dari suatu produk. Produk yang ingin digambarkan bisa diwakili oleh garis-garis maupun simbol-simbol yang memiliki makna tertentu. CAD bisa berupa gambar 2 dimensi dan gambar 3 dimensi. (Khairul Umurani, 2018). Untuk membuat sebuah model 3D yang solid kita harus membuat sketchnya terlebih dahulu. Model 3D berupa component kemudian dirakit menjadi sebuah gambar rakitan dengan menu assembly. Setelah gambar component atau dan assembly jadi maka dibuat gambar kerjanya menggunakan fasilitas drawing. (Saian Nur Fajri, 2016)

Beberapa keunggulan membuat gambar teknik menggunakan solidworks

sebagai berikut :

1. Software ini cukup mudah dioperasikan
2. Dapat membantu mengurangi kesalahan dalam mendesain
3. Dapat mensimulasikan gerakan hasil desain
4. Dapat menganalisis tegangan, beban, pengaruh suhu, cuaca, dan sebagainya hasil desain dengan mudah tanpa menggunakan software lain.
5. Dapat membuat program untuk proses manufaktur dengan CNC atau robot industri dengan bantuan software master lain seperti mastercam, robotcam, delcam, dsb.
6. Biaya produksi yang harus dikeluarkan menjadi berkurang karena proses yang terencana.

2.3 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.



Gambar 2.1 Panggang

Cara memasak makanan akan mempengaruhi nutrisi yang ada di dalamnya. Bahkan bahan makanan yang penuh nutrisi bisa berubah menjadi makanan yang tak baik untuk kesehatan dengan cara memasak yang salah. Ada banyak cara yang bisa dilakukan untuk memasak makanan seperti menggoreng, memanggang, merebus, membakar, dan lainnya. Masing-masing cara memasak memiliki kelebihan dan kekurangannya sendiri. Namun salah satu cara memasak yang dianggap sehat adalah dengan memanggang. Manfaat kesehatan memanggang makanan telah banyak dibahas oleh ahli nutrisi di dunia. Berikut manfaat makanan dibakar.

Mengurangi Lemak

Kelebihan lemak adalah salah satu tambahan yang tak menyehatkan untuk makanan. Lemak bisa memicu banyak masalah kesehatan seperti penyakit kardiovaskular dan lainnya. Memanggang makanan akan menghilangkan kelebihan lemak sehingga mengurangi jumlah lemak dalam makanan

Menjaga Nutrisi

Baik untuk daging maupun sayuran, cara memasak dengan memanggang masakan akan menjaga tingkat nutrisi, vitamin, dan mineral yang ada di dalamnya. Pastikan sayuran tak dipanggang terlalu lama dan tetap segar agar nutrisi terjaga. Sementara untuk daging, memanggang akan menjaga kadar riboflavin dan thiamine yang ada di dalamnya. Keduanya adalah nutrisi yang penting untuk tubuh sehat.

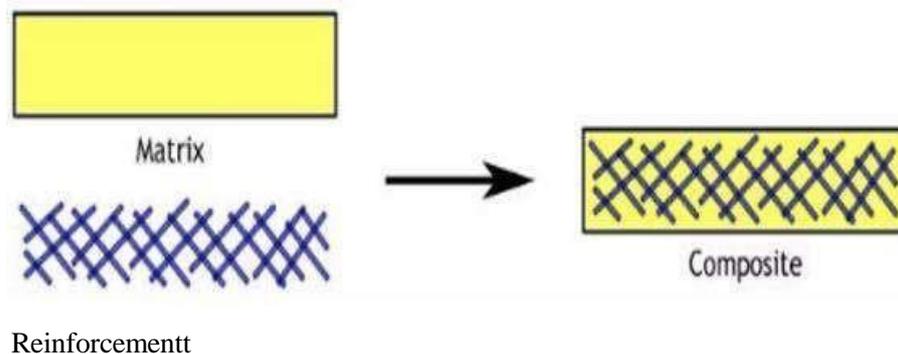
Rendah Sodium

Terlalu banyak mengonsumsi garam atau sodium tak baik untuk kesehatan. Bahkan penelitian menemukan bahwa sodium berkaitan dengan tekanan darah tinggi dan sakit kepala. Memanggang makanan akan mengurangi jumlah garam yang diserap oleh makanan, sehingga metode ini sangat baik dilakukan jika Anda ingin mengurangi konsumsi garam atau sodium. Tak diragukan lagi bahwa memanggang adalah salah satu metode memasak yang aman dan menyehatkan. Namun sebaiknya juga berhati-hati ketika memanggang makanan. Anda harus mengetahui cara memanggang makanan dengan benar agar

tak merusak kualitas bahan makanan dan malah mengurangi jumlah nutrisi di dalamnya

2.4 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 keausan. Ilustrasi komposisi komposit dengan komponen penyusun penguat (reinforcement) dan bahan pengikat (matriks) dapat dilihat pada gambar 2.8



Gambar 2.4 Ilustrasi Komposit.(Indra mawardi dan Hasrin Lubis,2018)

Komposit tersusun dari dua fasa,satu disebut sebagai matriks,dimana matriks bersifat kontinyu dan mengelilingi 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. Berdasarkan sifat penguatnya, maka komposit dibagi menjadi dua:

2.4.1 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.

2.4.2 Komposit anisotropik, merupakan komposit yang penguatnya memberikan 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)

2.5 Komposit Laminat *Hybrid*

2.5.1. Pengertian Komposit Hybrid

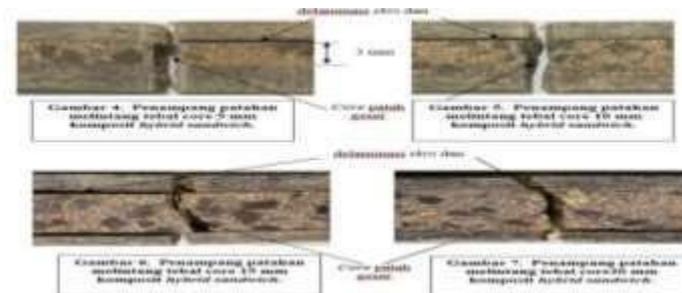
Pada komposit hibrid ini, dalam satu matriks memungkinkan adanya dua atau lebih partikel penguat. sehingga memungkinkan juga terjadinya interaksi manapun kepada penguat lain dalam satu matriks tersebut. Komposit hybrid merupakan komposit gabungan antara tipe serat lurus dengan serat acak. Tipe ini digunakan supaya dapat menganti 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 berdasarkan 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* :

2.5.1.1 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. Penelitian ini bertujuan untuk menyelidiki pengaruh ketebalan core terhadap peningkatan kekuatan bending komposit hybrid sandwich kombinasi serat ramie dan serat bambu (*hybrid*) pada skin *bermatrix Polyester* dengan *core hybrid* serbuk kayu sengon laut, tempurung kelapa dan mengidentifikasi Pola kegagalannya.(Agus Hariyanto, dkk,2020)



Gambar 2.5 Komposit *Sandwich* Berpenguat *Hybrid* Serat Rami DanBambu.(Agus Hariyanto, dkk,2020)

2.5.1.2 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 sebagaipenguat material komposit .Serat kulit waru banyak mengandung lapisan lilin yang berasal dari *cambium*, oleh karena itu sebelum digunakan sebagai penguat komposit harus dilakukan perlakuanmenggunakan NaOH untuk menghilangkan lapisan tersebut . Perlakuan pada seratbertujuanuntuk 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). (M. Prihajatno,dkk, 2018)



Gambar 2.6 (a) Lembaran serat pohon waru (*Hibiscus tiliaceus*), (b) serat yang telah dipotong transversal, (c) serat yang telah dihaluskan(M. Prihajatno,dkk, 2018)

2.5.1.3. 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.



Gambar 2.7 Komposit Serat Daun Nanas Dan Serbuk Gergaji.(Alfikri Hidayat, dkk, 2016)

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)

2.5.1.4 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.



Gambar 2.8 Serat Ijuk dan serat e-glass(Agung Andreawan,dkk 2019)

Material komposit akan lebih baik ketika menggunakan e-glass anyam karena adanya ikatan yang terjadi dari anyaman yang dapat memperkuat material komposit tersebut.(Agung Andreawan,dkk 2019)

2.5.1.5. Pembuatan dan Karakterisasi Komposit dari Styrofoam Bekas dan Serat Ijuk Aren. Bahan baku yang digunakan dalam penelitian ini adalah styrofoam bekas dan serat ijuk aren yang

diperoleh di kota Semarang. Styrofoam bekas setelah dibersihkan dilarutkan terlebih dahulu dengan xylene. Sementara itu serat ijuk aren dibuat menjadi serbuk ijuk aren dengan menggunakan alat disc mill. Perbandingan massa styrofoam dan serbuk ijuk aren yang digunakan adalah 10:90; 20:80; 30:70; 40:60; dan 50:50. Pencampuran styrofoam bekas yang telah dilarutkan dengan xylene dan serbuk ijuk aren dengan perbandingan massa tertentu dilakukan secara manual dengan bantuan pengaduk. Campuran kemudian dicetak dengan alat hot press pada cetakan berdiameter 3 cm dengan suhu 150 o C selama 30 menit. Komposit yang terbentuk kemudian dibiarkan selama 14 hari sebelum dilakukan pengujian yang meliputi kekuatan mekanik, kerapatan, daya serap air, mikrostruktur, dan gugus fungsional. Pada penelitian ini komposit dibuat dengan bahan baku styrofoam bekas dan serbuk ijuk aren. Penampakan visual komposit pada berbagai perbandingan massa styrofoam dan serbuk ijuk aren ditunjukkan oleh Gambar 1. Ketinggian komposit yang dihasilkan bervariasi dari 0,6 cm untuk komposit dengan



Gambar 2.9 komposit dengan komposisi styrofoam:serbuk ijuk aren(Aprilina Purbasari,dkk,2019)

komposisi styrofoam dan serbuk ijuk aren 50:50 hingga 1,3 cm untuk komposit dengan komposisi styrofoam dan serbuk ijuk aren 10:90. Semakin tinggi kandungan styrofoam pada komposit maka komposit yang dihasilkan akan semakin padat atau semakin

pendek. Komposit yang diperoleh ini kemudian diuji kekuatan mekanik, kerapatan, daya serap air, mikrostruktur, dan gugus

fungsionalnya. (Aprilina Purbasari, dkk, 2019).

2.5 Material

Material adalah zat atau benda yang dari mana sesuatu dapat dibuat darinya, atau barang yang dibutuhkan untuk membuat sesuatu. Material adalah sebuah masukan dalam produksi. Material sering kali adalah bahan mentah yang belum diproses, tetapi kadang kala telah diproses sebelum digunakan untuk proses produksi lebih lanjut. Umumnya, dalam masyarakat teknologi maju, material adalah bahan konsumen yang belum selesai. Beberapa contohnya adalah kertas dan sutra. Kata "bahan" kadang kala digunakan untuk menunjuk ke pakaian atau kain. material adalah termasuk komponen utama dalam kegiatan produksi, bentuknya pun bisa bermacam-macam. Pada jenis industri berbasis agro, raw material yang digunakan adalah bahan baku nabati dan hewani.

Dalam istilah bahasa Inggris, industri berbasis agro disebut dengan istilah Agro Based Industries. Contoh perusahaan yang bergerak dalam industri berbasis agro adalah yang berkaitan dengan produksi tekstil, susu, minyak nabati, bahan makanan, dan lain-lain.

Perusahaan yang bergerak dalam industri berbasis agro akan mengubah bahan baku nabati dan bahan baku hewani menjadi sebuah produk yang siap digunakan atau dikonsumsi masyarakat. Industri berbasis agro ini termasuk jenis industri yang menyuplai kebutuhan pokok untuk masyarakat.

material adalah bahan baku yang menjadi komponen utama dalam sebuah proses produksi. Posisi bahan baku utama atau direct material tersebut terbilang sangat penting bagi suatu perusahaan dalam menyokong kegiatan bisnisnya.

Sebuah perusahaan yang memiliki bahan baku langsung yang memadai, pasti memiliki kinerja produksi yang berjalan lancar. Sehingga mereka akan lebih

mudah dalam membuat barang jadi atau produk yang mereka pasarkan.

Pentingnya bahan baku langsung pada sebuah industri manufaktur, membuat perusahaan harus melakukan pengadaan bahan baku sesegera mungkin ketika jumlah stoknya mulai menipis.

Oleh karena itu, anggaran untuk pengadaan bahan baku langsung harus segera dikeluarkan supaya proses produksi bisa segera dilakukan.

Bisa dibayangkan ketika sebuah industri manufaktur tidak memiliki bahan baku langsung yang cukup, pasti kegiatan produksi yang mereka lakukan akan terhambat.

Sehingga secara tidak langsung akan mempengaruhi kinerja bisnis pada perusahaan tersebut, yang pada ujungnya profit yang didapatkan juga akan menurun atau bahkan mengalami kerugian.

2.6 Keramik

Keramik merupakan jenis produk yang dibuat dengan bahan utama tanah liat yang dibentuk dan dibakar dengan suhu 600° Celcius hingga lebih dari 1300° Celcius sehingga terjadi perubahan sifat tanah liat menjadi lebih kuat. Keramik sudah dikenal sejak zaman neolitikum. Sejumlah penemuan purbakala seperti pecahan kecil tembikar di bukit kulit kerang Sumatera menjadi bukti keberadaan keramik di masa lampau.

Awalnya keramik hanya dibuat untuk membuat tembikar dan peralatan rumah tangga. Namun penggunaan keramik kini semakin luas dengan adanya paduan dengan unsur logam dan bukan logam. Saat ini, keramik banyak digunakan sebagai bahan pembuatan busi, isolator listrik, dan bahan baku alat cetak.

Keramik mampu dipakai pada temperatur tinggi. Keramik dapat dibedakan menjadi keramik tradisional dan keramik industri. Dalam rumah tangga, keramik tradisional menjadi bahan pembuatan cangkir, ubin, tembok dan roda gerinda. Sedangkan keramik industri dimanfaatkan sebagai bahan pembuatan turbin, komponen otomotif dan pesawat ruang angkasa. Material dasar dari keramik yang paling tua adalah lempung. Sedangkan material dasar modernnya adalah koalin, rijang dan feldspar.

Kelebihan Keramik:

Keramik pada zaman modern memiliki beberapa kelebihan yang sangat membantu. Kelebihan tersebut berupa:

1. Memiliki Daya Tahan yang Bagus

Keramik dibuat dengan tujuan mampu bertahan dalam jangka waktu cukup lama karena pemakaiannya yang saat ini banyak digunakan sebagai material yang melapisi lantai ataupun dinding rumah. Keramik dibuat dengan kemampuan untuk menahan banyak benturan, tahan goresan, dan tahan terhadap kelembapan.

2. Konduktivitas Panas yang Baik

Cuaca dengan suhu udara yang panas dapat memberikan ketidaknyamanan. Namun dengan menggunakan keramik, maka masalah ini bisa Anda hadapi. Keramik sangat terkenal mampu menjaga suhu dingin secara alami, membuat ruangan memiliki suhu tidak terlalu panas. Tidak heran jika banyak yang mulai memanfaatkan keramik untuk melapisi dinding beberapa jenis ruangan.

3. Terdapat Banyak Desain Sesuai Keinginan Anda

Keramik dibuat dengan desain menarik sehingga pemilik rumah bisa memadukannya bersama desain-desain menarik. Mulai dari keramik putih bersih, motif marble, keramik dengan tekstur yang beragam, hingga keramik yang dapat menciptakan ilusi pada mata yang melihatnya. Sehingga keinginan, konsep, dan juga ide Anda bisa diwujudkan menggunakan material ini.

4. Tidak Perlu Repot Untuk Dibersihkan

Perawatan untuk keramik terbilang sederhana. Pada keramik lantai, Anda hanya perlu menyapu atau menyedot debu secara teratur untuk menjaga permukaan yang bebas dari kotoran. Melakukan kegiatan mengepel juga menjadi cara yang baik menghilangkan noda tanpa takut merusak keramik. Untuk keramik pada dinding, Anda bisa menggunakan kain lap halus serta cairan pembersih.

5. Permukaan Anti Slip

Keramik juga tersedia dengan permukaan yang beralur dan sedikit kasar untuk bisa memberikan traksi lebih pada telapak kaki sehingga tidak licin ketika dipijak. Hal ini tentu sangat berguna mengingat keramik juga digunakan untuk melapisi kamar mandi dan juga anak tangga.

2.7 Suhu

Suhu adalah ukuran kuantitatif terhadap temperature panas; panas dan dingin, diukur dengan termometer. Dilansir buku Penyehatan Udara, Tri Cahyono (2007) suhu merupakan keadaan panas dinginnya suatu udara. Daerah tropis memiliki suhu udara tertinggi di bumi, maka semakin ke arah kutub, suhu udaranya akan semakin rendah. Selain itu, dilansir Encyclopedia Britannica disebutkan suhu adalah ukuran panas atau dingin yang dinyatakan melalui skala sembarang. Skala tersebut menunjukkan bahwa suhu panas memiliki energi tinggi akan mengalir ke suhu dingin atau yang lebih rendah. Maka dari itu, suhu dinyatakan pula menjadi ukuran kualitatif sebuah benda. Suhu dapat diukur karena adanya energi kinetik dalam suatu benda. Kemudian, dilihat dari konteks penguapan, maka suhu sangat berperan terhadap proses kimia di udara. Semakin tinggi suhu suatu udara, maka penguapan airnya juga semakin tinggi, sama halnya dengan uap air yang ditahan. Hal tersebut juga mempercepat terjadinya reaksi kimia di udara. Berdasarkan pengertian suhu yang telah dijelaskan di atas, diketahui bahwa suhu sebuah benda dapat berubah panas atau dingin. Perubahan suhu tentunya terjadi disebabkan banyak faktor sehingga menjadi penyebab sebuah benda memiliki suhu rendah atau tinggi.

Berikut ini akan disebutkan faktor-faktor yang mempengaruhi suhu menurut Handoko dalam bukunya yang berjudul Pengantar unsur-unsur Cuaca di Stasiun Klimatologi Pertanian, antara lain sebagai berikut:

1. Jumlah radiasi yang diterima suatu benda perhari, perbulan, serta permusim
2. Pengaruh tempat, yaitu daratan atau lautan
3. Pengaruh dari ketinggian tempat dari permukaan bumi
4. Adanya pengaruh panas laten, yaitu panas yang disimpan di dalam atmosfer bumi

5. Sudut datangnya sinar matahari juga mempengaruhi suhu. Sudut datangnya sinar matahari yang lurus, akan jauh lebih panas jika dibandingkan dengan yang sudut datangnya matahari dari arah miring.

Rumus untuk menghitung suhu:

Suhu suatu benda akan memiliki derajat yang berbeda saat diukur menggunakan skala yang berbeda. Untuk termometer skala celcius, akan menunjukkan suhu yang sama yaitu pada suhu 40 derajat jika diukur dengan skala fahrenheit. Kemudian untuk skala reamur akan menunjukkan skala yang sama dengan suhu termometer skala fahrenheit pada -25,6 derajat. Berikut ini adalah tabel rumus yang digunakan untuk menghitung suhu:

Skala Celcius ke Fahrenheit $T(\text{derajat C}) = \frac{9}{5} T \text{ derajat Celcius} + 32$

Skala Celcius ke Reamur $T(\text{derajat R}) = \frac{4}{5} T \text{ derajat Celcius}$

Skala Celcius ke Kelvin $T(\text{K}) = T \text{ derajat C} + 273$

Skala Fahrenheit ke Celcius $T(\text{derajat C}) = \frac{5}{9} (T \text{ derajat F} - 32)$

Skala Fahrenheit ke skala Reamur $T(\text{derajat R}) = \frac{4}{9} (T \text{ derajat F} - 32)$

Skala Fahrenheit ke Kelvin $T(\text{K}) = \frac{5}{9} (T \text{ derajat F} - 32) + 273$

Skala Reamur ke Celcius $T(\text{derajat C}) = \frac{5}{4} T \text{ derajat R}$

Skala Reamur ke Fahrenheit $T(\text{derajat F}) = \frac{9}{4} T \text{ derajat R} + 32$

Skala Reamur ke Kelvin $T(\text{K}) = \frac{5}{4} T \text{ derajat R} + 273$

Skala Kelvin ke Celcius $T(\text{derajat C}) = T\text{K} - 273$

Skala Kelvin ke Fahrenheit $T(\text{derajat F}) = \frac{9}{5} (T\text{K} - 273) + 32$

Skala Kelvin ke Reamur $T(\text{derajat R}) = \frac{4}{5} (T\text{K} - 273)$

2.8 Simulasi

Berdasarkan *Oxford American Dictionary* (1980) yang dikutip Harrell, C., Ghosh, B. K., & Bowden, R dalam buku *Simulation Using Promodelsimulasi* (2004), arti simulasi adalah cara untuk mereproduksi kondisi situasi dengan menggunakan model, untuk pembelajaran, pengujian atau pelatihan. Model yang digunakan adalah model komputer.

Untuk memahami arti simulasi dengan lebih baik, kamu bisa simak pendapat para ahli di bawah ini.

- Menurut Siagian (1987), simulasi adalah suatu metodologi untuk melaksanakan percobaan dengan menggunakan model dari satu sistem nyata.
- Menurut Hasan (2002), simulasi merupakan suatu model pengambilan keputusan dengan mencontoh atau mempergunakan gambaran sebenarnya dari suatu sistem kehidupan dunia nyata tanpa harus mengalaminya pada keadaan yang sesungguhnya.
- Menurut Schroeder (1997), simulasi adalah suatu teknik yang dapat digunakan untuk memformulasikan dan memecahkan model-model dari golongan yang luas.
- Menurut Law dan Kelton (1991), simulasi merupakan suatu teknik meniru operasi-operasi atau proses-proses yang terjadi dalam suatu sistem dengan bantuan perangkat komputer dan dilandasi oleh beberapa asumsi tertentu sehingga sistem tersebut bisa dipelajari secara ilmiah.
- Menurut Khosnevis (1994), simulasi adalah proses aplikasi membangun model dari sistem nyata atau usulan sistem, melakukan eksperimen dengan model tersebut untuk menjelaskan perilaku sistem, mempelajari kinerja sistem atau untuk membangun sistem baru sesuai dengan kinerja yang diinginkan.

Beberapa macam simulasi :

1. Simulasi Statis

Simulasi statis merupakan jenis simulasi yang tidak bergantung atau berdasar pada waktu. Namun, biasanya simulasi ini melibatkan pengambilan sampel secara acak untuk menyimulasikan output statistik yang dapat dianalisis.

2. Simulasi Dinamis

Simulasi dinamis merupakan jenis simulasi yang sangat bergantung terhadap perubahan waktu, statusnya selalu berubah-ubah, mekanisme jam akan bergerak sejalan dengan waktu dan status dari variabelnya juga akan berubah seiring waktu.

Maka dari itu simulasi dinamis sangat cocok untuk memodelkan sistem yang

memiliki pola dinamis, seperti sistem manufaktur dan jasa.

3. Simulasi Stokastik

Simulasi stokastik merupakan jenis simulasi di mana variabel input-nya bersifat acak atau random. Simulasi stokastik harus dijalankan secara berulang untuk mendapatkan hasil yang akurat.

4. Simulasi Deterministik

Simulasi deterministik merupakan simulasi yang variabel input-nya bersifat acak atau random. Namun, berbeda dengan simulasi stokastik, simulasi deterministik ini hanya perlu dijalankan sebanyak satu kali untuk mendapatkan hasil yang optimal.

5. Simulasi Sistem Diskrit

Simulasi diskrit merupakan simulasi yang perubahan statusnya terjadi pada titik-titik waktu diskrit yang ditandai dengan suatu kejadian. Perubahan status ini dipicu oleh suatu kejadian yang terjadi pada waktu tertentu.

6. Simulasi Sistem Kontinyu

Simulasi kontinyu adalah perubahan status variabel terjadi sepanjang waktu. Simulasi kontinyu menggunakan persamaan diferensial untuk menentukan tingkat perubahan status variabelnya.

2.9 Pengujian Thermal

Analisa termal dapat didefinisikan sebagai pengukuran sifat-sifat fisik dan kimia material sebagai fungsi dari suhu. Pada prakteknya, istilah analisa termal seringkali digunakan untuk sifat-sifat spesifik tertentu. Misalnya entalpi, kapasitas panas, massa dan koefisien ekspansi termal. Pengukuran koefisien ekspansi termal dari batangan logam merupakan contoh sederhana dari analisa termal. Contoh lainnya adalah pengukuran perubahan berat dari garam-garam oksida dan hidrat pada saat mengalami dekomposisi akibat pemanasan. Dengan menggunakan peralatan modern, sejumlah besar material dapat dipelajari dengan metode ini. Penggunaan analisa termal pada ilmu mengenai zat padat telah demikian luas dan bervariasi, mencakup studi reaksi keadaan padat, dekomposisi termal dan transisi fasa dan penentuan diagram fasa. Kebanyakan padatan bersifat 'aktif secara

termal' dan sifat ini menjadi dasar analisa zat padat menggunakan analisa termal.

2.10 Teori Numerical Analisis/Simulasi

Metode numerik merupakan teknik penyelesaian permasalahan yang diformulasikan secara matematis dengan menggunakan operasi hitungan (aritmatik) yaitu operasi tambah, kurang, kali, dan bagi. Metode ini digunakan karena banyak permasalahan matematis tidak dapat diselesaikan menggunakan metode analitik. Jikapun terdapat penyelesaiannya secara analitik, proses penyelesaiannya sering kali cukup rumit dan memakan banyak waktu sehingga tidak efisien.

Terdapat keuntungan dan kerugian terkait penggunaan metode numerik.

Keuntungan dari metode ini antara lain:

1. Solusi persoalan selalu dapat diperoleh.
2. Dengan bantuan komputer, perhitungan dapat dilakukan dengan cepat serta hasil yang diperoleh dapat dibuat sedekat mungkin dengan nilai sesungguhnya.
3. Tampilan hasil perhitungan dapat disimulasikan.

Adapun kelemahan metode ini antara lain:

1. Nilai yang diperoleh berupa pendekatan atau hampiran.
2. Tanpa bantuan komputer, proses perhitungan akan berlangsung lama dan berulang-ulang

BAB 3 METODE PENELITIAN

3.1 Tempat Dan Waktu Penelitian

3.1.1 Tempat

Adapun tempat dilakukannya studi simulasi kekuatan material komposit berbahan dasar keramik sebagai wadah penanggung dengan menggunakan Software Solidworks. yaitu di lakukan di Laboraturium Mekanikal Kekuatan Material Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Jalan Kapten Muchtar Basri No.3 Medan.

3.1.2 Waktu

Pengujian dilakukan setelah mendapat persetujuan dari pembimbing hingga selesai.

No	Kegiatan Penelitian	Bulan				
		1	2	3	4	5
1	Pengajuan Judul					
2	Studi literatur					
3	Penulisan Proposal					
4	Seminar Proposal					
5	sidang					

Tabel 3.1 Jadwal Kegiatan Penelitian

3.2. Bahan Dan Alat

3.2.1 Laptop

Spesifikasi laptop yang di gunakan adalah sebagai berikut :



Gambar 3.1 Laptop

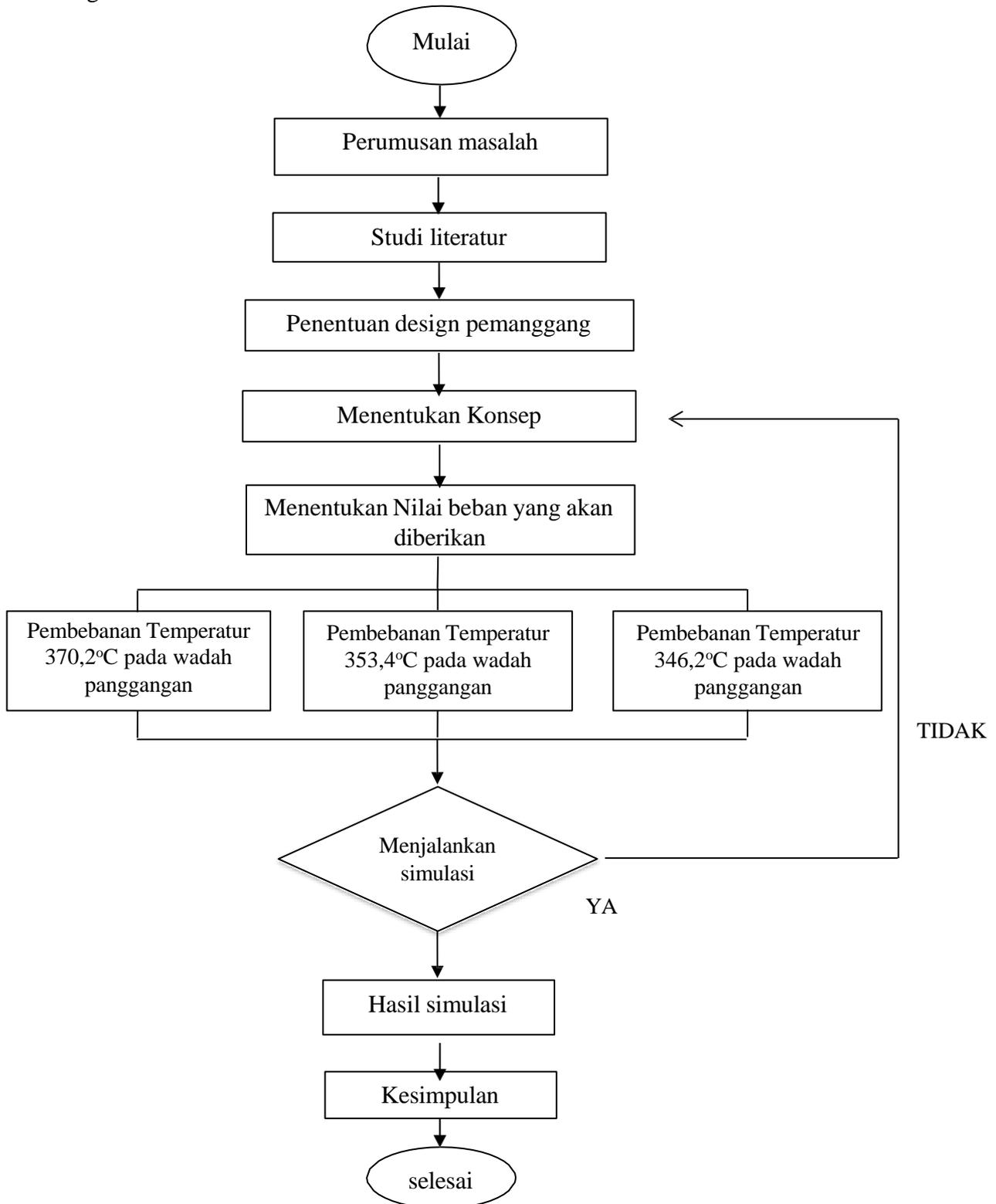
1. Processor : INTEL CORE i3
2. RAM : 8 GB
3. Operation system : Windows 10 64 bit operation system

3.2.2 Software solidworks

Software solidworks yang sudah terinstal pada laptop adalah solidworks 2016 64 bit yang di dalamnya terdapat sketch gambar 3D dengan persyaratan system pada computer adalah sebagai berikut :

1. Processor : INTEL COREi5
2. RAM : 4 GB or More.
3. Disk Space: 5 GB or More.

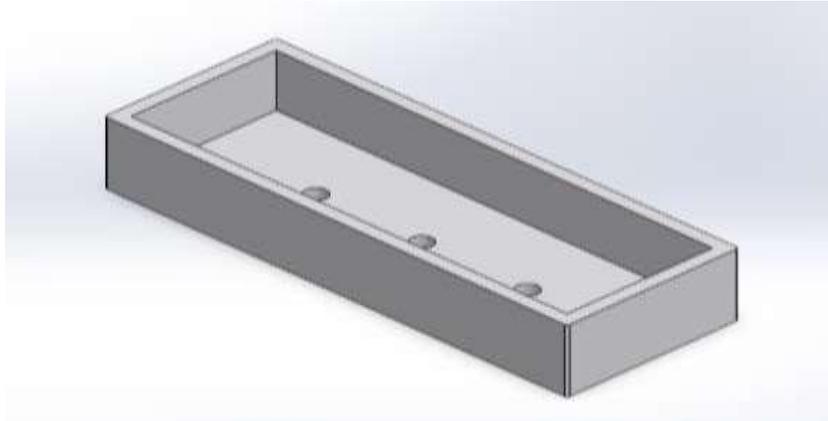
3.3 Diagram Alir



Gambar 3.2 Diagram Alir

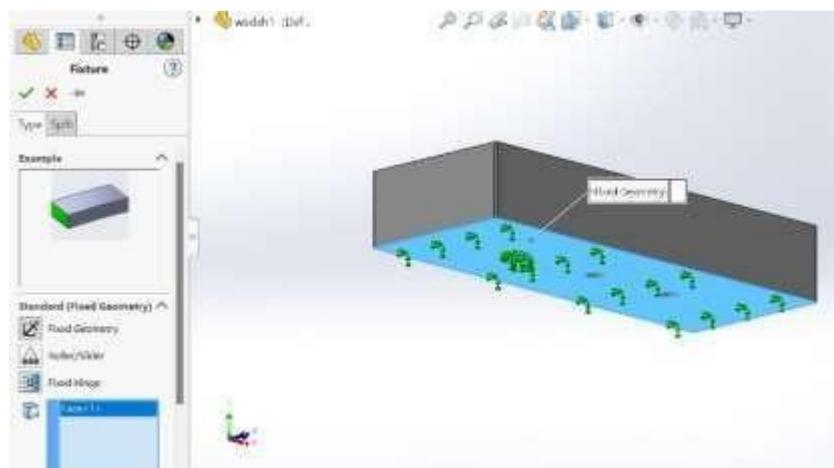
3.4. Rancangan Alat Penelitian

1. Desain Panggangan



Gambar 3.3 Desain Panggangan

2. Penentuan Bagian Benda Kerja



Gambar 3.4 Penentuan Bagian Benda Kerja

3.5 Prosedur Penelitian

Penelitian analisis gaya tarik pada panggangan ini dilakukan menggunakan suatu proses analisis simulation yang tersedia pada software Solidworks. Adapun langkah-langkah dalam melakukan simulasi pada desain yang telah dirancang adalah sebagai berikut :

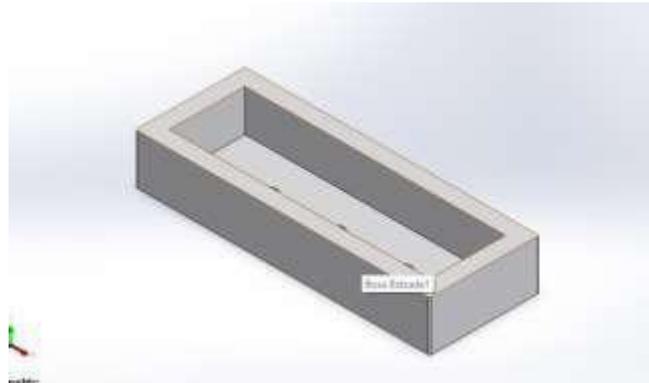
1. Nyalakan laptop yang akan digunakan untuk melakukan pengujian simulasi
2. Buka aplikasi software solidworks
3. Buka file design yang telah dibuat pada software solidwork
4. Selanjutnya pilih tab new study, project name, klik centang hijau.
5. Menentukan material yang maa pada proses ini digunakan untuk menentukan jenis material yang akan diuji.
6. Fixed geometry, yang mana proses ini dilakukan untuk menentukan titik tumpuan saat akan melakukan simulasi.
7. Force, yang mana digunakan untuk memberikan gaya tekan pada titik tumpuan saat akan melakukan simulasi.
8. Selesai.

3.6. Tahapan Simulasi

Tahapan Simulasi

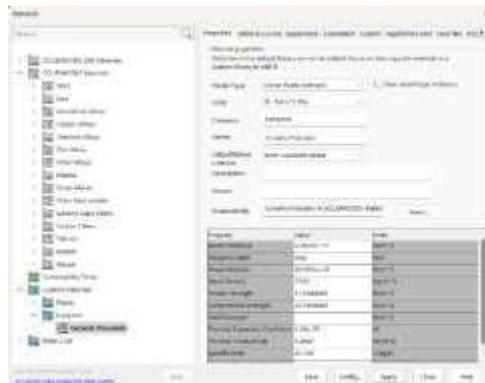
Setelah desain wadah panggangan selesai, kemudian melakukan proses simulasi dilakukandengan Langkah-langkah simulasi pembebanan pada wadah panggangan seperti berikut :

Berikut membuka file wadah panggangan yang akan disimulasikan, seperti yang ditunjukkan pada gambar dibawah ini.



Gambar 3.5 Desain wadah panggangan *isometric*

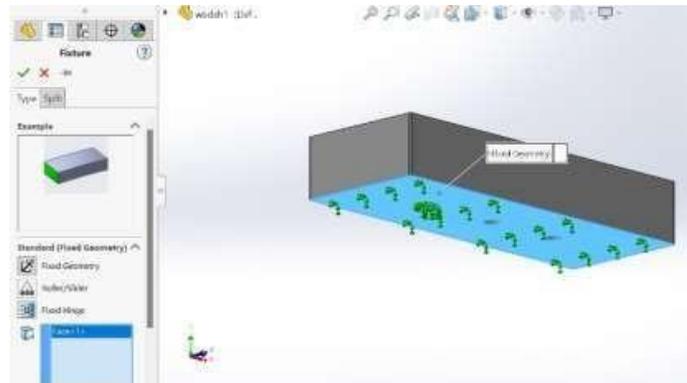
Penentuan jenis material bahan dengan *costume material* dapat dilihat pada kotak *dialog* tersebut setelah dipilih, kemudian *apply* dan *close* adalah seperti pada gambar di bawah ini.



Gambar. 3.6 Tampilan penentuan jenis material

Penentuan bagian benda kerja yang tidak bergerak saat di berikan pembebanan, klik pada bagian dasar wadah panggangan seperti pada gambar 3.10. Kemudian tekan *ENTER* selanjutnya pada *external loads*

advisor > pilih *Temperature* seperti pada gambar dibawah ini pada gambar 3.10.



Gambar 3.7 Penentuan bagian benda kerja yang tidak bergerak saat diberikan beban.



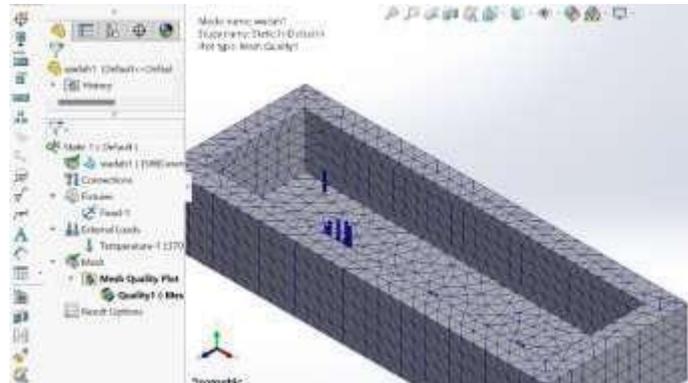
Gambar 3.8 Penentuan *external loads*

Penentuan bagian benda kerja yang diberi beban dengan dengan Temperatur $370,2^{\circ}\text{C}$, pastikan anak panah berwarna biru seperti pada gambar di bawah ini.



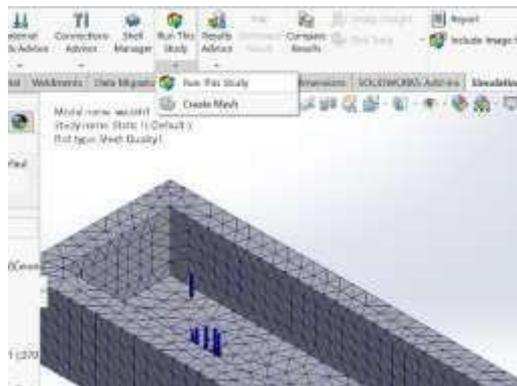
Gambar 3.9 Penentuan bagian benda kerja yang diberi *Temperature*.

Hasil yang sudah dilakukan mesh pada turbin vertikal seperti pada gambar dibawah ini.



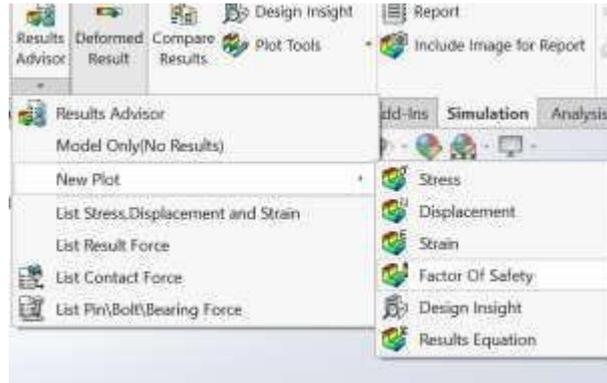
Gambar 3.10 Hasil yang sudah dilakukan *mesh* pada wadah panganan.

Setelah semua persiapan selesai, klik *RUN* dan tunggu hingga proses perhitungan selesai, dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



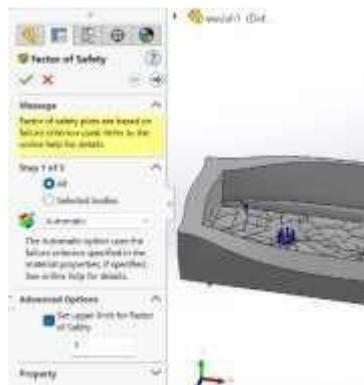
Gambar 3.11 Tampilan spesimen siap untuk dilakukan *RUN* simulasi

Kemudian klik kanan pada *result* dan memunculkan *factor of safety*, dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 3.12 Tampilan pemilihan, *factor safety* pada *software solidworks 2021*

Nilai 1 adalah patokan standar dari *factor of safety*. jika pada hasil analisa nanti kurang dari 1 maka tidak aman, jika lebih dari 1 maka aman *software solidworks 2021*, dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 3.13 Tampilan pengisian nilai *multiplication factor setting* dengan memberi nilai 1 pada *software solidwork 2021*

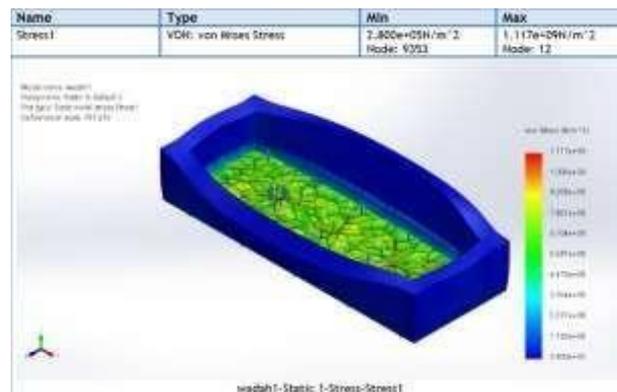
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Pengujian Simulasi

4.1.1. Hasil *Simulation Report Static* pembebanan temperature 370,2°C pada wadah panggangan.

- a. Hasil simulasi total *stress1* kumpulan *Temperature* pada suatu permukaan benda.

Semakin sempit luasan permukaan namun gaya tetap, maka tegangan terbesar ditunjukkan pada gradasi warna paling merah, terkecil adalah warna paling biru. Sedangkan area dengan sedng adalah area warna kuning, hijau, atau biru muda. Total *stress1* kumpulan gaya dari wadah panggangan, yang mana total deformation ini merupakan perubahan bentuk, dimensi dan posisi dari material atau benda.



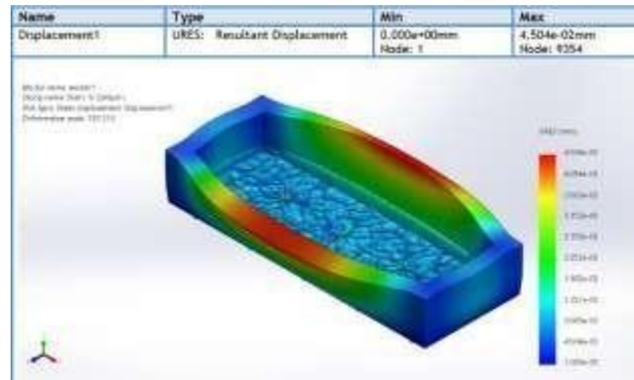
Gambar 4.1 Total *stress1* akibat pembebanan pembebanan temperature 370,2°C

Pada wadah panggangan percobaan yang telah ditampilkan pada gambar 4.1 tegangan terbesar max $1,117e+09 \text{ N/m}^2$ terjadi pada dasar permukaan wadah panggangan, sedangkan nilai terkecil senilai $2,800e+05 \text{ N/m}^2$, dengan melihat hasil gambar dinyatakan aman atau layak dan tidak ada menunjukkan warna merah.

- b. Hasil *Displacement1* perubahan bentuk pada benda yang dikenai temperatur yaitu pada hal ini melengkung.

Dalam pengujian pembebanan pembebanan temperature 370,2°C pada wadah panggangan yang pada bagian paling merah sebesar $4,504e+2 \text{ mm}$, dan bagian tidak mengalami perubahan bentuk atau tidak melengkung

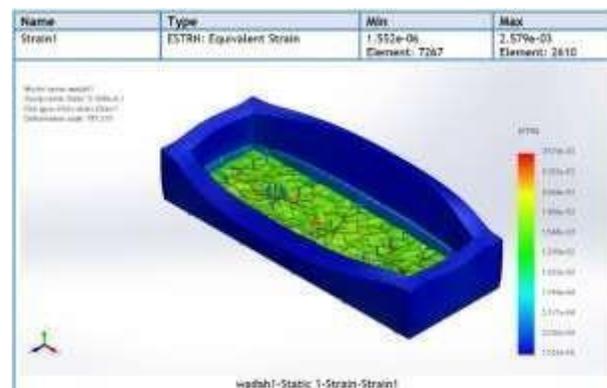
adalah bagian berwarna biru sebesar $1,000e-30$ mm pada *bracket* seperti pada gambar 4.4 di bawah ini.



Gambar 4.2 *Displacement1* akibat pembebanan pembeban temperature $370,2^{\circ}\text{C}$.

c. Hasil simulasi *equivalent strain*

Dengan pembebanan temperature $370,2^{\circ}\text{C}$. memperlihatkan simulasi pembebanan *Max* $6,014e-02$ mm dan *Min* $7,546e-06$ mm. susunan warna, warna yang paling merah adalah daerah paling kritis atau daerah paling terbebani dan hasil simulasi ini di dominasi warn atua yang artinya daerah aman seperti gambar 4.7 dibawah ini.

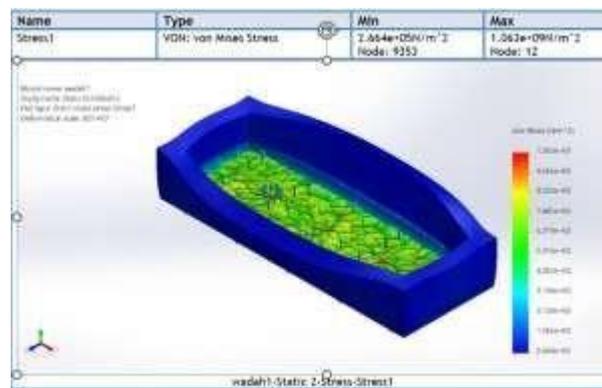


Gambar 4.3 *Equivalent strain* akibat pembebanan pembeban temperature $370,2^{\circ}\text{C}$.

4.1.2 Hasil *Simulation Report Static* pembeban temperature 353,4°C pada wadah panggangan.

- a. Hasil simulasi total *stress1* kumpulan *Temperature* pada suatu permukaan benda.

Semakin sempit luasan permukaan namun gaya tetap, maka tegangan terbesar ditunjukkan pada gradasi warna paling merah, terkecil adalah warna paling biru. Sedangkan area dengan sedng adalah area warna kuning, hijau, atau biru muda. Total *stress1* kumpulan gaya dari wadah panggangan, yang mana total deformation ini merupakan perubahan bentuk, dimensi dan posisi dari material atau benda.

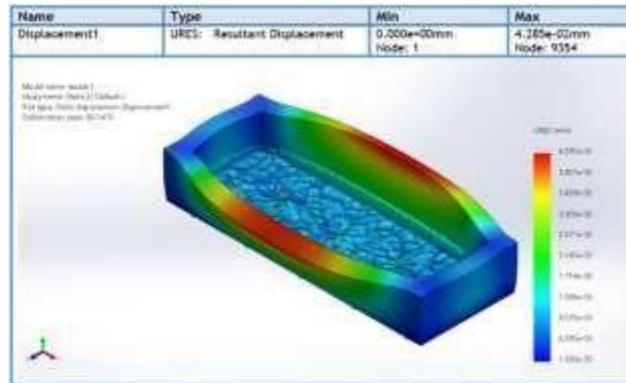


Gambar 4.4 Total *stress1* akibat pembebanan pembeban temperature 353,4°C.

Pada wadah panggangan percobaan yang telah ditampilkan pada gambar 4.1 tegangan terbesar max $1,063e+09 \text{ N/m}^2$ terjadi pada dasar permukaan wadah panggangan, sedangkan nilai terkecil senilai $2,664e+05 \text{ N/m}^2$, dengan melihat hasil gambar dinyatakan aman atau layak dan tidak ada menunjukkan warna merah.

- b. Hasil *Displacement1* perubahan bentuk pada benda yang dikenai temperatur yaitu pada hal ini melengkung.

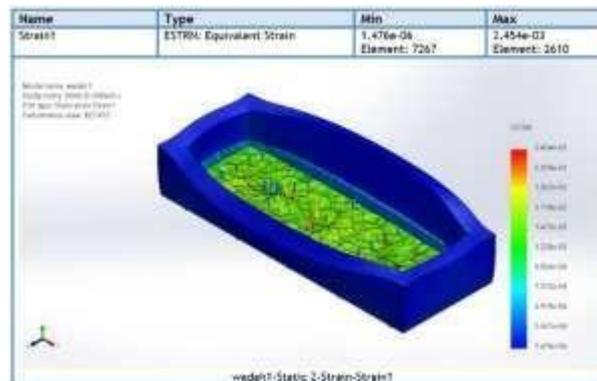
Dalam pengujian pembebanan pembeban temperature 370,2°C pada wadah panggangan yang pada bagian paling merah sebesar $4,504e+2 \text{ mm}$, dan bagian tidak mengalami perubahan bentuk atau tidak melengkung adalah bagian berwarna biru sebesar $1,000e-30 \text{ mm}$ pada wadah panggangan seperti pada gambar 4.4 di bawah ini. $4.285e-02$



Gambar 4.5 *Displacement1* akibat pembebanan pembeban temperature 353,4°C

c. Hasil simulasi *equivalent strain*

Dengan pembebanan 2 kg percepatan 5 m/s² memperlihatkan simulasi pembebanan *Max 6,014e-02 mm* dan *Min 7,546e-06 mm*. susunan warna, warna yang paling merah adalah daerah paling kritis atau daerah paling terbebani dan hasil simulasi ini di dominasi warn atua yang artinya daerah aman seperti gambar 4.7 dibawah ini.

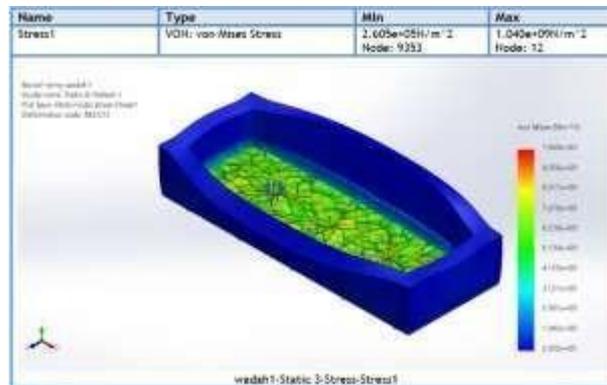


Gambar 4.6 *Equivalent strain* akibat pembebanan pembeban temperature 353,4°C

4.1.3 Hasil *Simulation Report Static* pembeban temperature 346,2°C pada wadah panggangan.

- a. Hasil simulasi total *stress1* kumpulan *Temperature* pada suatu permukaan benda.

Semakin sempit luasan permukaan namun gaya tetap, maka tegangan terbesar ditunjukkan pada gradasi warna paling merah, terkecil adalah warna paling biru. Sedangkan area dengan sedng adalah area warna kuning, hijau, atau biru muda. Total *stress1* kumpulan gaya dari wadah panggangan, yang mana total deformation ini merupakan perubahan bentuk, dimensi dan posisi dari material atau benda.

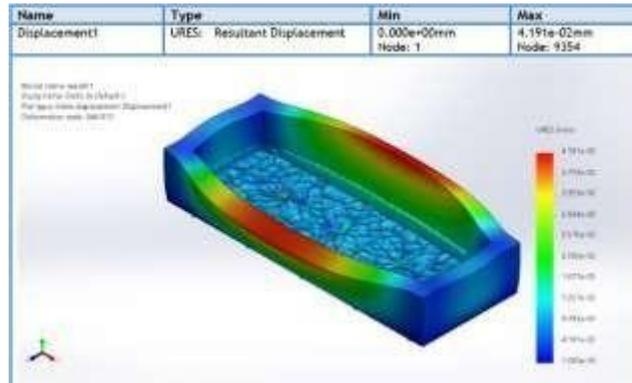


Gambar 4.7 Total *stress1* akibat pembebanan pembeban temperature 346,2°C

Pada wadah panggangan percobaan yang telah ditampilkan pada gambar 4.1 tegangan terbesar max $1,040e+09 \text{ N/m}^2$ terjadi pada dasar permukaan wadah panggangan, sedangkan nilai terkecil senilai $2,605e+05 \text{ N/m}^2$, dengan melihat hasil gambar dinyatakan aman atau layak dan tidak ada menunjukkan warna merah.

- b. Hasil *Displacement1* perubahan bentuk pada benda yang dikenai temperatur yaitu pada hal ini melengkung.

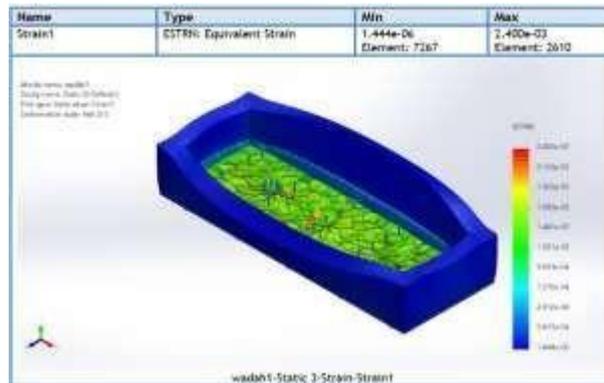
Dalam pengujian pembebanan pembeban temperature 346,2°C pada wadah panggangan yang pada bagian paling merah sebesar $4,191e+02 \text{ mm}$, dan bagian tidak mengalami perubahan bentuk atau tidak melengkung adalah bagian berwarna biru sebesar $1,000e-30 \text{ mm}$ pada wadah panggangan seperti pada gambar 4.4 di bawah ini.



Gambar 4.8 *Displacement1* akibat pembebanan pembeban temperature 346,2°C.

c. Hasil simulasi *equivalent strain*

Dengan pembebanan 2 kg percepatan 5 m/s² memperlihatkan simulasi pembebanan *Max 2,400e-03 mm* dan *Min 1,444e-06 mm*. susunan warna, warna yang paling merah adalah daerah paling kritis atau daerah paling terbebani dan hasil simulasi ini di dominasi warn atua yang artinya daerah aman seperti gambar 4.7 dibawah ini.



Gambar 4.9 *Equivalent strain* akibat pembebanan pembeban temperature 346,2°C.

Tabel 4.

Load Variations (°C)	Stress		Displacement		Strain	
	Min (N/m ²)	Max (N/m ²)	Min(mm)	Max(mm)	Min	Max
370,2	2.800e+05	1.117e+09	0.000e+00	4.504e-02	1.552e-06	2.579e-03
353,4	2.664e+05	1.063e+09	0.000e+00	4.285e-02	1.476e-06	2.454e-03
346,2	2.605e+05	1.040e+09	0.000e+00	4.191e-02	1.444e-06	2.400e-03

Tabel 4.1 Hasil Load Variations,Stress,Displacement,Strain

4.1.4 Pembahasan Hasil Simulasi

Hasil simulasi pengujian yang telah dilakukan di software solidwork dengan ukuran yang berbeda pada, hasil daripada simulasi numerik kekuatan wadah panggangan disajikan dalam bentuk 3 tabel berbeda, yaitu tabel hasil simulasi *Stress*, *Displacement*, dan *Strain*.

Nilai stress tertinggi yang terjadi pada pembeban 370,2°C: $1.117e+09$ N/m² dapat dilihat pada gambar 4.1.

Displacement yang terjadi pada simulasi kekuatan wadah panggangan, sehingga *bracket* tidak mengalami *displacement* (renggangan) dikarenakan konsep dari pengujian *displacement* terjadi pada titik ujung specimen yang diuji, gambar pengujian *Displacement* diatas sebagai detailing simulasi.

Berikut ini adalah tabel validasi hasil simulasi pada pengujian kekuatan wadah panggangan dapat dilihat pada tabel 4 di atas

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

di beri kesimpulan sebagai berikut:

1. Nilai hasil dari pembebanan dengan beban
 - Total *Stress1* akibat pembebanan = Max $1,117e+09$ (n/m²)
 - *Dispalcement1* akibat pembebanan = Max $4,504e+2$ (mm)
 - Equivalent strain1* akibat pembebanan = Max $2.579e-03$ (mm)
2. Nilai hasil dari pembebanan dengan beban
 - Total *Stress1* akibat pembebanan = Max $1,063e+09$ (n/m²)
 - *Dispalcement1* akibat pembebanan = Max $4.285e-02$ (mm)
 - *Equivalent strain1* akibat pembebanan = Max $2.454e-04$ (mm)
3. Nilai hasil dari pembebanan dengan beban
 - Total *Stress1* akibat pembebanan = Max $1,040e+09$ (n/m²)
 - *Dispalcement1* akibat pembebanan = Max $4,191e+02$ (mm)
 - *Equivalent strain1* akibat pembebanan = Max $2.400e-03$ (mm)

Jadi dapat disimpulkan keadaan fisik *wadah panggangan* berbahan komposit dan peneliti *apply* juga pada sudu, tidak mengalami perubahan fisik atau *displacement* yang signifikan. Namun sudu yang mengalami kelengkungan yang signifikan.

5.2 Saran

1. Diharapkan akan ada penelitian selanjutnya dan disempurnakan oleh mahasiswa setelah saya
2. Menentukan Pengujian yang cocok untuk wadah panggangan
3. Hasilnya bisa bermanfaat bagi masyarakat.